

Universidad Nacional Autónoma de México  
FACULTAD DE QUIMICA

---

NORMAS NACIONALES PARA LA  
DETERMINACION DE PRUEBAS  
FISICAS EN METALES



ALBERTO JESUS POOT MANZANILLA

México, D. F.

1980

M-18002



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE

PRESIDENTE: ING. DANIEL GAVIÑO RIVERA  
VOCAL: ING. KURT MADLER GUNDERSHIMMER  
SECRETARIO: ING. JOSE CAMPOS CAUDILLO  
1er. SUPLENTE: ING. HUMBERTO DALAGON ROMERO  
2do. SUPLENTE: ING. MARCO ANTONIO CHAMORRO MORALES

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

LABORATORIO CENTRAL DE PRUEBAS

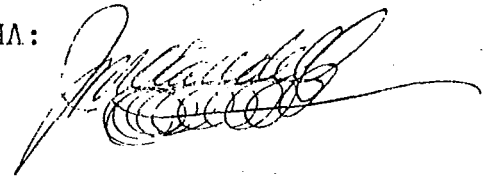
NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE:

ALBERTO JESUS LOPEZ MANZANILLA



NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA:

ING. JOSE CAMPOS CAUDILLO



# I N D I C E

	INTRODUCCION .....	I
o/c	- METODO PARA DETERMINAR LA DUREZA DE MATERIALES METALICOS POR PENETRACION RAPIDA	
	NOM B 26 1971 .....	1
	METODO PARA LA DETERMINACION DEL MODULO DE YOUNG, A TEMPERATURA AMBIENTE.	
	NOM B 29 1971 .....	6
	METODO DE PRUEBA DE DOBLADO SEMIGUIADO PARA LA DUCTILIDAD DE MATERIALES METALICOS.	
o/c	① NOM B 51 1972 .....	12
	- DETERMINACION DE DUREZA BRINELL EN MATERIALES METALICOS.	
	NOM B 116 1969 .....	19
o/c	METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE DUREZA VICKERS EN MATERIALES METALICOS.	
	NOM B 118 1973 .....	47
	- METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE LA DUREZA ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL DE MATERIALES METALICOS.	
	NOM B 119 1973 .....	68
	METODO DE PRUEBA DE IMPACTO PARA MATERIALES METALICOS.	
	NOM B 120 1975 .....	108
	METODOS DE PRUEBA A LA TENSION PARA METALES	
o/c	NOM B 310 1977 .....	126
	- METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR POR PENETRACION LA DUREZA DE MATERIALES METALICOS USANDO APARATOS PORTATILES.	
	NOM B 313 1971 .....	152
	METODOS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA	
	NOM B 80 1973 .....	156
	CONCLUSIONES .....	167

## I N T R O D U C C I O N

DURANTE LA CARRERA OBSERVE QUE NO EXISTIA UN LIBRO DE CONSULTA QUE TRAJERA LAS NORMAS NACIONALES EXISTENTES, PARA PRUEBAS MECANICAS EN MATERIALES METALICOS.

OPTE POR HACER UNA RECOPIACION TOMANDO COMO BASE, QUE LA FORMA MAS ADECUADA, ERA LOGRAR QUE LA RECOPIACION MENCIONADA FUESE FACILMENTE REPRODUCIBLE.

UNA NORMA EMPIEZA HACIENDOSE UNA ENCUESTA EN LABORATORIOS DE COMPAÑIAS PRIVADAS, GUBERNAMENTALES Y CENTROS DE ESTUDIO E INVESTIGACION, CON EL FIN DE TOMAR UN CRITERIO UNIFORME EN CADA PASO DE LAS PRUEBAS Y ADEMAS UN PUNTO MUY IMPORTANTE, QUE SEA SENCILLO Y PRACTICO SU USO.

EN BASE A ESTO SE BUSCO UNIFORMIDAD PARA OBTENER EN CUALQUIER LUGAR Y CON CUALQUIER EQUIPO O MAQUINARIA RESULTADOS IGUALES.

APARTE DE LA ENCUESTA QUE SE HACE, UN GRUPO DE PERSONAS VERIFICAN, CORRIGEN Y AUMENTAN DONDE ES NECESARIO, HASTA TENER LA FORMA DEFINITIVA DE LA NORMA QUE COMO SE INDICO ANTES DEBE DE SER GENERAL, SENCILLA Y PRACTICA.

ME PROPUSE LOCALIZAR LAS NORMAS EXISTENTES SOBRE PRUEBAS MECANICAS QUE SE LE PRACTICAN A MATERIALES METALICOS Y TRASLADARLAS AL ARCHIVO DE UNA COMPUTADORA PARA QUE SE TUVIESE UN FACIL ACCESO A ELLAS; ASI COMO SU IMPRESION EXTERNA TUVIERA UNA RAPIDA RESPUESTA DE PARTE O EL TOTAL DE DICHAS NORMAS.

ASI PUES LAS NORMAS QUE SE PRESENTAN A CONTINUACION SON TODAS LAS EXISTENTES ACTUALMENTE EN MEXICO EDITADAS POR EL COMITE CONSULTIVO DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA DEPENDIENTE DE LA DIRECCION DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS DE LA SECRETARIA DE COMERCIO.

- METODO PARA DETERMINAR LA DUREZA DE MATERIALES METALICOS

POR PENETRACION RAPIDA.

3  
- 1. ALCANCE.  
-----

- 1. 1. ESTA NORMA INCLUYE EL PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO PRUEBAS DE DUREZA DE MATERIALES METALICOS POR PENETRACION RAPIDA.

- 1. 2. ESTA PRUEBA SE USA CUANDO SE DESEAN HACER PRUEBAS DE DUREZA MUY RAPIDAMENTE COMO EN LA INSPECCION DE LA PRODUCCION TOTAL DE UN HORNO DE TRATAMIENTOS TERMICOS, DONDE NO SE REQUIEREN VALORES DE DUREZA PRECISOS. ESTE METODO NO SE CONSIDERA COMO UN METODO ESTANDAR (DE ARBITRAJE) PARA DETERMINAR LA DUREZA BRINELL.

- 2. GENERALIDADES  
-----

EN LA PRUEBA DE DUREZA RAPIDA SE APLICA UNA CARGA ESPECIFICADA EN LA SUPERFICIE DEL MATERIAL QUE VA A SER PROBADO, A TRAVES DE UN BALIN DURO DE DIAMETRO ESPECIFICADO; SE HACE UNA MEDICION DE LA HUELLA, YA SEA MIENTRAS SE APLICA LA CARGA O DESPUES DE QUE SE HA REMOVIDO, PARA DETERMINAR SI EL MATERIAL SE ENCUENTRA DENTRO DE CIERTOS LIMITES ESPECIFICADOS. 2

- 3. APARATOS.  
-----

- 3. 1. MAQUINA DE PRUEBA.  
-----

EL EQUIPO CONSISTE EN UNA MAQUINA QUE SOPORTA EL ESPECIMEN QUE VA A SER PROBADO, Y QUE APLICA UNA CARGA DETERMINADA A UN BALIN QUE ESTA EN CONTACTO CON EL ESPECIMEN. LA MAGNITUD DE LA CARGA A MENUDO SE LIMITA A CIERTOS VALORES DISCRETOS. EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA MAQUINA DE PRUEBA DEBE SER TAL, QUE NO PERMITA MOVIMIENTO DE ROTACION O LATERAL DEL PENETRADOR O DEL ESPECIMEN, DURANTE LA PRUEBA.

- 3. 2 BALIN PENETRADOR  
-----

EL BALIN ESTANDAR DEBE SER DE 10 MM DE DIAMETRO, CON UNA TOLERANCIA DE 0.01 MM CUANDO LA MEDICION SE HAGA EN CUALESQUIERA DE SUS DIAMETROS. SE PUEDEN USAR OTROS TAMANOS DE BALIN, TAL COMO SE INDICA EN EL CAPITULO 5. ESTOS DEBEN SER DEL TAMANO ESPECIFICADO, DENTRO DE CIERTOS LIMITES CORRESPONDIENTES. CUALQUIER BALIN ADECUADO PARA ESTE USO, DEBE RESISTIR PRESION CONTRA EL MATERIAL MAS DURO POR PROBAR, SIN MOSTRAR UN CAMBIO PERMANENTE, EN SU DIAMETRO, MAYOR DE 0.01 MM.

- 3. 3 DISPOSITIVO PARA MEDIR EL TAMANO DE LA HUELLA  
-----

SI EL TAMANO DE LA HUELLA VA A DETERMINARSE POR LA MEDICION DE SU DIAMETRO, EL MICROSCOPIO MICROMETRICO U OTRO INSTRUMENTO DE MEDICION USADO, DEBE SER TAL, QUE PERMITA LA MEDICION DIRECTA DEL DIAMETRO CON UNA PRECISION DE 0.1 MM Y LA ESTIMACION DEL DIAMETRO CON UNA APROXIMACION DE 0.02 MM. SI EL TAMANO DE LA

HUELLA VA A INDICARSE POR LA PROFUNDIDAD, DEBE PROVEERSE UN DISPOSITIVO ADECUADO PARA LA MEDICION DE PROFUNDIDADES.

### 3 4. PREPARACION DEL ESPECIMEN

---

-4.1. LOS ESPECIMENES EN LOS CUALES SE LLEVAN A CABO LAS PRUEBAS RAPIDAS DE DUREZA, VARIAN MUCHO EN SU FORMA, YA QUE ESTAS PRUEBAS SE HACEN USUALMENTE EN PARTES TERMINADAS O SEMITERMINADAS.

-4.2. CUANDO SEA NECESARIO, LA SUPERFICIE EN QUE SE HAGA LA IMPRESION DEBE ESTAR LIMADA, ESMERILADA, MAQUINADA O PULIDA CON MATERIAL ABRASIVO, DE MANERA QUE EL BORDE DE LA HUELLA ESTE SUFICIENTEMENTE DEFINIDO, PARA PERMITIR LA MEDICION DEL DIAMETRO CON UNA PRECISION DE 0.05 MM. DEBEN EVITARSE SOBRECALENTAMIENTOS O TRABAJO EN FRIO DE LA SUPERFICIE.

### 5. PROCEDIMIENTO

---

#### 5.1 MAGNITUD DE LA CARGA DE PRUEBA.

---

SE RECOMIENDA USAR CARGAS DE 3000, 1500 O 500 KGF, DEPENDIENDO DE LA DUREZA DEL MATERIAL QUE VA A PROBARSE. ES DESEABLE QUE LA CARGA DE PRUEBA SEA DE TAL MAGNITUD, QUE EL DIAMETRO DE LA HUELLA SE ENCUENTRE EN EL INTERVALO DE 2.50 A 6.00 MM, (25.0 A 60.0 PORCIENTO DEL DIAMETRO DEL BALIN). LA SIGUIENTE TABLA MUESTRA LAS CARGAS DE PRUEBA PREFERIBLES Y LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL APROXIMADOS PARA ESTE INTERVALO DE DIAMETROS DE HUELLA.

DIAMETRO DEL BALIN, EN MM.	CARGA DE PRUEBA EN KGF.	INTERVALO RECOMENDADO DB
10	3000	96-600
10	1500	48-300
10	500	16-100

ESTAS CARGAS, QUE SON LAS RECOMENDADAS PARA USARSE EN LA DETERMINACION ESTANDAR DE DUREZA BRINELL, NO SON SIN EMBARGO, OBLIGATORIAS PARA USARSE EN LA DETERMINACION RAPIDA DE DUREZA. PARA CIERTOS TAMANOS Y CONDICIONES DE ESPECIMENES, PUEDE SER CONVENIENTE USAR DIFERENTES CARGAS Y BALINES DE PENETRACION, CON DIAMETROS YA SEA MENORES O MAYORES DE 10 MM.

CUANDO SE USAN BALINES CON DIAMETROS DIFERENTES DE 10 MM, SE RECOMIENDA MANTENER LAS SIGUIENTES RELACIONES ENTRE EL DIAMETRO DEL BALIN D, EN MILIMETROS Y LA CARGA APLICADA P, EN KILOGRAMOS



FUERZA:

PARA MATERIALES DE 96 A 600 DB: P = 30D2

PARA MATERIALES DE 48 A 300 DB: P = 15D2

PARA MATERIALES DE 16 A 100 DB: P = 5D2

- 5.2 APLICACION DE LA CARGA DE PRUEBA.

---

LA CARGA DEBE APLICARSE SUAVEMENTE SOBRE EL ESPECIMEN.

- 5.3 MEDICION DE LA HUELLA

---

LOS DIAMETROS DE LAS HUELLAS PUEDEN MEDIRSE MEDIANTE MICROSCOPIOS DE LECTURA DIRECTA, MICROSCOPIOS MICROMETRICOS O POR CUALQUIER OTRO DISPOSITIVO DE MEDICION ADECUADO, QUE SEA CAPAZ DE MEDIR (POR ESTIMACION) LOS DIAMETROS CON UNA APROXIMACION DE 0.02 MM. LOS APARATOS PARA MEDIR PROFUNDIDADES, EN LOS CUALES USUALMENTE ESTAN INCORPORADAS CARATULAS INDICADORAS, TAMBIEN PUEDEN USARSE PARA DETERMINAR EL TAMANO DE LA HUELLA. ESTOS APARATOS ESTAN EQUIPADOS, A MENUDO, CON INDICADORES MAXIMOS Y MINIMOS QUE HACEN POSIBLE DETERMINAR RAPIDAMENTE LECTURAS QUE ESTEN O NO DENTRO DE CIERTOS LIMITES.

- 6. DETERMINACION DE LIMITES DE DUREZA

---

CON EL PROPOSITO DE ESTABLECER LOS LIMITES (YA SEA UN MINIMO Y UN MAXIMO, O SOLAMENTE UNO U OTRO) DE UNA DUREZA, ACEPTABLES PARA UNA PIEZA O PARTE DADA, EL ESPECIMEN QUE REPRESENTA LOS EXTREMOS DE ACEPTACION, DEBE PROBARSE EN EL EQUIPO ESPECIFICO DE DUREZA RAPIDA QUE SE VA A USAR Y LAS LECTURAS OBTENIDAS DEBEN CONSIDERARSE COMO LOS LIMITES DE ACEPTACION.

- 7. CALIBRACION DEL APARATO

---

- 7.1. LOS EQUIPOS PARA PROBAR DUREZA POR PENETRACION RAPIDA, SE CONSIDERAN SATISFACTORIOS PARA SU USO, SI SE DEMUESTRA QUE INDICAN LOS MISMOS VALORES DENTRO DE  $\pm 0.1$  MM DE LA ESCALA DE MEDICION DE DIAMETROS, O  $\pm 0.02$  MM DE LA ESCALA DE MEDICION DE PROFUNDIDADES, PARA PRUEBAS REPETIDAS, USANDO LAS MISMAS MUESTRAS DE ACEPTACION.

- 7.2. SE EMPLEAN VARIOS TIPOS DE APARATOS PARA MEDICION DE PROFUNDIDADES. PARA UN MICROMETRO DE CARATULA QUE TENGA UNA DIVISION IGUAL A 0.00254 MM, UNA DIFERENCIA EN PROFUNDIDAD DE 0.02 MM SE REPRESENTA POR APROXIMADAMENTE 8 DIVISIONES DE LA CARATULA.

No 8. APENDICE  
-----

No 8.1. ANTECEDENTES  
-----

No ASTM-E-103 (65)

8.2. NORMAS A CONSULTAR  
-----

No B 116 1969 "DETERMINACION DE DUREZA BRINELL EN MATERIALES METALICOS".

METODO PARA LA DETRMINACION DEL MODULO DE YOUNG,

A TEMPERATURA AMBIENTE.

## 1. ALCANCE

---

ESTA NORMA INCLUYE LOS APARATOS, ESPECIMENES Y PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS PARA DETERMINAR EL MODULO DE YOUNG PARA MATERIALES ESTRUCTURALES A TEMPERATURA AMBIENTE. ESTE METODO SE LIMITA A MATERIALES EN LOS CUALES LA DEFORMACION DE CREEP ES DESPRECIABLE COMPARADA CON LA DEFORMACION QUE SE PRODUCE INMEDIATAMENTE DESPUES DE APLICADA LA CARGA.

## 2. DEFINICIONES

---

EL MODULO DE YOUNG ES LA RELACION ENTRE EL ESFUERZO NORMAL Y LA CORRESPONDIENTE DEFORMACION UNITARIA PARA LOS ESFUERZOS DE TENSION O DE COMPRESION ABAJO DEL LIMITE PROPORCIONAL DEL MATERIAL.

2.1. SI EL LIMITE PROPORCIONAL ES TAN BAJO QUE NO SEA POSIBLE OBTENER UNA RELACION CONSTANTE ENTRE ESFUERZO Y DEFORMACION BAJO LAS CONDICIONES DE PRUEBA, FIG. 1, EL MODULO DE YOUNG DEBE REEMPLAZARSE POR: (A) UN MODULO TANGENTE INICIAL, LA PENDIENTE DE LA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION EN EL ORIGEN, O SEA LA LINEA OS; (B) EL MODULO TANGENTE, LA PENDIENTE DE LA TANGENTE A LA CURVA ESFUERZO, DEFORMACION EN CUALQUIER ESFUERZO R, POR EJEMPLO, LA PENDIENTE DE LA TANGENTE TRT; (C) MODULO SECANTE, O SEA, LA PENDIENTE DE LA SECANTE TRAZADA DESDE EL ORIGEN A CUALQUIER PUNTO ESPECIFICADO R1 EN LA CURVA E SFUERZO-DEFORMACION, POR EJEMPLO, LA PENDIENTE DE LA LINEA OR, (D) EL MODULO CUERDA, LA PENDIENTE DE LA CUERDA TRAZADA ENTRE DOS PUNTOS CUALESQUIERA ESPECIFICADOS EN LA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION, POR EJEMPLO, LA PENDIENTE DE LA LINEA PR.

2.2. EN TERMINOS GENERALES, AL REPORTARSE LOS VALORES DEL MODULO DE YOUNG ES CONVENIENTE ANOTAR EL INTERVALO DE ESFUERZOS CON LOS CUALES SE HIZO LA MEDICION. SI SE VAN A REPORTAR MODULO TANGENTE INICIAL, MODULO TANGENTE, MODULO SECANTE O MODULO CUERDA, DEBE ANOTARSE ASI CLARAMENTE, A LA VEZ QUE ESPECIFICARSE EL ESFUERZO O EL INTERVALO DE ESFUERZOS QUE SE APLICARON.

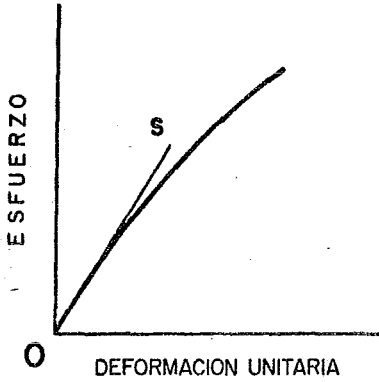
2.3. EN CIERTOS MATERIALES LA DETERMINACION PUEDE HACERSE DESPUES DE UNA CANTIDAD LIMITADA DE CICLOS DE APLICACION Y LIBERACION DE ESFUERZO. EN ESOS CASOS, EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO DEBEN PRESCRIBIRSE LAS CONDICIONES BAJO LAS CUALES PUEDE DETERMINARSE UN VALOR SIGNIFICATIVO DEL MODULO.

## 3. CONSIDERACIONES GENERALES

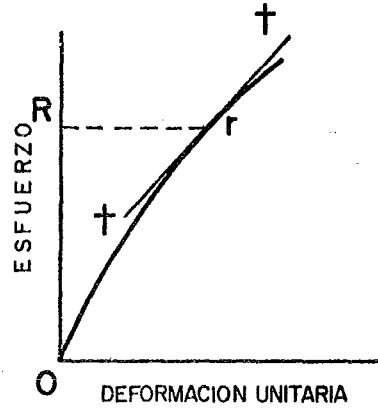
---

3.1. LA PRECISION TOTAL DE LAS DEFORMACIONES USUALMENTE REQUERIDA PARA LA DETERMINACION DEL MODULO DE YOUNG, ES MAS ELEVADA QUE LA EXIGIDA PARA LA DETERMINACION DE LA MAYOR PARTE DE LAS OTRAS PROPIEDADES MECANICAS, TAL COMO LA RESISTENCIA DE FLUENCIA.

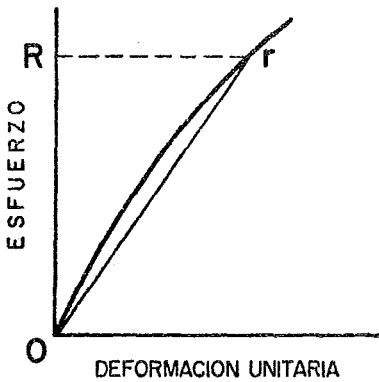
3.2. LA DETERMINACION PRECISA DEL MODULO DE YOUNG EXIGE UNA DEBIDA ATENCION DE LAS DIVERSAS VARIANTES QUE PUEDEN AFECTARLA. ENTRE ELLAS SE HALLAN LAS CARACTERISTICAS DE LOS ESPECIMENES,



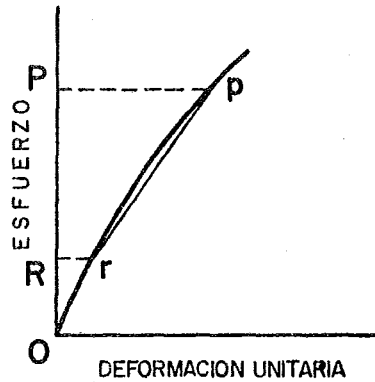
(a) MODULO TANGENTE INICIAL



(b) MODULO TANGENTE EN CUALQUIER ESFUERZO R



(c) MODULO SECANTE ENTRE EL ORIGEN Y CUALQUIER ESFUERZO R



(d) MODULO CUERDA ENTRE CUALESQUIERA DOS ESFUERZOS P y R

DIAGRAMAS ESFUERZO—DE FORMACION QUE MUESTRAN LAS LINEAS RECTAS CORRESPONDIENTES A (a) MODULO TANGENTE INICIAL, (b) MODULO TANGENTE, (c) MODULO SECANTE Y (d) MODULO CUERDA

FIGURA 1

TALES COMO LA ORIENTACION DE LOS CRISTALES EN RELACION CON LA DIRECCION DEL ESFUERZO, EL ESFUERZO RESIDUAL, LAS DEFORMACIONES PREVIAS, LAS DIMENSIONES, EXCENTRICIDADES Y ASIMETRIA DEL ESPECIMEN, LAS CONDICIONES DE LA PRUEBA, TALES COMO ALINEAMIENTO DEL ESPECIMEN, VELOCIDAD DE LA PRUEBA, TEMPERATURA, VARIACIONES DE TEMPERATURA, CONDICIONES DEL EQUIPO DE PRUEBA, RELACION ENTRE EL ERROR DE CARGA E INTERVALO DE ESFUERZOS Y RELACION ENTRE EL ERROR EN LA MEDICION DE LA DEFORMACION TOTAL AL INTERVALO DE LAS DEFORMACIONES UNITARIAS; FINALMENTE, LA INTERPRETACION DE LOS DATOS.

3.3. LA PREVISION REQUERIDA PARA LA DETERMINACION DEL MODULO DE YOUNG PUEDE VARIAR DE UN PRODUCTO A OTRO Y SE ESTABLECE USUALMENTE EN LA NORMA PARTICULAR DE CADA PRODUCTO.

#### 4. APARATOS

4.1. PESOS MUERTOS. PUEDEN USARSE PESOS MUERTOS CALIBRADOS.

4.2. MAQUINA DE ENSAYE. PARA DETERMINAR EL GRADO DE SERVICIO DE UNA MAQUINA DE ENSAYE, SE ACONSEJA CALIBRARLA BAJO CONDICIONES SEMEJANTES A LAS DE LA DETERMINACION. DEBEN HACERSE LAS CORRECCIONES NECESARIAS A FIN DE ELIMINAR LOS ERRORES SISTEMATICOS DE CARGA. LAS CARGAS APLICADAS EN LA DETERMINACION DEL MODULO DE YOUNG SON FRECUENTEMENTE DEMASIADO BAJAS PARA CUMPLIR CON EL INTERVALO DE CARGAS ESPECIFICADAS EN LA NORMA B 80 Y, LO QUE ES MAS, ESTOS CRITERIOS PERMITEN UNA TOLERANCIA PARA LA DETERMINACION PRECISA DEL MODULO DE YOUNG. EN TALES CASOS EL INTERVALO PERMISIBLE DE CARGA PUEDE DETERMINARSE COMPARANDO VARIACIONES DE CARGA AL AZAR, SEGUN DETERMINACIONES HECHAS AL HACERSE LA CALIBRACION, CON LAS VARIACIONES DE CARGA RELACIONADAS CON LA PRECISION NECESARIA PARA HACER LA DETERMINACION.

4.2.1. TOMANDO EN CUENTA QUE GENERALMENTE ES ACONSEJABLE INICIAR LA MEDICION DE LAS DEFORMACIONES CON UNA PEQUENA CARGA INICIAL, NO ES NECESARIO CONOCER EL VALOR ABSOLUTO DE LA CARGA INICIAL CON LA MISMA PRECISION QUE LOS VALORES RELATIVOS DE LAS CARGAS SUBSECUENTES. ESTA CONSIDERACION GENERALMENTE PERMITE REDUCIR EL LIMITE INFERIOR DE LA VARIACION DE CARGAS DE LA MAQUINA. RESULTA CONVENIENTE TOMAR EN CUENTA LA VARIACION AL AZAR EN LA CARGA, EN TERMINOS DE LA VARIACION EQUIVALENTE EN LA DEFORMACION, LO CUAL ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL AL PRODUCTO DEL MODULO DE YOUNG E INVERSAMENTE PROPORCIONAL AL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL (VER INCISO 7).

4.3. EXTENSOMETROS. LOS EXTENSOMETROS PUEDEN SER DE CLASE A O CLASE B-1 SEGUN SE INDICA EN LA NORMA B 83, DEPENDIENDO DEL GRADO DE PRECISION QUE SE DESEE, SALVO QUE SE ESPECIFIQUE ALGO EN CONTRARIO EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO, DEBEN HACERSE LAS CORRECCIONES NECESARIAS PARA ELIMINAR LOS ERRORES SISTEMATICOS EN LA LECTURA DE LAS DEFORMACIONES. TALES CORRECCIONES NO DEBEN CONSIDERARSE COMO UN CAMBIO EN LA CLASE DEL EXTENSOMETRO.

4.3.1 SE RECOMIENDA LA UTILIZACION DE CUANDO MENOS DOS EXTENSOMETROS, COLOCADOS A ESPACIOS IGUALES ALREDEDOR DE LA

SECCION TRANSVERSAL. SI SE UTILIZAN DOS EXTENSOMETROS EN SECCIONES DISTINTAS A LAS REDONDAS, DEBEN MONTARSE EN LOS EXTREMOS DE UN EJE DE SIMETRIA DE LA SECCION. PUEDE USARSE SOLO UN EXTENSOMETRO CUANDO SE HAGA USO DE UN PROCEDIMIENTO EN QUE SE HAYA PROBADO QUE SE TIENE UN ALINEAMIENTO AXIAL RAZONABLEMENTE PRECISO.

4.4. DISPOSITIVOS PARA EL ALINEAMIENTO. EN LAS NORMAS B 310 Y B 312, SE MUESTRAN LAS MORDAZAS Y OTROS DISPOSITIVOS ADECUADOS PARA OBTENER Y MANTENER EL ALINEAMIENTO AXIAL.

## 5. PREPARACION DE LOS ESPECIMENES

---

### 5.1. SELECCION DE LOS ESPECIMENES.

---

EN LA SELECCION DE LOS ESPECIMENES, DEBE TENERSE UN CUIDADO ESPECIAL PARA ASEGURARSE QUE LOS ESPECIMENES REPRESENTATIVOS SEAN RECTOS, DE ESPESOR UNIFORME Y QUE NO TENGAN ESFUERZOS RESIDUALES. SI LA RECTITUD DEL ESPECIMEN LO REQUIERE, DEBEN ELIMINARSE LOS ESFUERZOS RESIDUALES RESULTANTES MEDIANTE UN TRATAMIENTO TERMICO O MEDIANTE UN RELEVADO DE ESFUERZOS.

### 5.2. DIMENSIONES

---

SE RECOMIENDA, EN GENERAL, QUE LA LONGITUD DE LOS ESPECIMENES (Y EL RADIO DE LOS BORDES EN LOS CASOS DE ESPECIMENES DE TENSION) SEA MAYOR QUE LA INDICADA EN LOS REQUISITOS MINIMOS ESPECIFICADOS PARA LOS ESPECIMENES PARA PROPOSITOS GENERALES. EL ANCHO O EL DIAMETRO DE UN ESPECIMEN MAQUINADO, DEBE SER UNIFORME A TODO LO LARGO DE LA LONGITUD CALIBRADA SOBRE LA CUAL VA A MEDIRSE LA DEFORMACION Y EN UNA DISTANCIA ADICIONAL EN CADA EXTREMO IGUAL A CUANDO MENOS, LA MAXIMA DIMENSION DE LA SECCION TRANSVERSAL, A MENOS QUE LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO INDIQUE OTRA COSA.

5.2.1. SI EN LOS ESPECIMENES DE TENSION PARA PROPOSITOS GENERALES, SE PERMITE UN PEQUEÑO DESVAN EN LA SECCION REDUCIDA, EN EL CALCULO DEL ESFUERZO DEBE CONSIDERARSE EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL PROMEDIO DE LA LONGITUD CALIBRADA.

## 6. PROCEDIMIENTO

---

### 6.1. MEDICION DE LOS ESPECIMENES.

---

DEBEN HACERSE LAS MEDICIONES QUE SE CONSIDEREN CONVENIENTES DE LA SECCION TRANSVERSAL, PARA TENER UNA DETERMINACION PRECISA DEL AREA PROMEDIO DE TAL SECCION, SOBRE LA LONGITUD CALIBRADA. DEBEN MEDIRSE LOS ESPECIMENES CON CALIBRADORES MICROMETRICOS, HACIENDOSE LAS LECTURAS O LOS CALCULOS CON UNA APROXIMACION DE 0.0025 MM. DEBE HACERSE EL MAXIMO ESFUERZO PARA REDUCIR AL MINIMO LOS ERRORES SISTEMATICOS DE MEDICION. EN LOS ESPECIMENES DE ESPESOR O DIAMETRO PEQUEÑO, DEBE CONSIDERARSE LA POSIBILIDAD DE HACER MEDICIONES MAS PRECISAS DEL AREA DE LA SECCION

TRANSVERSAL MEDIANTE METODOS VOLUMETRICOS POR EJEMPLO, UN AREA DE SECCION TRANSVERSAL PROMEDIO CALCULADA A PARTIR DEL PESO, LA DENSIDAD DEL MATERIAL Y SU LONGITUD.

## 6. 2 ALINEAMIENTO

---

DEBE ASEGURARSE QUE EL ESPECIMEN ESTE ALINEADO AXIALMENTE.

6. 3 DEBEN DETERMINARSE SIMULTANEAMENTE LA CARGA Y LA DEFORMACION, Y ANOTARSE LOS DATOS

---

## 6. 4. VELOCIDAD DE LA PRUEBA.

---

DEBE SER LO SUFICIENTEMENTE LENTA COMO PARA QUE LOS EFECTOS TERMICOS DE LA EXPANSION O DE LA CONTRACCION ADIABATICA SEAN DESPRECIABLES Y A LA VEZ LO SUFICIENTEMENTE RAPIDA PARA HACER DESPRECIABLES LAS DEFORMACIONES DE CREEP. SI SE APLICA LA CARGA CON PESOS MUERTOS DEBE EVITARSE LA SOBRECARGA TEMPORAL DEBIDA A LA INERCIA DE LOS PESOS.

## 6. 5. TEMPERATURA

---

DEBE REGISTRARSE LA TEMPERATURA EN EL MOMENTO DE LA PRUEBA, Y EVITARSE CAMBIOS EN LA TEMPERATURA.

## 7. INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

---

7.1. PARA DETERMINAR EL LIMITE PROPORCIONAL Y EL MODULO DE YOUNG, A MENUDO RESULTA UTIL EXAMINAR LOS DATOS MEDIANTE EL METODO DE DESVIACION DE LAS DEFORMACIONES. EN ESTE METODO, LAS VARIACIONES AL AZAR EN LOS DATOS SE CONSIDERAN COMO VARIACIONES EN LAS DEFORMACIONES; SE SUPONE UN VALOR DE TANTEO PARA EL MODULO Y LAS DESVIACIONES DE DEFORMACION SE CALCULAN DE LA SIGUIENTE MANERA:

$$\text{DESVIACION DE LA DEFORMACION} = \text{DEFORMACION} - \frac{\text{ESFUERZO}}{\text{MODULO SUPUESTO}}$$

ESTAS DESVIACIONES SE DIBUJAN COMO ABSCISAS A ESCALA GRANDE, SIENDO LAS ORDENADAS LOS ESFUERZOS O LAS CARGAS (FIG. 2). EL INTERVALO PARA EL CUAL SE USAN LOS DATOS CON EL FIN DE OBTENER EL MODULO DE YOUNG PUEDE DETERMINARSE APLICANDO LA LECTURA MINIMA DEL EXTENSOMETRO COMO EL PUNTO DE PARTIDA DE UNA LINEA RECTA Y EXAMINANDO LA GRAFICA DE LAS DESVIACIONES AYUDANDOSE CON UNA HOJA DE PAPEL TRANSPARENTE SOBRE EL CUAL SE HAYAN DIBUJADO TRES LINEAS PARALELAS, CON UN ESPACIAMIENTO ENTRE ELLAS EQUIVALENTE A LA LECTURA MINIMA DEL EXTENSOMETRO.

7.2. EL MODULO DE YOUNG PUEDE DETERMINARSE MEDIANTE LA GRAFICA DE LAS DESVIACIONES ACOMODANDO GRAFICAMENTE UNA LINEA RECTA QUE PASE POR LOS PUNTOS APROPIADOS. DE ESTA LINEA PUEDE



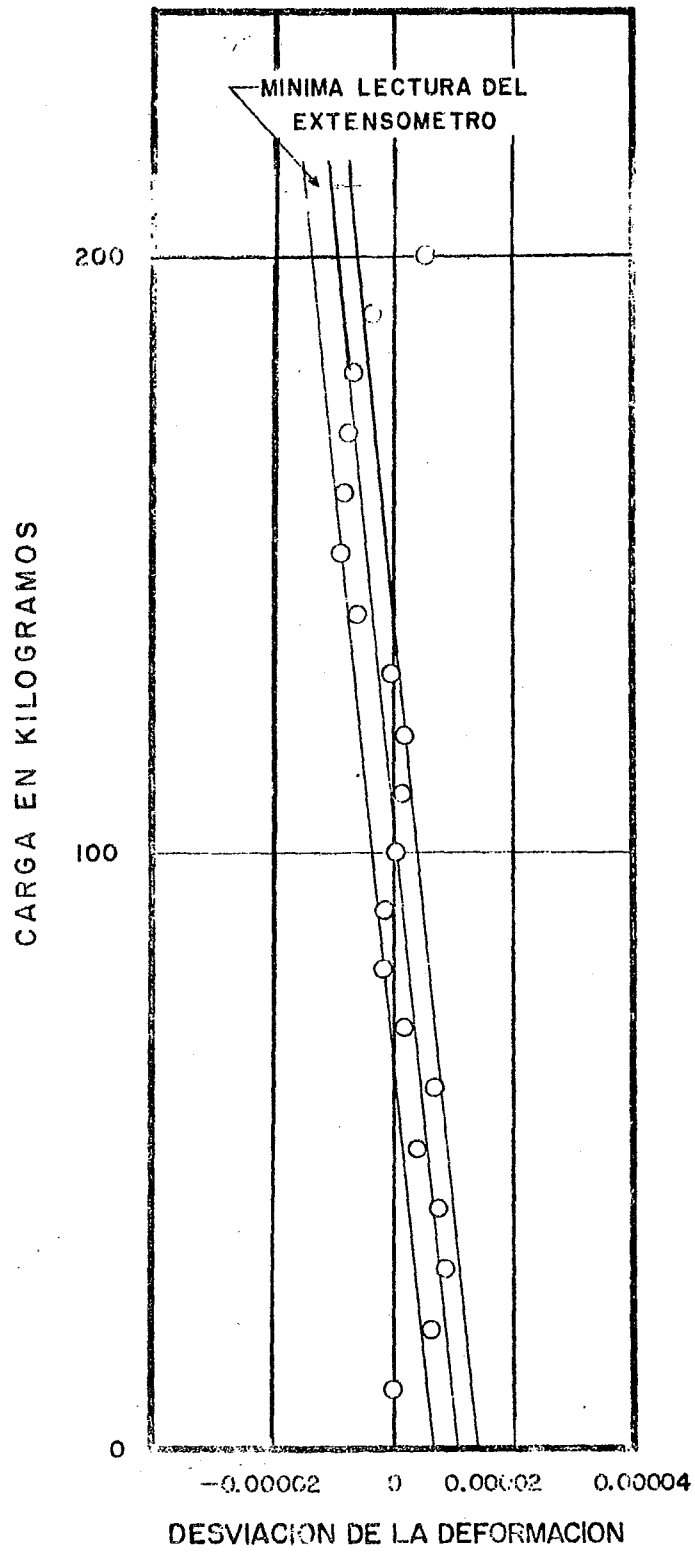


FIG. 2. - GRAFICA CARGA - DESVIACION

LEERSE EL INCREMENTO EN LA DESVIACION CORRESPONDIENTE A UN INCREMENTO DADO DE ESFUERZO Y SUBSTITUIRSE EN LA SIGUIENTE ECUACION:

$$\text{MODULO DE YOUNG} = \frac{\text{INCREMENTO DE ESFUERZO}}{\frac{\text{INCREMENTO DE ESFUERZO}}{\text{MODULO SUPUESTO}} + \text{INCREMENTO EN DESVIACION}}$$

7.3. LOS ERRORES QUE PUEDEN PRODUCIRSE AL AJUSTAR GRAFICAMENTE LA LINEA RECTA, PUEDEN REDUCIRSE DETERMINANDO EL MODULO DE YOUNG COMO LA PENDIENTE DE UNA LINEA RECTA AJUSTADA A LOS DATOS ADECUADOS POR EL METODO DE LOS MINIMOS CUADRADOS.

## B. APENDICE

### B.1. OBSERVACIONES.

EN LA MAYOR PARTE DE LAS NORMAS DE CALIDAD DE PRODUCTOS SIDERURGICOS, NO SE ESTABLECE COMO REQUISITOS DE CALIDAD EL VALOR DEL MODULO DE YOUNG, SIN EMBARGO SU DETERMINACION RESULTA DE NOTABLE INTERES, CONSIDERANDO QUE ES INDISPENSABLE CONOCER SU VALOR PARA EL CALCULO DE ESTRUCTURAS.

### B.2. ANTECEDENTES.

ASTM-E-111 (65)

### B.3. NORMAS A CONSULTAR

B 80 METODO PARA VERIFICAR LAS MAQUINAS DE PRUEBA.

B 83 METODO PARA LA VERIFICACION Y CLASIFICACION DE EXTENSOMETROS

B 310 1970 METODO DE PRUEBA A LA TENSION DE MATERIALES METALICOS.

B 332 METODO DE PRUEBA A LA COMPRESION DE MATERIALES METALICOS.

METODO DE PRUEBA DE DOBLADO SEMIQUILADO PARA LA

DUCTIBILIDAD DE MATERIALES METALICOS.

## 1. ALCANCE

---

1.1 ESTE METODO CUBRE UNA PRUEBA DE DOBLADO SEMIQUILADO PARA LA DUCTIBILIDAD DE MATERIALES METALICOS POR DOBLEZ A UN ANGULO Y CON UN RADIO INTERIOR DE CURVATURA ESPECIFICADOS. CUANDO NO OCURRA LA FRACTURA COMPLETA, EL CRITERIO PARA CALIFICAR LA PRUEBA, SE BASA EN EL NUMERO Y TAMANO DE GRIETAS QUE SE PRESENTEN EN LA SUPERFICIE DE TENSION DEL ESPECIMEN DESPUES DEL DOBLADO.

## 2. GENERALIDADES

---

2.1. LA PRUEBA DE DOBLADO SE REALIZA APLICANDO UNA FUERZA TRANSVERSALMENTE AL ESPECIMEN EN LA PORCION QUE SE VA A DOBLAR, USUALMENTE EN LA MITAD DE SU LONGITUD. LA FUERZA PARA EL DOBLADO SE APLICA POR CUALESQUIERA DE LAS TRES FORMAS ILUSTRADAS EN LAS FIGURAS NO. 1, 3 Y 4. CUANDO NO OCURRA LA FRACTURA COMPLETA, LA SUPERFICIE CONVEXA DEL ESPECIMEN DOBLADO SE EXAMINA PARA DETECTAR LAS GRIETAS.

PARA ALGUNOS MATERIALES Y CONDICIONES DE PRUEBA, LOS RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS TRES METODOS PUEDEN NO SER EXACTAMENTE LOS MISMOS.

2.1.1. METODO A. EL ESPECIMEN SE SUJETA POR UN EXTREMO Y SE APLICA UNA FUERZA TRANSVERSAL CERCA DEL OTRO EXTREMO COMO SE ILUSTRAN EN LA FIGURA NO. 1; SE DOBLA EL ESPECIMEN ALREDEDOR DE UN PERNO, MANDRIL O RODILLO ESTACIONARIOS, DE DIAMETRO ESPECIFICADO HASTA QUE LA FALLA OCURRA O HASTA QUE SE ALCANCE EL ANGULO DE DOBLADO ESPECIFICADO. EN LA FIGURA NUM. 2 SE ILUSTRAN UN METODO ALTERNATIVO DEL METODO A.

2.1.2. METODO B. ES SIMILAR AL METODO A, EXCEPTO QUE EL ESPECIMEN SE DOBLA ALREDEDOR DE UN PERNO O MANDRILL ESTACIONARIO MEDIANTE LA APLICACION DE UNA FUERZA POR UN MANDRIL O RODILLO, TAL COMO SE ILUSTRAN EN LA FIGURA NO. 3.

2.1.3. METODO C. SE APOYA EL ESPECIMEN SOBRE PERNOS, RODILLOS O ROTULAS CERCA DE CADA EXTREMO Y SE APLICA UNA FUERZA A TRAVES DE UN PERNO O MANDRIL A LA MITAD DE LA DISTANCIA ENTRE LOS DOS APOYOS, TAL Y COMO SE ILUSTRAN EN LA FIGURA NUM. 4. LA PRUEBA PUEDE LLEVARSE HASTA LA FALLA O HASTA ALCANZAR EL ANGULO DE DOBLADO ESPECIFICADO A LA MANERA DE LA PRUEBA DE DOBLADO LIBRE, ILUSTRADA EN LA FIGURA NO. 5.

## 3. APARATOS

---

3.1. SE PUEDEN EMPLEAR PARA CADA METODO DE CARGA, VARIOS DISPOSITIVOS PERO BASICAMENTE DEBEN ESTAR CONSTITUIDOS POR LO SIGUIENTE:

3.1.1. DISPOSITIVO A. UN MEDIO DE SUJECION DEL EXTREMO DEL ESPECIMEN; UN PERNO DE REACCION O MANDRIL, COLOCADO EN LA PARTE MEDIA DEL MISMO DISPOSITIVO PARA APLICAR LA FUERZA DE FLEXION CERCA DEL EXTREMO LIBRE DEL ESPECIMEN.

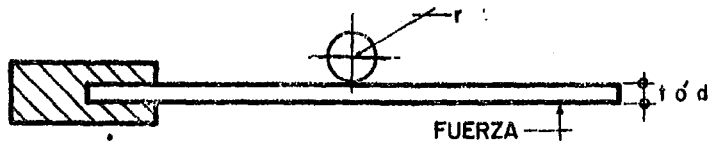


FIG. 1.- ESQUEMA PARA LA PRUEBA DE DOBLADO SEMIGUIADO, ARREGLO A.- UN EXTREMO SUJETO, LA FUERZA SE APLICA CERCA DEL EXTREMO LIBRE

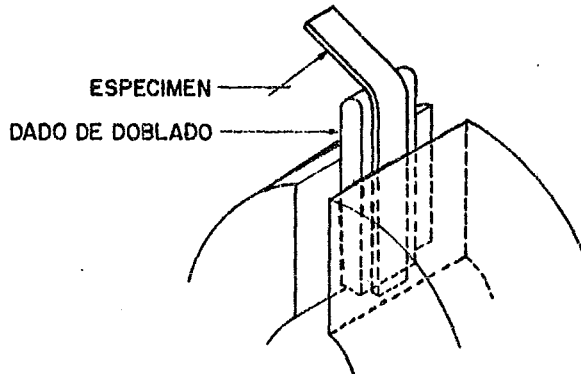


FIG. 2.- ESQUEMA ALTERNATIVO DEL ARREGLO A PARA LA PRUEBA DE DOBLADO SEMIGUIADO DE ESPECIMENES DELGADOS, CON UN EXTREMO SUJETO

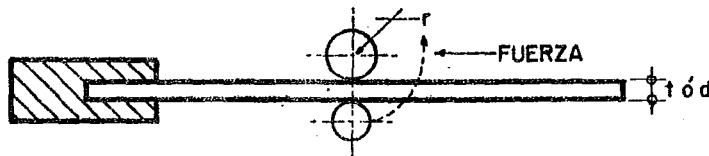


FIG. 3.- ESQUEMA PARA LA PRUEBA DE DOBLADO SEMIGUIADO, ARREGLO B.-UN EXTREMO SUJETO, LA FUERZA APLICADA CERCA DEL MANDRIL

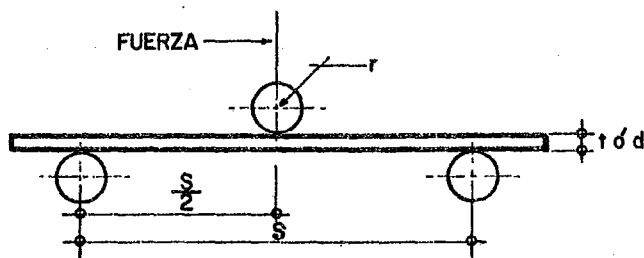


FIG. 4.- ESQUEMA PARA LA PRUEBA DE DOBLADO SEMIGUIADO, ARREGLO C EXTREMOS APOYADOS

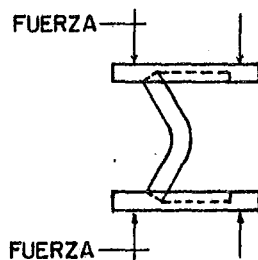
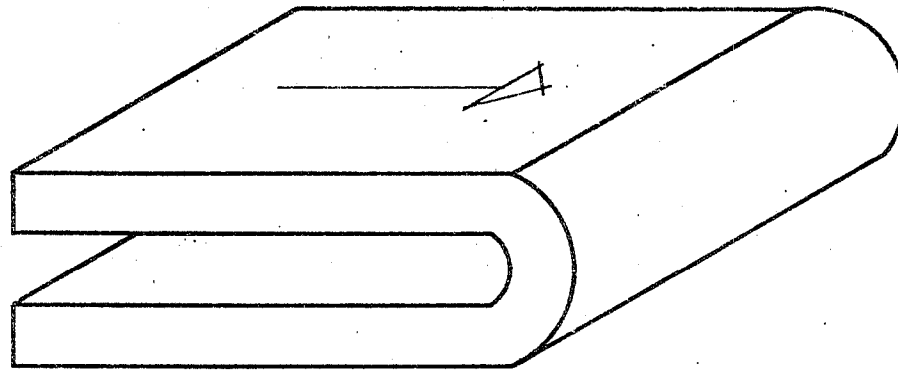
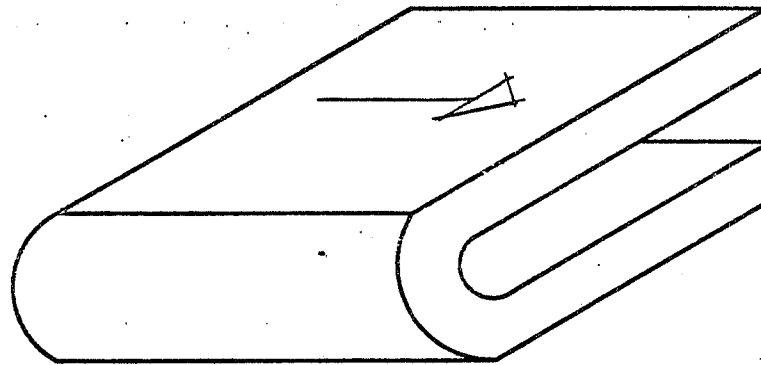


FIG. 5.- ESQUEMA PARA COMPLETAR LA PRUEBA DE DOBLADO SEMIGUIADO QUE SE INICIO DE ACUERDO CON LO INDICADO EN LA FIG. 4



NOTA.- LA FLECHA INDICA LA DIRECCION DEL LAMINADO

FIG.-6 PRUEBA DE DOBLADO LONGITUDINAL



NOTA.- LA FLECHA INDICA LA DIRECCION DEL LAMINADO

FIG.-7 PRUEBA DE DOBLADO TRANSVERSAL

3.1.2. DISPOSITIVO B. UN MEDIO DE SUJECION DEL EXTREMO DEL ESPECIMEN; UN PERNO DE REACCION O MANDRIL, Y UN APARATO DE ROTACION PARA APLICAR LA FUERZA DE DOBLEZ EN EL LADO CONTRARIO DEL ESPECIMEN, PARA DOBLARLO ALREDEDOR DEL PERNO O MANDRIL.

3.1.3. DISPOSITIVO C. UN PAR DE PERNOS, RODILLOS O ROTULAS COMO APOYOS, Y UN PERNO O MANDRIL PARA APLICAR LA FUERZA DE DOBLEZ DIRECTAMENTE EN LA PARTE MEDIA.

3.1.3.1. CUANDO LA PRUEBA DEBA REALIZARSE A UN ANGULO DE 180 GRADOS, PUEDE USARSE EL DISPOSITIVO INDICADO EN LA FIGURA NUM. 5 PARA COMPLETAR EL DOBLEZ.

3.2. EL DIAMETRO DEL PERNO, MANDRIL O RODILLO EN CADA DISPOSITIVO NO DEBE VARIAR EN MAS DE  $\pm 2\%$  DEL VALOR NOMINAL.

3.3. LA LONGITUD DE TODOS LOS PERNOS, RODILLOS, MANDRILES Y ROTULAS DEBEN EXCEDER EL ANCHO DEL ESPECIMEN, Y SER LO SUFICIENTEMENTE FUERTES Y RIGIDOS PARA EVITAR UNA DEFORMACION APRECIABLE.

#### 4. PREPARACION DEL ESPECIMEN.

---

4.1. LOS ESPECIMENES DEBEN SELECCIONARSE DEL MATERIAL QUE SE VA A PROBAR, DE ACUERDO CON LO SIGUIENTE:

##### 4.1.1. ESPECIMENES DE SECCION COMPLETA.

CUANDO LA DIMENSION MAS PEQUENA DE LA SECCION TRANSVERSAL NO EXCEDA DE 38 MM, EL ESPECIMEN DEBE SER DE SECCION COMPLETA Y DE SUFICIENTE LONGITUD PARA PERMITIR QUE SE DOBLE AL ANGULO ESPECIFICADO.

##### 4.1.2. ESPECIMENES DE ESPESOR COMPLETO.

CUANDO NO SEA POSIBLE EFECTUAR LA PRUEBA EN ESPECIMENES DE SECCION COMPLETA, Y QUE EXISTA LA POSIBILIDAD DE EFECTUARLA EN ESPECIMENES DE ESPESOR COMPLETO, EN MATERIALES QUE NO EXCEDAN DE 38 MM DE ESPESOR NOMINAL, LOS ESPECIMENES DEBEN SER DEL ESPESOR DEL MATERIAL Y LA RELACION DE ANCHO A ESPESOR DEBE SER DE 2:1; PREVIENDO QUE EN NINGUN CASO EL ANCHO SEA MENOR DE 20 MM. PARA ACERO SIN EMBARGO, PUEDE USARSE UN ANCHO DE 38 MM PARA TODOS LOS ESPESORES. LA LONGITUD DEBE SER LA SUFICIENTE PARA PERMITIR EL DOBLADO AL ANGULO ESPECIFICADO.

##### 4.1.3. ESPECIMENES MAQUINADOS.

PARA MATERIALES QUE EXCEDAN DE 13 MM EN ESPESOR NOMINAL, DIAMETRO O DISTANCIA ENTRE CARAS PLANAS, EL ESPECIMEN PUEDE MAQUINARSE DEL MATERIAL, CUANDO NO SE USEN ESPECIMENES DE SECCION O ESPESOR COMPLETO. EL DIAMETRO O ESPESOR DEL ESPECIMEN DEBE SER POR LO MENOS DE 13 MM. LA RELACION ANCHO/ESPESOR DE ESPECIMENES RECTANGULARES DEBE SER DE 2:1, Y SU LONGITUD SUFICIENTE PARA PERMITIR EL DOBLEZ AL ANGULO ESPECIFICADO. CUANDO LA PRUEBA SE REALICE SOBRE UN ESPECIMEN RECTANGULAR DE ESPESOR REDUCIDO LA SUPERFICIE DE TENSION DEL ESPECIMEN DEBE SER LA SUPERFICIE ORIGINAL. CUANDO LOS ESPECIMENES MAQUINADOS DEBEN

DOBLARSE ALREDEDOR DE UN EJE DETERMINADO CON RESPECTO A LAS DIMENSIONES MAYORES DE PRODUCTO, (VER 5.1.3.) EL EJE DE DOBLADO DEBE MARCARSE CONVENIENTEMENTE EN EL ESPECIMEN. CUANDO LAS MUESTRAS SE TOMEN POR TALADRADO, SE REQUIERE UNA SECCION DE 13 X 13 MM DEL INTERIOR.

#### 4.2. ACABADO DE LOS ESPECIMENES.

---

EN EL CASO DE ESPECIMENES DE 50 MM O MENOS DE ESPESOR, LAS ARISTAS LONGITUDINALES PUEDEN REDONDEARSE A UN RADIO QUE NO EXCEDA DE 1.5 MM. EN EL CASO DE ESPECIMENES MAYORES, LAS ARISTAS PUEDEN REDONDEARSE A UN RADIO QUE NO EXCEDA DE 3 MM. LAS SUPERFICIES CORTADAS CON SOPLATE DEBEN MAQUINARSE PARA ELIMINAR EL METAL AFECTADO POR EL CALOR. LAS SUPERFICIES CORTADAS CON CIZALLA DEBEN SER YA SEA MAQUINADAS O ALISADAS CON UNA LIJADORA DE BANDA, LIMA ETC., PARA REMOVER EL METAL AFECTADO POR EL CORTE.

#### 4.3. DIMENSION DE ESPECIMENES PROCEDENTES DE MATERIALES

---

##### FORJADOS.

---

4.3.1. EN LOS ESPECIMENES LONGITUDINALES SU LONGITUD DEBE SER PARALELA A LA DIRECCION DEL LAMINADO, FORMADO, FORJADO, O EXTRUIDO, TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA NO. 6.

4.3.2. EN LOS ESPECIMENES TRANSVERSALES SU LONGITUD DEBE ESTAR A 90 GRADOS, CON RESPECTO A LA DIRECCION DEL LAMINADO, FORJADO, FORMADO O EXTRUIDO, TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA NO. 7.

4.3.3. A MENOS QUE OTRA COSA SE ESPECIFIQUE, LA LONGITUD Y EL ANCHO DE LOS ESPECIMENES RECTANGULARES DEBEN ESTAR EN EL PLANO DE LAS DIMENSIONES MAYORES DEL PRODUCTO.

#### 4.4. MARCADO.

---

LOS ESPECIMENES DEBEN MARCARSE O IDENTIFICARSE ADECUADAMENTE CUANDO SEA POSIBLE, LA IDENTIFICACION DEBE QUEDAR CERCA DEL EXTREMO DEL ESPECIMEN.

#### 4.5. ENVEJECIMIENTO.

---

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA, DEBE PERMITIRSE ENVEJECER LOS ESPECIMENES DE ACERO PARA LA PRUEBA DE DOBLADO. EL CICLO TIEMPO-TEMPERATURA EMPLEADO DEBE SER TAL QUE EL EFECTO DE PROCESOS PREVIOS NO SE CAMBIE SUSTANCIALMENTE. PUEDE EFECTUARSE EL ENVEJECIMIENTO A TEMPERATURA AMBIENTE DE 24 A 48 HORAS, O EN UN TIEMPO MAS CORTO A TEMPERATURAS MODERADAMENTE ELEVADAS POR CALENTAMIENTO EN AGUA HIRVIENDO, EN ACEITE O EN UNA ESTUFA.



## 5. PROCEDIMIENTO

### 5.1. DIRECCION DE LA PRUEBA.

5.1.1. EN LAS PRUEBAS DE ESPECIMENES LONGITUDINALES, EL EJE DEL DOBLADO DEBE ESTAR A UN ANGULO DE 90 GRADOS CON RESPECTO A LA DIRECCION DEL LAMINADO, FORJADO, FORMADO O EXTRUIDO, TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA NO. 6.

5.1.2. EN LAS PRUEBAS DE ESPECIMENES TRANSVERSALES, EL EJE DEL DOBLADO DEBE ESTAR PARALELO A LA DIRECCION DEL LAMINADO, FORJADO, FORMADO O EXTRUIDO, TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA NO. 7.

5.1.3. SI SE REQUIERE, EN LAS PRUEBAS DE ESPECIMENES REDONDOS MAQUINADOS DE SECCION DIFERENTES DE LAS REDONDAS, EL EJE DEL DOBLADO DEBE ESTAR EN EL PLANO DE LAS DOS DIMENSIONES MAYORES DEL PRODUCTO.

5.2. EN LAS PRUEBAS DE ESPECIMENES DE ESPESOR REDUCIDO LA SUPERFICIE DE TENSION DEL ESPECIMEN DEBE SER LA SUPERFICIE ORIGINAL.

5.3. EL PROCEDIMIENTO PARA LLEVAR A CABO LA PRUEBA DEBE SEGUIR UNO DE LOS SIGUIENTES METODOS GENERALES.

#### 5.3.1. METODO DE UN EXTREMO EMPOTRADO.

5.3.1.1. SE SUJETA FIRMEAMENTE UN EXTREMO DEL ESPECIMEN DE MANERA QUE EL EJE DE DOBLADO COINCIDA CON LA LINEA DE ACCION DE LA REACCION DEL RODILLO O PERNO.

5.3.1.2. SE DOBLA EL ESPECIMEN APLICANDO UNA FUERZA Y SIGUIENDO EL CONTORNO DEL RODILLO O PERNO SEGUN SE INDICA EN LAS FIGURAS NUMS. 1 O 3.

5.3.1.3. SE APLICA LA CARGA DE DOBLADO SUAVEMENTE, SIN IMPACTOS.

5.3.1.4. SE CONTINUA EL DOBLADO HASTA QUE OCURRA LA FALLA O HASTA QUE SE ALCANCE EL ANGULO DE DOBLADO ESPECIFICADO.

5.3.2. METODO ALTERNATIVO CON UN EXTREMO EMPOTRADO, PARA MATERIALES DELGADOS.

5.3.2.1. SE SUJETA FIRMEAMENTE UN EXTREMO DEL ESPECIMEN ADYACENTE AL LADO DE DOBLADO EN UN TORNILLO DE BANCO, TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA NO. 2.

5.3.2.2. SE MARTILLEA A MANO EL ESPECIMEN SOBRE LA DRILLA REDONDEADA DEL DADO DE DOBLADO CON UN MAZO CUBIERTO CON UN MATERIAL NO METALICO TAL COMO PLASTICO, MADERA O CUERO. NO DEBE GOLPEARSE EL ESPECIMEN EN LA ZONA QUE FORMARA PARTE DEL DOBLADO.

5.3.2.3. SE CONTINUA EL DOBLADO HASTA QUE LA FALLA OCURRA O

HASTA QUE SE HAYA ALCANZADO EL ANGULO DE DOBLADO ESPECIFICADO.

5.3.2.4. EN CASO DE DESACUERDO DEBE PROBARSE SEGUN LO INDICADO EN EL INCISO 5.3.1.

5.3.3. METODO CON APOYO EN AMBOS EXTREMOS.

5.3.3.1. SE COLOCA EL ESPECIMEN SOBRE DOS APOYOS CIRCULARES, DE MANERA QUE SOBRESALGAN SUS EXTREMOS APROXIMADAMENTE 20 MM (VER FIGURA NUM. 4). SE DOBLA EL ESPECIMEN APLICANDO UNA CARGA, A TRAVES DE UN PERNO O MANDRIL EN CONTACTO CON EL ESPECIMEN, AL CENTRO DEL CLARO ENTRE APOYOS POR EL LADO OPUESTO AL DE ESTOS. SE APLICA LA CARGA DE DOBLADO SUAVEMENTE, SIN IMPACTOS.

5.3.3.2. SE CONTINUA EL DOBLADO HASTA QUE OCURRA LA FALLA O HASTA QUE SE ALCANCE EL ANGULO ESPECIFICADO DE DOBLADO O EL ANGULO MAXIMO.

5.3.3.3. LA PRUEBA PUEDE COMPLETARSE A LA MANERA DE LA PRUEBA DE DOBLADO LIBRE PRESIONANDO EL ESPECIMEN ENTRE DOS PLATINAS CONVENIENTES HASTA QUE SE OBTENGAN LAS CONDICIONES ESPECIFICADAS DE DOBLADO (VER FIGURA NO. 5). SE APLICA LA CARGA SUAVEMENTE, SIN IMPACTOS. CUANDO NO SE DESEA EXCEDER DE 180 GRADOS, PUEDE COLOCARSE UN ESPACIADOR QUE TENGA UN ESPESOR IGUAL AL DIAMETRO DEL MANDRIL DE DOBLADO ENTRE LOS DOS EXTREMOS DEL ESPECIMEN ANTES DE QUE EL DOBLADO SE COMPLETE.

5.4. CUANDO EL DOBLADO SE COMPLETE, EL RADIO MINIMO EN TODO EL ANGULO DE DOBLADO NO DEBE EXCEDER DEL VALOR REQUERIDO BAJO NINGUNA CARGA, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA.

5.5. EL ESPECIMEN PUEDE REMOVERSE EN CUALQUIER MOMENTO DURANTE EL DOBLADO PARA LA INSPECCION DE LA SUPERFICIE CONVEXA PARA DETECTAR GRIETAS.

5.5.1. LA PRUEBA SE COMPLETA CUANDO SE PRESENTAN GRIETAS SIGNIFICATIVAS O CUANDO SE ALCANCEN LAS CONDICIONES ESPECIFICADAS DE DOBLADO. LAS GRIETAS QUE SE LOCALICEN EN LAS ESQUINAS DE LA PORCION DOBLADA NO DEBEN CONSIDERARSE SIGNIFICATIVAS A MENOS QUE EXCEDAN DEL TAMAÑO ESPECIFICADO PARA GRIETAS EN ESQUINA.

5.5.2. EN LAS PRUEBAS REQUERIDAS POR LAS NORMAS PARTICULARES DEL PRODUCTO, LA PRUEBA DEBE CONSIDERARSE COMPLETA SIEMPRE QUE SE HAYAN ALCANZADO LAS CONDICIONES DE ACEPTACION.

## 6. EVALUACION

---

6.1. DEBE INSPECCIONARSE EL TAMAÑO Y NUMERO DE GRIETAS QUE EXISTAN EN LA SUPERFICIE CONVEXA DEL ESPECIMEN, A MENOS QUE OCURRA UNA FRACTURA TOTAL.

## 7. INFORME

---

7.1. EL INFORME DEBE INCLUIR LO SIGUIENTE:

---

7.1.1. IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN.

7.1.2. TIPO Y TAMANO DEL ESPECIMEN (SECCION COMPLETA, ESPESOR COMPLETO, ETC.).

7.1.3. TIPO DE PRUEBA.

7.1.4. DIAMETRO Y ANGULO DE DOBLADO.

7.1.5. SI EL ESPECIMEN CUMPLIO O NO CON LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS.

## 8. APENDICE

---

### 8.1 ANTECEDENTES

---

ASTM E 290 68

ANSI Z 168.11 - 1969

— DETERMINACION DE LA DUREZA

BRINELL EN MATERIALES METALICOS

## 1. ALCANCE

1.1. ESTA NORMA CUBRE LA DETERMINACION DE LA DUREZA BRINELL EN MATERIALES METALICOS) E INCLUYE EN EL APENDICE LOS METODOS PARA LA VERIFICACION DE LAS MAQUINAS PARA DUREZA BRINELL ASI COMO LA CALIBRACION DE LOS BLOQUES PATRON DE DUREZA. EN GENERAL LOS TIPOS DE PRUEBA QUE SE REALIZAN SON:

LAS DE VERIFICACION, INVESTIGACION Y ARBITRAJE, EN LAS CUALES SE REQUIERE UN ALTO GRADO DE EXACTITUD Y LAS DE RUTINA EN LAS QUE SE PERMITE UN MENOR GRADO DE EXACTITUD.

## 2. DEFINICIONES

### 2.1. PRUEBA DE DUREZA BRINELL.

ES UNA PRUEBA DE DUREZA POR PENETRACION EN LA CUAL BAJO CONDICIONES ESPECIFICADAS Y MEDIANTE UNA MAQUINA CALIBRADA, SE PRESIONA UN BALIN DURO SOBRE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL BAJO PRUEBA, MIDIENDOSE DESPUES EL DIAMETRO DE LA HUELLA RESULTANTE, AL SUPRIMIRSE LA ACCION DE LA CARGA.

### 2.2. NUMERO DE DUREZA BRINELL.

ES UN NUMERO RELACIONADO CON EL AREA DE LA HUELLA PERMANENTE EFECTUADA POR UN PENETRADOR DE BALIN DE TAMAÑO ESPECIFICADO, (NORMALMENTE DE 10 MM DE DIAMETRO) QUE SE PRESIONA SOBRE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL. EL AREA DE LA SUPERFICIE DE LA HUELLA SE DETERMINA A PARTIR DEL DIAMETRO MEDIO DE LA MISMA. EL NUMERO DE DUREZA BRINELL SE CALCULA DIVIDIENDO LA CARGA APLICADA AL BALIN ENTRE EL AREA DE LA HUELLA, COMO SIGUE:

$$DB = 2P / \pi * D ( D - \text{SQR}( D*D - D1*D1 ) )$$

EN DONDE:

P = CARGA APLICADA EN KGF.

D = DIAMETRO DEL BALIN EN MM.

D1 = DIAMETRO MEDIO DE LA HUELLA EN MM.

SQR = RAZA CUADRADA DE LA EXPRESION CONTENIDA EN EL PARENTESIS

PI = 3.141589

2.2.1. EL NUMERO DE DUREZA BRINELL ESTA INFLUIDO POR LA MAGNITUD DE LA CARGA APLICADA, EL DIAMETRO DEL BALIN, Y LAS CARACTERISTICAS ELASTICAS DEL MISMO. EN GENERAL, DEBE USARSE UN BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO Y DE UNA COMPOSICION ADECUADA, CON CARGAS DE 3000, 1500 O 500 KGF, DEPENDIENDO ESTA DE LA DUREZA DEL MATERIAL A PROBAR. AUNQUE LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL PUEDAN VARIAR DE ACUERDO A LA CARGA USADA CON EL BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO, CUANDO SE USEN BALINES MAS PEQUENOS PARA PRUEBAS EN ESPECIMENES MAS DELGADOS, LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA

CORRESPONDERAN A LOS QUE PUDIERAN HABERSE OBTENIDO CON EL BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO. SIEMPRE Y CUANDO LA RELACION DE LA CARGA CON RESPECTO AL CUADRADO DEL DIAMETRO DEL BALIN SE MANTENGA CONSTANTE (VER 3.2 Y 5.1) EN LA TABLA I SE CITAN LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL CORRESPONDIENTES A VARIOS DIAMETROS DE HUELLAS PARA CARGAS DE 3000, 1500 Y 500 KGF CON LO QUE ES INNECESARIO EL CALCULAR PARA CADA PRUEBA EL NUMERO DE DUREZA BRINELL, CUANDO SE UTILICE UN BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO.

NO LOS VALORES QUE SE DAN EN LA TABLA I PARA LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL SON UNICAMENTE SOLUCIONES DE LA ECUACION DADA EN EL INCISO 2.2. E INCLUYEN VALORES PARA DIAMETROS DE HUELLAS FUERA DE LOS RANGOS RECOMENDADOS EN 5.1., ESTOS VALORES SE INDICAN MEDIANTE UN QUION.

Nº

T A B L A I

NUMEROS DE DUREZA BRINELL

BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO. CARGAS APLICADAS  
DE 500, 1500 Y 3000 KGF.

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
2.00	158 -	473 -	945 -
2.01	156 -	468 -	936 -
2.02	154 -	463 -	926 -
2.03	153 -	459 -	917 -
2.04	151 -	454 -	908 -
2.05	150 -	450 -	899 -
2.06	148 -	445 -	890 -
2.07	147 -	441 -	882 -
2.08	146 -	437 -	873 -
2.09	144 -	432 -	865 -
2.10	143 -	428 -	856 -
2.11	141 -	424 -	848 -
2.12	140 -	420 -	840 -
2.13	139 -	416 -	832 -
2.14	137 -	412 -	824 -
2.15	136 -	408 -	817 -
2.16	135 -	404 -	809 -
2.17	134 -	401 -	802 -
2.18	132 -	397 -	794 -
2.19	131 -	393 -	787 -
2.20	130 -	390 -	780 -
2.21	129 -	386 -	772 -
2.22	128 -	383 -	765 -
2.23	126 -	379 -	758 -
2.24	125 -	376 -	752 -
2.25	124 -	372 -	745 -
2.26	123 -	369 -	738 -
2.27	122 -	366 -	732 -
2.28	121 -	363 -	725 -
2.29	120 -	359 -	719 -

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM. : NUMERO DE DUREZA BRINELL  
 : CARGA 500 KGF CARGA 1500 KGF CARGA 3000 KGF

2.30	!	119 -	!	356 -	!	706 -
2.31	!	118 -	!	353 -	!	706 -
2.32	!	117 -	!	350 -	!	700 -
2.33	!	116 -	!	347 -	!	694 -
2.34	!	115 -	!	344 -	!	688 -
2.35	!	114 -	!	341 -	!	682 -
2.36	!	113 -	!	338 -	!	676 -
2.37	!	112 -	!	335 -	!	670 -
2.38	!	111 -	!	332 -	!	665 -
2.39	!	110 -	!	330 -	!	659 -
2.40	!	109 -	!	327 -	!	653 -
2.41	!	108 -	!	324 -	!	648 -
2.42	!	107 -	!	322 -	!	643 -
2.43	!	106 -	!	319 -	!	637 -
2.44	!	105 -	!	316 -	!	632 -
2.45	!	104 -	!	313 -	!	627 -
2.46	!	104 -	!	311 -	!	621 -
2.47	!	103 -	!	308 -	!	616 -
2.48	!	102 -	!	306 -	!	611 -
2.49	!	101 -	!	303 -	!	606 -
2.50	!	100	!	301	!	601
2.51	!	99.4	!	298	!	597
2.52	!	98.6	!	296	!	592
2.53	!	97.8	!	294	!	587
2.54	!	97.1	!	291	!	582
2.55	!	96.3	!	289	!	578
2.56	!	95.5	!	287	!	573
2.57	!	94.8	!	284	!	569
2.58	!	94.0	!	282	!	564
2.59	!	93.3	!	280	!	560
2.60	!	92.6	!	278	!	555
2.61	!	91.8	!	276	!	551
2.62	!	91.1	!	273	!	547
2.63	!	90.4	!	271	!	543
2.64	!	89.7	!	269	!	538



DIAMETRO DE L4 ! NUMERO DE DUREZA BRINELL  
 HUELLA EN MM. ! CARGA 500 KGF CARGA 1500 KGF CARGA 3000 KGF

2.65	!	89.0	!	267	!	534
2.66	!	88.4	!	265	!	530
2.67	!	87.7	!	263	!	526
2.68	!	87.0	!	261	!	522
2.69	!	86.4	!	259	!	518
2.70	!	85.7	!	257	!	514
2.71	!	85.1	!	255	!	510
2.72	!	84.4	!	253	!	507
2.73	!	83.8	!	251	!	503
2.74	!	83.2	!	250	!	499
2.75	!	82.6	!	248	!	495
2.76	!	81.9	!	246	!	492
2.77	!	81.3	!	244	!	488
2.78	!	80.8	!	242	!	485
2.79	!	80.2	!	240	!	481
2.80	!	79.6	!	239	!	477
2.81	!	79.0	!	237	!	474
2.82	!	78.4	!	235	!	471
2.83	!	77.9	!	234	!	467
2.84	!	77.3	!	232	!	464
2.85	!	76.8	!	230	!	461
2.86	!	76.2	!	229	!	457
2.87	!	75.7	!	227	!	454
2.88	!	75.1	!	225	!	451
2.89	!	74.6	!	224	!	448
2.90	!	74.1	!	222	!	444
2.91	!	73.6	!	221	!	441
2.92	!	73.0	!	219	!	438
2.93	!	72.5	!	218	!	435
2.94	!	72.0	!	216	!	432
2.95	!	71.5	!	215	!	429
2.96	!	71.0	!	213	!	426
2.97	!	70.5	!	212	!	423
2.98	!	70.1	!	210	!	420
2.99	!	69.6	!	209	!	417

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
3.00	69.1	207	415
3.01	68.6	206	412
3.02	68.2	205	409
3.03	67.7	203	406
3.04	67.3	202	404
3.05	66.8	200	401
3.06	66.4	199	398
3.07	65.9	198	395
3.08	65.5	196	393
3.09	65.0	195	390
3.10	64.6	194	388
3.11	64.2	193	385
3.12	63.8	191	383
3.13	63.3	190	380
3.14	62.9	189	378
3.15	62.5	188	375
3.16	62.1	186	373
3.17	61.7	185	370
3.18	61.3	184	368
3.19	60.9	183	366
3.20	60.5	182	363
3.21	60.1	180	361
3.22	59.8	179	359
3.23	59.4	178	356
3.24	59.0	177	354
3.25	58.6	176	352
3.26	58.3	175	350
3.27	57.9	174	347
3.28	57.5	173	345
3.29	57.2	172	343
3.30	56.8	170	341
3.31	56.5	169	339
3.32	56.1	168	337
3.33	55.8	167	335
3.34	55.4	166	333

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
3.35	55.1	165	331
3.36	54.8	164	329
3.37	54.4	163	326
3.38	54.1	162	325
3.39	53.8	161	323
3.40	53.4	160	321
3.41	53.1	159	319
3.42	52.8	158	317
3.43	52.5	157	315
3.44	52.2	156	313
3.45	51.8	156	311
3.46	51.5	156	309
3.47	51.2	154	307
3.48	50.9	153	306
3.49	50.6	152	304
3.50	50.3	151	302
3.51	50.0	150	300
3.52	49.7	149	298
3.53	49.4	148	297
3.54	49.2	147	295
3.55	48.9	147	293
3.56	48.6	146	292
3.57	48.3	145	290
3.58	48.0	144	288
3.59	47.7	143	286
3.60	47.5	142	285
3.61	47.2	142	283
3.62	46.9	141	282
3.63	46.7	140	280
3.64	46.4	139	278
3.65	46.1	138	277
3.66	45.9	138	275
3.67	45.6	137	274
3.68	45.4	136	272
3.69	45.1	135	271

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF

3.70	44.9	135	269
3.71	44.6	134	268
3.72	44.4	133	266
3.73	44.1	132	265
3.74	43.9	132	263
3.75	43.6	131	262
3.76	43.4	130	260
3.77	43.1	129	259
3.78	42.9	129	257
3.79	42.7	128	256
3.80	42.4	127	255
3.81	42.2	127	253
3.82	42.0	126	252
3.83	41.7	125	250
3.84	41.5	125	249
3.85	41.3	124	248
3.86	41.1	123	246
3.87	40.9	123	245
3.88	40.6	122	244
3.89	40.4	121	242
3.90	40.2	121	241
3.91	40.0	120	240
3.92	39.8	119	239
3.93	39.6	119	237
3.94	39.4	118	236
3.95	39.1	117	235
3.96	38.9	117	234
3.97	38.7	116	232
3.98	38.5	116	232
3.99	38.3	115	230
4.00	38.1	114	229
4.01	37.9	114	228
4.02	37.7	113	226
4.03	37.5	113	225
4.04	37.3	112	224

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM. : NUMERO DE DUREZA BRINELL :  
 : CARGA 500 KGF CARGA 1500 KGF CARGA 3000 KGF

4.05	37.1	111	223
4.06	37.0	111	222
4.07	36.8	110	221
4.08	36.6	110	219
4.09	36.4	109	218
4.10	36.2	109	217
4.11	36.0	108	216
4.12	35.8	108	215
4.13	35.7	107	214
4.14	35.5	106	213
4.15	35.3	106	212
4.16	35.1	105	211
4.17	34.9	105	210
4.18	34.8	104	209
4.19	34.6	104	208
4.20	34.4	103	207
4.21	34.2	103	205
4.22	34.1	102	204
4.23	33.9	102	203
4.24	33.7	101	202
4.25	33.6	101	201
4.26	33.4	100	200
4.27	33.2	99.7	199
4.28	33.1	99.2	198
4.29	32.9	98.8	198
4.30	32.8	98.3	197
4.31	32.6	97.8	196
4.32	32.4	97.3	195
4.33	32.3	96.8	194
4.34	32.1	96.4	193
4.35	32.0	95.9	192
4.36	31.8	95.5	191
4.37	31.7	95.0	190
4.38	31.5	94.5	189
4.39	31.4	94.1	188

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
4. 40	31. 2	93. 6	187
4. 41	31. 1	93. 2	186
4. 42	30. 9	92. 7	185
4. 43	30. 8	92. 3	185
4. 44	30. 6	91. 8	184
4. 45	30. 5	91. 4	183
4. 46	30. 3	91. 0	182
4. 47	30. 2	90. 5	181
4. 48	30. 0	90. 1	180
4. 49	29. 9	89. 7	179
4. 50	29. 8	89. 3	179
4. 51	29. 6	88. 8	178
4. 52	29. 5	88. 4	177
4. 53	29. 3	88. 0	176
4. 54	29. 2	87. 6	175
4. 55	29. 1	87. 2	174
4. 56	28. 9	86. 8	174
4. 57	28. 8	86. 4	173
4. 58	28. 7	86. 0	172
4. 59	28. 5	85. 6	171
4. 60	28. 4	85. 2	170
4. 61	28. 3	84. 8	170
4. 62	28. 1	84. 4	169
4. 63	28. 0	84. 0	168
4. 64	27. 9	83. 6	167
4. 65	27. 8	83. 3	167
4. 66	27. 6	82. 9	166
4. 67	27. 5	82. 5	165
4. 68	27. 4	82. 1	164
4. 69	27. 3	81. 8	164
4. 70	27. 1	81. 4	163
4. 71	27. 0	81. 0	162
4. 72	26. 9	80. 7	161
4. 73	26. 8	80. 3	161
4. 74	26. 6	79. 9	160

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM. : NUMERO DE DUREZA BRINELL  
 : CARGA 500 KGF CARGA 1500 KGF CARGA 3000 KGF

4.75	!	26.5	!	79.6	!	159
4.76	!	26.4	!	79.2	!	158
4.77	!	26.3	!	78.9	!	158
4.78	!	26.2	!	78.5	!	157
4.79	!	26.1	!	78.2	!	156
4.80	!	25.9	!	77.8	!	156
4.81	!	25.8	!	77.5	!	155
4.82	!	25.7	!	77.1	!	154
4.83	!	25.6	!	76.8	!	154
4.84	!	25.5	!	76.4	!	153
4.85	!	25.4	!	76.1	!	152
4.86	!	25.3	!	75.8	!	152
4.87	!	25.1	!	75.4	!	151
4.88	!	25.0	!	75.1	!	150
4.89	!	24.9	!	74.8	!	150
4.90	!	24.8	!	74.4	!	149
4.91	!	24.7	!	74.1	!	148
4.92	!	24.6	!	73.8	!	148
4.93	!	24.5	!	73.8	!	147
4.94	!	24.4	!	73.2	!	146
4.95	!	24.3	!	72.8	!	146
4.96	!	24.2	!	72.5	!	145
4.97	!	24.1	!	72.2	!	144
4.98	!	24.0	!	71.9	!	144
4.99	!	23.9	!	71.6	!	143
5.00	!	23.8	!	71.3	!	143
5.01	!	23.7	!	71.0	!	142
5.02	!	23.6	!	70.7	!	141
5.03	!	23.5	!	70.4	!	141
5.04	!	23.4	!	70.1	!	140
5.05	!	23.3	!	69.8	!	140
5.06	!	23.2	!	69.5	!	139
5.07	!	23.1	!	69.2	!	138
5.08	!	23.0	!	68.9	!	138
5.09	!	22.9	!	68.6	!	137

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
5. 10	22. 8	68. 3	137
5. 11	22. 7	68. 0	136
5. 12	22. 6	68. 7	135
5. 13	22. 5	67. 4	135
5. 14	22. 4	67. 1	134
5. 15	22. 3	66. 9	134
5. 16	22. 2	66. 6	133
5. 17	22. 1	66. 3	133
5. 18	22. 0	66. 0	132
5. 19	21. 9	65. 8	132
5. 20	21. 8	65. 5	131
5. 21	21. 7	65. 2	130
5. 22	21. 6	64. 9	130
5. 23	21. 6	64. 7	129
5. 24	21. 5	64. 4	129
5. 25	21. 4	64. 1	128
5. 26	21. 3	63. 9	128
5. 27	21. 2	63. 6	127
5. 28	21. 1	63. 3	127
5. 29	21. 0	63. 1	126
5. 30	20. 9	62. 8	126
5. 31	20. 9	62. 6	125
5. 32	20. 8	62. 3	125
5. 33	20. 7	62. 1	124
5. 34	20. 6	61. 8	124
5. 35	20. 5	61. 5	123
5. 36	20. 4	61. 3	123
5. 37	20. 3	61. 0	122
5. 38	20. 3	60. 8	122
5. 39	20. 2	60. 6	121
5. 40	20. 1	60. 3	121
5. 41	20. 0	60. 1	120
5. 42	19. 9	59. 8	120
5. 43	19. 9	59. 6	119
5. 44	19. 8	59. 3	119



DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
5.45	19.7	59.1	118
5.46	19.6	58.9	118
5.47	19.5	58.6	117
5.48	19.5	58.4	117
5.49	19.4	58.2	116
5.50			
5.51	19.2	57.7	115
5.52	19.2	57.5	115
5.53	19.1	57.2	114
5.54	19.0	57.0	114
5.55	18.9	56.8	114
5.56	18.9	56.6	113
5.57	18.8	56.3	113
5.58	18.7	56.1	112
5.59	18.6	55.9	112
5.60	18.6	55.7	111
5.61	18.5	55.5	111
5.62	18.4	55.2	110
5.63	18.3	55.0	110
5.64	18.3	54.8	110
5.65	18.2	54.6	109
5.66	18.1	54.4	109
5.67	18.1	54.2	108
5.68	18.0	54.0	108
5.69	17.9	53.7	107
5.70	17.8	53.5	107
5.71	17.8	53.3	107
5.72	17.7	53.1	106
5.73	17.6	52.9	106
5.74	17.6	52.7	105
5.75	17.5	52.5	105
5.76	17.4	52.3	105
5.77	17.4	52.1	104
5.78	17.3	51.9	104
5.79	17.2	51.7	103

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF

5.80	17.2	51.5	103
5.81	17.1	51.3	103
5.82	17.0	51.1	102
5.83	17.0	50.9	102
5.84	16.9	50.7	101
5.85	16.8	50.5	101
5.86	16.8	50.3	101
5.87	16.7	50.2	100
5.88	16.7	50.0	99.9
5.89	16.6	49.8	99.5
5.90	16.5	49.6	99.2
5.91	16.5	49.4	98.8
5.92	16.4	49.2	98.4
5.93	16.3	49.0	98.0
5.94	16.3	48.8	97.7
5.95	16.2	48.7	97.3
5.96	16.2	48.5	96.9
5.97	16.1	48.3	96.6
5.98	16.0	48.1	96.2
5.99	16.0	47.9	95.8
6.00	15.9-	47.7-	95.5-
6.01	15.9-	47.6-	95.1-
6.02	15.8-	47.4-	94.8-
6.03	15.7-	47.2-	94.4-
6.04	15.7-	47.0-	94.1-
6.05	15.6-	46.8-	93.7-
6.06	15.6-	46.7-	93.4-
6.07	15.5-	46.5-	93.0-
6.08	15.4-	46.3-	92.7-
6.09	15.4-	46.2-	92.3-
6.10	15.3-	46.0-	92.0-
6.11	15.3-	45.8-	91.7-
6.12	15.2-	45.7-	91.3-
6.13	15.2-	45.5-	91.0-
6.14	15.1-	45.3-	90.6-

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF
6. 15	15. 1-	45. 2-	90. 3-
6. 16	15. 0-	45. 0-	90. 0-
6. 17	14. 9-	44. 8-	89. 6-
6. 18	14. 9-	44. 7-	89. 3-
6. 19	14. 8-	44. 5-	89. 0-
6. 20	14. 8-	44. 3-	88. 7-
6. 21	14. 7-	44. 2-	88. 3-
6. 22	14. 7-	44. 0-	88. 0-
6. 23	14. 6-	43. 8-	87. 7-
6. 24	14. 6-	43. 7-	87. 4-
6. 25	14. 5-	43. 5-	87. 1-
6. 26	14. 5-	43. 4-	86. 7-
6. 27	14. 4-	43. 2-	86. 4-
6. 28	14. 4-	43. 1-	86. 1-
6. 29	14. 3-	42. 9-	85. 8-
6. 30	14. 2-	42. 7-	85. 5-
6. 31	14. 2-	42. 6-	85. 2-
6. 32	14. 1-	42. 4-	84. 9-
6. 33	14. 1-	42. 3-	84. 6-
6. 34	14. 0-	42. 1-	84. 3-
6. 35	14. 0-	42. 0-	84. 0-
6. 36	13. 9-	41. 8-	83. 7-
6. 37	13. 9-	41. 7-	83. 4-
6. 38	13. 8-	41. 5-	83. 1-
6. 39	13. 8-	41. 4-	82. 8-
6. 40	13. 7-	41. 2-	82. 5-
6. 41	13. 7-	41. 1-	82. 2-
6. 42	13. 6-	40. 9-	81. 9-
6. 43	13. 6-	40. 8-	81. 6-
6. 44	13. 5-	40. 6-	81. 3-
6. 45	13. 5-	40. 5-	81. 0-
6. 46	13. 4-	40. 4-	80. 7-
6. 47	13. 4-	40. 2-	80. 4-
6. 48	13. 4-	40. 1-	80. 1-
6. 49	13. 3-	39. 9-	79. 8-

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF

6.50	13.3-	39.8-	79.6-
6.51	13.2-	39.6-	79.3-
6.52	13.2-	39.5-	79.0-
6.53	13.1-	39.4-	78.7-
6.54	13.1-	39.2-	78.4-
6.55	13.0-	39.1-	78.2-
6.56	13.0-	38.9-	78.0-
6.57	12.9-	38.8-	77.6-
6.58	12.9-	38.7-	77.3-
6.59	12.8-	38.5-	77.1-
6.60	12.8-	38.4-	76.8-
6.61	12.8-	38.3-	76.5-
6.62	12.7-	38.1-	76.2-
6.63	12.7-	38.0-	76.0-
6.64	12.6-	37.9-	75.7-
6.65	12.6-	37.7-	75.4-
6.66	12.5-	37.6-	75.2-
6.67	12.5-	37.5-	74.9-
6.68	12.4-	37.3-	74.7-
6.69	12.4-	37.2-	74.4-
6.70	12.4-	37.1-	74.1-
6.71	12.3-	36.9-	73.9-
6.72	12.3-	36.8-	73.6-
6.73	12.2-	36.7-	73.4-
6.74	12.2-	36.6-	73.1-
6.75	12.1-	36.4-	72.8-
6.76	12.1-	36.3-	72.6-
6.77	12.1-	36.2-	72.3-
6.78	12.0-	36.0-	72.1-
6.79	12.0-	35.9-	71.8-
6.80	11.9-	35.8-	71.6-
6.81	11.9-	35.7-	71.3-
6.82	11.8-	35.5-	71.1-
6.83	11.8-	35.4-	70.8-
6.84	11.8-	35.3-	70.6-

DIAMETRO DE LA HUELLA EN MM.	NUMERO DE DUREZA BRINELL		
	CARGA 500 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 3000 KGF

6.85	!	11.7-	!	35.2-	!	70.4-
6.86	!	11.7-	!	35.1-	!	70.1-
6.87	!	11.6-	!	34.9-	!	69.9-
6.88	!	11.6-	!	34.8-	!	69.6-
6.89	!	11.6-	!	34.7-	!	69.4-
6.90	!	11.5-	!	34.6-	!	69.2-
6.91	!	11.5-	!	34.5-	!	68.9-
6.92	!	11.4-	!	34.3-	!	68.7-
6.93	!	11.4-	!	34.2-	!	68.4-
6.94	!	11.4-	!	34.1-	!	68.2-
6.95	!	11.3-	!	34.0-	!	68.0-
6.96	!	11.3-	!	33.9-	!	67.7-
6.97	!	11.3-	!	33.8-	!	67.5-
6.98	!	11.2-	!	33.6-	!	67.3-
6.99	!	11.2-	!	33.5-	!	67.0-

4/

-2.2.2. EL NUMERO DE DUREZA BRINELL PRECEDIDO DE LAS LETRAS DB Y SIN NINGUN SUFIJO, INDICA LAS SIGUIENTES CONDICIONES DE PRUEBA:

DIAMETRO DEL BALIN	10 MM
CARGA	3000 KGF
TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA	10 A 15 SEG.

PARA OTRAS CONDICIONES, EL NUMERO DE DUREZA Y LAS LETRA DB SE COMPLEMENTAN CON NUMEROS QUE INDICAN LAS CONDICIONES DE PRUEBA EN EL SIGUIENTE ORDEN: DIAMETRO DEL BALIN, CARGA Y TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA.

EJEMPLO:

DB 63 10/500/30 INDICA UNA DUREZA BRINELL DE 63 MEDIDA CON UN BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO Y UNA CARGA DE 500 KGF APLICADA DURANTE 30 SEGUNDOS.

### - 3. APARATOS Y EQUIPO

#### -3.1. MAQUINA DE PRUEBA.

EL EQUIPO PARA LA PRUEBA DE DUREZA BRINELL USUALMENTE CONSISTE DE UNA MAQUINA QUE SOPORTA EL ESPECIMEN Y APLICA UNA CARGA PREDETERMINADA SOBRE UN BALIN QUE ESTA EN CONTACTO CON EL

ESPECIMEN. LA MAGNITUD DE LA CARGA ESTA LIMITADA DENTRO DE CIERTOS VALORES. EL DISEÑO DE LA MAQUINA DE PRUEBA DEBE SER TAL QUE NO PERMITA UN MOVIMIENTO LATERAL DEL BALIN O DEL ESPECIMEN MIENTRAS SE ESTA APLICANDO LA CARGA. CUANDO SE USEN MAQUINAS QUE EMPLEAN UN SISTEMA DE PESO MUERTO SE DEBEN TOMAR PRECAUCIONES PARA PREVENIR UNA SOBRE-CARGA MOMENTANEA, CAUSADA POR LA INERCIA DEL SISTEMA DE PESO MUERTO. EL SISTEMA DE CARGA SE DEBE OPERAR CON MAYOR CUIDADO A MEDIDA QUE SE ALCANZA EL VALOR MAXIMO DE LA CARGA, PARA EVITAR UNA ACELERACION GRANDE DEL SISTEMA DE PESO MUERTO.

### - 3.1.1. RANGO DE CARGA

UNA MAQUINA PARA LA PRUEBA DE DUREZA BRINELL, YA SEA PARA INVESTIGACION O PARA ARBITRAJE ES ACEPTABLE CUANDO SU ERROR NO EXCEDA DE  $\pm 1\%$  DE SU RANGO DE CARGA; Y UNA MAQUINA DE PRUEBA BRINELL QUE SE USE PARA PRUEBAS DE RUTINA ES ACEPTABLE, CUANDO SU ERROR NO EXCEDA DE  $\pm 2\%$  DE SU RANGO DE CARGA.

### - 3.2. BALINES BRINELL

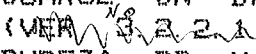
-3.2.1. EL BALIN NORMAL PARA LA PRUEBA DE DUREZA BRINELL ES DE 10.000 MM DE DIAMETRO CON UNA VARIACION NO MAYOR DE 0.005 MM SOBRE CUALQUIERA DE SUS DIAMETROS. SE PUEDEN USAR BALINES MAS PEQUENOS, [COMO LOS INDICADOS EN LA TABLA II,] SIEMPRE Y CUANDO SE OBSERVEN LAS PRECAUCIONES INDICADAS EN 5.1.

TABLA II  
1

BALINES PARA DUREZA BRINELL DIFERENTES DE LOS ESTANDAR

DIAMETRO DEL BALIN EN MM	TOLERANCIA (A) EN MM
DE 1 HASTA 3	$\pm 0.0035$
MAS DE 3 HASTA 6	$\pm 0.0040$
MAS DE 6 HASTA 10	$\pm 0.0045$

(A) LOS BALINES DE ACERO PARA COJINETES NORMALMENTE SATISFACEN ESTAS TOLERANCIAS.

- 3.2.2. PARA MATERIAL CON UNA DUREZA DB DE HASTA 450, PUEDE USARSE UN BALIN CON UNA DUREZA DV (VICKERS) DE CUANDO MENOS 850 (VER ) CON UNA CARGA DE 10 KGF. PARA MATERIAL CON UNA DUREZA DB HASTA DE 500 PUEDE USARSE UN BALIN HULTGREN, Y PARA MATERIAL CON UNA DUREZA DB HASTA DE 630 PUEDE USARSE UN BALIN DE CARBURD. LA PRUEBA DE DUREZA BRINELL NO SE RECOMIENDA PARA MATERIALES CON UNA DUREZA DB MAYOR DE 630. EL BALIN DEBE SER PULIDO Y ESTAR LIBRE DE DEFECTOS. EN LAS PRUEBAS DE INVESTIGACION O DE ARBITRAJE DEBE REPORTARSE ESPECIFICAMENTE EL TIPO DE BALIN EMPLEADO CUANDO SE DETERMINAN DUREZAS DB QUE EXCEDAN UN VALOR DE 200.

-3.2.2.1. EL VALOR PROMEDIO DE LAS DOS DIAGONALES DE LA IMPRESION EFECTUADA EN EL BALIN CON EL PENETRADOR PARA DUREZA

PIRAMIDAL DV NO DEBE EXCEDER DE LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA III.

II

TABLA III  
II

DIAGONAL PROMEDIO DE LA IMPRESION DE DUREZA VICKERS EN LOS BALINES PARA DUREZA BRINELL.

DIAMETRO DEL BALIN EN MM	DIAGONAL PROMEDIO EN MM DE LA IMPRESION DE DUREZA VICKERS EFECTUADA CON UNA CARGA DE 10 KGF. SOBRE UN BALIN PARA DUREZA BRINELL.
10	0.146
5	0.145
2.5	0.143
2	0.142
1	0.139

3.2.3. CUANDO APLICA AL BALIN LA CARGA DE PRUEBA Y SE PRESIONA CONTRA LOS ESPECIMENES NO DEBE MOSTRAR UN CAMBIO PERMANENTE EN SU DIAMETRO MAYOR DE 0.005 MM. SI EL BALIN SE USA EN LA PRUEBA DE UN MATERIAL QUE TENGA UNA DUREZA BRINELL MAYOR DE LA DEL LIMITE PARA EL BALIN, COMO SE INDICA EN 3.2.2, SE DEBEN VERIFICAR LAS DIMENSIONES DE ESTE DESPUES DE LA PRUEBA, SI DETECTA UN CAMBIO PERMANENTE EN SU DIAMETRO, MAYOR DEL QUE SE ESPECIFICA, LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA SE CONSIDERAN INEXACTOS Y EL BALIN YA NO ES ADECUADO PARA UN USO POSTERIOR.

#### - 3.3. MICROSCOPIO DE MEDICION.

LAS DIVISIONES DE LA ESCALA MICROMETRICA DEL MICROSCOPIO DE MEDICION O DE OTROS DISPOSITIVOS DE MEDICION QUE SE USEN PARA MEDIR EL DIAMETRO DE LA HUELLA, DEBEN PERMITIR UNA MEDICION DIRECTA EN DECIMAS DE MM CON UNA ESTIMACION DE 0.02 MM. ESTE REQUISITO SE APLICA UNICAMENTE AL DISENO DEL MICROSCOPIO Y NO ES UN REQUISITO PARA LA MEDICION DE LA HUELLA.

#### - 4. ESPECIMENES DE PRUEBA.

4.1. LOS ESPECIMENES QUE SE USAN PARA LA DETERMINACION DE DUREZA BRINELL VARIAN MUCHO EN SU FORMA, YA QUE FRECUENTEMENTE ES DESEABLE HACER LA PRUEBA SOBRE UNA PARTE QUE SE VA A USAR EN EL PRODUCTO TERMINADO EN LUGAR DE UTILIZAR UN ESPECIMEN DE PRUEBA.

##### 4.1.1. ESPESOR.

EL ESPESOR DE LA PIEZA PROBADA DEBE SER TAL QUE EN LA SUPERFICIE OPUESTA A LA DE LA PRUEBA NO QUEDEN HUELLAS U OTRAS MARCAS DE ESTA. EN CUALQUIER CASO EL ESPESOR DEL ESPECIMEN DEBE

SER CUANDO MENOS DE 10 VECES LA PROFUNDIDAD DE LA HUELLA (VER TABLA IV). EL ANCHO MINIMO DEBE SER EL INDICADO EN 5.3.

TABLA IV

REQUISITOS MINIMOS DE ESPESOR PARA LA PRUEBAS DE DUREZA BRINELL

ESPESOR MINIMO DEL ESPECIMEN EN MM	DUREZA MINIMA PARA LA CUAL PUEDE EFECTUARSE LA PRUEBA BRINELL		
	CARGA 3000 KGF	CARGA 1500 KGF	CARGA 500 KGF
1.6	602	301	100
3.2	301	150	50
4.8	201	100	33
6.4	150	75	25
8.0	120	60	20
9.6	100	50	17

4.1.2. PREPARACION DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA.

LA SUPERFICIE SOBRE LA QUE SE VA A EFECTUAR LA PRUEBA DEBE ESTAR MAQUINADA O PULIDA DE TAL MODO QUE LA ORILLA DE LA HUELLA QUEDE SUFICIENTEMENTE DEFINIDA PARA PERMITIR LA MEDICION DEL DIAMETRO CON LA EXACTITUD ESPECIFICADA (VER 5.6.1). SE DEBE TENER CUIDADO DE NO SOBRECALENTAR O TRABAJAR EN FRIO LA SUPERFICIE DE PRUEBA.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. MAGNITUD DE LA CARGA DE PRUEBA.

LA CARGA PARA LA PRUEBA BRINELL ESTANDAR ES DE 3000, 1500 O 500 KGF. ES DESEABLE QUE LA CARGA DE PRUEBA SEA DE TAL MAGNITUD QUE EL DIAMETRO DE LA HUELLA ESTE ENTRE 2.50 A 6.00 MM (25.0 A 60.0 % DEL DIAMETRO DEL BALIN). ES NECESARIO UN LIMITE MINIMO EN EL DIAMETRO DE LA HUELLA DEBIDO A QUE LA SENSIBILIDAD DE LA PRUEBA SE REDUCE AL DISMINUIR ESTA MAGNITUD. EL LIMITE SUPERIOR ESTA INFLUIDO POR LAS LIMITACIONES EN LA CARRERA DEL PENETRADOR EN ALGUNOS TIPOS DE MAQUINAS. EL ESPESOR Y LOS REQUISITOS DE ESPACIAMIENTO DE 4.1.1 Y 5.3, PUEDEN DETERMINAR EL MAXIMO DIAMETRO PERMISIBLE DE LA HUELLA PARA UNA PRUEBA ESPECIFICA. LA TABLA V DA LAS CARGAS DE PRUEBA ESTANDAR Y LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL APROXIMADOS PARA EL RANGO DE LOS DIAMETROS DE HUELLA ARRIBA INDICADOS.

NO ES OBLIGATORIO EL QUE LA PRUEBA BRINELL CUMPLA CON ESTOS RANGOS DB, PERO SE DEBE TENER EN CUENTA QUE PUEDEN OBTENERSE DIFERENTES NUMEROS DB PARA UN MATERIAL DADO, USANDO CARGAS DIFERENTES CON UN BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO. SIN EMBARGO, CON EL PROPOSITO DE OBTENER UNA ESCALA CONTINUA DE VALORES, ES



CONVENIENTE, USAR UNA SOLA CARGA PARA CUBRIR EL RANGO COMPLETO DE DUREZA PARA ALGUN TIPO EN ESPECIAL DE MATERIAL. PARA MATERIALES MAS SUAVES SE USAN ALGUNAS VECES CARGAS DE 250, 125 O 100 KGF. LA CARGA USADA DEBE CITARSE CLARAMENTE EN EL INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA (VER 5.1.1). PARA PROBAR ESPECIMENES DELGADOS O PEQUENOS, SE USA ALGUNAS VECES EL BALIN MENOR DE 10 MM DE DIAMETRO. EN TALES PRUEBAS (LAS CUALES NO SE CONSIDERAN ESTANDAR) SE OBTIENE UNA MAYOR APROXIMACION CON RESPECTO A LA PRUEBA ESTANDAR, SI LA RELACION ENTRE LA CARGA APLICADA P EN KGF Y EL DIAMETRO DEL BALIN D EN MM, ES LA MISMA QUE EN LAS PRUEBAS ESTANDAR EN DONDE:

$P/D2 = 30$  PARA 3000 KGF DE CARGA Y BALIN DE 10 MM.

$P/D2 = 15$  PARA 1500 KGF DE CARGA Y BALIN DE 10 MM.

$P/D2 = 5$  PARA 500 KGF DE CARGA Y BALIN DE 10 MM.

EJEMPLO:

UNA CARGA DE PRUEBA DE 125 KGF SOBRE UN BALIN DE DIAMETRO DE 5 MM DEBE TENER LA APROXIMACION DE UNA CARGA DE PRUEBA ESTANDAR DE 500 KGF SOBRE UN BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO.

CUANDO SE EFECTUAN PRUEBAS ESPECIALES PARA MATERIALES SUAVES, LAS CUALES NO CUMPLEN LAS CONDICIONES DE LAS PRUEBAS ESTANDAR, ESTAS SE EFECTUAN DE ACUERDO A LAS SIGUIENTES RELACIONES DE CARGA A DIAMETRO.

$P/D2 = 2.50$

$P/D2 = 1.25$

$P/D2 = 1.00$

CUANDO SE USAN BALINES CON UN DIAMETRO MENOR DE 10 MM, TANTO LA CARGA DE PRUEBA COMO EL DIAMETRO DEL BALIN SE DEBEN ANOTAR CLARAMENTE EN EL INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA (VER 2.2. Y 6.).

LOS BALINES CON DIAMETRO DIFERENTE A 10 MM DEBEN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE MATERIAL Y CON LOS DE VARIACIONES PERMISIBLES EN DIAMETRO QUE SE ESPECIFICAN PARA EL BALIN NORMAL.

- 5.1.1. EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO DEBE ESPECIFICARSE LA CARGA QUE DEBE EMPLEARSE; DE NO HACERSE ASI SE ENTIENDE QUE DEBE USARSE LA CARGA DE 3000 KGF.

#### - 5.2. RADIO DE CURVATURA.

---

CUANDO LAS PENETRACIONES SE EFECTUAN SOBRE UNA SUPERFICIE CURVA, EL RADIO MINIMO DE CURVATURA DE TAL SUPERFICIE, NO DEBE SER MENOR DE 25 MM PARA UN BALIN DE 10 MM DE DIAMETRO. EN ESTE CASO EL DIAMETRO DE LA HUELLA ES EL PROMEDIO DE DOS DIAMETROS

PERPENDICULARES ENTRE SI.

- 5.3. ESPACIAMIENTO DE LAS HUELLAS.  
-----

LA DISTANCIA DEL CENTRO DE LA HUELLA A LA ORILLA DEL ESPECIMEN O A LA ORILLA DE OTRA HUELLA DEBE SER DE CUANDO MENOS 2.5 VECES EL DIAMETRO DE LA MISMA.

- 5.4. APLICACION DE LA CARGA DE PRUEBA.  
-----

SE DEBE APLICAR LA CARGA DE UNA MANERA LENTA Y UNIFORME. EN LAS MAQUINAS QUE EMPLEAN EL SISTEMA DE PESO MUERTO, SE DEBEN TOMAR PRECAUCIONES PARA EVITAR UNA SOBRE-CARGA MOMENTANEA CAUSADA POR LA INERCIA DE LAS PESAS. TAMBIEN SE DEBE TENER MAXIMO CUIDADO AL OPERAR EL SISTEMA DE CARGA, CUANDO SE ESTA ALCANZANDO EL VALOR MAXIMO DE LA MISMA PARA EVITAR UNA GRAN ACELERACION DEL SISTEMA DE PESO MUERTO. SE APLICA LA CARGA DE PRUEBA COMPLETA DURANTE 10 A 15 SEGUNDOS EN EL CASO DE ACERO Y FUNDICIONES DE HIERRO, Y CUANDO MENOS 30 SEGUNDOS EN EL CASO DE OTROS METALES.

- 5.4.1. SE HA ENCONTRADO QUE PARA EL MAGNESIO Y LAS ALEACIONES DE MAGNESIO EL TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA DEBE SER DE 2 MINUTOS COMO MINIMO. PARA MATERIALES MUY SUAVES DEBE ESPECIFICARSE UN TIEMPO DEFINIDO.

- 5.5. ALINEACION.  
-----

EL ANGULO ENTRE LA DIRECCION DE APLICACION DE LA CARGA Y LA NORMAL AL ESPECIMEN NO DEBE EXCEDER DE 2 GRADOS.

- 5.6 MEDICION DE LA HUELLA.  
-----

- 5.6.1. DIAMETRO

EN LA PRUEBA DE DUREZA BRINELL, DEBEN MEDIRSE DOS DIAMETROS DE LA HUELLA PERPENDICULARES ENTRE SI, Y SU VALOR PROMEDIO SE USA COMO BASE PARA CALCULAR EL NUMERO DE DUREZA BRINELL. PARA PRUEBAS DE VERIFICACION, INVESTIGACION O ARBITRAJE EL DIAMETRO DE LA HUELLA DEBE MEDIRSE CON UNA APROXIMACION DE 0.02 MM. PARA LAS PRUEBAS DE RUTINA EL DIAMETRO DE LA HUELLA SE PUEDE MEDIR CON UNA APROXIMACION DE HASTA 0.05 MM.

TABLA V

CARGAS NORMALES DE PRUEBA.

DIAMETRO DEL BALIN EN MM	CARGA EN KGF	RANGO RECOMENDADO DE DUREZA BRINELL.
10	3000	96 A 600
10	1500	48 A 300
10	500	16 A 100

-5.6.1.1. MICROSCOPIO MICROMETRICO.

CUANDO SE USE EL MICROSCOPIO MICROMETRICO PARA MEDIR EL DIAMETRO DE LA HUELLA, SE PUEDE AUMENTAR EL GRADO DE DEFINICION DE LA ORILLA DE LA HUELLA MEDIANTE EL USO DE UNA LAMPARA MOVIBLE PARA ILUMINAR EL ESPECIMEN, COLOCANDOLA DE MANERA QUE EL CONTRASTE DE LUZ Y SOMBRA DEFINA PRIMERO UNA DE LAS ORILLAS Y DESPUES LA OTRA. CUANDO SE PRUEBAN MATERIALES MUY DUROS, LA DEFINICION DE LA HUELLA SE PUEDE MEJORAR MEDIANTE EL USO DE UN PIGMENTO COMO EL AZUL DE PRUSIA SOBRE EL BALIN DE LA MAQUINA DE PRUEBA. AL PROBAR MATERIALES EN LOS CUALES SE PRESENTE UNA RECUPERACION CONSIDERABLE DE LA FORMA, EL MATERIAL PUEDE RECUBRIRSE PRIMERO CON TINTA PARA DIBUJO O CON UNA MEZCLA DE GRAFITO Y ALCOHOL. LA ORILLA DE LA HUELLA SE DEFINE CLARAMENTE EN UNA SUPERFICIE CUBIERTA DE ESA MANERA.

-6. INFORME

-6.1. EL INFORME DE LA PRUEBA DEBE INCLUIR LOS SIGUIENTES

DATOS:

-6.1.1. EL NUMERO DE DUREZA BRINELL.

-6.1.2. LAS CONDICIONES DE PRUEBA CUANDO EL NUMERO DE DUREZA BRINELL SE DETERMINE USANDO UNA CARGA QUE NO SEA DE 3000 KGF O BALINES CON UN DIAMETRO QUE NO SEA DE 10 MM O UN TIEMPO DE APLICACION DE CARGA QUE NO SEA DE 10 A 15 SEGUNDOS.

-6.1.3. EL TIPO DE BALIN QUE SE EMPLEO SI EL NUMERO DE DUREZA BRINELL DEL MATERIAL EXCEDE DE 200.

-7. APENDICE

7.1. CONVERSION A OTRAS ESCALAS DE DUREZA O A VALORES DE RESISTENCIA A LA TENSION.

7.1.1. NO EXISTE UN METODO EN GENERAL PARA CONVERTIR CON

EXACTITUD LOS NUMEROS DE DUREZA BRINELL A OTRAS ESCALAS DE DUREZA O A VALORES DE RESISTENCIA A LA TENSION. TALES CONVERSIONES SON CUANDO MAS, APROXIMACIONES, POR LO TANTO DEBEN EVITARSE, EXCEPTO PARA CASOS ESPECIALES EN LOS QUE SE HA OBTENIDO UNA BASE CONFIABLE POR PRUEBAS COMPARATIVAS PARA UNA CONVERSION APROXIMADA.

## - 7.2. VERIFICACION DE LAS MAQUINAS DE PRUEBA PARA DUREZA BRINELL.

### - 7.2.1 ALCANCE.

SE INCLUYEN DOS PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACION DE LAS MAQUINAS DE PRUEBA PARA DUREZA BRINELL QUE SON:

- 7.2.1.1. VERIFICACION POR SEPARADO DE LA APLICACION DE LA CARGA, BALIN Y MICROSCOPIO DE MEDICION.

- 7.2.1.2. VERIFICACION POR MEDIO DEL METODO DE BLOQUE PATRON.

LAS MAQUINAS NUEVAS O RECONSTRUIDAS, Y LAS USADAS PARA PRUEBAS DE INVESTIGACION O ARBITRAJE SE DEBEN VERIFICAR POR EL METODO INDICADO EN 7.2.1.1.

LAS MAQUINAS USADAS PARA PRUEBAS DE RUTINA PUEDEN VERIFICARSE POR CUALQUIERA DE LOS DOS METODOS.

### - 7.2.2. REQUISITOS GENERALES.

- 7.2.2.1. ANTES DE VERIFICAR UNA MAQUINA DE PRUEBA PARA DUREZA BRINELL, DEBE EXAMINARSE QUE LA MAQUINA ESTE BIEN INSTALADA, QUE EL SUJETADOR DEL BALIN ESTE FIRMEMENTE MONTADO, CON UN BALIN NUEVO CUYO DIAMETRO HAYA SIDO VERIFICADO, Y QUE LA CARGA PUEDE APLICARSE Y RETIRARSE SIN CHOQUES O VIBRACIONES.

- 7.2.2.2. SI EL SISTEMA DE MEDICION ES UNA PARTE INTEGRAL DE LA MAQUINA, SE DEBE VERIFICAR QUE EL SISTEMA DE ILUMINACION NO AFECTE LAS LECTURAS Y QUE EL CENTRO DE LA HUELLA ESTE EN EL CENTRO DEL CAMPO DE VISION.

### - 7.2.3. VERIFICACION.

- 7.2.3.1. VERIFICACION POR SEPARADO DE LA APLICACION DE LA CARGA, BALIN Y MICROSCOPIO DE MEDICION.

#### - 7.2.3.1.1. APLICACION DE LA CARGA.

LAS MAQUINAS DE PRUEBA PARA DUREZA BRINELL, DEBEN VERIFICARSE CON CARGAS DE 3000, 1500 Y 500 KGF. SI LAS PRUEBAS SE VAN A REALIZAR USANDO CARGAS DIFERENTES, LA MAQUINA DEBE TAMBIEN VERIFICARSE A CADA UNA DE ESAS CARGAS. LA CARGA APLICADA DEBE VERIFICARSE PERIODICAMENTE MEDIANTE UN ANILLO DE PRUEBA, POR EL USO DE PESO MUERTO, POR EL USO DE APARATOS DE CALIBRACION ELASTICA O MEDIANTE RESORTES. UNA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA BRINELL PARA INVESTIGACION O ARBITRAJE ES ACEPTABLE PARA USARSE EN EL RANGO DE CARGA DENTRO DEL CUAL EL ERROR DE LA MISMA NO

EXCEDA DE  $\pm 1\%$ . UNA MAQUINA DE PRUEBA QUE SE VA USAR PARA PRUEBAS DE RUTINA ES ACEPTABLE PARA EMPLEARSE DENTRO DEL RANGO DE CARGA EN EL CUAL EL ERROR DE LA MISMA NO EXCEDA DE  $\pm 2\%$ .

#### -7.2.3.1.2. BALIN.

EL BALIN QUE SE VA A VERIFICAR DEBE SER UN BALIN NUEVO DE ACERO, EL CUAL SE SELECCIONA AL AZAR DE UN LOTE QUE REUNA LOS REQUISITOS DE DUREZA ESPECIFICADOS EN LA TABLA III. EL DIAMETRO DE CADA BALIN DEBE MEDIRSE CON UNA EXACTITUD DE  $\pm 0.0005$  MM EN NO MENOS DE TRES POSICIONES, Y EL PROMEDIO DE ESTAS LECTURAS NO DEBE DIFERIR DEL DIAMETRO NOMINAL EN MAS DE LAS TOLERANCIAS ESPECIFICADAS EN LA TABLA II.

#### -7.2.3.1.3. MICROSCOPIO DE MEDICION.

EL MICROSCOPIO DE MEDICION U OTRO INSTRUMENTO PARA LA MEDICION DEL DIAMETRO DE LA HUELLA DEBE VERIFICARSE A CINCO INTERVALOS SOBRE EL RANGO DE TRABAJO, MEDIANTE EL USO DE UNA ESCALA EXACTA TAL COMO UN MICROMETRO DE PLATINA. EL AJUSTE DEL MICROMETRO DEBE SER TAL QUE, A TRAVES DEL RANGO CUBIERTO LA DIFERENCIA ENTRE LAS DIVISIONES DE LA ESCALA DEL MICROSCOPIO Y LA ESCALA DE CALIBRACION NO EXCEDA DE 0.01 MM.

#### 7.2.3.2. VERIFICACION POR EL METODO DE LOS BLOQUES PATRON.

LAS MAQUINAS DE PRUEBA PARA DUREZA BRINELL QUE SE USAN UNICAMENTE PARA PRUEBAS DE RUTINA, PUEDEN VERIFICARSE HACIENDO UNA SERIE DE IMPRESIONES SOBRE BLOQUES PATRON PARA PRUEBAS DE DUREZA. SI LA MAQUINA SE VA A USAR EN CONDICIONES DIFERENTES A: 10/3000/15 DEBE VERIFICARSE TAMBIEN A ESAS CONDICIONES.

LA MAQUINA DE PRUEBA PARA DUREZA BRINELL SE CONSIDERA VERIFICADA SI EL DIAMETRO PROMEDIO DE CUALQUIER HUELLA DIFIERE NO MAS DE 3% DEL DIAMETRO PROMEDIO CORRESPONDIENTE AL VALOR DE DUREZA DE UN BLOQUE PATRON.

#### -7.3. CALIBRACION DE LOS BLOQUES PATRON DE DUREZA PARA LAS

#### MAQUINAS BRINELL.

##### -7.3.1. ALCANCE.

ESTE SUBCAPITULO INCLUYE LA CALIBRACION DE BLOQUES PATRON DE DUREZA PARA LA VERIFICACION DE LAS MAQUINAS DE PRUEBA DE DUREZA BRINELL. [INDICADA EN 7.2.1.] no

##### -7.3.2. MANUFACTURA.

-7.3.2.1. CADA BLOQUE METALICO A CALIBRAR NO DEBE SER MENOR DE 16 MM DE ESPESOR PARA BALINES DE 10 MM DE DIAMETRO, DE 13 MM PARA BALINES DE 5 MM Y DE 6 MM PARA BALINES MAS PEQUENOS.

-7.3.2.2. CADA BLOQUE DEBE PREPARARSE ESPECIALMENTE Y TRATARSE TERMICAMENTE PARA OBTENER LA HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD NECESARIA DE SU ESTRUCTURA.

-7.3.2.3. CADA BLOQUE, SI ES DE ACERO, DEBE SER

DESMAGNETIZADO POR EL FABRICANTE Y MANTENERSE EN ESTA CONDICION POR EL USUARIO.

7.3.2.4. LA SUPERFICIE DE APOYO DEL BLOQUE DEBE TENER UN ACABADO PULIDO. LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEL BLOQUE DEBE ESTAR LIBRE DE MARCAS QUE PUEDAN INTERFERIR CON LA MEDICION DEL DIAMETRO DE LA HUELLA.

7.3.2.5. LA ALTURA PROMEDIO DE LAS ASPEREZAS SUPERFICIALES NO DEBE EXCEDER DE 0.0003 MM (12 MICROPULGADAS) PARA BALINES DE 10 MM DE DIAMETRO. PARA BALINES MAS PEQUENOS EL PROMEDIO DE LA ALTURA DE LAS ASPEREZAS SUPERFICIALES QUE SE RECOMIENDA ES DE 0.00015 MM (6 MICROPULGADAS).

7.3.2.6. PARA ASEGURAR QUE NO SE REMUEVA POSTERIORMENTE PARTE DEL MATERIAL DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEL BLOQUE PATRON, DEBE ESTAMPARSE UNA MARCA CON EL ESPESOR DEL BLOQUE EN EL MOMENTO DE LA CALIBRACION. DICHA MEDICION DEBE ANOTARSE CON UNA EXACTITUD DE  $\pm 0.1$  MM.

7.3.3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION.

7.3.3.1. LOS BLOQUES PATRON DEBEN CALIBRARSE CON UNA MAQUINA DE PRUEBA BRINELL VERIFICADA [DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE 7.2.3.1.]<sup>no</sup>

7.3.3.2. EL MECANISMO QUE CONTROLA LA APLICACION DE LA CARGA DEBE DE ASEGURAR QUE LA VELOCIDAD DE APROXIMACION INMEDIATAMENTE ANTES DE QUE EL BALIN TOQUE EL ESPECIMEN Y LA VELOCIDAD DE PENETRACION, NO EXCEDAN DE 1 MM/SEG.

7.3.3.3. LA CARGA COMPLETA DEBE APLICARSE DURANTE 15 SEG.

7.3.4. BALIN

DEBE USARSE UN BALIN NUEVO, DE ACERO, QUE CUMPLA CON LOS REQUISITOS [INDICADOS EN 7.2.3.1.2.], PARA LA CALIBRACION DE LOS BLOQUES PATRON.]<sup>no</sup>

7.3.5. NUMERO DE HUELLAS.

DEBE EFECTUARSE CUANDO MENOS 5 HUELLAS DISTRIBUIDAS AL AZAR EN CADA SUPERFICIE DE PRUEBA DEL BLOQUE. SI EL AREA ES MAYOR DE 100 CM<sup>2</sup> EL NUMERO DE HUELLAS DEBE AUMENTARSE A 8.

7.3.6. MEDICION DEL DIAMETRO DE LA HUELLA.

7.3.6.1. EL SISTEMA DE ILUMINACION DEL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE AJUSTARSE PARA QUE DE UNA INTENSIDAD UNIFORME SOBRE TODO EL CAMPO DE VISION Y UN MAXIMO CONTRASTE ENTRE LA HUELLA Y LA SUPERFICIE DEL BLOQUE SIN AFECTAR.

7.3.6.2. EL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE ESTAR GRADUADO PARA LEER EL DIAMETRO DE LAS HUELLAS HASTA 0.002 MM, CUANDO SE USA BALIN DE 5 MM O MAYOR, Y HASTA 0.001 MM PARA HUELLAS EFECTUADAS CON BALINES DE DIAMETRO MAS PEQUENO.

7.3.6.3. EL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE VERIFICARSE

MEDIANTE UN MICROMETRO DE PLATINA, O POR OTRO MEDIO ADECUADO PARA ASEGURAR QUE LA DIFERENCIA ENTRE LAS LECTURAS CORRESPONDIENTES A DOS DIVISIONES CUALESQUIERA DEL INSTRUMENTO SEAN CORRECTAS DENTRO DE  $\pm 0.001$  MM PARA BALINES DE 5 MM O MENOS, Y DENTRO DE  $\pm 0.002$  MM PARA BALINES DE MAYOR DIAMETRO.

-7.3.6.4. SE RECOMIENDA QUE CADA IMPRESION SEA MEDIDA CUANDO MENOS POR DOS PERSONAS.

#### - 7.3.7. REPETIBILIDAD.

SI SE CONSIDERA QUE  $D_1, D_2, \dots, D_N$  SON LOS VALORES PROMEDIO DE LOS DIAMETROS DETERMINADOS POR UN OBSERVADOR Y COLOCADOS EN ORDEN CRECIENTE DE MAGNITUD, LA REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE DUREZA EN EL BLOQUE BAJO LAS CONDICIONES PARTICULARES DE CALIBRACION SE DEFINE COMO  $D_N - D_1$ , EN DONDE N ES IGUAL A 5 U 8.

#### - 7.3.8. UNIFORMIDAD DE LA DUREZA.

A MENOS QUE LA REPETIBILIDAD DE LOS DIAMETROS PROMEDIO DE CADA UNA DE LAS 5 U 8 HUELLAS ESTE DENTRO DEL 2 % DEL VALOR PROMEDIO DE LAS 5 U 8 LECTURAS, NO PUEDE CONSIDERARSE SUFICIENTEMENTE UNIFORME EL BLOQUE PARA LOS PROPOSITOS DE CALIBRACION.

#### - 7.3.9. MARCADO

CADA BLOQUE DEBE MARCARSE CON LO SIGUIENTE:

A) EL PROMEDIO ARITMETICO DE LOS VALORES DE DUREZA ENCONTRADOS EN LA PRUEBA DE CALIBRACION  $\left\{ \text{(VER TAMBIEN 2.2.2)} \right\}_{no}$

B) EL NOMBRE O MARCA DEL FABRICANTE.

C) EL NUMERO DE SERIE DEL BLOQUE.

D) EL ESPESOR DEL BLOQUE O UNA MARCA EN LA SUPERFICIE SUPERIOR  $\left\{ \text{(VER 7.3.2.6)} \right\}_{no}$

TODAS LAS MARCAS EXCEPTO LA MARCA DE ESPESOR SE DEBEN ENCONTRAR EN LOS LADOS DEL BLOQUE, Y ESTAR ORIENTADAS DE MANERA CORRECTA, CON LA SUPERFICIE DE PRUEBA HACIA ARRIBA.

#### 10 7.4. ANTECEDENTES

---

ASTM - E - 10 - 66.

- METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION

DE DUREZA VICKERS EN MATERIALES METALICOS.



## 1. ALCANCE

ESTA NORMA ESTABLECE EL METODO PARA LA DETERMINACION DE LA DUREZA VICKERS EN MATERIALES METALICOS. EN EL APENDICE, COMO INFORMACION, SE INCLUYE LA VERIFICACION DE LAS MAQUINAS DE DUREZA VICKERS Y LA CALIBRACION DE LOS BLOQUES PATRON DE DUREZA.

EXISTEN DOS CLASES DE PRUEBAS RECONOCIDAS, QUE SON:

A) LAS DE VERIFICACION, INVESTIGACION O DE ARBITRAJE, EN LAS CUALES SE REQUIERE UN ALTO GRADO DE EXACTITUD.

B) LAS DE RUTINA, EN LAS CUALES SE PERMITE UN GRADO MENOR DE EXACTITUD.

## 2. DEFINICIONES

### 2.1. PRUEBA DE DUREZA VICKERS.

ES UNA PRUEBA DE DUREZA POR PENETRACION, EN LA CUAL SE USA UNA MAQUINA CALIBRADA PARA APLICAR UNA CARGA COMPRESIVA PREDETERMINADA, SOBRE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL BAJO PRUEBA, A UN PENETRADOR PIRAMIDAL DE DIAMANTE DE BASE CUADRADA CUYOS ANGULOS SE HAYAN NORMALIZADOS. SE MIDEN LAS DIAGONALES DE LA HUELLA RESULTANTE DESPUES DE RETIRAR LA CARGA.

### 2.2. NUMERO DE DUREZA VICKERS.

ES UN NUMERO DEPENDIENTE DE LA CARGA APLICADA Y EL AREA DE LA HUELLA PERMANENTE DEJADA POR EL PENETRADOR, QUE TIENE ANGULOS INCLUIDOS DE 136 GRADOS ENTRE CARAS OPUESTAS (VER FIGURA NUMERO 1 Y TABLA I), Y CALCULADO DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE ECUACION:

$$DV = (2P(\text{SEN } \theta/2)) / D * D = (1.8544 P) / D * D$$

DONDE :

P = CARGA APLICADA, EN KGF

D = DIAGONAL MEDIA DE LA HUELLA, EN MM

$\theta$  = ANGULO ENTRE CARAS OPUESTAS DEL DIAMANTE = 136 GRADOS

EL NUMERO DE DUREZA VICKERS, ES SEGUIDO POR EL SIMBOLO DV CON UN NUMERO SUFIJO QUE INDICA LA CARGA Y UN SEGUNDO NUMERO SUFIJO QUE INDICA LA DURACION DE LA APLICACION DE LA CARGA, CUANDO ESTA ULTIMA DIFIERE DEL TIEMPO NORMAL, EL CUAL ES DE 10 A 15 SEGUNDOS.

EJEMPLO:

440 DV 30 = NUMERO DE DUREZA VICKERS DE 440, BAJO UNA CARGA

DE 30 KGF APLICADA DURANTE 10 A 15 S.

440 DV 30/20 = NUMERO DE DUREZA VICKERS DE 440, BAJO UNA CARGA DE 30 KGF, APLICADA DURANTE 20 S.

T A B L A I.

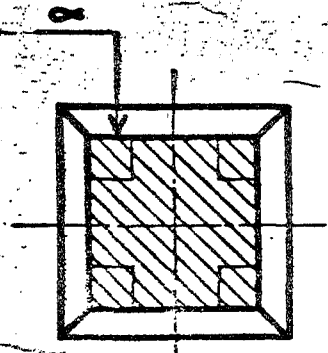
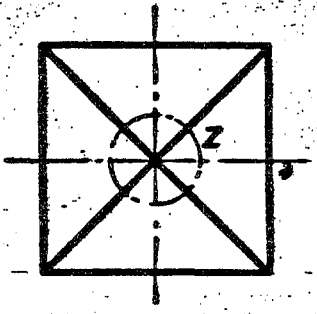
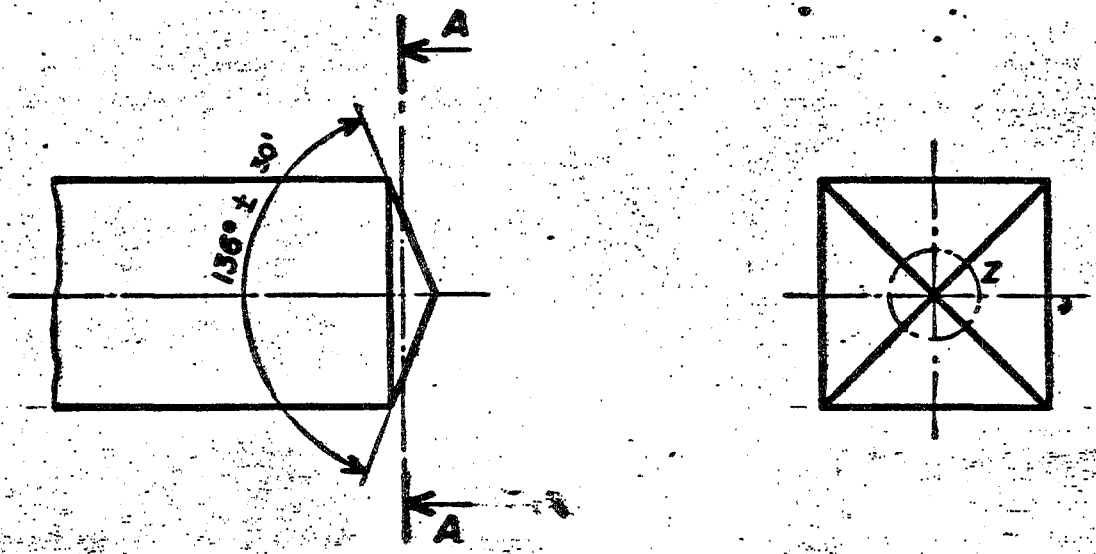
SIMBOLOS Y DESIGNACIONES RELATIVAS  
A LA S FIGURAS NUMS. 1 Y 2.

NUMERO	SIMBOLO	DESIGNACION
1	.	ANGULO ENTRE LAS CARAS DE LA PIRAMIDE, EN EL VERTICE DEL PENETRADOR (136 GRADOS)
2	P	CARGA DE PRUEBA EN KGF.
3	D	MEDIA ARITMETICA DE LAS DOS DIAGONALES D1 Y D2.
4	DV	NUMERO DE DUREZA VICKERS.

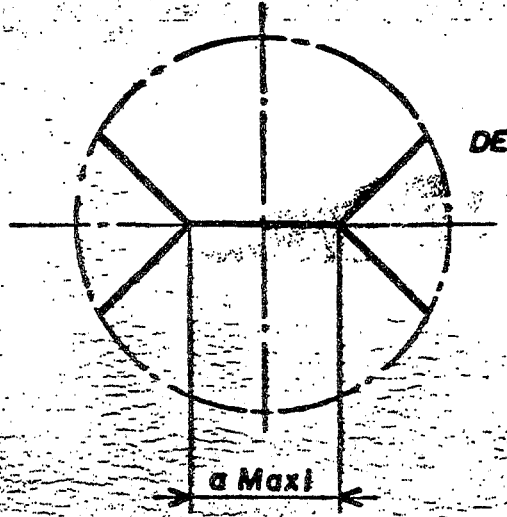
— 2.2.1. LAS PRUEBAS DE DUREZA VICKERS SE EFECTUAN CON CARGAS DESDE 10G HASTA 120 KGF.

— 2.2.2. EN LA PRACTICA, EL NUMERO DE DUREZA VICKERS SE MANTIENE CONSTANTE PARA UN ANGULO DE 136 GRADOS ENTRE CARAS DEL PENETRADOR Y CARGAS USADAS, DE 5 KGF O MAYORES. PARA CARGAS MENORES, EL NUMERO DE DUREZA VARIA DEPENDIENDO DE LA CARGA APLICADA. EN LA TABLA II SE INDICAN LOS NUMEROS DE DUREZA VICKERS PARA CARGAS DE PRUEBA DE 1 KGF. PARA OBTENER EL NUMERO DE DUREZA CUANDO SE USAN OTRAS CARGAS, DEBE MULTIPLICARSE EL NUMERO DE DUREZA VICKERS OBTENIDO EN LA TABLA II, POR LA CARGA DE PRUEBA USADA, EN KGF (VER TABLA III).

Fig. 1



CORTE A-A



DETALLE Z

$\alpha = 90^\circ \pm 12'$  para penetradores de calibración de patrones de dureza

$\alpha = 90^\circ \pm 30'$  para penetradores de prueba

$a_{Maxi} = 0.0005$  para penetradores de calibración de patrones de dureza

$a_{Maxi} = 0.001$  para penetradores de prueba

 Escala: NO  
 NO

DETALLE DEL PENETRADOR

B 118 1973  
 Acot. mm

Escala: NO



FIG. 2 APLICACION DE LA CARGA

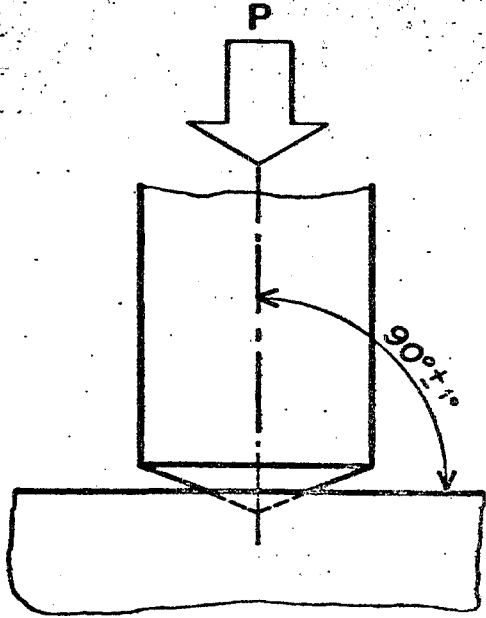
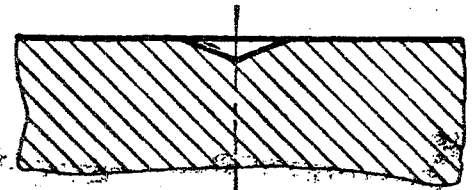
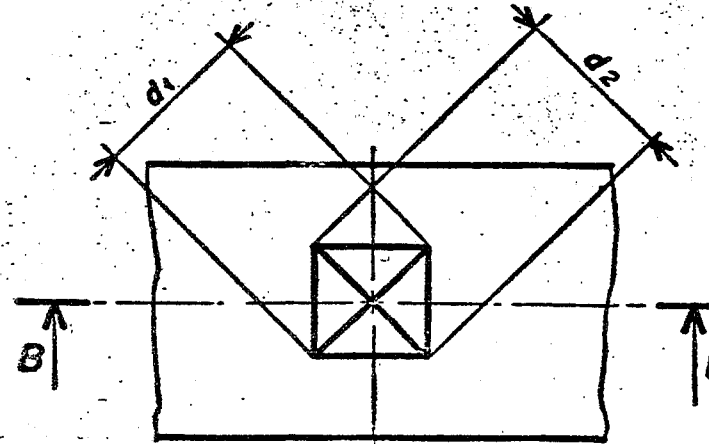


FIG. 2



CORTE B-B

FIG. 3

FIG. 3 IMPRESION DE LA HUELLA EN LA PIEZA

8.118.1973

T A B L A II

NUMEROS DE DUREZA VICKERS

(Penetrador de diamante, ángulo entre caras de 136°, carga de 1 kgf)

Diagonal de la impresión, en mm	Números de Dureza Vickers para diagonales medidas en 0.0001 mm									
	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.005	74 170	71 290	68 580	66 020	63 590	61 300	59 130	57 080	55 120	53 270
0.006	51 510	49 840	48 240	46 720	45 270	43 890	42 570	41 310	40 100	38 950
0.007	37 840	36 790	35 770	34 800	33 860	32 970	32 100	31 280	30 480	29 710
0.008	28 970	28 260	27 580	26 920	26 280	25 670	25 070	24 500	23 950	23 410
0.009	22 890	22 390	21 910	21 440	20 990	20 550	20 120	19 710	19 310	18 920
0.010	18 540	18 180	17 820	17 480	17 140	16 820	16 500	16 200	15 900	15 610
0.011	15 330	15 050	14 780	14 520	14 270	14 020	13 780	13 550	13 320	13 090
0.012	12 880	12 670	12 460	12 260	12 060	11 870	11 680	11 500	11 320	11 140
0.013	10 970	10 810	10 640	10 480	10 330	10 170	10 030	9 880	9 737	9 598
0.014	9 461	9 327	9 196	9 068	8 943	8 820	8 699	8 581	8 466	8 353
0.015	8 242	8 133	8 026	7 922	7 819	7 718	7 620	7 523	7 428	7 335
0.016	7 244	7 154	7 066	6 979	6 895	6 811	6 729	6 649	6 570	6 493
0.017	6 416	6 342	6 268	6 196	6 125	6 055	5 986	5 919	5 853	5 787
0.018	5 723	5 660	5 598	5 537	5 477	5 418	5 360	5 303	5 247	5 191
0.019	5 137	5 083	5 030	4 978	4 927	4 877	4 827	4 778	4 730	4 683
0.020	4 636	4 590	4 545	4 500	4 456	4 413	4 370	4 328	4 286	4 245
0.021	4 205	4 165	4 126	4 087	4 049	4 012	3 975	3 938	3 902	3 866
0.022	3 831	3 797	3 763	3 729	3 696	3 663	3 631	3 599	3 567	3 536
0.023	3 505	3 475	3 445	3 416	3 387	3 358	3 329	3 301	3 274	3 246
0.024	3 219	3 193	3 166	3 140	3 115	3 089	3 064	3 039	3 015	2 991
0.025	2 967	2 943	2 920	2 897	2 874	2 852	2 830	2 808	2 786	2 764
0.026	2 743	2 722	2 701	2 681	2 661	2 641	2 621	2 601	2 582	2 563
0.027	2 544	2 525	2 506	2 488	2 470	2 452	2 434	2 417	2 399	2 382
0.028	2 365	2 348	2 332	2 315	2 299	2 283	2 267	2 251	2 236	2 220
0.029	2 205	2 190	2 175	2 160	2 145	2 131	2 116	2 102	2 088	2 074

T A B L A II (Continuación)

Diagonal de la impresión, en mm	Números de Dureza Vickers para diagonales medidas en 0.0001 mm									
	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.030	2 060	2 047	2 033	2 020	2 007	1 993	1 980	1 968	1 955	1 942
0.031	1 930	1 917	1 905	1 893	1 881	1 869	1 857	1 845	1 834	1 822
0.032	1 811	1 800	1 788	1 777	1 766	1 756	1 745	1 734	1 724	1 713
0.033	1 703	1 693	1 682	1 672	1 662	1 652	1 643	1 633	1 623	1 614
0.034	1 604	1 595	1 585	1 576	1 567	1 558	1 549	1 540	1 531	1 522
0.035	1 514	1 505	1 497	1 488	1 480	1 471	1 463	1 455	1 447	1 439
0.036	1 431	1 423	1 415	1 407	1 400	1 392	1 384	1 377	1 369	1 362
0.037	1 355	1 347	1 340	1 333	1 326	1 319	1 312	1 305	1 298	1 291
0.038	1 284	1 277	1 271	1 264	1 258	1 251	1 245	1 238	1 232	1 225
0.039	1 219	1 213	1 207	1 201	1 195	1 189	1 183	1 177	1 171	1 165
0.040	1 159	1 153	1 147	1 142	1 136	1 131	1 125	1 119	1 114	1 109
0.041	1 103	1 098	1 092	1 087	1 082	1 077	1 072	1 066	1 061	1 056
0.042	1 051	1 046	1 041	1 036	1 031	1 027	1 022	1 017	1 012	1 008
0.043	1 003	998	994	989	985	980	975	971	967	962
0.044	958	953	949	945	941	936	932	928	924	920
0.045	916	912	908	904	900	896	892	888	884	880
0.046	876	873	869	865	861	858	854	850	847	843
0.047	839	836	832	829	825	822	818	815	812	808
0.048	805	802	798	795	792	788	785	782	779	775
0.049	772	769	766	763	760	757	754	751	748	745
0.050	742	739	736	733	730	727	724	721	719	716
0.051	713	710	707	705	702	699	696	694	691	688
0.052	686	683	681	678	675	673	670	668	665	663
0.053	660	658	655	653	650	648	645	643	641	638
0.054	636	634	631	629	627	624	622	620	617	615

T A B L A II (Continuación)

Diagonal de impresión, en mm	Números de Dureza Vickers para diagonales medidas en 0.0001 mm									
	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.055	613	611	609	606	604	602	600	598	596	593
0.056	591	589	587	585	583	581	579	577	575	573
0.057	571	569	567	565	563	561	559	557	555	553
0.058	551	549	547	546	544	542	540	538	536	535
0.059	533	531	529	527	526	524	522	520	519	516.8
0.060	515.1'	513.4'	511.7'	510.0'	508.3'	506.6'	505.0'	503.3'	501.6'	500.0
0.061	498.4'	496.7'	495.1'	493.5'	491.9'	490.3'	488.7'	487.1'	485.5'	484.0
0.062	482.4'	480.9'	479.3'	477.8'	476.2'	474.7'	473.2'	471.7'	470.2'	468.7
0.063	467.2'	465.7'	464.3'	462.8'	461.3'	459.9'	458.4'	457.0'	455.6'	454.1
0.064	452.7'	451.3'	449.9'	448.5'	447.1'	445.7'	444.4'	443.0'	441.6'	440.3
0.065	438.9'	437.6'	436.2'	434.9'	433.6'	432.2'	430.9'	429.6'	428.3'	427.0
0.066	425.7'	424.4'	423.1'	421.9'	420.6'	419.3'	418.1'	416.8'	415.6'	414.3
0.067	413.1'	411.9'	410.6'	409.4'	408.2'	407.0'	405.8'	404.6'	403.4'	402.2
0.068	401.0'	399.9'	398.7'	397.5'	396.6'	395.2'	394.0'	392.9'	391.8'	390.6
0.069	389.5'	388.4'	387.2'	386.1'	385.0'	383.9'	382.8'	381.7'	380.6'	379.5
0.070	378.4'	377.4'	376.3'	375.2'	374.2'	373.1'	372.0'	371.0'	369.9'	368.9
0.071	367.9'	366.8'	365.8'	364.8'	363.7'	362.7'	361.7'	360.7'	359.7'	358.7
0.072	357.7'	356.7'	355.7'	354.7'	353.8'	352.8'	351.8'	350.9'	349.9'	348.9
0.073	348.0'	347.0'	346.1'	345.1'	344.2'	343.3'	342.3'	341.4'	340.5'	339.6
0.074	338.6'	337.7'	336.8'	335.9'	335.0'	334.1'	333.2'	332.3'	331.4'	330.5
0.075	329.7'	328.8'	327.9'	327.0'	326.2'	325.3'	324.5'	323.6'	322.7'	321.9
0.076	321.0'	320.2'	319.4'	318.5'	317.7'	316.9'	316.0'	315.2'	314.4'	313.6
0.077	312.8'	312.0'	311.1'	310.3'	309.5'	308.7'	307.9'	307.2'	306.4'	305.6
0.078	304.8'	304.0'	303.2'	302.5'	301.7'	300.9'	300.2'	299.4'	298.6'	297.9
0.079	297.1'	296.4'	295.6'	294.9'	294.1'	293.4'	292.7'	291.9'	291.2'	290.5

T A B L A II (Continuación)

Diagonal de la impresión, en mm	Números de Dureza Vickers para diagonales medidas en 0.0001 mm									
	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0004	0.0005	0.0006	0.0007	0.0008	0.0009
0.080	289.7	289.0	288.3	287.6	286.9	286.2	285.4	284.7	284.0	283.3
0.081	282.6	281.9	281.2	280.6	279.9	279.2	278.5	277.8	277.1	276.5
0.082	275.8	275.1	274.4	273.8	273.1	272.4	271.8	271.1	270.5	269.8
0.083	269.2	268.5	267.9	267.2	266.6	266.0	265.3	264.7	264.1	263.4
0.084	262.8	262.2	261.6	260.9	260.3	259.7	259.1	258.5	257.9	257.3
0.085	256.7	256.1	255.5	254.9	254.3	253.7	253.1	252.5	251.9	251.3
0.086	250.7	250.1	249.6	249.0	248.4	247.8	247.3	246.7	246.1	245.6
0.087	245.0	244.4	243.9	243.3	242.8	242.2	241.6	241.1	240.6	240.0
0.088	239.5	238.9	238.4	237.8	237.3	236.8	236.2	235.7	235.2	234.6
0.089	234.1	233.6	233.1	232.5	232.0	231.5	231.0	230.5	230.0	229.4
0.090	228.9	228.4	227.9	227.4	226.9	226.4	225.9	225.4	224.9	224.4
0.091	223.9	223.4	222.9	222.5	222.0	221.5	221.0	220.5	220.0	219.6
0.092	219.1	218.6	218.1	217.7	217.1	216.7	216.3	215.8	215.3	214.9
0.093	214.4	213.9	213.5	213.0	212.6	212.1	211.7	211.2	210.8	210.3
0.094	209.9	209.4	209.0	208.5	208.1	207.6	207.2	206.8	206.3	205.9
0.095	205.5	205.0	204.6	204.2	203.8	203.3	202.9	202.5	202.1	201.6
0.096	201.2	200.8	200.4	200.0	199.5	199.1	198.7	198.3	197.9	197.5
0.097	197.1	196.7	196.3	195.9	195.5	195.1	194.7	194.3	193.9	193.5
0.098	193.1	192.7	192.3	191.9	191.5	191.1	190.7	190.4	190.0	189.6
0.099	189.2	188.8	188.4	188.1	187.7	187.3	186.9	186.6	186.2	185.8



T A B L A I I I

SITUACION DEL PUNTO DECIMAL, PARA USARSE CON LA TABLA II  
(PARA EJEMPLOS DE DETERMINACION DE NUMEROS DE DUREZA, VER  
LOS EJEMPLOS QUE SE INDICAN A CONTINUACION DE LA TABLA).

LONGITUD DE LA DIAGONAL EN MM.	DUREZA VICKERS DV, 1 KGF DE CARGA
0.005	74 200
0.006	51 500
0.007	37 800
0.008	29 000
0.009	22 900
0.010	18 540
0.020	4 640
0.030	2 060
0.040	1 159
0.050	742
0.060	515
0.070	378
0.080	290
0.090	229
0.100	185.4
0.200	46.4
0.300	20.6
0.400	11.6
0.500	7.42
0.600	5.15
0.700	3.78
0.800	2.90
0.900	2.29
1.000	1.85
1.100	1.53
1.200	1.29
1.300	1.10
1.400	0.946
1.500	0.824
1.600	0.724
1.700	0.642
1.800	0.572
1.900	0.514
2.000	0.464

10

EJEMPLO NO. 1: LA LONGITUD DE LA DIAGONAL MEDIA, USANDO UNA CARGA DE PRUEBA DE 50 KGF, FUE DE 0.644 MM, EN LA TABLA NO. II SE LEE  $DV = 447.1$  PARA UNA DIAGONAL DE 0.0644 MM; USANDO LA TABLA NO. III SE DETERMINA:

$DV = 4.47$  PARA UNA DIAGONAL DE LONGITUD DE 0.644 MM CON UNA CARGA DE 1 KGF.

$50 \times 4.47 = 224$  DV PARA UNA CARGA DE 50 KGF.

EJEMPLO NO. 2: LA LONGITUD DE LA DIAGONAL MEDIA MEDIDA USANDO UNA CARGA DE 200 GF (0.2 KGF) FUE DE 0.0311 MM, EN LA TABLA II SE LEE:  $DV = 1917$  PARA 0.0311 MM DE LONGITUD DE LA DIAGONAL CON UNA CARGA DE 1 KGF.

$0.200 \times 1917 = 383$  DV PARA UNA CARGA DE 200 GF (0.2 KGF).

### 2.3. VERIFICACION.

ES UN PROCEDIMIENTO DE PRUEBA, PARA ASEGURAR QUE LAS MEDICIONES SE EFECTUEN DE ACUERDO CON LO ESPECIFICADO.

### 2.4. CALIBRACION.

ES LA DETERMINACION DE LOS VALORES DE LOS PARAMETROS SIGNIFICATIVOS, POR COMPARACION CON VALORES INDICADOS POR UN INSTRUMENTO DE REFERENCIA O POR UN JUEGO DE PATRONES DE REFERENCIA.

## 3. APARATOS Y EQUIPO

### 3.1. MAQUINA DE PRUEBA.

EL EQUIPO PARA LA PRUEBA DE DUREZA VICKERS CONSISTE GENERALMENTE DE UNA MAQUINA QUE SOPORTA EL ESPECIMEN Y PERMITE UN CONTACTO SUAVE Y GRADUAL ENTRE ESTE Y EL PENETRADOR, BAJO UNA CARGA PREDETERMINADA QUE SE APLICA DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO DADO. EL DISEÑO DE LA MAQUINA DEBE SER TAL, QUE EVITE BALANCEOS O MOVIMIENTOS LATERALES DEL ESPECIMEN O DEL PENETRADOR, MIENTRAS SE APLICA O SE RETIRA LA CARGA. SE USA UN MICROSCOPIO DE MEDICION QUE GENERALMENTE VA MONTADO EN LA MAQUINA, DE TAL MANERA QUE LA HUELLA PUEDA LOCALIZARSE FACILMENTE EN EL CAMPO OPTICO PARA SU MEDICION.

LA MAQUINA DE PRUEBA DEBE ESTAR DEBIDAMENTE VERIFICADA ANTES DE LA PRUEBA (VER APENDICE).

### 3.2. PENETRADOR DE DIAMANTE

EL PENETRADOR DEBE ESTAR FINAMENTE PULIDO, CON ARISTAS BIEN DEFINIDAS. LA BASE DE LA PIRAMIDE DEBE SER CUADRADA Y SUS CARAS OPUESTAS DEBEN SUBTENDER UN ANGULO DE  $136 \text{ GRADOS} \pm 30 \text{ MINUTOS}$ .

LAS CUATRO CARAS DEL PENETRADOR DEBEN ESTAR INCLINADAS IGUALMENTE CON RESPECTO AL EJE DEL MISMO (DENTRO DE  $\pm$  30 MINUTOS) Y TERMINAR EN UN VERTICE AFILADO, O SEA QUE LA LINEA DE UNION ENTRE LAS CARAS OPUESTAS NO DEBEN SER MAYOR DE 0.001 MM DE LONGITUD, TAL COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA NUM. 2.

EL DIAMANTE DEBE EXAMINARSE PERIODICAMENTE, Y EN CASO DE QUE QUEDE FLOJO EN SU ASIENTO, O DE QUE ESTE AVERIADO POR SU USO, DEBE REACONDICIONARSE O DESCARTARSE.

EL BUEN ESTADO DE LA PUNTA DEL PENETRADOR ES DE CONSIDERABLE IMPORTANCIA CUANDO LA CARGA DE PRUEBA ES LIGERA Y LA HUELLA ES PEQUENA. POR ESTA RAZON SE RECOMIENDA VERIFICAR PERIODICAMENTE LA PUNTA, EXAMINANDO LA HUELLA DEJADA EN UNA SUPERFICIE PULIDA DE ACERO. CUALQUIER DESPERFECTO DE LA PUNTA PUEDE DETECTARSE BAJO UNA AMPLIACION DE 600X, O MAS, USANDO UN ILUMINADOR VERTICAL; LA MAGNITUD DEL DEFECTO PUEDE MEDIRSE CON LA AYUDA DE UNA RETICULA DE MEDICION. SE RECOMIENDA EVITAR EL USO DEL PENETRADOR DE DIAMANTE, CUANDO LA LONGITUD MAXIMA DEL DEFECTO EXCEDA EL 5 % DE LA DIAGONAL DE LA HUELLA.

### 3.3. MICROSCOPIO DE MEDICION.

LA ESCALA MICROMETRICA DEL MICROSCOPIO, O DE CUALQUIER OTRO DISPOSITIVO DE MEDICION, DEBE ESTAR CONSTITUIDA DE TAL MANERA QUE PUEDA MEDIRSE LA LONGITUD DE LAS DIAGONALES DE UNA HUELLA, EFECTUADA EN UN ESPECIMEN, CON LA SUPERFICIE PULIDA ADECUADAMENTE (VER 4.2), CON UNA APROXIMACION DE  $\pm$  0.0005 MM O  $\pm$  0.5 % LO QUE SEA MAYOR.

## 4. PREPARACION DEL ESPECIMEN

LA PRUEBA DE DUREZA VICKERS ES APLICABLE A UNA GRAN VARIEDAD DE ESPECIMENES, DESDE BARRAS GRANDES Y SECCIONES LAMINADAS HASTA PIEZAS DIMINUTAS EN MONTAJES METALOGRAFICOS. EN GENERAL, LA PARTE POSTERIOR DE LOS ESPECIMENES DEBE ESTAR MAQUINADA DE TAL MANERA QUE NO HAYA POSIBILIDAD DE OSCILACION O DESPLAZAMIENTO DE LOS MISMOS, BAJO LA CARGA DE PRUEBA, O EN SU DEFECTO, LOS ESPECIMENES DEBEN SUJETARSE DE TAL FORMA QUE SE EVITE LA POSIBILIDAD ANTERIOR.

### 4.1. ESPESOR

EL ESPESOR DEL ESPECIMEN DEBE SER TAL, QUE NO APAREZCA NINGUNA MARCA O ABULTAMIENTO EN LA CARA DEL ESPECIMEN OPUESTA A LA CARA DE PRUEBA, COMO CONSECUENCIA DE LA APLICACION DE LA CARGA. EN CUALQUIER CASO EL ESPESOR DEL ESPECIMEN DEBE SER DE CUANDO MENOS UNA VEZ Y MEDIA LA LONGITUD DE LA DIAGONAL DE LA HUELLA.

CUANDO SE PRUEBA MATERIAL COMPUESTO DE VARIAS CAPAS, DEBE CONSIDERARSE EL ESPESOR DE LA CAPA INDIVIDUAL BAJO PRUEBA, PARA EVALUAR LA RELACION ENTRE EL ESPESOR Y LA LONGITUD DE LA DIAGONAL DE LA HUELLA.

#### - 4.2. ACABADO

---

LA SUPERFICIE DEL ESPECIMEN DEBE PREPARARSE DE TAL MANERA QUE SE DEFINAN CLARAMENTE LOS EXTREMOS DE LAS DIAGONALES, Y PUEDAN MEDIRSE CON UNA PRECISION DE  $\pm 0.0005$  MM O  $\pm 0.5$  % DE SU LONGITUD, LO QUE SEA MAYOR. DEBE TENERSE CUIDADO AL PREPARAR EL ESPECIMEN, DE NO REVENIR LA SUPERFICIE DURANTE EL RECTIFICADO DE LA MISMA, O DE NO ENDURECERLA POR TRABAJO MECANICO DURANTE EL PULIDO. LOS ESPECIMENES PARA PRUEBAS CON CARGAS DE 100 GF (0.1 KGF) O MENORES, REQUIEREN UNA PREPARACION METALOGRAFICA CUIDADOSA DE ACUERDO CON LOS METODOS INDICADOS EN LA NORMA B 79 EN VIGOR.

#### - 4.3. ALINEACION

---

EL ESPECIMEN DEBE PREPARARSE DE TAL FORMA QUE SU SUPERFICIE SEA NORMAL AL EJE DEL PENETRADOR CON UNA APROXIMACION DE  $\pm 1$  GRADOS. ESTO PUEDE LLEVARSE A CABO SATISFACTORIAMENTE, MAQUINANDO LA CARA OPUESTA A LA DE PRUEBA PARA LOGRAR EL PARALELISMO ENTRE AMBAS CARAS.

#### - 4.4. RADIO DE CURVATURA.

---

EN TANTO NO SE HAYA REALIZADO SUFICIENTE TRABAJO DE INVESTIGACION PARA DETERMINAR EL EFECTO DEL RADIO DE CURVATURA EN LAS LECTURAS, DEBE TENERSE MUCHO CUIDADO AL INTERPRETAR LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EFECTUADAS EN SUPERFICIES CILINDRICAS.

#### - 4.5. FACTORES DE CORRECCION.

---

LA ISO RECOMIENDA UN METODO PARA CORREGIR LAS LECTURAS DE DUREZA VICKERS EN SUPERFICIES ESFERICAS O CILINDRICAS CUYOS FACTORES SE INDICAN EN LAS TABLAS IV, V, VI.

51

T A B L A I V

FACTORES DE CORRECCION PARA USO EN LAS PRUEBAS DE DUREZA VICKERS EFECTUADAS EN SUPERFICIES ESFERICAS

SUPERFICIE CONVEXA		SUPERFICIE CONCAVA	
D/D1 (A)	FACTOR DE CORRECCION	D/D1 (A)	FACTOR DE CORRECCION
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	1.120
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

(A) D1 = DIAMETRO DE LA ESFERA, EN MM.

D = DIAGONAL MEDIA DE LA HUELLA, EN MILIMETROS.

LOS FACTORES DE CORRECCION ESTAN TABULADOS EN TERMINOS DE LA RELACION DE LA DIAGONAL MEDIA D DE LA HUELLA, AL DIAMETRO D1 DE LA ESFERA O CILINDRO (VER APENDICE).



51 T A B L A V (CONTINUACION)

SUPERFICIE CONVEXA		SUPERFICIE CONCAVA	
D/D1 (A)	FACTOR DE CORRECCION	D/D1 (A)	FACTOR DE CORRECCION
!	!	0.189	!
!	!	0.196	!
!	!	0.203	!
!	!	0.209	!
!	!	0.216	!
!	!	0.222	!
			1.125
			1.130
			1.135
			1.140
			1.145
			1.150

(A) D1 = DIAMETRO DEL CILINDRO, EN MM.

D = DIAGONAL MEDIA DE LA HUELLA, EN MILIMETROS.

T A B L A V I

FACTORES DE CORRECCION PARA USD EN LAS PRUEBAS DE DUREZA VICKERS EFECTUADAS EN SUPERFICIES CILINDRICAS (UNA DIAGONAL PARALELA AL EJE)

SUPERFICIE CONVEXA	
D / D1 (A)	FACTOR DE CORRECCION
0.009	!
0.019	!
0.029	!
0.041	!
0.054	!
	0.995
	0.990
	0.985
	0.980
	0.975
0.068	!
0.085	!
0.104	!
0.126	!
0.153	!
	0.970
	0.965
	0.960
	0.955
	0.950
0.189	!
0.243	!
	0.945
	0.940

51

T A B L A V I (CONTINUACION)

S U P E R F I C I E		C O N C A V A	
D / D1 (A)			FACTOR DE CORRECCION
0.008	!		1.005
0.016	!		1.010
0.023	!		1.015
0.030	!		1.020
0.036	!		1.025
0.042	!		1.030
0.048	!		1.035
0.053	!		1.040
0.058	!		1.045
0.063	!		1.050
0.067	!		1.055
0.071	!		1.060
0.076	!		1.065
0.079	!		1.070
0.083	!		1.075
0.087	!		1.080
0.090	!		1.085
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

(A) D1 = DIAMETRO DEL CILINDRO, EN MM.

D = DIAGONAL MEDIA DE LA HUELLA, EN MM.



## 5. PROCEDIMIENTO

### 5.1. MAGNITUD DE LA CARGA DE PRUEBA.

PUEDEN USARSE CARGAS DE PRUEBA DE 1 GF (0.001 KGF) A 120 KGF, DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE LA PRUEBA. AUNQUE LAS PRUEBAS EN MATERIALES HOMOGENEOS INDICAN QUE EL NUMERO DE DUREZA VICKERS ES PRACTICAMENTE INDEPENDIENTE DE LA CARGA DE PRUEBA, ESTA CONDICION NO SE PRESENTA EN DONDE HAY UN GRADIENTE DE DUREZA DE LA SUPERFICIE AL INTERIOR DEL ESPECIMEN. LA MAGNITUD DE LA CARGA DE PRUEBA DEBE POR LO TANTO INCLUIRSE EN EL INFORME DE LA PRUEBA (VER 7).

### 5.2. APLICACION DE LA CARGA DE PRUEBA.

LA CARGA DE PRUEBA DEBE APLICARSE Y RETIRARSE SUAVEMENTE SIN GOLPES O VIBRACIONES. EL TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA DE PRUEBA COMPLETA DEBE SER DE 10 A 15 S, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA.

### 5.3. ESPACIO ENTRE HUELLAS.

EL CENTRO DE LA HUELLA NO DEBE ESTAR MAS CERCANO A LA ORILLA DEL ESPECIMEN O A OTRA HUELLA QUE UNA DISTANCIA IGUAL A DOS VECES Y MEDIA LA LONGITUD DE LA DIAGONAL DE LA HUELLA. CUANDO SE PRUEBA MATERIAL FORMADO POR VARIAS CAPAS, LA SUPERFICIE DE UNION DEBE CONSIDERARSE COMO UNA ORILLA PARA EL CALCULO DEL ESPACIO ENTRE HUELLAS.

### 5.4. MEDICION DE LA HUELLA.

AMBAS DIAGONALES DE LA HUELLA DEBEN MEDIRSE, Y SU VALOR PROMEDIO DEBE USARSE COMO BASE PARA EL CALCULO DEL NUMERO DE DUREZA VICKERS. SE RECOMIENDA EFECTUAR LA MEDICION CON LA HUELLA CENTRADA, TANTO COMO SEA POSIBLE, EN EL CAMPO OPTICO DEL MICROSCOPIO.

EN EL CASO DE MATERIALES ANISOTROPOS, COMO POR EJEMPLO MATERIALES QUE HAN SIDO TRABAJADOS EXCESIVAMENTE EN FRIO, PUEDE HABER UNA DIFERENCIA ENTRE LAS LONGITUDES DE LAS DOS DIAGONALES DE LA HUELLA. EN TALES CASOS, EL ESPECIMEN DEBE REORIENTARSE DE TAL FORMA QUE LAS DIAGONALES DE UNA NUEVA HUELLA SEAN APROXIMADAMENTE IGUALES.

## 6. CORRELACION A OTRAS ESCALAS DE DUREZA O A VALORES DE RESISTENCIA A LA TENSION

NO EXISTE UN METODO GENERAL PARA CORRELACIONAR CON EXACTITUD LOS NUMEROS DE DUREZA VICKERS A OTRAS ESCALAS DE DUREZA O A VALORES DE RESISTENCIA A LA TENSION. TALES CORRELACIONES SON, EN EL MEJOR DE LOS CASOS, APROXIMACIONES, Y POR LO TANTO DEBEN EVITARSE EXCEPTO PARA CASOS ESPECIALES DONDE SE TENGA UNA BASE

CONFIABLE, OBTENIDA POR PRUEBAS DE COMPARACION.

LA NORMA B 85 INDICA VALORES APROXIMADOS PARA MATERIALES ESPECIFICOS, TALES COMO ACERO, NIQUEL, ALEACIONES AL ALTO NIQUEL Y LATON PARA CARTUCHOS.

Nº 7. INFORME X

*De eg/ en adelante no*

EL INFORME DEBE CONTENER LO SIGUIENTE:

Nº 7.1. EL NUMERO DE DUREZA VICKERS.

Nº 7.2. LA CARGA DE PRUEBA EMPLEADA (VER 2.2).

Nº 7.3. EL TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA, SI ES DIFERENTE DE 10 A 15 SEGUNDOS (VER 2.2).

Nº 8. APENDICE

Nº 8.1. LECTURAS DE DUREZA VICKERS SOBRE SUPERFICIES ESFERICAS O CILINDRICAS.

EN LAS TABLAS IV, V Y VI SE INDICA UN METODO QUE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE NORMALIZACION RECOMIENDA PARA CORREGIR LECTURAS DE DUREZA VICKERS TOMADAS SOBRE SUPERFICIES ESFERICAS O CILINDRICAS. ESTAS TABLAS PROPORCIONAN LOS FACTORES DE CORRECCION QUE DEBEN APLICARSE A LOS VALORES DE DUREZA VICKERS OBTENIDOS CUANDO LAS PRUEBAS SE HAN EFECTUADO EN SUPERFICIES CILINDRICAS O ESFERICAS. LOS FACTORES DE CORRECCION ESTAN TABULADOS EN TERMINOS DE UNA RELACION DE LA DIAGONAL MEDIA D DE LA HUELLA, AL DIAMETRO D1 DE LA ESFERA O CILINDRO. A CONTINUACION SE INDICAN ALGUNOS EJEMPLOS DE APLICACION DE ESTAS TABLAS.

EJEMPLO 1. ESFERA CONVEXA:

DIAMETRO DE LA ESFERA, D1	= 10 MM
CARGA	= 10 KGF
DIAGONAL MEDIA DE LA HUELLA, D	= 0.150 MM
DE LA TABLA II PARA HUELLA DE 0.0150 MM Y 1 KGF	DV = 8242
DE LA TABLA III PARA HUELLA DE 0.150 MM Y 1 KGF	DV = 82.42
PARA 10 KGF DV = 10 * 82.42	= 824.2
CORRECCION D/D1 = 0.150/10	= 0.015
DE LA TABLA IV POR INTERPOLACION FACTOR DE CORRECCION	= 0.983
DUREZA DE LA ESFERA = 824.2 * 0.983	= 810 DV10

EJEMPLO 2. CILINDRO CONCAVO, UNA DIAGONAL PARALELA AL EJE:

DIAMETRO DEL CILINDRO, D1	= 5 MM
CARGA	= 30 KGF
DIAGONAL MEDIA DE LA HUELLA, D	= 0.415 MM

DE LA TABLA II PARA HUELLA DE 0.0415 Y 1 KGF	DV = 1077
DE LA TABLA III PARA HUELLA DE 0.415 Y 1 KGF	DV = 10.77
PARA 30 KGF DV = 30 * 10.77	= 323
CORRECCION D/D1 = 0.415/5	= 0.083
DE LA TABLA IV POR INTERPOLACION FACTOR DE CORRECCION	= 1.075
DUREZA DEL CILINDRO = 323 * 1.075.	= 347 DV30

Nº B.2 VERIFICACION DE LAS MAQUINAS DE PRUEBA PARA DUREZA

---

VICKERS.

---

LO INDICADO EN LOS SIGUIENTES INCISOS (QUE PRINCIPIEN CON B.2), COMPRENDE DOS PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA PARA DUREZA VICKERS, Y UN PROCEDIMIENTO QUE SE RECOMIENDA PARA CONFIRMAR QUE LA MAQUINA NO SE HA DESAJUSTADO DURANTE LAS VERIFICACIONES PERIODICAS DE RUTINA.

B.2.1. LOS DOS METODOS DE VERIFICACION SON LOS SIGUIENTES:

B.2.1.1. VERIFICACION SEPARADA DE LA APLICACION DE LA CARGA, PENETRADOR Y MICROSCOPIO DE MEDICION.

B.2.1.2. VERIFICACION MEDIANTE BLOQUES PATRON DE DUREZA.

EL PRIMER PROCEDIMIENTO B.2.1.1., ES OBLIGATORIO PARA LAS MAQUINAS NUEVAS Y RECONSTRUIDAS.

EL SEGUNDO, PROCEDIMIENTO B.2.1.2., DEBE USARSE PARA VERIFICAR LAS MAQUINAS EN SERVICIO.

B.2.2. REQUISITOS GENERALES.

B.2.2.1. ANTES DE VERIFICAR UNA MAQUINA DE DUREZA VICKERS, ESTA DEBE EXAMINARSE PARA ASEGURARSE DE LO SIGUIENTE:

QUE LA MAQUINA ESTA MONTADA CORRECTAMENTE.

QUE EL PORTA PENETRADOR ESTA MONTADO NORMALMENTE.

QUE LA CARGA PUEDA APLICARSE Y RETIRARSE SIN GOLPES, NI VIBRACIONES QUE AFECTEN LAS LECTURAS DE DUREZA.

B.2.2.2. SI EL DISPOSITIVO DE MEDICION ESTA INTEGRADO CON LA MAQUINA, ESTA DEBE EXAMINARSE PARA ASEGURARSE DE LO SIGUIENTE:

QUE EL CAMBIO DE CARGA O MEDICION NO AFECTA LAS LECTURAS.

QUE EL METODO DE ILUMINACION NO AFECTA LAS LECTURAS.

QUE EL CENTRO DE LA HUELLA QUEDA EN EL CENTRO DEL CAMPO OPTICO.

B.2.3. VERIFICACION.

B.2.3.1. VERIFICACION SEPARADA DE LA APLICACION DE LA CARGA, PENETRADOR Y MICROSCOPIO DE MEDICION:

#### 8. 2. 3. 1. 1. APLICACION DE LA CARGA.

LA CARGA APLICADA DEBE VERIFICARSE MEDIANTE EL USO DE PESOS MUERTOS Y PALANCAS DE PRUEBA, O POR UN DISPOSITIVO ELASTICO DE CALIBRACION, O RESORTES. LA VERIFICACION SE LLEVA A CABO MEDIANTE CUALQUIER PROCEDIMIENTO DE LOS INDICADOS EN LA NORMA B 80. LOS PESOS MUERTOS O LOS DISPOSITIVOS DE CALIBRACION DEBEN TENER UNA EXACTITUD DENTRO DE  $\pm 0.2\%$ . LAS MAQUINAS DE PRUEBA DE DUREZA VICKERS DEBEN VERIFICARSE A UN MINIMO DE TRES CARGAS APLICADAS, INCLUYENDO LA CARGA DE PRUEBA ESPECIFICADA. DEBEN TOMARSE CUANDO MENOS TRES LECTURAS CON CADA CARGA. UNA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA VICKERS SE CONSIDERA ACEPTABLE PARA UN INTERVALO DE CARGA DENTRO DEL CUAL EL ERROR DE LA MAQUINA NO EXCEDA DE  $\pm 1\%$ .

#### 8. 2. 3. 1. 2. PENETRADOR.

LA FORMA DEL PENETRADOR DE DIAMANTE DEBE VERIFICARSE POR MEDICION DIRECTA DE SU FORMA O POR MEDICION DE SU PROYECCION EN UN PROYECTOR DE SOMBRAS O UN COMPARADOR OPTICO. EL ANGULO ENTRE LAS CARAS OPUESTAS DE LA PIRAMIDE DEBE SER DE  $136$  GRADOS  $\pm 30$  MINUTOS. LAS CUATRO CARAS DEBEN ESTAR IGUALMENTE INCLINADAS CON RELACION AL EJE DE LA PIRAMIDE DENTRO DE  $\pm 30$  MINUTOS. LAS CUATRO CARAS DE LOS PENETRADORES USADOS PARA PRUEBAS DE LABORATORIO O DE RUTINA, DEBEN INTERSECTARSE FORMANDO UNA ARISTA NO MAYOR DE  $0.001$  MM DE LONGITUD (VER FIGURA NO. 2).

LAS CUATRO CARAS DE LOS PENETRADORES USADOS PARA CALIBRAR LOS BLOQUES PATRON DE DUREZA, DEBEN INTERSECTARSE FORMANDO UNA ARISTA NO MAYOR DE  $0.0005$  MM (VER FIGURA NO. 3). EL CUADRILATERO QUE SE FORME POR LA INTERSECCION DE LAS CUATRO CARAS CON UN PLANO PERPENDICULAR AL EJE DEL PENETRADOR DEBE TENER ANGULOS DE  $90$  GRADOS  $\pm 12$  MINUTOS.

#### 8. 2. 3. 1. 3. MICROSCOPIO DE MEDICION.

EL MICROSCOPIO DE MEDICION O CUALQUIER OTRO DISPOSITIVO PARA MEDIR LAS DIAGONALES DE LA HUELLA, DEBE CALIBRARSE CONTRA UNA ESCALA LINEAL GRADUADA CON EXACTITUD (MICROMETRO DE PLATINA). LOS ERRORES DE LA ESCALA LINEAL GRADUADA NO DEBEN EXCEDER DE  $0.05$  MICRONES ( $0.00005$  MM) O  $0.05\%$  DE CUALQUIER INTERVALO, LO QUE SEA MAYOR. EL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE CALIBRARSE EN TODO EL INTERVALO DE SU USO Y DEBE ESCOGERSE UN FACTOR DE CALIBRACION TAL QUE EL ERROR NO EXCEDA DE  $\pm 0.5\%$ . PUEDE SER NECESARIO DIVIDIR EL INTERVALO COMPLETO DEL MICROSCOPIO DE MEDICION EN VARIOS INTERVALOS, CADA UNO CON SU PROPIO FACTOR.

#### 8. 2. 3. 2. VERIFICACION POR EL METODO DEL BLOQUE PATRON DE PRUEBA.

8. 2. 3. 2. 1. UNA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA VICKERS QUE SE USE PARA PRUEBAS DE RUTINA UNICAMENTE, PUEDE VERIFICARSE EFECTUANDO UNA SERIE DE IMPRESIONES EN BLOQUES PATRON DE PRUEBA (VER 8. 3. ).

8. 2. 3. 2. 2. DEBEN EFECTUARSE CUANDO MENOS  $5$  LECTURAS DE DUREZA VICKERS EN UN MINIMO DE TRES BLOQUES DE DISTINTOS NIVELES DE DUREZA, EMPLEANDO UNA O VARIAS CARGAS DE PRUEBA TAL COMO LO

ESPECIFIQUE EL USUARIO Y CON UN TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA DE 12 SEGUNDOS.

8.2.3.2.3. LAS MAQUINAS DE PRUEBA DE DUREZA VICKERS DEBEN CONSIDERARSE VERIFICADAS SI LA DIAGONAL MEDIA DE 5 IMPRESIONES DE DUREZA CUMPLE CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN 8.2.5.2.

8.2.3.2.4. LA VERIFICACION CON BLOQUES PATRON DE PRUEBA NO SE RECOMIENDA SI LA COMBINACION DE DUREZA Y CARGAS DE PRUEBA, DA POR RESULTADO IMPRESIONES QUE TENGAN DIAGONALES MENORES DE 20 MICRONES (0.020 MM) PORQUE BAJO TALES CONDICIONES EL ERROR EN EL MICROSCOPIO DE MEDICION PUEDE REPRESENTAR UN PORCENTAJE SIGNIFICANTE DE LA LONGITUD DE LA DIAGONAL. BAJO ESTAS CIRCUNSTANCIAS ESTE METODO DE VERIFICACION NO SE RECOMIENDA SATISFACTORIO.

8.2.4. PROCEDIMIENTO PARA VERIFICACIONES PERIODICAS POR EL USUARIO.

8.2.4.1.: LA VERIFICACION POR MEDIO DE BLOQUES PATRON DE DUREZA (8.2.3.2.2.), ES DEMASIADO LABORIOSA PARA SU USO DIARIO. EN SU LUGAR SE RECOMIENDA EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO:

8.2.4.1.1. PUEDE EFECTUARSE CUANDO MENOS UNA PRUEBA DE VERIFICACION DE RUTINA CADA DIA QUE SE USE LA MAQUINA.

8.2.4.1.2. ANTES DE HACERSE ESTA PRUEBA SE DEBE VERIFICAR QUE LA LECTURA DE  $\bar{O}$  DEL APARATO DE MEDICION ESTE AJUSTADO CORRECTAMENTE.

8.2.4.1.3. PUEDEN EFECTUARSE CUANDO MENOS 5 LECTURAS DE DUREZA EN UN BLOQUE PATRON DE PRUEBA EN LA ESCALA Y AL NIVEL DE DUREZA AL CUAL SE ESTA USANDO LA MAQUINA. SI LOS VALORES CAEN DENTRO DEL INTERVALO DEL BLOQUE PATRON DE PRUEBA, SE PUEDE CONSIDERAR QUE LA MAQUINA ESTA AJUSTADA SATISFACTORIAMENTE; SI NO, DEBE VERIFICARSE LA MAQUINA TAL COMO SE DESCRIBE EN 8.2.3.2.2.

8.2.5. REPETIBILIDAD Y ERROR.

8.2.5.1. REPETIBILIDAD.

8.2.5.1.1. PARA CADA BLOQUE PATRON DE PRUEBA, SEAN D1, D2, . . . . . D5, LAS MEDIAS ARITMETICAS DE LAS DIAGONALES DE LAS IMPRESIONES, ORDENADAS EN MAGNITUD CRECIENTE.

8.2.5.1.2. LA REPETIBILIDAD DE LA MAQUINA PARA LA VERIFICACION PARTICULAR, SE EXPRESA POR LA CANTIDAD  $D5 - D1$ .

8.2.5.1.3. LA REPETIBILIDAD DE LA MAQUINA VERIFICADA SE CONSIDERA SATISFACTORIA SI SATISFACE LAS CONDICIONES DE LA TABLA VII.

T A B L A    V I I

REPETIBILIDAD DE LAS MAQUINAS DE PRUEBA

INTERVALO DE DUREZA STANDARD PARA LOS BLOQUES PATRON.	LA REPETIBILIDAD DE LA MAQUINA DEBE SER MENOR DE:	EJEMPLOS DE EQUIVALENCIAS DE UNIDADES DE DUREZA
PARA CARGAS DE 10F HASTA 1 KGF		
DE 100 HASTA 240	5 % DE DM (A), (B)	10-100 DV; 20-200 DV
DE 240 HASTA 600	4 % DE DM (A), (B)	24-300 DV; 48-600 DV
MAYORES DE 600	3 % DE DM (A), (B)	42-700 DV
PARA CARGAS MAYORES DE 1 KGF.		
DE 100 HASTA 240	4 % DE DM (A), (B)	8-100 DV; 16-200 DV
DE 240 HASTA 600	3 % DE DM (A), (B)	18-300 DV; 36-600 DV
MAYORES DE 600	2 % DE DM (A), (B)	28-700 DV

(A)  $DM = (D1 + D2 + \dots + D5) / 5$

(B) EN TODOS LOS CASOS LA REPETIBILIDAD ES EL PORCENTAJE DADO EN .001 MM O (1 MICRA) LO QUE SEA MAYOR.

8. 2. 5. 2. ERROR

8. 2. 5. 2. 1. EL ERROR DE LA MAQUINA BAJO LAS CONDICIONES DE LA VERIFICACION PARTICULAR SE EXPRESA POR LA CANTIDAD DM - D, EN DONDE  $DM = (D1 + D2 + \dots + D5) / 5$  Y "D", ES LA DIAGONAL MEDIA OBTENIDA DE LAS HUELLAS EN EL BLOQUE PATRON DE PRUEBA.

8. 2. 5. 2. 2. LA DIAGONAL MEDIA DE LAS 5 IMPRESIONES NO DEBE DIFERIR DE LA DIAGONAL MEDIA CORRESPONDIENTE A LA DUREZA VICKERS DEL BLOQUE PATRON DE PRUEBA EN MAS DE 2% O 0.5 MICRAS (0.0005 MM), LO QUE SEA MAYOR.

8. 3. CALIBRACION DE BLOQUES PATRON DE DUREZA PARA LAS  
MAQUINAS DE DUREZA VICKERS

LO INDICADO EN ESTA PARTE (INCISOS QUE PRINCIPIAN CON 8. 3. ) COMPRENDE LA CALIBRACION DE LOS BLOQUES PATRON DE PRUEBA PARA LA VERIFICACION DE LAS MAQUINAS DE DUREZA VICKERS.

8. 3. 1. MANUFACTURA.

8. 3. 1. 1. CADA BLOQUE DE METAL QUE VA A USARSE COMO PATRON DEBE TENER UN ESPESOR MINIMO DE 6 MM.

8. 3. 1. 2. CADA BLOQUE DEBE ESTAR PREPARADO ESPECIALMENTE Y

TRATADO TERMICAMENTE PARA DARLE LA HOMOGENEIDAD Y LA ESTABILIDAD NECESARIAS A SU ESTRUCTURA.

8.3.1.3. CADA BLOQUE, SI ES DE ACERO DEBE SER DESMAGNETIZADO POR EL FABRICANTE Y MANTENIDO EN ESAS CONDICIONES POR EL USUARIO.

8.3.1.4. LA SUPERFICIE INFERIOR DEL BLOQUE DE PRUEBA DEBE TENER UN ACABADO DE RECTIFICADO FINO.

8.3.1.5. LA SUPERFICIE DE PRUEBA (SUPERIOR), DEBE ESTAR PULIDA Y LIBRE DE RAYADURAS QUE INTERFIERAN CON LAS MEDICIONES DE LAS DIAGONALES DE LA IMPRESION.

LA ALTURA DE LA RUGOSIDAD MEDIA DE LA SUPERFICIE NO DEBE EXCEDER DE 0.0001 MM EN PROMEDIO DE LA LINEA CENTRAL.

8.3.1.6. PARA ASEGURAR QUE NO SE HA REMOVIDO NINGUN MATERIAL DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEL BLOQUE PATRON DE DUREZA, DEBE MARCARSE UNA SENAL OFICIAL DE SU ESPESOR EN LA FECHA DE CALIBRACION, SOBRE LA SUPERFICIE DE PRUEBA, CON UNA EXACTITUD DE  $\pm 10$  MM.

### 8.3.2. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION.

8.3.2.1. LOS BLOQUES PATRON DE DUREZA DEBEN CALIBRARSE EN UNA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA VICKERS VERIFICADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE 8.2.1.1.

8.3.2.2. EL MECANISMO QUE CONTROLE LA APLICACION DE LA CARGA DEBE CUMPLIR CON LO SIGUIENTE:

DEBE TENER UN DISPOSITIVO TAL COMO UN RESORTE, PARA REDUCIR LA VELOCIDAD DE AVANCE DEL PENETRADOR DURANTE EL PERIODO DE APLICACION DE LA CARGA D:

DEBE CONTAR CON UN DISPOSITIVO PARA MANTENER UNA VELOCIDAD CONSTANTE DE AVANCE DEL PENETRADOR.

8.3.2.3. LA CARGA TOTAL DEBE MANTENERSE DURANTE 12 SEGUNDOS.

### 8.3.3. NUMERO DE IMPRESIONES.

8.3.3.1. DEBEN EFECTUARSE COMO MINIMO 5, PERO DE PREFERENCIA 10 IMPRESIONES DISTRIBUIDAS AL AZAR, EN CADA BLOQUE DE PRUEBA.

### 8.3.4. MEDICION DE LAS DIAGONALES DE LA IMPRESION.

8.3.4.1. EL SISTEMA DE ILUMINACION DEL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE AJUSTARSE DE TAL MANERA QUE SE OBTENGA UNA INTENSIDAD UNIFORME SOBRE EL CAMPO VISUAL Y EL MAXIMO CONTRASTE ENTRE LA IMPRESION Y LA SUPERFICIE NO AFECTADA DEL BLOQUE.

8.3.4.2. EL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE ESTAR GRADUADO PARA LEER 0.001 MM Y ESTIMAR HASTA  $\pm 0.0002$  MM.

8.3.4.3. EL MICROSCOPIO DE MEDICION DEBE VERIFICARSE

PERIODICAMENTE MEDIANTE UN MICROMETRO DE PLATINA O POR ALGUN OTRO MEDIO ADECUADO. PARA ASEGURAR QUE LA DIFERENCIA ENTRE LAS LECTURAS QUE CORRESPONDEN A CUALESQUIERA DOS DIVISIONES DEL INSTRUMENTO, ES CORRECTA DENTRO DE  $\pm 0.0005$  MM.

B. 3. 4. 4. SE RECOMIENDA QUE CADA IMPRESION SEA MEDIDA POR DOS OBSERVADORES.

B. 3. 5. REPETIBILIDAD.

B. 3. 5. 1. SEAN  $D_1, D_2, \dots, D_N$  LOS VALORES MEDIOS DE LAS DIAGONALES MEDIDAS POR UN OBSERVADOR, ORDENADAS EN MAGNITUD CRECIENTE.

B. 3. 5. 2. LA REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS EN EL BLOQUE SE DEFINE COMO  $(D_{10} - D_1)$ , CUANDO SE HAN EFECTUADO 10 LECTURAS, O  $1.32(D_5 - D_1)$  CUANDO SE HAN EFECTUADO 5 LECTURAS.

B. 3. 6. UNIFORMIDAD EN LA DUREZA.

B. 3. 6. 1. A MENOS QUE LA REPETIBILIDAD EN LAS LECTURAS DE DUREZA MEDIDA POR LAS DIAGONALES MEDIAS DE 5 O 10 IMPRESIONES ESTE DENTRO DE LOS LIMITES DE LA TABLA VIII, EL BLOQUE NO PUEDE CONSIDERARSE SUFICIENTEMENTE UNIFORME PARA PROPOSITOS DE CALIBRACION.

T A B L A V I I I

REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE DUREZA

INTERVALO DE DUREZAS ESTANDARD PARA LOS BLOQUES PATRON	LA REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE LOS BLOQUES PATRON DEBE SER MENOR DE:
PARA CARGAS DE 1 GF HASTA 1 KGF:	
DE 100 HASTA 240	4 % DE DM (A), (B)
MAYORES DE 240 HASTA 600	3 % DE DM (A), (B)
MAYORES DE 600	2 % DE DM (A), (B)
PARA CARGAS MAYORES DE 1 KGF:	
DE 100 HASTA 240	3 % DE DM (A), (B)
MAYORES DE 240 HASTA 600	2 % DE DM (A), (B)
MAYORES DE 600	1.5 % DE DM (A), (B)

$$(A) DM = (D_1 + D_2 + \dots + D_N) / N$$

(B) EN TODOS LOS CASOS LA REPETIBILIDAD ES EL PORCENTAJE DADO O 0.001 MM (1 MICRA) LO QUE SEA MAYOR.

B. 3. 7. MARCADO.



B. 3. 7. 1. CADA BLOQUE DEBE MARCARSE CON LO SIGUIENTE:

MEDIA ARITMETICA DE LOS VALORES DE DUREZA ENCONTRADOS EN LA PRUEBA DE CALIBRACION (VER 2. 2. ).

EL NOMBRE O MARCA DEL PROVEEDOR.

EL NUMERO DE SERIE DEL BLOQUE.

EL ESPESOR DEL BLOQUE DE PRUEBA O UNA MARCA OFICIAL EN LA SUPERFICIE SUPERIOR (VER 8. 3. 1. 6. ).

TODAS LAS MARCAS, EXCEPTO LA MARCA OFICIAL O LA DEL ESPESOR DEBEN COLOCARSE SOBRE UNA DE LAS CARAS LATERALES DEL BLOQUE; DICHAS MARCAS DEBEN ESTAR HACIA ARRIBA CUANDO LA SUPERFICIE DE PRUEBA ES LA SUPERIOR.

#### B. 4. NORMAS A CONSULTAR

---

B 309 "NOMENCLATURA PARA TERMINOS USADOS EN LOS METODOS DE PRUEBA MECANICOS"

B 85 "TABLAS DE CONVERSION DE DUREZA".

B 80 "METODO PARA VERIFICAR LAS MAQUINAS DE PRUEBA".

B 79 "METODO PARA LA PREPARACION DE ESPECIMENES METALOGRAFICOS".

#### B. 5. BIBLIOGRAFIA.

---

ASTM E 92 - 67; BS 427: PART 1:1961; ISO R - 81 - 1967

#### B. 6. PARTICIPANTES.

---

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

ALTOS HORNOS DE MEXICO, S. A.

TUBACERO, S. A.

FUNDIDORA MONTERREY, S. A.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.

INDUSTRIAS MONTERREY, S. A.

CAMPOS HERMANOS, S. A.

INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM.

COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE MEXICO

VEHICULOS AUTOMOBILES MEXICANOS, S. A. DE C. V.

FORD MOTOR COMPANY, S. A.

COLEGIO DE INGENIEROS MECANICOS Y ELECTRICISTAS.

— METODO DE PRUEBA PARA LA DETRMINACION DE LAS

DUREZAS ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL DE

MATERIALES METALICOS.

-1. ALCANCE

---

ESTA NORMA ESTABLECE EL METODO PARA LA DETERMINACION DE LA DUREZA ROCKWELL Y DE LA DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL. EN EL APENDICE, COMO INFORMACION, SE INCLUYEN LA VERIFICACION DE LAS MAQUINAS PARA LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL Y LA CALIBRACION DE LOS BLOQUES PATRON.

-2. DEFINICIONES

---

> 2.1. PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL.

---

ES UNA PRUEBA DE DUREZA POR PENETRACION, EN LA CUAL SE USA UNA MAQUINA CALIBRADA PARA PRESIONAR UN PENETRADOR DE DIAMANTE ESFEROCONICO O UN PENETRADOR ESFERICO DE ACERO DURO, BAJO CONDICIONES ESPECIFICADAS, SOBRE LA SUPERFICIE DEL MATERIAL BAJO PRUEBA EN DOS OPERACIONES, Y SE MIDE LA DIFERENCIA EN PROFUNDIDAD DE LA HUELLA BAJO LAS CONDICIONES ESPECIFICADAS DE LAS CARGAS MAYOR Y MENOR.

2.2. PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL.

---

ES LA MISMA QUE LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL, EXCEPTO QUE SE USAN CARGAS MENORES.

2.3. NÚMERO DE DUREZA ROCKWELL, DR

---

ES UN NUMERO DERIVADO DEL INCREMENTO NETO EN LA PROFUNDIDAD DE UNA HUELLA DEBIDA A LA APLICACION DE UNA CARGA SOBRE UN PENETRADOR, DICHA CARGA SE INCREMENTA A PARTIR DE UNA CARGA FIJA, DENOMINADA MENOR, HASTA UNA CARGA, DENOMINADA MAYOR; POSTERIORMENTE SE REGRESA A LA CARGA MENOR.

> 2.3.1. LOS PENETRADORES PARA LA DETERMINACION DE LA DUREZA ROCKWELL SON DIAMANTES ESFEROCONICOS, QUE TIENEN UN ANGULO INCLUIDO DE 120 GRADOS CON UN EXTREMO ESFERICO QUE TIENE UN RADIO DE 0.200 MM, Y PENETRADORES ESFERICOS DE ACERO DE VARIOS DIAMETROS ESPECIFICADOS.

-2.3.2. LOS NUMEROS DE DUREZA ROCKWELL SE EXPRESAN SIEMPRE CON UN SIMBOLO DE ESCALA, QUE INDICA EL PENETRADOR, LA CARGA Y LA ESCALA USADA.

> 2.4. NUMERO DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL.

---

VER NUMERO DE DUREZA ROCKWELL.

-2.5. VERIFICACION

---

ES EL PROCEDIMIENTO DE PRUEBA, PARA ASEGURAR QUE LAS MEDICIONES SE EFECTUAN DE ACUERDO CON LO ESPECIFICADO.

## 2. 6. CALIBRACION

ES LA DETERMINACION DE LOS VALORES DE LOS PARAMETROS SIGNIFICATIVOS, POR COMPARACION CON VALORES INDICADOS POR UN INSTRUMENTO DE REFERENCIA, O POR UN JUEGO DE PATRONES DE REFERENCIA.

## 3. DUREZA ROCKWELL

### 3. 1. PRINCIPIOS GENERALES.

LOS PRINCIPIOS GENERALES DE LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SE ILUSTRAN EN LA FIGURA NO. 1 (PENETRADOR DE DIAMANTE), EN LA FIGURA NO. 2 (PENETRADOR DE BALIN) Y EN LAS TABLAS NO. I Y NO. II.

51

T A B L A I

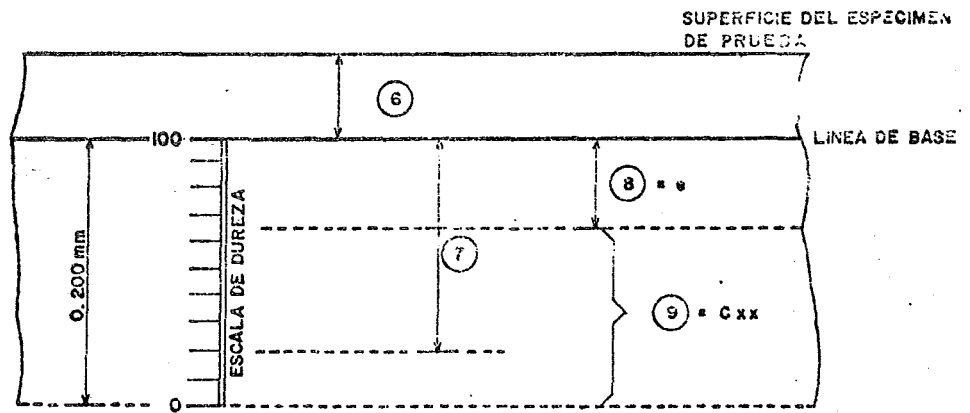
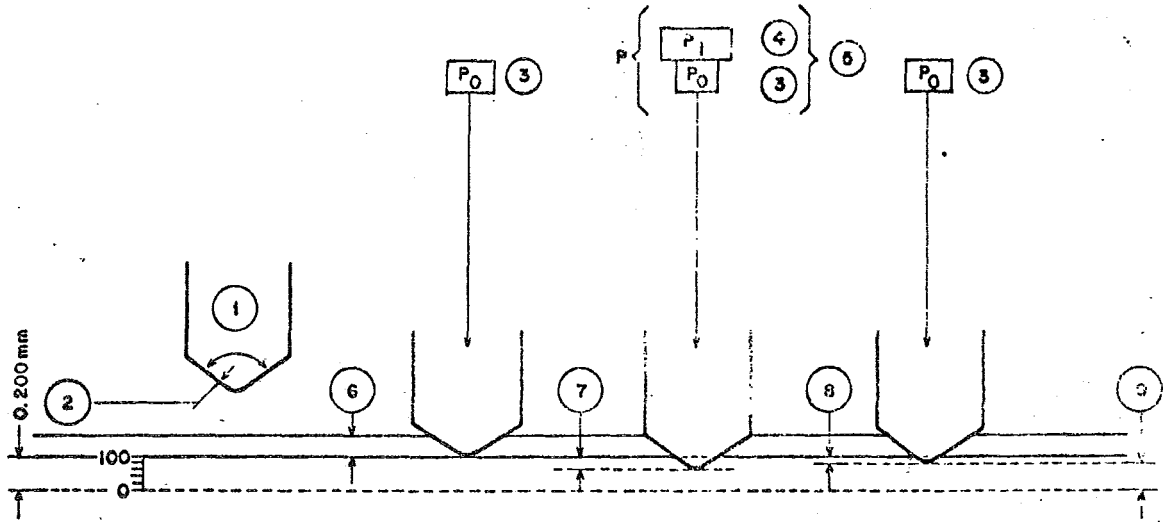
SIMBOLOS Y DESIGNACIONES DE LA FIGURA NO. 1

NUMERO	SIMBOLO	DESIGNACION
1	---	!ANGULO EN EL VERTICE DEL PENETRADOR DE !DIAMANTE (120 GRADOS).
2	---	!RADIO DE CURVATURA EN EL VERTICE DEL !CONO 0.200 MM).
3	P0	!CARGA MENOR = 10 KGF
4	P1	!CARGA ADICIONAL = 90 O 140 KGF
5	P	!CARGA MAYOR = P0 + P1 = 100 O 150 KGF
6	---	!PROFUNDIDAD DE LA HUELLA BAJO LA CARGA MENOR !ANTES DE LA APLICACION DE LA CARGA ADICIONAL.
7	---	!AUMENTO EN LA PROFUNDIDAD DE LA HUELLA BAJO !LA CARGA ADICIONAL.
8	E	!AUMENTO PERMANENTE EN LA PROFUNDIDAD DE LA !HUELLA BAJO LA CARGA MENOR DESPUES DE CESAR !LA CARGA ADICIONAL. ESTE AUMENTO SE EXPRESA !EN UNIDADES DE 0.002 MM.
9	DRA XX	!DUREZA ROCKWELL A = 100 - E
10	DRC XX	!DUREZA ROCKWELL C = 100 - E

T A B L A I I

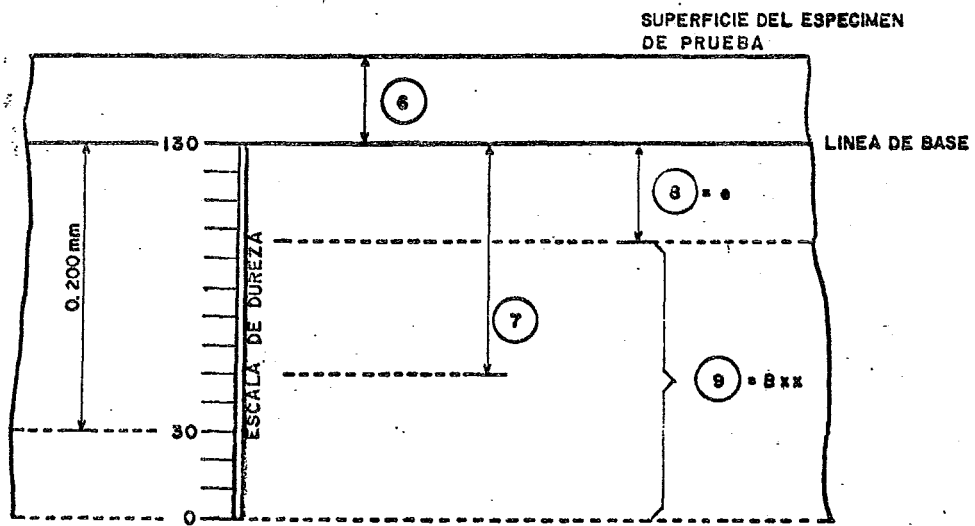
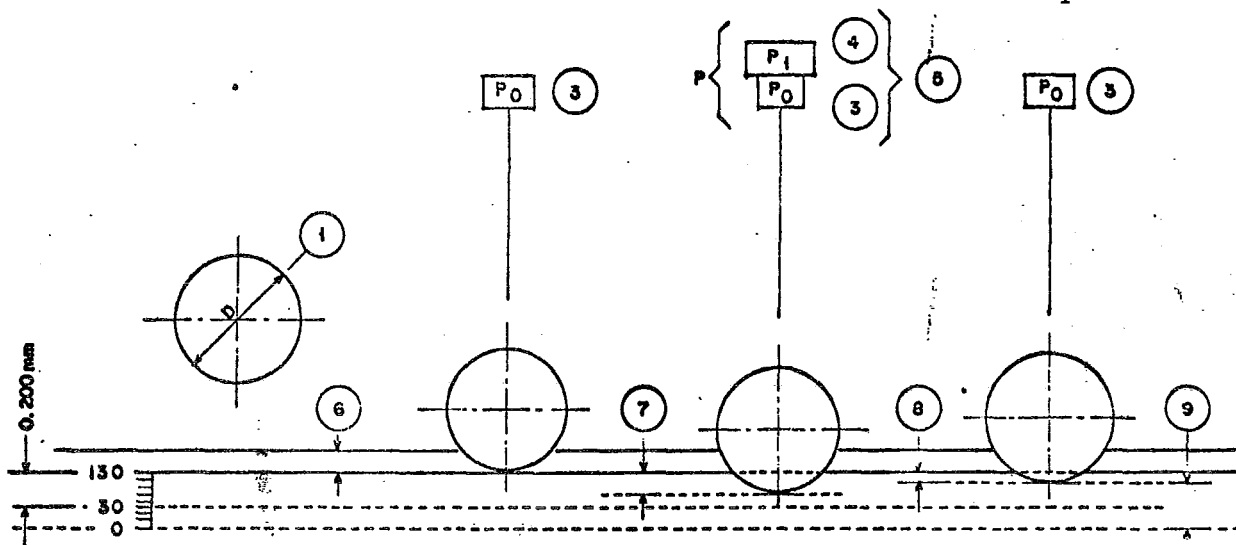
SIMBOLOS Y DESIGNACIONES DE LA FIGURA NO. 2

NUMERO	SIMBOLO	DESIGNACION
1	D	!DIAMETRO DEL PENETRADOR ESFERICO = 1.588 MM
3	P0	!CARGA MENOR = 10 KGF
4	P1	!CARGA ADICIONAL = 90 KGF
5	P	!CARGA MAYOR = P0 + P1 = 10 + 50, 90 O 140 = != 60, 100 O 150 KGF
6	---	!PROFUNDIDAD DE LA HUELLA BAJO LA CARGA MENOR, !ANTES DE LA APLICACION DE LA CARGA ADICIONAL
7	---	!AUMENTO EN LA PROFUNDIDAD DE LA HUELLA BAJO !LA CARGA ADICIONAL.
8	E	!AUMENTO PERMANENTE EN LA PROFUNDIDAD DE LA !HUELLA, BAJO LA CARGA MENOR, DESPUES DE CESAR !LA CARGA ADICIONAL; ESTE AUMENTO SE EXPRESA !EN UNIDADES DE 0.002 MM.
9	DRF XX	!DUREZA ROCKWELL F = 130 - E
10	DRB XX	!DUREZA ROCKWELL B = 130 - E
11	DRG XX	!DUREZA ROCKWELL G = 130 - E



PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL CON PENETRADOR DE  
DIAMANTE ( ROCKWELL C ) ( VER TABLA I )

FIG.- 1



PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL CON PENETRADOR DE BALIN DE ACERO (ROCKWELL-B) (VER TABLA II)

FIG.- 2



### 3.2. DESCRIPCION DE LA MAQUINA Y DEL METODO DE PRUEBA

---

LA MAQUINA PARA HACER LAS DETERMINACIONES DE DUREZA ROCKWELL ES ESENCIALMENTE UNA MAQUINA QUE MIDE LA DUREZA DE LOS METALES, DETERMINANDO LA PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE UN PENETRADOR EN EL ESPECIMEN, BAJO CIERTAS CONDICIONES DE PRUEBA, FIJADAS ARBITRARIAMENTE. EL PENETRADOR PUEDE SER UN PENETRADOR ESFEROCONICO DE DIAMANTE O UN PENETRADOR ESFERICO DE ACERO. EL VALOR DE LA DUREZA, LEIDO EN LA CARATULA DE LA MAQUINA, ES UN NUMERO ARBITRARIO, QUE RELACIONA ENTRE SI LAS PROFUNDIDADES DE LAS MARCAS CAUSADAS POR DOS IMPRESIONES SUPERPUESTAS, Y DEBIDO A QUE LAS ESCALAS ESTAN INVERTIDAS, EL NUMERO ES TANTO MAYOR CUANTO MAS DURO ES EL MATERIAL. SE APLICA PRIMERO UNA CARGA MENOR DE 10 KGF, QUE CAUSA UNA PENETRACION INICIAL, LA CUAL FIJA AL PENETRADOR SOBRE EL MATERIAL Y LO MANTIENE EN POSICION. SE PONE LA CARATULA EN EL CERO DE LA ESCALA DE NUMERO EN NEGRO, Y SE APLICA LA CARGA MAYOR. ESTA CARGA MAYOR ES LA CARGA TOTAL APLICADA, LA PROFUNDIDAD MEDIDA DEPENDE SOLAMENTE DEL INCREMENTO EN PROFUNDIDAD DEBIDO AL AUMENTO DE CARGA DESDE MENOR A MAYOR. DESPUES DE QUE SE APLICA LA CARGA MAYOR Y SE RETIRA, DE ACUERDO CON ESTE PROCEDIMIENTO, SE TOMA LA LECTURA MIENTRAS QUE LA CARGA MENOR ESTA AUN ACTUANDO. LA CARGA MAYOR ES USUALMENTE DE 150 KGF, CUANDO SE EMPLEA UN PENETRADOR ESFEROCONICO DE DIAMANTE, Y GENERALMENTE DE 60 O 100 KGF CUANDO SE EMPLEA UN PENETRADOR ESFERICO DE ACERO, PERO PUEDEN USARSE OTRAS CARGAS SI SE CONSIDERA NECESARIO. EL PENETRADOR ESFERICO TIENE NORMALMENTE 1.588 MM DE DIAMETRO, PERO PUEDEN EMPLEARSE PENETRADORES DE DIAMETROS MAYORES, TALES COMO 3.175 MM; 6.350 MM O 12.700 MM, PARA METALES DE BAJA DUREZA. SE PROPORCIONA ASI UNA VARIEDAD DE CARGAS Y PENETRADORES, Y LA EXPERIENCIA DECIDE LA MEJOR COMBINACION POR USAR.

### 3.3. ESCALA DE DUREZA ROCKWELL.

---

LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL SON USUALMENTE DETERMINADOS DE ACUERDO CON UNA DE LAS ESCALAS NORMALES ESPECIFICADAS EN LA TABLA III.

NO HAY VALORES DE DUREZA ROCKWELL DESIGNADOS MEDIANTE UNA SOLA CIFRA, PUES ES NECESARIO INDICAR EL PENETRADOR Y LA CARGA QUE HAN SIDO EMPLEADOS AL HACER LA PRUEBA. EN TODOS LOS CASOS LA CARGA MENOR ES DE 10 KGF DE MODO QUE LA AGUJA MARQUE "AJUSTE" (SET) (CO O B 30).

EL PENETRADOR DE DIAMANTE NO SE RECOMIENDA PARA MATERIALES QUE DEN LECTURAS MENORES DE 20. NO SE RECOMIENDA EL USO DE PENETRADORES ESFERICOS, PARA MATERIALES QUE DEN LECTURAS MAYORES DE 100, PRINCIPALMENTE POR LA FALTA DE SENSIBILIDAD Y POR EL POSIBLE APLASTAMIENTO DEL PENETRADOR ESFERICO.

PARA LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL, UN NUMERO ROCKWELL REPRESENTA 0.002 MM DE MOVIMIENTO DEL PENETRADOR. LA APLICACION TIPICA DE VARIAS ESCALAS SE MUESTRA EN LA TABLA III.

51  
T A B L A I I I  
ESCALAS DE DUREZA ROCKWELL.

SIMBOLO DE ESCALA	PENETRADOR	CARGA MAYOR EN KGF	COLOR DE LOS NUMEROS DE LA CARATULA	APLICACIONES TIPICAS DE LAS ESCALAS
B	ESFERICO DE 1.588 MM.	100	ROJO	ALEACIONES DE COBRE, ACEROS SUAVES, ALEACIONES DE ALUMINIO, HIERRO MALEABLE ETC.
C	DIAMANTE	150	NEGRO	ACEROS, HIERROS COLADOS DUROS, HIERRO MALEABLE PERLITICO, TITANIO, ACERO DE SUPERFICIE PROFUNDA ENDURECIDA, Y OTROS MATERIALES MAS Duros DE B 100
A	DIAMANTE	60	NEGRO	CARBUROS CEMENTADOS, ACERO DELGADO Y ACERO DE SUPERFICIE ENDURECIDA NO PROFUNDA.
D	DIAMANTE	100	NEGRO	ACERO DELGADO Y ACERO DE SUPERFICIE ENDURECIDA MEDIA, Y HIERRO PERLITICO MALEABLE.
E	ESFERICO DE 3.175 MM	100	ROJO	FUNDICIONES, ALEACIONES DE ALUMINIO Y MAGNESIO
F	ESFERICO DE 1.588 MM	60	ROJO	METALES PARA CHUMACERAS ALEACIONES DE COBRE RECOCIDAS, METALES DELGADOS Y SUAVES EN HOJAS.
G	ESFERICO DE 1.588 MM	150	ROJO	HIERRO MALEABLE, ALEACIONES DE COBRE-NIQUEL ZINC. LIMITE SUPERIOR 92 PARA EVITAR POSIBLE APLASTAMIENTO DEL PENETRADOR ESFERICO.
H	ESFERICO DE 3.175 MM	60	ROJO	ALUMINIO, ZINC, PLOMO
K	ESFERICO DE 3.175 MM	150	ROJO	METALES PARA CHUMACERAS Y OTROS MATERIALES MAS SUAVES.
L	ESFERICO DE 6.350 MM	60	ROJO	SE EL PENETRADOR MAS PEQUENO Y LA CARGA MAS GRANDE QUE NO DEJE HUELLA EN LA SUPERFICIE
M	ESFERICO DE 6.350 MM	100	ROJO	OPUESTA DE LA PRUEBA.
P	ESFERICO DE 6.350 MM	150	ROJO	
R	ESFERICO DE 12.70 MM	60	ROJO	
S	ESFERICO DE 12.70 MM	100	ROJO	
V	ESFERICO DE 12.70 MM	150	ROJO	

HAY MUCHOS CASOS EN LOS CUALES PUEDE USARSE MAS DE UNA ESCALA. ES DESEABLE EMPLEAR EL PENETRADOR ESFERICO MAS PEQUENO QUE PUEDA SER ADECUADAMENTE USADO, DEBIDO A LA PERDIDA DE SENSIBILIDAD AL AUMENTAR EL DIAMETRO DEL PENETRADOR ESFERICO. UNA EXCEPCION A ESTO ES CUANDO SE VA A PROBAR MATERIAL SUAVE HETEROGENEO, EN CUYO CASO PUEDE SER PREFERIBLE USAR UN PENETRADOR ESFERICO MAYOR PARA QUE PRODUZCA UNA HUELLA DE AREA MAYOR, OBTENIENDOSE ASI UNA DUREZA PROMEDIO. MIENTRAS QUE LA ELECCION DE LA ESCALA ES OPCIONAL, EL SIMBOLO PARA LA COMBINACION DE PENETRADOR, CARGAS Y CARATULA USADAS, DEBE SER TAL COMO SE INDICA EN LA TABLA III.

3. 4. PENETRADORES

3. 4. 1. LOS PENETRADORES ESTANDAR, COMO HA SIDO MENCIONADO EN EL INCISO 3. 3. SON EL PENETRADOR ESFERICOCONICO DE DIAMANTE, Y LOS PENETRADORES ESFERICOS DE ACERO DE 1. 588 MM (1/16"), 3. 175 MM (1/8"), 6. 350 MM (1/4") Y 12. 70 MM (1/2") DE DIAMETRO.

3. 4. 1. 1. LA FORMA DEL PENETRADOR ESFERICOCONICO DE DIAMANTE DEBE SER LA DE UN CONO QUE FORME UN ANGULO DE 120 GRADOS CON UN VERTICE ESFERICO DE 0. 200 MM DE RADIO (FIGURA NO. 1).

3. 4. 1. 2. LOS PENETRADORES DE ACERO DEBEN ESTAR LIBRES DE IMPERFECCIONES SUPERFICIALES, SER ESFERICOS Y CUMPLIR CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN EL INCISO 5. 1. 3. 3.

3. 4. 2. DEBE HACERSE UNA COMPROBACION OCASIONAL DEL CONTORNO DEL PENETRADOR EXAMINANDOLO CON UNA LUPA. ESTO REVELARA CUALQUIER ASTILLADO DEL DIAMANTE O APLASTAMIENTO DEL PENETRADOR ESFERICO. SI SE DESCUBRE ALGUNO DE ESTOS DEFECTOS, EL PENETRADOR DEBE REEMPLAZARSE.

3. 4. 3. DEBE EVITARSE QUE SE ACUMULE EN EL PENETRADOR, POLVO, TIERRA, GRASA U OXIDOS DE LAMINACION, PUES ESTO AFECTA LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA.

3. 5. SOPORTE

DEBE USARSE UN SOPORTE ADECUADO AL ESPECIMEN POR PROBAR. LAS PIEZAS CILINDRICAS DEBEN PROBARSE COLOCANDOS SOBRE UN SOPORTE CON RANURA EN V, QUE MANTENGA AL ESPECIMEN CON EL EJE DIRECTAMENTE BAJO EL PENETRADOR, O SOBRE CILINDROS GEMELOS ENDURECIDOS Y COLOCADOS PARALELAMENTE Y SUJETOS A SU BASE. LAS PIEZAS PLANAS DEBEN PROBARSE EN UN SOPORTE PLANO, QUE TENGA UNA SUPERFICIE TERSA DE APOYO CUYO PLANO SEA PERPENDICULAR AL EJE DEL PENETRADOR.

PARA MATERIALES DELGADOS O ESPECIMENES QUE NO SON PERFECTAMENTE PLANOS, DEBE USARSE UN SOPORTE PLANO QUE TENGA UNA PARTE MAS ELEVADA, APROXIMADAMENTE DE 6 MM DE DIAMETRO Y ALREDEDOR DE 19 MM DE ALTURA. ESTA PARTE DEBE PULIRSE PARA DAR UNA SUPERFICIE TERSA Y PLANA Y DEBE TENER UNA DUREZA ROCKWELL NO MENOR DE C 60. LAS SUPERFICIES DE ASENTAMIENTO Y DE SOPORTE DEBEN ESTAR LIBRES DE POROS, RAYADURAS PROFUNDAS, POLVO, TIERRA Y GRASA.

№<sup>6</sup> SI SE CUMPLE CON LO INDICADO EN EL INCISO 3.9.3, SOBRE EL ESPESOR DEL ESPECIMEN, NO HABRA PELIGRO DE DANAR EL SOPORTE, PERO SI EL ESPECIMEN ES TAN DELGADO QUE LA HUELLA APAREZCA EN LA SUPERFICIE OPUESTA A LA DE PRUEBA, ES POSIBLE QUE SE DANE EL SOPORTE. EL DANO PUEDE TAMBIEN OCURRIR POR CONTACTO ACCIDENTAL DEL SOPORTE CON EL PENETRADOR. SI EL SOPORTE SE DANA POR ALGUNA CAUSA, DEBE REEMPLAZARSE. LOS SOPORTES QUE MUESTRAN ALGUN DANO POR PEQUEÑO QUE SEA, DAN RESULTADOS INEXACTOS EN MATERIALES DELGADOS.

LOS MATERIALES MUY SUAVES NO DEBEN PROBARSE SOBRE EL SOPORTE DE 6 MM DE DIAMETRO, PUES LA CARGA APLICADA PUEDE CAUSAR LA PENETRACION DEL SOPORTE EN EL LADO OPUESTO DEL ESPECIMEN, INDEPENDIEMENTE DE SU ESPESOR.

### № 3. 6. BLOQUES PATRON.

---

LOS BLOQUES PATRON QUE CUMPLEN LOS REQUISITOS [SEÑALADOS EN EL INCISO 5.2.] DEBEN USARSE PERIODICAMENTE PARA REVISAR LA EXACTITUD DE LA MAQUINA DE PRUEBA. LOS BLOQUES DE PRUEBA DEBEN SER DE MATERIAL UNIFORME, SUFICIENTEMENTE GRUESOS PARA ESTAR LIBRES DEL "EFECTO DEL SOPORTE", CON AMBAS SUPERFICIES TERSAS, Y CON UN AREA DE PRUEBA NO MAYOR DE 26 CM<sup>2</sup>. DEBEN ESTAR PREPARADOS CON UN ACABADO SUPERFICIAL RAZONABLEMENTE FINO, LA ALTURA PROMEDIO, EN LA LINEA DEL CENTRO, DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL, DEBE SER DE 0.0003 MM O MENOS (12 MICROPULGADAS), Y DEBEN ADEMAS INSPECCIONARSE PARA QUE ESTEN LIBRES DE DEFECTOS MAYORES DE LA SUPERFICIE O IMPERFECCIONES QUE PUEDAN AFECTAR LAS LECTURAS DE DUREZA.

### № 3.7. VERIFICACION DE LA MAQUINA DE PRUEBA CON BLOQUES PATRON.

---

SE HA ENCONTRADO PRACTICO EL MANTENER LAS MAQUINAS DE PRUEBA DE DUREZA DENTRO DE LAS TOLERANCIAS DE LOS BLOQUES PATRON. SI LAS MAQUINAS SE USAN EN LA INSPECCION DIARIA Y SE VERIFICAN Y AJUSTAN UNA VEZ AL MES, SE HA ENCONTRADO QUE RARA VEZ SE DESVIAN DE ESTAS TOLERANCIAS. LA VERIFICACION DIARIA (VER INCISO 5.2.), DE TALES MAQUINAS ASEGURA AL OPERADOR QUE EL PENETRADOR ESTA EN BUENAS CONDICIONES Y QUE LA MAQUINA ESTE OPERANDO CORRECTAMENTE.

### g 3. 8. PRECAUCIONES GENERALES

---

#### g 3. 8. 1. PROTECCION CONTRA LA VIBRACION.

SI EL BANCO O MESA EN EL CUAL ESTA MONTADA LA MAQUINA DE DUREZA ESTA SOMETIDA A VIBRACIONES, TALES COMO LAS EXPERIMENTADAS POR LA CERCANIA DE OTRAS MAQUINAS, ESTA DEBE MONTARSE EN UNA PLACA DE METAL SOBRE UN HULE ESPONJA DE CUANDO MENOS 25 MM DE ESPESOR O CUALQUIER OTRO TIPO DE MATERIAL CAPAZ DE ABSORVER EFECTIVAMENTE LAS VIBRACIONES; DE OTRA MANERA LA PENETRACION SERA MAYOR.

#### g 3. 8. 2. PREPARACION DE LOS ESPECIMENES.

LOS ESPECIMENES EMPLEADOS PARA LAS DETERMINACIONES DE DUREZA, DEBEN PREPARARSE CUIDADOSAMENTE; SI SE PRUEBA LAMINA METALICA, DEBE TENERSE ESPECIAL CUIDADO CON EL MATERIAL QUE ESTE CURVADO. EL LADO CONCAVO DEL METAL CURVADO DEBE ESTAR HACIA EL PENETRADOR.

SI TALES ESPECIMENES SON INVERTIDOS SE INTRODUCIRA UN ERROR DEBIDO AL APLASTAMIENTO DEL METAL SOBRE EL SOPORTE.

Nº 3. 8. 3. ESPECIMENES SALIENTES CUYO CENTRO DE GRAVEDAD NO QUEDA SOBRE EL SOPORTE.

LOS ESPECIMENES QUE SOBRESALGAN DEMASIADO DE MANERA QUE NO SE EQUILIBREN SOBRE EL SOPORTE, DEBEN APOYARSE ADECUADAMENTE.

Nº 3. 8. 4. PENETRADOR Y SOPORTE.

EL PENETRADOR Y EL SOPORTE NO DEBEN ENTRAR EN CONTACTO SIN UN ESPECIMEN DE PRUEBA EN MEDIO DE LOS DOS, YA QUE DE OTRO MODO EL SOPORTE Y EL PENETRADOR RESULTARAN DANADOS.

Nº 3. 8. 5. EMBOLO DE LA CARATULA INDICADORA.

EL EMBOLO DE LA CARATULA DEBE MOVERSE LIBREMENTE EN CUALQUIER POSICION.

Nº 3. 9. ESPECIMENES

Nº 3. 9. 1. FORMA

LOS ESPECIMENES QUE SE SOMETEN A LAS PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL VARIAN MUCHO EN SU FORMA, YA QUE FRECUENTEMENTE ES NECESARIO HACER LA HUELLA SOBRE UNA PARTE DEL PRODUCTO TERMINADO, EN VEZ DE HACERLO SOBRE UNA MUESTRA.

YA QUE NO ES POSIBLE CUBRIR LAS CONDICIONES PARTICULARES DE TODOS LOS ESPECIMENES, TAMANO, PREPARACION, ETC., LOS SIGUIENTES INCISOS SE INCLUYEN COMO UNA GUIA GENERAL EN LA SELECCION DE LOS ESPECIMENES.

Nº 3. 9. 2. CONDICIONES DE LA SUPERFICIE.

LAS CONDICIONES DE LA SUPERFICIE TIENEN UN MARCADO EFECTO EN LAS LECTURAS OBTENIDAS EN MATERIALES DELGADOS, Y DEBIDO AL HECHO DE QUE EL ESPESOR DE TALES ESPECIMENES PUEDE INFLUENCIAR LOS RESULTADOS, NO PUEDE SUPONERSE QUE LAS INDICACIONES DE LOS BLOQUES PATRON PROPORCIONAN UNA MEDIDA CONFIABLE DE LOS ERRORES QUE SE PUEDEN ESPERAR AL PROBAR MATERIAL DELGADO. LOS BLOQUES PATRON SON SIEMPRE SUFICIENTEMENTE GRUESOS PARA ELIMINAR EL EFECTO DEL SOPORTE, PERO DEBE RECORDARSE QUE PUEDEN TENERSE ERRORES DE MAGNITUD DESCONOCIDA, CUANDO SE HACEN PRUEBAS EN MATERIALES TAN DELGADOS QUE LA HUELLA SE PRESENTA TAMBIEN EN EL LADO OPUESTO AL DE PRUEBA. LOS BLOQUES PATRON INDICAN LOS ERRORES DE LA MAQUINA CUANDO SE USAN PARA PROBAR ESPECIMENES SIMILARES EN TAMANO, FORMA Y CONDICIONES DE LA SUPERFICIE, PERO ACTUALMENTE NO EXISTE UN METODO SATISFACTORIO PARA VERIFICAR LA EXACTITUD DE LAS LECTURAS TOMADAS EN MATERIAL DELGADO, NI PARA

EVALUAR CUANDO SE PRESENTE, EL "EFECTO DEL SOPORTE".

### 3.9.3. ESPESOR

LAS PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL DE MAYOR EXACTITUD SE HACEN EN ESPECIMENES DE SUFICIENTE ESPESOR, DE MODO QUE LA LECTURA ROCKWELL NO SE AFECTE CONSIDERABLEMENTE POR EL SOPORTE DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

LA AUSENCIA DE UN ABULTAMIENTO U OTRA MARCA, EN LA SUPERFICIE DEL ESPECIMEN DE PRUEBA, EN EL LADO OPUESTO A LA HUELLA, ES UNA INDICACION DE QUE EL ESPECIMEN TIENE EL SUFICIENTE ESPESOR PARA UNA PRUEBA PRECISA.

PUEDEN OBTENERSE LECTURAS TECNICAMENTE ACEPYABLES DE DUREZA ROCKWELL, EN LAMINAS QUE MUESTREN ALGUN ABULTAMIENTO O MARCA, Y EN ALGUNAS NORMAS LAS LAMINAS POR PROBAR SON DE UN ESPESOR Y DUREZA TALES QUE ESTARA PRESENTE ALGUN EFECTO DEL SOPORTE DE LA MAQUINA DE PRUEBA. EN LAS TABLAS IV Y V SE DAN VALORES DE ESPESOR LIMITE, A VARIOS NIVELES DE DUREZA PARA ESCALA ROCKWELL SELECCIONADOS USANDO EL PENETRADOR DE DIAMANTE Y EL PENETRADOR ESFERICO DE 1.588 MM. LAS PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL EN LAMINAS METALICAS SON ACEPTABLES PARA PROPOSITOS DE ESPECIFICACIONES DE DUREZA, CUANDO SE HAGAN EN ESPESORES DE ACUERDO CON ESTAS TABLAS Y SE USEN LOS METODOS ESPECIFICADOS EN ESTA NORMA. EN LAS NORMAS EN QUE LA DUREZA ROCKWELL SE USA COMO UNA INDICACION APROXIMADA DE LA RESISTENCIA A LA TENSION, LAS TABLAS IV Y V NO SON APLICABLES.

EN ESTOS CASOS LAS RELACIONES ENTRE LOS LIMITES DE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA RESISTENCIA A LA TENSION Y LA DUREZA HAN SIDO ESTABLECIDAS PARA CIERTOS LIMITES ESPECIFICADOS DE ESPESOR, POR LO TANTO LOS EFECTOS DEL SOPORTE AL PROBAR LAMINAS DELGADAS ESTAN TOMADOS EN CUENTA EN TAL RELACION. PARA LA ESCALA E, EL MATERIAL MAS DURO QUE E60 PUEDE PROBARSE EN MATERIALES TAN DELGADOS COMO 3.175 MM, PERO SI ES MAS SUAVE QUE E60, EL ESPESOR MINIMO DEBE SER DE 4.76 MM.

5' TABLA IV

SELECCION DE LAS ESCALAS AL USAR EL PENETRADOR DE DIAMANTE

PARA UN ESPESOR DADO, PUEDE DETERMINARSE CUALQUIER DUREZA MAYOR QUE LA CORRESPONDIENTE A ESE ESPESOR. PARA UNA DUREZA DADA PUEDE PROBARSE MATERIAL DE ESPESOR MAYOR QUE EL CORRESPONDIENTE A ESA DUREZA DE LA ESCALA INDICADA:

ESPESOR EN MM	E S C A L A R O C K W E L L		
	A		C
	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROXIMADA EN ESCALA C (A)	LECTURA DE LA CARATULA
0.36	---	---	---
0.41	86	69	---
0.46	84	65	---
0.51	82	62	---
0.56	79	56	69
0.61	76	50	67
0.66	71	41	65
0.71	67	32	62
0.76	60	19	57
0.81	---	---	52
0.86	---	---	45
0.91	---	---	37
0.96	---	---	28
1.02	---	---	20

(A) ESTOS NUMEROS DE DUREZA APROXIMADOS SON PARA USARSE EN LA SELECCION DE UNA ESCALA ADECUADA Y NO DEBEN USARSE PARA CONVERSION DE DUREZA. SI ES NECESARIO CONVERTIR LAS LECTURAS DE PRUEBAS A OTRA ESCALA, VER LA NORMA B 87 EN VIGOR.

51 T A B L A V

SELECCION DE LAS ESCALAS AL USAR EL PENETRADOR ESFERICO  
DE 1.588 MM

PARA UN ESPESOR DADO PUEDE DETERMINARSE CUALQUIER DUREZA MAYOR QUE LA CORRESPONDIENTE A ESE ESPESOR. PARA UNA DUREZA DADA PUEDE PROBARSE MATERIAL DE CUALQUIER ESPESOR MAYOR QUE EL CORRESPONDIENTE A ESA DUREZA EN LA ESCALA INDICADA.

ESPESOR EN MM	E S C A L A R O C K W E L L		
	F		B
	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROXIMADA EN ESCALA C (A)	LECTURA DE LA CARATULA
0.56	---	---	---
0.61	98	72	94
0.66	91	60	87
0.71	85	49	80
0.76	77	35	71
0.81	69	21	62
0.86	---	---	52
0.91	---	---	40
0.96	---	---	28
1.02	---	---	---



(A) ESTOS NUMEROS DE DUREZA APROXIMADOS SON PARA USARSE AL SELECCIONAR UNA ESCALA ADECUADA Y NO DEBEN USARSE PARA CONVERSIONES DE DUREZA. PARA CONVERSIONES DE DUREZA CONSULTAR LA NORMA B 87 EN VIGOR.

MO 3.9.4. PREPARACION DE LA SUPERFICIE.

LA PREPARACION DEL MATERIAL BAJO PRUEBA DEBE CONTROLARSE CUIDADOSAMENTE PARA EVITAR CUALQUIER ALTERACION EN SU DUREZA, TAL COMO LA QUE PUEDE SER CAUSADA POR CALENTAMIENTO DURANTE EL ESMERILADO O POR ENDURECIMIENTO DURANTE OPERACIONES DE MAQUINADO Y PULIDO. LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEL ESPECIMEN DEBE SER TAL QUE LA CARGA PUEDA APLICARSE PERPENDICULAR A ELLA. LA SUPERFICIE DEBE ESTAR LIMPIA, SECA, LIBRE DE OXIDO, POROSIDADES Y MATERIAL EXTRANO QUE PUDIERA APLASTARSE O FLUIR BAJO LA PRESION DE LA PRUEBA Y AFECTAR LOS RESULTADOS. SI SE REQUIERE UN ATAQUE QUIMICO DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA, ESTE DEBE SER NO MAS PROFUNDO QUE LO NECESARIO PARA EL ESTUDIO METALOGRAFICO. LA SUPERFICIE EN CONTACTO CON EL SOPORTE DEBE ESTAR LIMPIA, SECA Y LIBRE DE CUALQUIER CONDICION QUE PUEDA AFECTAR LOS RESULTADOS.

AL PROBAR MATERIALES CON RECUBRIMIENTO, SI SE DESEA EL VALOR DE DUREZA DEL METAL BASE, EL REVESTIMIENTO DEBE REMOVERSE



COMPLETAMENTE ANTES DE DETERMINAR LA DUREZA, LO CUAL DEBE HACERSE DE TAL MANERA QUE EL METAL BASE NO SE AFECTE.

### 51- 3. 9. 5. SEPARACION ENTRE HUELLAS.

PUEDEN OBTENERSE RESULTADOS ERRONEOS SI LAS HUELLAS SE LOCALIZAN A DISTANCIAS MENORES DE 2.5 DIAMETROS DE SU CENTRO, A LA ORILLA DEL ESPECIMEN, O A TRES DIAMETROS ENTRE HUELLAS MIDIENDO DE CENTRO A CENTRO.

### 3. 9. 6. ESPECIMENES CILINDRICOS.

LAS LECTURAS EN ESPECIMENES CILINDRICOS ESTAN SUJETAS A CORRECCION (VER INCISO 3.12.9.).

### 51 - 3. 10. AJUSTE DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

#### 51 - 3. 10. 1. VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA.

SE AJUSTA EL AMORTIGUADOR DEL PROBADOR DE DUREZA DE MODO QUE EL MANGO DE OPERACION COMPLETE SU CARRERA EN 4 O 5 S CUANDO NO HAYA ESPECIMEN EN LA MAQUINA, Y CON LA MAQUINA PREPARADA PARA APLICAR UNA CARGA MAYOR DE 100 KGF.

#### - 3. 10. 2. AJUSTE DEL INDICADOR.

DEBEN HACERSE LAS SIGUIENTES PRUEBAS (Y AJUSTES SI ES NECESARIO). SE COLOCA UNA PIEZA DEL MATERIAL EN EL SOPORTE Y SE GIRA LA TUERCA DE ELEVACION DEL TORNILLO PARA PONER EL MATERIAL EN CONTACTO CON EL PENETRADOR. SE SIGUE GIRANDO PARA ELEVAR EL MATERIAL HASTA QUE LA MANO SIENTA RESISTENCIA POSITIVA AL GIRO; ESTO SUCEDE DESPUES DE QUE LA CARGA MENOR DE 10 KGF SE APLICA Y CUANDO SE ALCANZA LA CARGA MAYOR. CUANDO SE NECESITE FUERZA EXCESIVA PARA ELEVAR EL MATERIAL, DEBE TOMARSE NOTA DE LA POSICION DEL INDICADOR EN LA CARATULA, DESPUES DE AJUSTAR LA CARATULA DE MODO QUE CO Y B 30 (SET) ESTEN EN LA PARTE SUPERIOR. ENTONCES SI EL INDICADOR ESTA ENTRE B 50 Y B 70, NO SE NECESITA AJUSTE; SI EL INDICADOR QUEDA EN B 45 Y B 50, EL AJUSTE ES RECOMENDABLE; Y SI EL INDICADOR QUEDA EN CUALQUIER OTRO LUGAR, EL AJUSTE ES IMPERATIVO. MIENTRAS EL INDICADOR GIRE VARIAS VECES A MEDIDA QUE SE ELEVA EL MATERIAL, LAS LECTURAS ANTES MENCIONADAS SE APLICAN A LA REVOLUCION DEL INDICADOR QUE OCURRA CUANDO LA MANECILLA AUXILIAR DE LA CARATULA PASA MAS ALLA DE LA MARCA CERO. EL OBJETO DE ESTE AJUSTE ES VER QUE LA ELEVACION DEL ESPECIMEN, PARA ALCANZAR LA CARGA MENOR, SEA TAL QUE CAUSE UNA APLICACION PARCIAL DE LA CARGA MAYOR, LA CUAL, PARA HACER UNA PRUEBA ADECUADA, DEBE APLICARSE SOLO A TRAVES DEL MECANISMO QUE LIBERA LA CARGA.

### 3. 11. DETERMINACION DE LA EXACTITUD DE LA MAQUINA.

ANTES DE USAR LA MAQUINA PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL, DEBE DETERMINARSE SU EXACTITUD TAL COMO SE DESCRIBE EN LOS SIGUIENTES INCISOS:

#### 3. 11. 1. VERIFICACION CONTRA LOS BLOQUES PATRON.

DEBE SELECCIONARSE UN BLOQUE PATRON DE UNA DUREZA TAN CERCANA COMO SEA POSIBLE A LA DUREZA DEL MATERIAL POR PROBAR (PREFERIBLEMENTE DENTRO DE  $\pm 5$  EL NUMERO DE DUREZA PARA LA ESCALA C O PARA LAS QUE USEN EL PENETRADOR DE DIAMANTE Y  $\pm 10$  NUMEROS DE DUREZA DE LA ESCALA B O ESCALAS EN QUE SE USE EL PENETRADOR ESFERICO). DEBE EFECTUARSE CINCO IMPRESIONES EN LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEL BLOQUE Y COMPARAR LA MEDIA DE ESTAS, CON EL PROMEDIO DE LAS CINCO LECTURAS EFECTUADAS AL ESTABLECER EL VALOR DE DUREZA DEL BLOQUE PATRON. LA DIFERENCIA ENTRE ESTOS DOS PROMEDIOS SE DEFINE COMO EL ERROR DE LA MAQUINA.

SI EL ERROR ES MAYOR DE  $\pm 2$  NUMEROS DE DUREZA, LA MAQUINA DEBE EXAMINARSE Y AJUSTARSE HASTA QUE ESTE DENTRO DE ESTE LIMITE ANTES DE USARSE.

SI EL ERROR ES MENOR DE  $\pm 2$  NUMEROS DE DUREZA, EL ERROR DE LA MAQUINA PUEDE SER TOMADO EN CUENTA CUANDO SE COMPAREN LOS RESULTADOS DE DOS O MAS MAQUINAS.

Nº 3. 11. 2. REINSPECCION

EN EL CASO DE REINSPECCION DEL MATERIAL POR EL FABRICANTE Y EL COMPRADOR DEBEN PONERSE DE ACUERDO SOBRE LOS BLOQUES PATRON POR USAR Y SOBRE LA VERIFICACION Y CALIBRACION DE LAS MAQUINAS USADAS PARA PRUEBAS DE ARBITRAJE; LA MAQUINA DEBE EXAMINARSE TOTALMENTE Y VERIFICARSE TODOS LOS AJUSTES CUIDADOSAMENTE, ANTES DE CALIBRARLA COMO SE DESCRIBIO ANTERIORMENTE. SI SON NECESARIAS LECTURAS DE ALTA PRECISION, LA MAQUINA DEBE CALIBRARSE ANTES Y DESPUES DE REALIZAR LAS PRUEBAS. SI LA MAQUINA TIENE EL MISMO ERROR AMBAS VECES, PUEDE SUPONERSE CON SEGURIDAD QUE LA CORRECCION POR ESTE ERROR PUEDE DAR LA VERDADERA DUREZA ROCKWELL, EXCEPTO BAJO LAS CONDICIONES DESCRITAS EN EL INCISO 3. 9. 2.

10 3. 11. 3. USO DE LOS BLOQUES PATRON.

LOS BLOQUES PATRON DEBEN USARSE SOLO EN LA SUPERFICIE DE PRUEBA PORQUE ES LA UNICA QUE HA SIDO VERIFICADA EN UNA MAQUINA DE EXACTITUD ACEPTADA. MAS AUN, CADA IMPRESION TIENE UN PEQUENO BORDE ALREDEDOR DE ELLA, Y SI EL BLOQUE ES PROBADO EN SU CARA OPUESTA, ESTOS BORDES TIENDEN A SER APLANADOS BAJO LA PRESION DE LA CARGA MAYOR Y ESTO PUEDE DAR COMO RESULTADO UNA LECTURA BAJA. LOS BLOQUES NO DEBEN SER RESMERILADOS NI SU SUPERFICIE RECONSTRUIDA DESPUES DE SER USADOS, PORQUE ES LA SUPERFICIE SUPERIOR LA QUE FUE ORIGINALMENTE ESTANDARIZADA Y ESTA PUEDE SER DE UN DUREZA DIFERENTE A LA DE LA NUEVA SUPERFICIE. LAS HUELLAS ENDURECEN EL BLOQUE A UNA PROFUNDIDAD CONSIDERABLE Y DE ESTO PUEDE RESULTAR QUE LA NUEVA SUPERFICIE DE PRUEBA ESTE EN UNA CONDICION ENDURECIDA Y NO CON LA MISMA DUREZA DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA ORIGINAL.

Nº 3. 11. 4. USO DE UN SOLO BLOQUE PATRON.

CUANDO SE USA UN SOLO BLOQUE PATRON, EL INTERVALO DE DUREZA ROCKWELL POR CONSIDERARSE VERIFICADO, ES AQUEL QUE EXCEDE LOS VALORES MAXIMOS Y MINIMOS DEL BLOQUE PATRON HASTA EN  $\pm 5$  PUNTOS PARA LA ESCALA C, O ESCALAS EN LAS QUE SE USE PENETRADOR DE DIAMANTE, O HASTA  $\pm 10$  PUNTOS PARA LA ESCALA B O ESCALAS EN LAS

QUE SE USE EL PENETRADOR ESFERICO DE ACERO.

3. 11. 5. VERIFICACION EN VARIOS INTERVALOS DE DUREZA.

SI SE EFECTUAN PRUEBAS EN DIVERSOS INTERVALOS DE UNA ESCALA, ES PERMISIBLE VERIFICAR ESA ESCALA EN LOS NIVELES SUPERIOR, MEDIO E INFERIOR. LOS EJEMPLOS SON 20 A 30, 35 A 55 Y 50 A 65 AL USAR LA ESCALA C; Y 40 A 59, 60 A 79 Y 80 A 100 AL USAR LA ESCALA B.

3. 12. USO DE LA MAQUINA

3. 12. 1. DEBE AJUSTARSE LA MAQUINA DE ACUERDO CON LOS METODOS DESCRITOS EN LOS INCISOS 3. 10. 1. Y 3. 10. 2.

3. 12. 2. DEBE SELECCIONARSE UNA ESCALA Y USARSE LA CARGA Y PENETRADOR ADECUADOS DE ACUERDO CON LOS INCISOS 3. 3., 3. 4. Y 3. 9. 3.

3. 12. 3. DEBE SELECCIONARSE EL SOPORTE ADECUADO DE ACUERDO CON LO INDICADO EN EL INCISO 3. 5.

3. 12. 4. PARA EL CASO DE MATERIALES COMPUESTOS DE VARIAS CAPAS, TODAS LAS PRUEBAS DE DUREZA DE UN MATERIAL DEBEN HACERSE EN UN SOLO ESPESOR DE MATERIAL INDEPENDIENTEMENTE DE SU ESPESOR TOTAL.

LA EXPERIENCIA A DEMOSTRADO QUE LAS PRUEBAS EFECTUADAS SOBRE MATERIALES DE MAS DE UNA CAPA NO SON CONFIABLES.

3. 12. 5. EL PENETRADOR DEBE ESTAR COLOCADO EN UNA POSICION PERPENDICULAR CON RESPECTO A LA SUPERFICIE POR PROBAR.

3. 12. 6. APLICACION DE LA CARGA MENOR.

DEBE COLOCARSE EL ESPECIMEN POR PROBAR SOBRE EL SOPORTE Y APLICARSE LA CARGA MENOR GRADUALMENTE, HASTA QUE SE OBTENGA LA INDICACION APROPIADA EN LA CARATULA. ESTO SE OBTENDRA CUANDO EL INDICADOR HAYA DADO EL NUMERO APROPIADO DE REVOLUCIONES COMPLETAS Y QUEDE DENTRO DE +- 5 DIVISIONES DE LA POSICION DE AJUSTE (SET), EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CARATULA. EL NUMERO ADECUADO DE REVOLUCIONES COMPLETAS ESTARA INDICADO YA SEA POR UNA MARCA DE REFERENCIA EN EL VASTAGO DEL CALIBRADOR O POR UNA MANECILLA AUXILIAR EN LA CARATULA.

DEBE EVITARSE CUALQUIER IMPACTO AL PONER AL PENETRADOR Y AL ESPECIMEN EN CONTACTO. EL ULTIMO MOVIMIENTO DEL TORNILLO DE ELEVACION O DESCANSO DEBE SER SIEMPRE EN UNA DIRECCION QUE PONGA EN CONTACTO AL PENETRADOR Y AL ESPECIMEN. SI SE PASA LA POSICION APROPIADA DE AJUSTE, DEBE RETIRARSE LA CARGA MENOR Y SELECCIONARSE UN NUEVO SITIO PARA LA PRUEBA. DESPUES DE QUE LA CARGA MENOR HA SIDO APLICADA, SE COLOCA EL INDICADOR DE LA CARATULA EN CERO EN LA ESCALA DE NUMEROS EN NEGRO.

3. 12. 7. APLICACION DE LA CARGA MAYOR.

DEBE APLICARSE LA CARGA MAYOR MOVIENDO LA PALANCA DE

OPERACION SIN IMPACTO. SE SUPRIME LA CARGA MAYOR LLEVANDO LA PALANCA DE OPERACION DE REGRESO A LA POSICION DE "SEGURO" DENTRO DE LOS 2 S SIGUIENTES DESPUES DE QUE SU MOVIMIENTO HA CESADO O DE ACUERDO CON 3.12.7.1. O 3.12.7.2.

3.12.7.1. EN CASO DE MATERIALES QUE EXHIBAN POCO O NINGUN FLUJO PLASTICO DESPUES DE LA APLICACION DE LA CARGA MAYOR, EL INDICADOR LLEGARA AL REPOSO ANTES DE CESAR EL MOVIMIENTO DE LA PALANCA DE OPERACION, EN ESTE CASO LA PALANCA DE OPERACION DEBE REGRESARSE A SU POSICION DE "SEGURO" INMEDIATAMENTE DESPUES DE QUE EL INDICADOR SE DETIENE.

3.12.7.2. EN EL CASO DE MATERIALES QUE EXHIBAN FLUJO PLASTICO DESPUES DE LA APLICACION DE LA CARGA MAYOR, EL INDICADOR CONTINUARA MOVIENDOSE DESPUES DE QUE LA PALANCA DE OPERACION SE DETENGA, EN ESTE CASO LA PALANCA DE OPERACION DEBE REGRESARSE A SU POSICION DE SEGURO EN UN LAPSO ESPECIFICADO ENTRE EL MOVIMIENTO Y LA SUPRESION DE LA CARGA. EN EL CASO EN QUE EL LAPSO SEA DISTINTO DE 2 S, EL TIEMPO DEBE REGISTRARSE, A MENOS QUE ESTE TIEMPO ESTE ESPECIFICADO EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

3.12.7.3. PARA MATERIALES QUE REQUIEREN EL USO DE ESTE METODO, EL TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA MAYOR DEBE ESPECIFICARSE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

3.12.8. LECTURA DE LA ESCALA PARA DUREZA ROCKWELL.

DEBE TOMARSE LA DUREZA ROCKWELL COMO LA LECTURA DEL INDICADOR EN LOS NUMEROS APROPIADOS DE LA CARATULA, DESPUES DE QUE SE HA QUITADO LA CARGA MAYOR Y MIENTRAS LA CARGA MENOR ES AUN APLICADA.

ESTAS LECTURAS SE ESTIMAN A VECES A LA MITAD DE UNA DIVISION O A UN DECIMO DE DIVISION, DEPENDIENDO DEL MATERIAL QUE SE PRUEBE.

3.12.9. ESPECIMENES CILINDRICOS.

LAS LECTURAS EN ESPECIMENES CILINDRICOS ESTAN SUJETAS A CORRECCION; VER TABLAS VI Y VII.

3.13. CORRELACION A OTRAS ESCALAS DE DUREZA O A VALORES DE

RESISTENCIA A LA TENSION

NO HAY UN METODO GENERAL PARA CONVERTIR CON PRECISION LOS NUMEROS DE DUREZA ROCKWELL DE UNA ESCALA A NUMEROS DE DUREZA ROCKWELL DE OTRA ESCALA, A OTROS TIPOS DE NUMEROS DE DUREZA, O A VALORES DE RESISTENCIA A LA TENSION. TALES CONVERSIONES SON CUANDO MAS, APROXIMACIONES, Y DEBEN EVITARSE, EXCEPTO PARA CASOS ESPECIALES DONDE SE HAYA OBTENIDO POR COMPARACION DE PRUEBAS UNA BASE CONFIABLE DE CORRELACION APROXIMADA.

T A B L A V I

CORRECCIONES ADITIVAS A LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL C, A, Y D, OBTENIDOS EN ESPECIMENES CILINDRICOS(A) DE VARIOS DIAMETROS

LECTURA DE LA CARATULA	DIAMETRO DE ESPECIMENES CILINDRICOS EN MM									
	6.4	10	13	16	19	22	25	32	38	
	CORRECCIONES POR SUMAR A LOS VALORES ROCKWELL C, A Y D (B)									
20	6.0	4.5	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	
25	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	
30	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	
35	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	
40	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	
45	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	
50	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	
55	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	
60	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	
65	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	
70	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	
75	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	
80	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	
85	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
90	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

(A) AL PROBAR ESPECIMENES CILINDRICOS, LA EXACTITUD DE LA PRUEBA RESULTA SERIAMENTE AFECTADA POR EL ALINEAMIENTO DEL TORNILLO ELEVADOR, EL SOPORTE EN V, LOS PENETRADORES, EL ACABADO DE LA SUPERFICIE, Y LA RECTITUD DEL CILINDRO.

(B) ESTAS CORRECCIONES SON SOLAMENTE APROXIMADAS Y REPRESENTAN LOS PROMEDIOS APROXIMADOS A 0.5 NUMERO DE DUREZA ROCKWELL MAS CERCANO, DE NUMEROSAS OBSERVACIONES REALES.

1/0

T A B L A   V I I

CORRECCIONES ADITIVAS A LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL B, F,  
Y G OBTENIDOS EN ESPECIMENES CILINDRICOS(A) DE VARIOS DIAMETROS

LECTURA DE LA CARATULA	DIAMETRO DE ESPECIMENES CILINDRICOS EN MM							
	6.4	10	13	16	19	22	25	
	CORRECCIONES ADITIVAS A LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL B, F Y G (B)							
0	12.5	8.5	6.5	5.5	4.5	3.5	3.0	
10	12.0	8.0	6.0	5.0	4.0	3.5	3.0	
20	11.0	7.5	5.5	4.5	4.0	3.5	3.0	
30	10.0	6.5	5.0	4.5	3.5	3.0	2.5	
40	9.0	6.0	4.5	4.0	3.0	2.5	2.5	
50	8.0	5.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	
60	7.0	5.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0	
70	6.0	4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5	
80	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5	
90	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0	
100	3.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	

(A) AL PROBAR ESPECIMENES CILINDRICOS, LA EXACTITUD DE LA PRUEBA RESULTARA SERIAMENTE AFECTADA POR EL ALINEAMIENTO DEL TORNILLO ELEVADOR, EL SOPORTE EN V, LOS PENETRADORES, EL ACABADO DE LA SUPERFICIE Y LA RECTITUD DEL CILINDRO.

(B) ESTAS CORRECCIONES SON SOLAMENTE APROXIMADAS Y REPRESENTAN LOS PROMEDIOS, APROXIMADOS A 0.5 NUMERO DE DUREZA ROCKWELL MAS CERCANO, DE NUMEROSAS OBSERVACIONES REALES.

3.14. INFORME

EL INFORME DEBE INCLUIR LO SIGUIENTE:

3.14.1. NUMERO DE DUREZA ROCKWELL.

3.14.2. ESCALA DE DUREZA ROCKWELL, ESTO ES, ESCALA C, ESCALA B, ETC.

3.14.3. TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA MAYOR (SOLO CUANDO LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO LO REQUIERE).

3.14.4. A MENOS QUE OTRA COSA SE ESPECIFIQUE TODAS LAS LECTURAS DEBEN REDONDEARSE AL NUMERO DE DUREZA ENTERO MAS CERCANO.

5/ - 4. DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL

#### -4.1. PRINCIPIOS GENERALES.

---

LOS PRINCIPIOS GENERALES DE LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL SE ILUSTRAN EN LA FIGURA NUMERO 3 (PENETRADOR DE DIAMANTE), FIGURA NUMERO 4 (PENETRADOR ESFERICO DE ACERO) Y EN LAS TABLAS ADJUNTAS VIII Y IX.

#### -4.2. DESCRIPCION DE LA MAQUINA Y DEL METODO DE PRUEBA

---

LA MAQUINA PARA EFECTUAR LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL ES UNA FORMA ESPECIALIZADA DE LA MAQUINA REGULAR. MIDE LA DUREZA POR EL MISMO PRINCIPIO DE LA MAQUINA REGULAR PERO EMPLEA CARGAS MAS PEQUENAS Y UN SISTEMA MAS SENSIBLE PARA MEDIR LA PROFUNDIDAD DE LA HUELLA. SE RECOMIENDA PARA USARSE CUANDO POR ALGUNA RAZON SE DESEA UNA HUELLA MUY POCO PROFUNDA, O UNA DE AREA PEQUENA. LA CARGA MENOR QUE SE APLICA EN LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL ES DE 3 KGF. LA CARGA MAYOR (CARGA TOTAL) ES DE 15, 30 O 45 KGF. LAS PRUEBAS DE PEQUENA PENETRACION SON ADECUADAS PARA PROBAR LA DUREZA EN TIRAS O LAMINAS DELGADAS, EN PIEZAS NITRURADAS O LIGERAMENTE CARBURIZADAS, EN PIEZAS TERMINADAS EN LAS QUE ES CONVENIENTE NO TENER MARCAS GRANDES DE PRUEBA, EN AREAS CERCANAS A LAS ORILLAS EN PARTES CON SECCIONES EXTREMADAMENTE PEQUENAS, Y EN PERFILES QUE SE FRACTURAN BAJO UNA CARGA DE PRUEBA GRANDE.

#### -4.3. ESCALAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL.

---

LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL SE DETERMINAN E INFORMAN DE ACUERDO CON UNA DE LAS ESCALAS ESPECIFICADAS EN LA TABLA X. EN TODOS LOS CASOS LA CARGA MENOR ES DE 3 KGF Y LA CARATULA SE AJUSTA DESPUES DE APLICAR LA CARGA MENOR DE MODO QUE EL INDICADOR MARQUE "SET".

51  
T A B L A V I I I

J I

SIMBOLOS Y DESIGNACIONES RELATIVOS A LA FIGURA NO. 3

NUMERO	SIMBOLO	DESIGNACION
1	-	!ANGULO EN LA PUNTA DEL PENETRADOR DE DIAMANTE !(120 GRADOS)
2	-	!RADIO DE CURVATURA EN LA PUNTA DEL CONO (0.200 !MM)
3	P0	!CARGA MENOR = 3 KGF
4	P1	!CARGA ADICIONAL = 12, 27 O 42 KGF
5	P	!CARGA MAYOR = P0 + P1 = 3+12, 27 O 42 = 15, 30 !O 45 KGF.
6	-	!PROFUNDIDAD DE LA IMPRESION BAJO LA CARGA !MENOR ANTES DE LA APLICACION DE LA CARGA !ADICIONAL.
7	-	!INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD DE IMPRESION !BAJO LA CARGA ADICIONAL.
8	-	!INCREMENTO PERMANENTE EN LA PROFUNDIDAD DE LA !IMPRESION BAJO LA CARGA MENOR DESPUES DE REMO- !VER LA CARGA ADICIONAL, EXPRESADO EN MICRAS.
9	!DR 15NXX	!DUREZA ROCKWELL 15 N = 100 - E
	!DR 30NXX	!DUREZA ROCKWELL 30 N = 100 - E
	!DR 45NXX	!DUREZA ROCKWELL 45 N = 100 - E

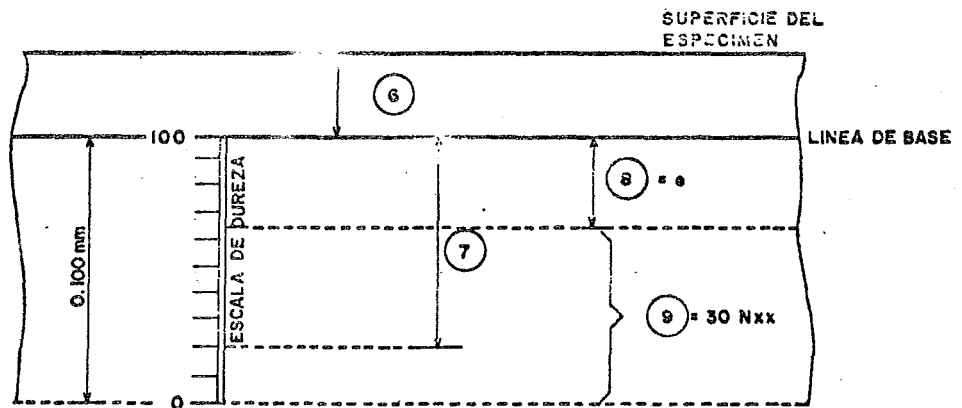
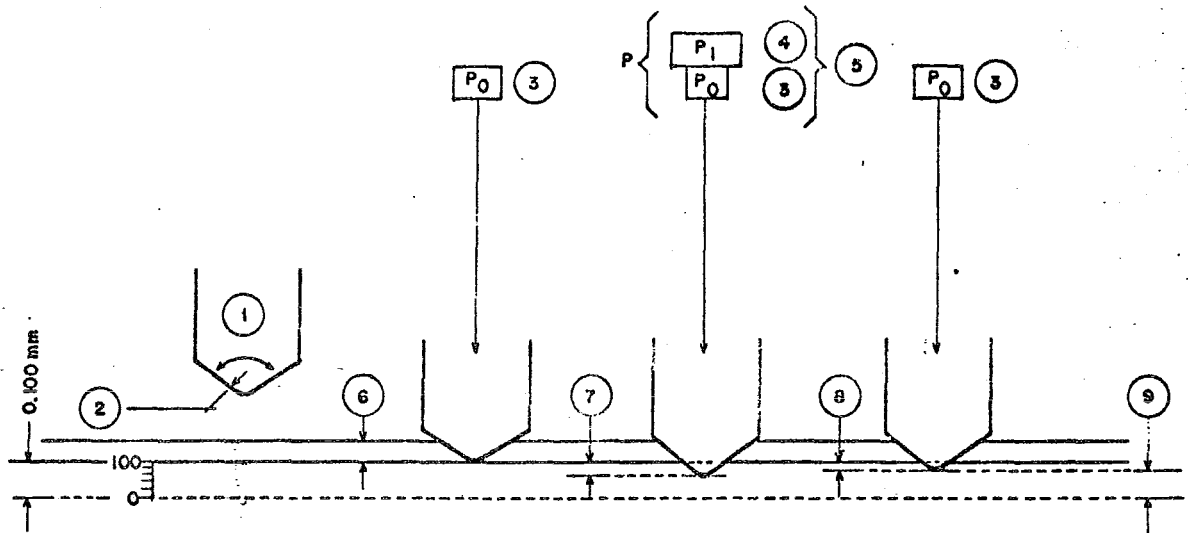
51  
T A B L A I X

V//

SIMBOLOS Y DESIGNACIONES RELATIVOS A LA FIGURA NO. 4

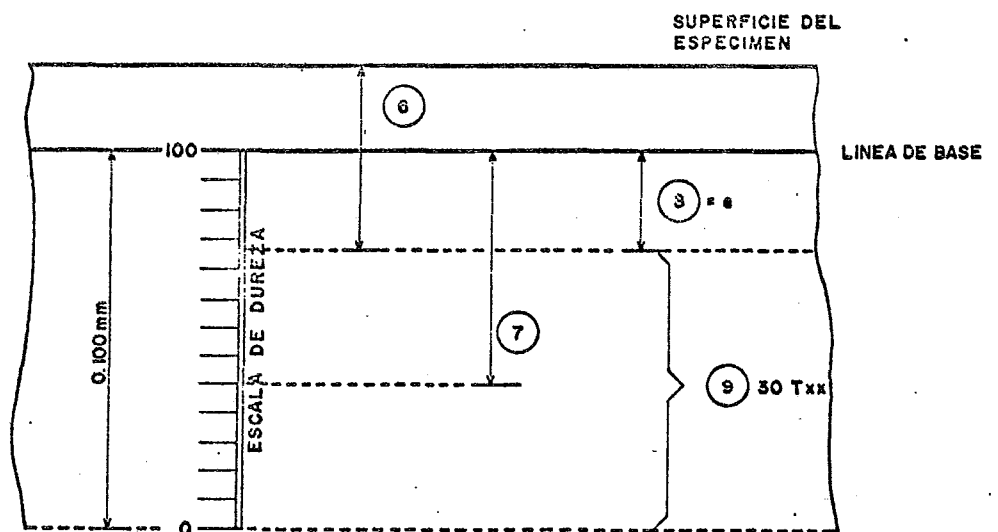
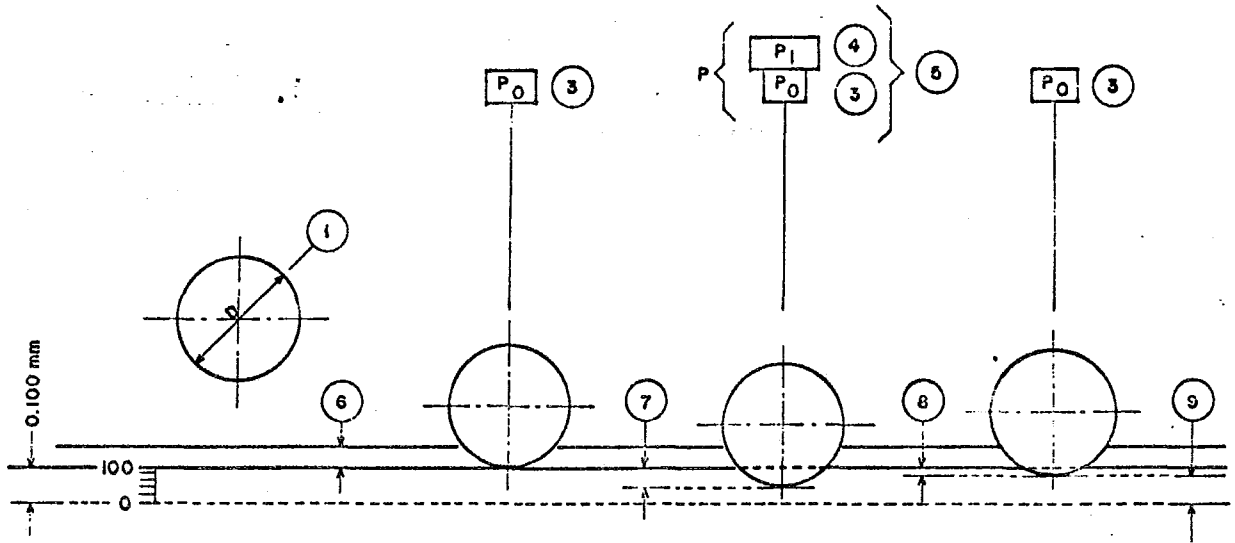
NUMERO	SIMBOLO	DESIGNACION
1	D	!DIAMETRO DEL PENETRADOR ESFERICO = 1.588 MM
3	P0	!CARGA MENOR = 3 KGF
4	P1	!CARGA ADICIONAL = 12, 27 O 42 KGF.
5	P	!CARGA MAYOR = P0+P1 = 3+12, 27 O 42 = 15, 30 O !45 KGF.
6	-	!PROFUNDIDAD DE LA IMPRESION BAJO LA CARGA MENOR !ANTES DE LA APLICACION DE LA CARGA ADICIONAL
7	-	!INCREMENTO EN LA PROFUNDIDAD DE LA IMPRESION BAJO !LA CARGA ADICIONAL.
8	E	!INCREMENTO PERMANENTE EN LA PROFUNDIDAD DE LA IM- !PRESION BAJO LA CARGA MENOR DESPUES DE REMOVER LA !CARGA ADICIONAL, SIENDO EXPRESADO EN MICRAS.
9	!DR15TXX	!DUREZA ROCKWELL 15T = 100 - E
	!DR30TXX	!DUREZA ROCKWELL 30T = 100 - E
	!DR45TXX	!DUREZA ROCKWELL 45T = 100 - E





PRUEBA DE DUREZA SUPERFICIAL ROCKWELL CON PENETRADOR DE DIAMANTE (ROCKWELL 30 N) (VER TABLA VIII)

FIG.- 3



PRUEBA DE DUREZA SUPERFICIAL ROCKWELL CON PENETRADOR DE BALIN (ROKWEEL 30T) (VER TABLA IX)

FIG. - 4

T A B L A X 51

v/v

ESCALAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL

CARGA! MAYOR!	S I M B O L O S   D E   E S C A L A					
EN	ESCALA N	ESCALA T	ESCALA W	ESCALA X	ESCALA Y	
KGF.	PENETRADOR DIAMANTE	PENETRADOR ESFERICO DE	PENETRADOR ESFERICO DE	PENETRADOR ESFERICO DE	PENETRADOR ESFERICO	
		1.588 MM	3.175 MM	6.35 MM	12.70 MM	
15	15 N	15 T	15 W	15 X	15 Y	
30	30 N	30 T	30 W	30 X	30 Y	
45	45 N	45 T	45 W	45 X	45 Y	

LAS CARGAS MAYORES QUE DEBEN USARSE SON DE 15, 30 Y 45 KGF. AL REGISTRAR LOS RESULTADOS, LOS SIMBOLOS DE ESCALA ADECUADOS TAL COMO SE MUESTRAN EN LA TABLA X DEBEN INDICARSE COMO PREFIJOS A LOS NUMEROS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL OBTENIDOS DE ESTE METODO. PARA LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL, UN NUMERO ROCKWELL REPRESENTA UN MOVIMIENTO DEL PENETRADOR DE UNA MICRA (0.001 MM).

LAS ESCALAS "N" SE USAN PARA MATERIALES SIMILARES A LOS PROBADOS EN LAS ESCALAS ROCKWELL C, A Y D, PERO DE CALIBRE MAS DELGADO O SUPERFICIES ENDURECIDAS, O CUANDO SE REQUIERE UNA PENETRACION MUY PEQUENA. LAS ESCALAS "T" SE USAN PARA MATERIAL SIMILAR A LOS PROBADOS EN LAS ESCALAS ROCKWELL B, F O G, PERO DE UN CALIBRE MENOR O CUANDO SE REQUIERE UNA PENETRACION MUY PEQUENA.

LAS ESCALAS W, X Y Y SE USAN PARA MATERIALES MUY SUAVES. ES DESEABLE EMPLEAR EL PENETRADOR ADECUADO DE DIAMETRO MENOR, PORQUE LA PERDIDA DE SENSIBILIDAD AUMENTA CON EL TAMANO DEL PENETRADOR.

UNA EXCEPCION A ESTO ES CUANDO SE PRUEBA UN MATERIAL SUAVE NO HOMOGENEO, EN CUYO CASO ES PREFERIBLE USAR UN PENETRADOR ESFERICO MAS GRANDE, EL CUAL HACE UNA HUELLA DE UN AREA MAYOR, OBTENIENDOSE ASI UN VALOR DE DUREZA PROMEDIO.

- 4. 4. PENETRADORES.

LOS PENETRADORES COMUNMENTE USADOS SON EL PENETRADOR SUPERFICIAL ESFEROCONICO DE DIAMANTE Y EL PENETRADOR ESFERICO DE ACERO DE 1.588 MM DE DIAMETRO.

LA FORMA DEL PENETRADOR ESFEROCONICO DE DIAMANTE DEBE SER UN CONO CON UN ANGULO INCLUIDO DE 120 GRADOS CON UN EXTREMO ESFERICO DE 0.200 MM DE RADIO. DEBIDO A SU DISENO, EL PENETRADOR PARA LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL NORMAL NO ES INTERCAMBIABLE CON EL PENETRADOR PARA LA PRUEBA DE DUREZA

## ROCKWELL SUPERFICIAL.

LOS PENETRADORES ESFERICOS DE ACERO DEBEN ESTAR LIBRES DE IMPERFECCIONES SUPERFICIALES [(VER INCISO 3.4.1.2.)]<sup>no</sup>

PUEDEN USARSE PENETRADORES ESFERICOS MAYORES TALES COMO: 3.175, 6.350 O 12.70 MM DE DIAMETRO.

### No 4.5. SOPORTES.

DEBE USARSE UN SOPORTE ADECUADO AL ESPECIMEN POR PROBAR. LAS PIEZAS CILINDRICAS DEBEN PROBARSE SOBRE UN SOPORTE CON RANURA EN V, EN QUE SE APOYE AL ESPECIMEN CON EL EJE DIRECTAMENTE BAJO EL PENETRADOR, O EN CILINDROS GEMELOS DUROS, PARALELOS, ADECUADAMENTE COLOCADOS Y FIJADOS A SU BASE. LAS PIEZAS PLANAS DEBEN PROBARSE EN UN SOPORTE PLANO QUE TENGA UNA SUPERFICIE DE APOYO PLANA Y LISA, CUYO PLANO SEA PERPENDICULAR AL EJE DEL PENETRADOR. PARA MATERIALES MUY DELGADOS [(VER INCISO 3.9.3.)]<sup>no</sup> O ESPECIMENES QUE NO SON PERFECTAMENTE PLANOS, DEBE USARSE UN SOPORTE PLANO CON UNA SALIENTE DE APROXIMADAMENTE 6 MM DE DIAMETRO Y 19 MM DE ALTURA.

DICHA SALIENTE DEBE TENER UN PULIDO LISO, SER PLANA, ESTAR LIBRE DE PICADURAS Y RAYADURAS PROFUNDAS, Y TENER UNA DUREZA ROCKWELL DE CUANDO MENOS C 60. AL PROBAR MATERIAL DELGADO CON EL PENETRADOR ESFERICO DE ACERO, EL USO DE UN SOPORTE CON SALIENTE DE DIAMANTE PRESENTARA UNA SUPERFICIE ALTAMENTE UNIFORME Y PULIDA QUE EVITARA EL FLUJO DEL MATERIAL BAJO LA CARGA DE PRUEBA. ESTE SOPORTE DE DIAMANTE NUNCA DEBE USARSE CON EL PENETRADOR ESFERICO DE DIAMANTE PORQUE SI EL MATERIAL BAJO PRUEBA SE ROMPIERA Y AMBOS DIAMANTES ENTRARAN EN CONTACTO, PROBABLEMENTE SE DANARIA UNA O AMBAS PARTES. DEBE ESTABLECERSE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO, CUANDO DEBA HACERSE LA PRUEBA CON EL SOPORTE DE SALIENTE DE DIAMANTE.

### No 4.6. BLOQUES PATRON

DEBEN USARSE BLOQUES PATRON QUE CUMPLAN CON LOS REQUISITOS SENALADOS EN EL INCISO 5.2., PARA VERIFICAR PERIODICAMENTE LA EXACTITUD DEL PROBADOR DE DUREZA SUPERFICIAL. LOS BLOQUES DE PRUEBA DEBEN SER DE MATERIAL UNIFORME, SUFICIENTEMENTE GRUESOS PARA ESTAR LIBRES DEL EFECTO DE SOPORTE, DE SUPERFICIE LISA ARRIBA Y ABAJO, Y DE NO MAS DE 26 CM<sup>2</sup> DE AREA EN LA SUPERFICIE DE PRUEBA. DEBEN TENER UN ACABADO RAZONABLEMENTE FINO, LA ALTURA DE RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEBE TENER UN VALOR PROMEDIO DE 0.0003 MM COMO MAXIMO, EN LA LINEA DE CENTRO, Y DEBEN INSPECCIONARSE PARA CERCIORARSE DE QUE ESTEN LIBRES DE CUALQUIER DEFECTO MAYOR DE LA SUPERFICIE O IMPERFECCIONES QUE PUEDAN AFECTAR LAS LECTURAS DE DUREZA.

### No 4.7. VERIFICACION DE LA MAQUINA DE PRUEBA CON BLOQUES PATRON.

SE HA ENCONTRADO PRACTICO CONSERVAR LAS MAQUINAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DENTRO DE LAS TOLERANCIAS DE LOS BLOQUES PATRON DE PRUEBA (VER INCISO 5.2.). CUANDO LAS MAQUINAS USADAS

EN LAS PRUEBAS DE INSPECCION DE LA PRODUCCION DIARIA, SE VERIFICAN Y SE AJUSTAN POR LO MENOS CADA MES, SE HA ENCONTRADO QUE MUY RARAMENTE SE DESVIAN MAS DE DICHA CANTIDAD.

LAS VERIFICACIONES DIARIAS (VER INCISO 4.11.) DE TALES MAQUINAS, ASEGURAN AL OPERADOR QUE EL PENETRADOR ESTA EN BUENAS CONDICIONES Y QUE LA MAQUINA TRABAJA ADECUADAMENTE.

#### N<sup>o</sup> 4. 8. PRECAUCIONES.

---

LAS PRECAUCIONES INCLUIDAS EN EL INCISO 3. 8., DEBEN OBSERVARSE AL USAR EL PROBADOR DE DUREZA SUPERFICIAL.

#### N<sup>o</sup> 4. 9. ESPECIMENES.

---

4. 9. 1. LOS ESPECIMENES DEBEN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS ESPECIFICADOS EN EL INCISO 3. 9., EXCEPTO QUE SON DESEABLES SUPERFICIES MAS LISAS PARA LAS HUELLAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL Y DEBE TENERSE UN MAYOR CUIDADO PARA EVITAR QUE LOS ESPECIMENES SOBRESALGAN DEL SOPORTE.

4. 9. 2. PUEDEN OBTENERSE LECTURAS COMERCIALMENTE ACEPTABLES DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL EN LAMINAS QUE MUESTREN ALGUN ABULTAMIENTO O MARCA; EN ALGUNAS ESPECIFICACIONES LAS LAMINAS QUE VAN A PROBARSE SON DE UN ESPESOR Y DUREZA EN LAS QUE SE PRESENTARA EL EFECTO DEL SOPORTE.

EN LAS TABLAS XI Y XII SE DAN ESPESORES LIMITES A VARIOS NIVELES DE DUREZA, PARA ESCALAS SELECCIONADAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL USANDO EL PENETRADOR DE DIAMANTE Y EL PENETRADOR ESFERICO DE 1. 588 MM DE DIAMETRO.

EN EL CASO DE LAMINA ESTANADA LA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL SE USA PARA ESPECIMENES MAS DELGADOS QUE LOS RECOMENDADOS EN LA TABLA XII. LAS LIMITACIONES DE ESPESOR PARA ESTOS PRODUCTOS DEBEN INDICARSE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

LAS PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL EN LAMINAS SON ACEPTABLES PARA PROPOSITOS DE ESPECIFICACIONES DE DUREZA, CUANDO SE HACEN EN ESPESORES DE ACUERDO CON ESTAS TABLAS Y CUANDO SE USAN LOS METODOS DESCRITOS EN ESTA NORMA. EN LAS ESPECIFICACIONES EN LAS QUE SE USE LA DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL COMO UNA INDICACION APROXIMADA DE LA RESISTENCIA A LA TENSION, LAS TABLAS XI Y XII NO DEBEN APLICARSE. EN ESTOS CASOS LAS RELACIONES ENTRE LOS LIMITES DE LA ESPECIFICACION PARA RESISTENCIA A LA TENSION Y DUREZA, HAN SIDO ESTABLECIDAS PARA CIERTOS LIMITES DE ESPESOR ESPECIFICADO POR LO QUE LOS EFECTOS DE SOPORTE DEBIDOS A LA PRUEBA DE LAMINAS DELGADAS, SE ENCUENTRAN YA INCLUIDOS EN LA RELACION. PARA OBTENER VALORES DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL COMPLETAMENTE INDEPENDIENTES DEL EFECTO DE SOPORTE, PUEDEN REQUERIRSE ESPESORES MINIMOS MAYORES QUE LOS DADOS EN LAS TABLAS XI Y XII, Y EL ESPECIMEN DEBE ESTAR LIBRE DE MARCAS EN EL LADO OPUESTO A LA HUELLA.

91

T A B L A X I

IX

GUIA PARA LA SELECCION DE ESCALAS USANDO EL  
PENETRADOR DE DIAMANTE.

PARA UN ESPESOR DADO PUEDE DETERMINARSE CUALQUIER DUREZA MAYOR DE LA CORRESPONDIENTE A ESE ESPESOR. PARA UNA DUREZA DADA PUEDE PROBARSE MATERIAL DE ESPESOR MAYOR QUE EL CORRESPONDIENTE A ESTA DUREZA EN LA ESCALA INDICADA.

ESCALA ROCKWELL SUPERFICIAL							
		15 N		30 N		45 N	
ESPESOR EN MM	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROX. ESCALA C (A)	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROX. ESCALA C (A)	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROX. ESCALA C (A)	
	0.15	92	65	---	---	---	---
0.20	90	60	---	---	---	---	
0.25	88	55	---	---	---	---	
0.30	83	45	82	65	77	69.5	
0.36	76	32	78	61	74	67	
0.41	68	18	74	56	72	65	
0.46	---	---	66	47	68	61	
0.51	---	---	57	37	63	57	
0.56	---	---	47	26	58	52.5	
0.61	---	---	---	---	51	47	
0.71	---	---	---	---	20	20.5	
0.76	---	---	---	---	---	---	

(A) ESTOS NUMEROS APROXIMADOS DE DUREZA SE USAN PARA SELECCIONAR UNA ESCALA ADECUADA, Y NO DEBEN USARSE PARA CONVERSION. PARA CONVERSIONES DE DUREZA CONSULTAR LA NORMA B 87 EN VIGOR.

T A B L A    X I I

51

X

GUIA PARA LA SELECCION DE ESCALAS USANDO EL PENETRADOR  
ESFERICO DE ACERO DE 1.588 MM DE DIAMETRO.

PARA UN ESPESOR DADO PUEDE DETERMINARSE CUALQUIER DUREZA MAYOR DE LA CORRESPONDIENTE A ESE ESPESOR. PARA UNA DUREZA DADA PUEDE PROBARSE MATERIAL DE ESPESOR MAYOR QUE EL CORRESPONDIENTE A ESTA DUREZA EN LA ESCALA INDICADA.

ESPESOR EN MM	ESCALA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL					
	15 T		30 T		45 T	
	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROX. ESCALA B (A)	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROX. ESCALA B (A)	LECTURA DE LA CARATULA	DUREZA APROX. ESCALA B (A)
0.25	91	93	---	---	---	---
0.30	86	78	---	---	---	---
0.36	81	62	79	96	---	---
0.41	75	44	73	74	71	99
0.46	68	24	64	71	62	90
0.51	---	---	55	58	53	80
0.56	---	---	45	43	43	70
0.61	---	---	34	28	31	58
0.66	---	---	---	---	18	45
0.71	---	---	---	---	4	32
0.76	---	---	---	---	---	---

(A) ESTOS NUMEROS APROXIMADOS DE DUREZA SE USAN PARA SELECCIONAR UNA ESCALA ADECUADA Y NO DEBEN USARSE PARA CONVERSION. PARA CONVERSIONES DE DUREZA CONSULTAR LA NORMA B 87 EN VIGOR.

4.9.3. LAS LECTURAS EN ESPECIMENES CILINDRICOS ESTAN SUJETAS A CORRECCION. VER LAS TABLAS XIII Y XIV.

4.10. AJUSTE DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

4.10.1 VELOCIDAD DE APLICACION DE LA CARGA.

DEBE AJUSTARSE EL INDICADOR EN LA MAQUINA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL, DE MODO QUE LA PALANCA OPERADORA COMPLETE SU MOVIMIENTO DE 5 A 7 S SIN ESPECIMEN EN LA MAQUINA, Y CON LA MAQUINA PUESTA PARA APLICAR UNA CARGA MAYOR DE 30 KGF (LOS FABRICANTES DE MAQUINAS SIN PALANCAS DE OPERACION DEBEN ESPECIFICAR UN CICLO DE TIEMPO EQUIVALENTE Y EL METODO DE AJUSTE).

4.10.2. AJUSTE DEL INDICADOR.

DEBEN HACERSE LAS SIGUIENTES PRUEBAS (Y AJUSTES EN CASO NECESARIO): DEBE COLOCARSE UNA PIEZA DE MATERIAL EN EL SOPORTE Y GIRAR LA TUERCA ELEVADORA PARA LLEVAR EL MATERIAL CONTRA EL PENETRADOR. DEBE SEGUIRSE GIRANDO PARA ELEVAR EL MATERIAL HASTA QUE LA MANO SIENTA RESISTENCIA POSITIVA A SEGUIR GIRANDO; ESTO SE SENTIRA DESPUES DE QUE SE HAYA ALCANZADO LA CARGA MENOR DE 3 KGF Y CUANDO SE HAYA APLICADO LA CARGA MAYOR. CUANDO SE REQUIERE FUERZA EXCESIVA PARA ELEVAR MAS EL MATERIAL DEBE TOMARSE NOTA DE LA POSICION DE LA AGUJA EN LA CARATULA, DESPUES DE AJUSTAR LA CARATULA, DE MODO QUE "SET" QUEDE ARRIBA.

SI LA AGUJA QUEDA ENTRE 45 Y 55, NO ES NECESARIO EL AJUSTE; SI LA AGUJA QUEDA EN CUALQUIER OTRO LUGAR, EL AJUSTE ES IMPERATIVO.

COMO LA AGUJA GIRA VARIAS VECES MIENTRAS SE ELEVA EL MATERIAL LAS LECTURAS ANTES MENCIONADAS SE APLICAN A LA REVOLUCION DEL INDICADOR, QUE OCURRE MIENTRAS LA AGUJA AUXILIAR, PASA MAS ALLA DE LA MARCA DE CERO DE LA CARATULA. EL OBJETO DE ESTE AJUSTE ES VER QUE LA ELEVACION DEL ESPECIMEN PARA TOMAR LA CARGA MENOR NO SEA TAL QUE CAUSE UNA APLICACION PARCIAL DE LA CARGA MAYOR, LA CUAL, PARA HACER UNA PRUEBA CORRECTA, DEBE APLICARSE SOLAMENTE A TRAVES DEL MECANISMO DE LIBERACION DE LA CARGA.

Nº 4. 11. PROCEDIMIENTO

Nº 4. 11. 1. ANTES DE USAR LA MAQUINA, DEBE DETERMINARSE SU EXACTITUD TAL COMO SE INDICA EN EL INCISO 3. 11.

Nº 4. 11. 2. DEBE AJUSTARSE LA MAQUINA DE ACUERDO CON LOS METODOS DESCRITOS EN LOS INCISOS 4. 10. 1. Y 4. 10. 2.

Nº 4. 11. 3. DEBE SELECCIONARSE LA ESCALA ADECUADA Y USARSE LA CARGA Y PENETRADOR APROPIADOS DE ACUERDO CON 4. 3., 4. 4. Y 3. 9. 3.

Nº 4. 11. 4. DEBE SELECCIONARSE UN SOPORTE APROPIADO DE ACUERDO A 4. 5.

Nº 4. 11. 5. PARA EL CASO DE MATERIALES COMPUESTOS DE VARIAS CAPAS, TODAS LAS PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DEBEN HACERSE SOBRE UN SOLO ESPESOR DE MATERIAL, INDEPENDIEMENTE DE SU ESPESOR TOTAL.

Nº 4. 11. 6. EL PENETRADOR DEBE ACTUAR EN UN PLANO NORMAL A LA SUPERFICIE BAJO PRUEBA.

Nº 4. 11. 7. APLICACION DE LA CARGA MENOR.

DEBE COLOCARSE EL ESPECIMEN BAJO PRUEBA SOBRE EL SOPORTE Y APLICARSE LA CARGA MENOR GRADUALMENTE, HASTA QUE SE OBTENGA EN LA CARATULA LA INDICACION CORRESPONDIENTE. SE ENTIENDE QUE ESTO OCURRE CUANDO LA AGUJA HA DADO EL NUMERO CORRESPONDIENTE DE REVOLUCIONES COMPLETAS Y ESTE DENTRO DE +- 5 DIVISIONES DE LA POSICION "SET" EN LA PARTE SUPERIOR DE LA CARATULA.



EL NUMERO CORRESPONDIENTE DE REVOLUCIONES COMPLETAS DEBE INDICARSE YA SEA POR UNA MARCA DE REFERENCIA EN EL VASTAGO DEL CALIBRADOR O POR UNA MANECILLA AUXILIAR EN LA CARATULA. AL PONER EL PENETRADOR Y EL ESPECIMEN EN CONTACTO DEBE EVITARSE CUALQUIER IMPACTO. EL ULTIMO MOVIMIENTO DEL TORNILLO ELEVADOR DEBE SER SIEMPRE EN UNA DIRECCION QUE LLEVE AL PENETRADOR Y AL ESPECIMEN A LA POSICION DE CONTACTO. SI SE SOBREPASA EL AJUSTE ADECUADO, DEBE QUITARSE LA CARGA MENOR Y SELECCIONARSE UN NUEVO LUGAR PARA LA PRUEBA. DESPUES DE QUE LA CARGA MENOR HA SIDO APLICADA, SE COLOCA EL INDICADOR DE LA CARATULA EN CERO, EN LA ESCALA DE NUMEROS EN NEGRO.

#### Nº 4. 11. 8. APLICACION DE LA CARGA MAYOR.

DEBE APLICARSE LA CARGA MAYOR MOVIENDO LA PALANCA DE OPERACION SIN GOLPEARLA. DEBE QUITARSE LA CARGA MAYOR LLEVANDO LA PALANCA DE OPERACION DE REGRESO A SU POSICION DE SEGURO DENTRO DE LOS 2 S DESPUES DE QUE EL MOVIMIENTO HA CESADO, O DE ACUERDO CON 4. 11. 9. O 4. 11. 10.

Nº 4. 11. 9. EN EL CASO DE MATERIALES QUE EXHIBAN POCO O NINGUN FLUJO PLASTICO DESPUES DE LA APLICACION DE LA CARGA MAYOR, EL INDICADOR DEBE QUEDAR EN REPOSO ANTES DE QUE EL MOVIMIENTO DE LA PALANCA DE OPERACION CESE; EN ESTE CASO LA PALANCA DE OPERACION DEBE REGRESARSE A SU POSICION DE SEGURO INMEDIATAMENTE DESPUES DE QUE EL INDICADOR SE DETENGA.

Nº 4. 11. 10. EN EL CASO DE MATERIALES QUE EXHIBAN FLUJO PLASTICO DESPUES DE LA APLICACION DE LA CARGA MAYOR, LA AGUJA DEBE CONTINUAR EN MOVIMIENTO DESPUES DE QUE LA PALANCA DE OPERACION SE DETENGA; EN ESTE CASO LA PALANCA DE OPERACION DEBE REGRESARSE A SU POSICION DE SEGURO DESPUES DE TRANSCURRIDO UN TIEMPO ESPECIFICADO ENTRE LA APLICACION Y REMOCION DE LA CARGA (VER EL INCISO 4. 11. 11. ).

EN EL CASO DE QUE EL TIEMPO TRANSCURRIDO SEA DIFERENTE DE 2 S, ESTE DEBE REGISTRARSE, A MENOS QUE EL TIEMPO SE ESPECIFIQUE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

Nº 4. 11. 11. PARA MATERIALES QUE REQUIEREN EL USO DEL METODO INDICADO EN 4. 11. 10., EL TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA MAYOR DEBE ESPECIFICARSE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

#### Nº 4. 11. 12 ESCALA DE LECTURA PARA DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL.

DEBE TOMARSE EL NUMERO DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL COMO LA LECTURA DEL INDICADOR EN LA CARATULA DESPUES DE QUE LA CARGA MAYOR HA SIDO REMOVIDA Y MIENTRAS LA CARGA MENOR ESTA AUN ACTUANDO. ESTAS LECTURAS A VECES SON ESTIMADAS A LA MITAD DE UNA DIVISION O A UN DECIMO DE UNA DIVISION, DEPENDIENDO DEL MATERIAL BAJO PRUEBA.

Nº 4. 11. 13. LAS LECTURAS EN ESPECIMENES CILINDRICOS ESTAN SUJETAS A CORRECCION VER LAS TABLAS XIII Y XIV.

V

04.12. CORRELACION CON OTRAS ESCALAS DE DUREZA O CON VALORES

DE RESISTENCIA A LA TENSION

NO HAY UN METODO GENERAL PARA RELACIONAR CON EXACTITUD LOS NUMEROS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DE UNA ESCALA CON OTRA, NI CON OTROS TIPOS DE NUMEROS DE DUREZA, O CON VALORES DE RESISTENCIA A LA TENSION. TALES CORRELACIONES SON, EN EL MEJOR DE LOS CASOS APROXIMACIONES Y POR LO TANTO DEBEN EVITARSE, EXCEPTO PARA CASOS ESPECIALES DONDE SE HAYA OBTENIDO POR PRUEBAS DE COMPARACION UNA BASE CONFIABLE PARA LA CORRELACION APROXIMADA.

T A B L A X I I I

CORRECCIONES ADITIVAS A LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL 15N, 30N Y 45N OBTENIDOS SOBRE ESPECIMENES (A) CILINDRICOS DE VARIOS DIAMETROS

LECTURA DE: LA CARATULA	DIAMETRO DE LOS ESPECIMENES CILINDRICOS EN MM						
	3.2	6.4	10	13	19	25	
	CORRECCIONES PARA SUMARSE A LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL 15 N, 30 N Y 45 N (B)						
20	6.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5	
25	5.5	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	
30	5.5	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	
35	5.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	
40	4.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0	
45	4.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	
50	3.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	
55	3.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.5	
60	3.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	
65	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	
70	2.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	
75	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0.0	
80	1.0	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	
85	0.5	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	
90	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

(A) AL PROBAR ESPECIMENES CILINDRICOS LA EXACTITUD DE LA PRUEBA SE VE AFECTADA SERIAMENTE POR LA ALINEACION DEL TORNILLO ELEVADOR, POR EL SOPORTE EN V, POR LOS PENETRADORES, POR EL ACABADO SUPERFICIAL Y POR LA RECTITUD DEL CILINDRO.

(B) ESTAS CORRECCIONES SON SOLAMENTE APROXIMADAS Y REPRESENTAN PROMEDIOS. HASTA EL MAS CERCANO 0.5 NUMERO ROCKWELL SUPERFICIAL, DE NUMEROSAS OBSERVACIONES REALES.

10

T A B L A X I V

CORRECCIONES ADITIVAS A LOS VALORES DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL 15T, 30T Y 45T OBTENIDOS SOBRE ESPECIMENES (A) CILINDRICOS DE VARIOS DIAMETROS

LECTURA DE LA CARATULA	DIAMETRO DE LOS ESPECIMENES CILINDRICOS EN MM							
	3.2	6.4	10	13	16	19	25	
20	13.0	9.0	6.0	4.5	4.5	3.0	2.0	
30	11.5	7.5	5.0	3.5	3.5	2.5	2.0	
40	10.0	6.5	4.5	3.5	3.0	2.5	2.0	
50	8.5	5.5	4.0	3.0	2.5	2.0	1.5	
60	6.5	4.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5	
70	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	
80	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	
90	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	

(A) AL PROBAR ESPECIMENES CILINDRICOS LA EXACTITUD DE LA PRUEBA SE VE AFECTADA SERIAMENTE POR LA ALINEACION DEL TORNILLO ELEVADOR, POR EL SOPORTE EN V, POR LOS PENETRADORES, POR EL ACABADO SUPERFICIAL, Y POR LA RECTITUD DEL CILINDRO.

(B) ESTAS CORRECCIONES SON SOLAMENTE APROXIMADAS Y REPRESENTAN PROMEDIOS HASTA EL MAS CERCANO 0.5 NUMERO ROCKWELL SUPERFICIAL, DE NUMEROSAS OBSERVACIONES REALES.

Nº 4. 13. INFORME

EL INFORME DEBE INCLUIR LO SIGUIENTE:

Nº 4. 13. 1. NUMERO DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL.

Nº 4. 13. 2. ESCALA DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL, ESTO ES, ESCALA 30N, 30T, ETC.

Nº 4. 13. 3. TIEMPO DE APLICACION DE LA CARGA MAYOR (SOLO CUANDO LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO LO REQUIERA).

Nº 5. APENDICE

Nº 5. 1. VERIFICACION DE MAQUINAS PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL.

Nº 5. 1. 1. ALCANCE

ESTA PARTE 5.1., CÚBRE DOS PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS PARA PRUEBA DE DUREZA ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL Y UN PROCEDIMIENTO QUE SE RECOMIENDA PARA CONFIRMAR QUE LA MAQUINA NO SE HA DESAJUSTADO EN LOS INTERVALOS ENTRE LAS COMPROBACIONES PERIODICAS DE RUTINA. LOS DOS METODOS DE VERIFICACION SON LOS SIGUIENTES:

№ 5.1.1.1. VERIFICACION POR SEPARADO DE LA APLICACION DE LA CARGA, DEL PENETRADOR, Y DEL DISPOSITIVO MEDIDOR DE LA PROFUNDIDAD, SEGUIDO POR UNA PRUEBA DE COMPORTAMIENTO (VER INCISO 5.1.4.).

ESTE METODO DEBE USARSE PARA MAQUINAS NUEVAS Y RECONSTRUIDAS.

№ 5.1.1.2. VERIFICACION POR EL METODO DE BLOQUES PATRON DE PRUEBA.

ESTE METODO DEBE USARSE EN PRUEBAS DE ARBITRAJE, DE INVESTIGACION O DE RUTINA, PARA QUE EL OPERADOR SE ASEGURE DE QUE LA MAQUINA PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL ESTA OPERANDO CORRECTAMENTE (VER INCISO 5.1.4.).

T A B L A X V

TOLERANCIAS SOBRE LAS CARGAS APLICADAS  
. 1

CARGA, EN KGF	TOLERANCIA, EN KGF
10	+ - 0.20
60	+ - 0.45
100	+ - 0.65
150	+ - 0.90
3	+ - 0.060
15	+ - 0.100
30	+ - 0.200
45	+ - 0.300

№ 5.1.2. REQUISITOS GENERALES

ANTES DE VERIFICAR UNA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA, DEBE EXAMINARSE PARA ASEGURAR QUE:

№ 5.1.2.1. LA MAQUINA ESTE CORRECTAMENTE INSTALADA.

№ 5.1.2.2. EL VASTAGO DE LA CARATULA CALIBRADA DEL DISPOSITIVO DE MEDICION DE PROFUNDIDAD, SE MUEVA LIBREMENTE EN CUALQUIER POSICION.

№ 5.1.2.3. EL SUJETADOR DEL PENETRADOR ESTE CORRECTAMENTE APOYADO EN EL VASTAGO

№ 5.1.2.4. CUANDO SE USE EL PENETRADOR ESFERICO DE ACERO, EL SUJETADOR ESTE EQUIPADO CON UN NUEVO PENETRADOR CUYO DIAMETRO

HAYA SIDO VERIFICADO (VER INCISO 5.1.3.3.).

1° 5.1.2.5. EL PENETRADOR DE DIAMANTE ESTE LIBRE DE GRIETAS O IMPERFECCIONES QUE CONDUZCAN A LECTURAS INCORRECTAS.

2° 5.1.2.6. LA CARGA PUEDA SER APLICADA Y REMOVIDA, SIN GOLPE O VIBRACION, DE TAL MANERA QUE LAS LECTURAS NO SEAN INFLUENCIADAS.

3° 5.1.3. VERIFICACION POR SEPARADO DE LA APLICACION DE LA CARGA, DEL PENETRADOR Y DEL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD.

3.1. APLICACION DE LA CARGA.

LAS MAQUINAS PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL DEBEN VERIFICARSE CON CARGAS DE 10, 60, 100 Y 150 KGF. LAS MAQUINAS PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DEBEN VERIFICARSE CON CARGAS DE 3, 15, 30 Y 45 KGF. LA CARGA APLICADA DEBE VERIFICARSE POR EL USO DE PESOS MUERTOS PATRON (MASAS) Y PALANCAS, O MEDIANTE EL USO DE RESORTES DE ACUERDO CON LA NORMA B 80 EN VIGOR; CADA MAQUINA DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE DUREZA ROCKWELL DEBE VERIFICARSE CON LA CARGA MENOR (10  $\pm$  0.2 KGF) ANTES DE LA APLICACION Y DESPUES DE LA REMOCION DE LA CARGA ADICIONAL. CADA MAQUINA DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DEBE VERIFICARSE CON LA CARGA MENOR (3  $\pm$  0.060 KGF) ANTES DE LA APLICACION Y DESPUES DE LA REMOCION DE LA CARGA ADICIONAL. LA APLICACION DE LA CARGA DEBE CONSIDERARSE VERIFICADA SI EL PROMEDIO DE TRES LECTURAS, EN CADA UNA DE LAS TRES POSICIONES DE LA PALANCA DE FUERZA, PARA CADA CARGA, ESTA DENTRO DE LAS TOLERANCIAS INDICADAS EN LA TABLA XV.

3.2. PENETRADOR DE DIAMANTE

LA VERIFICACION DE LA FORMA DEL PENETRADOR DE DIAMANTE DEBE HACERSE POR MEDIDA DIRECTA DE SU FORMA O POR MEDIDA DE SU PROYECCION EN UNA PANTALLA. LA VERIFICACION DEBE HACERSE EN NO MENOS DE CUATRO SECCIONES.

EL PENETRADOR DE DIAMANTE DEBE TENER UN ANGULO INCLUIDO DE 120 GRADOS  $\pm$  30 MINUTOS Y DEBE TENER SU EJE COLINEAL CON EL EJE DEL PENETRADOR DENTRO DE UNA TOLERANCIA DE  $\pm$  30 MINUTOS. LA PUNTA DEL CONO DEBE TENER UN RADIO NOMINAL DE 0.200 MM. EL CONTORNO DE LA LINEA DEL CONO DEBE CAER DENTRO DE UNA ZONA DEFINIDA POR DOS ARCOS CONCENTRICOS PARALELOS AL RADIO NOMINAL DEL CONTORNO DE LA PUNTA (0.200 MM) PERO DESPLAZADOS DE EL POR 0.002 MM, TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA NUM. 5. EN LA FIGURA NUM. 5 (A) LA ZONA DE TOLERANCIA SE MUESTRA A UN AUMENTO DE 500X.

EN LA FIGURA NUM. 5 (B) LAS VARIACIONES POSIBLES MINIMAS Y MAXIMAS SE MUESTRAN ESQUEMATICAMENTE (NO ESTAN A ESCALA). LA SUPERFICIE DEL CONO DEBE TENER CONTINUIDAD TANGENCIAL CON LA SUPERFICIE DE LA PUNTA ESFERICA. EL PENETRADOR DEBE ESTAR PULIDO A TAL GRADO QUE NINGUNA PARTE DESPULIDA DE SU SUPERFICIE, HAGA CONTACTO CON EL ESPECIMEN DE PRUEBA CUANDO PENETRA UNA PROFUNDIDAD DE 0.3 MM. PUESTO QUE LOS VALORES DE DUREZA DADOS POR UNA MAQUINA DE PRUEBA NO DEPENDEN SOLAMENTE DE ESTAS DIMENSIONES, SINO TAMBIEN DE LA RUGOSIDAD SUPERFICIAL, DE LA

POSICION DE LOS EJES CRISTALINOS DEL DIAMANTE, DEL APOYO DEL DIAMANTE EN EL SOPORTE SE REQUIERE POR LO TANTO UNA PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO. EN ESTA PRUEBA EL PENETRADOR DE DIAMANTE DEBE USARSE EN UNA MAQUINA EN LA CUAL HAN SIDO VERIFICADOS LA APLICACION DE LA CARGA Y EL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD. DEBEN HACERSE CINCO IMPRESIONES EN UN BLOQUE PATRON CALIBRADO, CON UN PENETRADOR COMO SE INDICA EN EL INCISO 5.2. LA MEDIA DE ESTAS CINCO LECTURAS DE DUREZA NO DEBE DIFERIR DEL PROMEDIO DEL BLOQUE PATRON DE PRUEBA EN MAS DE LA CANTIDAD INDICADA EN LA TABLA XVI.

T A B L A X V I

DESVIACION PERMISIBLE EN LECTURAS DE DUREZA PARA PENETRADORES DE DIAMANTE VERIFICADOS

PARA LECTURAS DE DUREZA EN EL ORDEN DE :	DESVIACION PERMISIBLE UNIDADES ROCKWELL
C 63	+ - 0.5
C 25	+ - 1.0
30 N 80	+ - 0.5
30 N 45	+ - 1.0

T A B L A X V I I

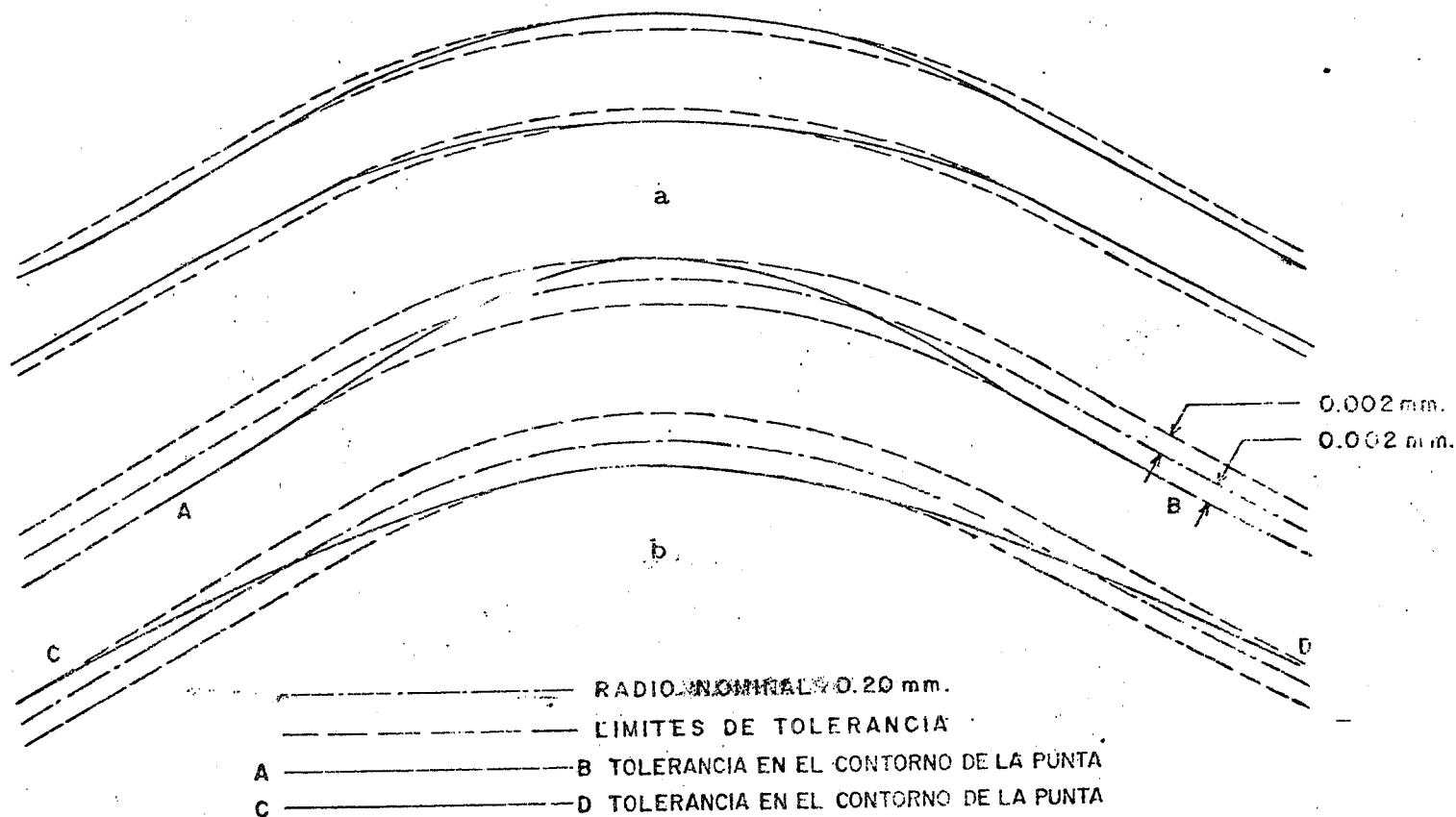
TOLERANCIAS PARA PENETRADORES ESFERICOS DE ACERO PARA DUREZA ROCKWELL

DIAMETRO DEL BALIN EN MM	TOLERANCIA EN MM
1.588	+ - 0.0025
3.175	+ - 0.0025
6.350	+ - 0.0025
12.700	+ - 0.0025

T A B L A X V I I I

DIAGONAL MEDIA MAXIMA DE LA IMPRESION DE DUREZA VICKERS SOBRE BALINES PARA DUREZA ROCKWELL

DIAMETRO DEL PENETRADOR ESFERICO! EN MM	DIAGONAL MEDIA MAXIMA DE LA IMPRESION EFECTUADA CON EL PE- NETRADOR VICKERS CON UNA CARGA DE 10 KGF/ SOBRE UN PENETRADOR ESFERICO PARA DUREZA ROCKWELL EN MM.
1.588	0.141
3.175	0.144
6.350	0.145
12.700	0.147



TOLERANCIA EN EL CONTORNO DEL PENETRADOR ESFERO - CÓNICO DE DIAMANTE

FIG.— 5

No está a escala.



10

5. 1. 3. 3. PENETRADOR ESFERICO DE ACERO.

EL PROMEDIO DE TRES DIAMETROS MEDIDOS EN UN PENETRADOR ESFERICO NUEVO DE ACERO, SELECCIONADO AL AZAR EN UN LOTE, NO DEBE DIFERIR DEL DIAMETRO NOMINAL EN MAS DE LA CANTIDAD MOSTRADA EN LA TABLA XVII. LA DIFERENCIA PERMISIBLE ENTRE EL DIAMETRO MAS GRANDE Y EL DIAMETRO MAS PEQUENO, MEDIBLES SOBRE UN PENETRADOR ESFERICO, NO DEBE SER MAYOR DE 0.0010 MM. EL PENETRADOR ESFERICO DE ACERO DEBE TENER UNA DUREZA VICKERS (DV) DE POR LO MENDS 850 USANDO UNA CARGA DE 10 KGF. POR LO TANTO, LA MAXIMA DIAGONAL MEDIA DE LA IMPRESION DE DUREZA VICKERS HECHA SOBRE EL PENETRADOR ESFERICO DE ACERO, NO DEBE EXCEDER DE LOS VALORES INDICADOS EN LA TABLA XVIII.

T A B L A X I X

INTERVALOS DE DUREZA USADOS EN LA VERIFICACION POR EL METODO DE BLOQUE PATRON

ESCALA ROCKWELL	!	INTERVALOS DE DUREZA
C	!	20 A 30
	!	35 A 55
	!	59 A 65
B	!	40 A 59
	!	60 A 79
	!	80 A 100
30 N	!	40 A 50
	!	55 A 73
	!	75 A 80
30 T	!	43 A 56
	!	57 A 70
	!	71 A 82

T A B L A X X

40

REPETIBILIDAD DE LAS MAQUINAS

INTERVALOS DE DUREZA DE LOS BLOQUES PATRON	LA REPETIBILIDAD (A) DE LA MAQUINA DEBE SER NO MAYOR DE :
<b>ESCALA ROCKWELL C:</b>	
20 A 30	2.0
35 A 55	1.5
59 A 65	1.0
<b>ESCALA ROCKWELL B:</b>	
49 A 59	2.5
60 A 79	2.0
80 A 100	2.0
<b>ESCALA ROCKWELL 30N:</b>	
40 A 50	2.0
55 A 73	1.5
75 A 80	1.0
<b>ESCALA ROCKWELL 30T:</b>	
43 A 56	2.5
57 A 70	2.0
71 A 82	2.0

(A) LA REPETIBILIDAD DE LAS MAQUINAS CON ESCALAS PARA DUREZA ROCKWELL O DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL, DISTINTAS DE LAS ESCALAS DADAS EN LA TABLA XX, DEBE SER LA DIFERENCIA EQUIVALENTE CONVERTIDA EN DUREZA PARA ESAS ESCALAS (VER EJEMPLO), EXCEPTO PARA LAS ESCALAS 15N Y 15T. EN EL CASO DE LAS ESCALAS 15N Y 15T, LA REPETIBILIDAD NO DEBE SER MAYOR DE 1.0 PARA TODOS LOS INTERVALOS.

EJEMPLO:

EN LA ESCALA C 60 LAS LECTURAS TIPICAS DE UNA SERIE DE IMPRESIONES PUEDEN VARIAR DE 59 A 60, 59.5 A 60.5, 60 A 61, ETC. ASI LOS VALORES CONVERTIDOS A LA ESCALA A CORRESPONDIENTES A C 59 A C 60 (VER TABLA II DE LA NORMA B 85 EN VIGOR) DEBEN SER A 80.7 A 81.2 Y LA REPETIBILIDAD DE LA ESCALA A DEBE SER DE 0.5.

5.1.3.4. DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD.

EL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD DEBE VERIFICARSE COMO MINIMO EN TRES INTERVALOS, INCLUYENDO LOS CORRESPONDIENTES A LAS DUREZAS MAS BAJAS Y MAS ALTAS, PARA LAS QUE SE USA LA ESCALA

NORMALMENTE, HACIENDO MOVIMIENTOS DE INCREMENTOS CONOCIDOS DEL CORRESPONDIENTE PENETRADOR O DEL PISTON CALIBRADOR DE LA CARATULA. EL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD DEBE INDICAR CORRECTAMENTE LA DUREZA ROCKWELL DENTRO DE +- 0.5 DE UNA UNIDAD DE LA ESCALA SOBRE CADA INTERVALO. ESTO ES, DENTRO DE +- 0.001 MM DE LECTURA DE PROFUNDIDAD. EL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD DEBE INDICAR CORRECTAMENTE LA DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DENTRO DE +- 0.5 DE LA UNIDAD DE LA ESCALA DE CADA INTERVALO. ESTO ES, DENTRO DE +- 0.0005 MM DE LECTURA DE PROFUNDIDAD.

5.1.4. VERIFICACION POR EL METODO DE BLOQUES PATRON

5.1.4.1. LAS MAQUINAS DE DUREZA ROCKWELL O DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL PARA EFECTUAR PRUEBAS DE ARBITRAJE, DE RUTINA, DE INVESTIGACION; O LAS MAQUINAS EN LAS QUE SE QUIERE VERIFICAR SU SERVICIO, SE PUEDEN VERIFICAR HACIENDO UNA SERIE DE IMPRESIONES EN BLOQUES PATRON (INCISO 5.2.).

5.1.4.2. DEBE HACERSE UN MINIMO DE CINCO LECTURAS DE DUREZA EN LA SUPERFICIE DE PRUEBA, DE POR LO MENOS TRES BLOQUES QUE TENGAN DIFERENTES NIVELES DE DUREZA COMO LOS MOSTRADOS EN LA TABLA XIX, USANDO LAS SIGUIENTES CARGAS DE PRUEBA:

ESCALA ROCKWELL C - CARGA DE 150 KGF

ESCALA ROCKWELL B - CARGA DE 100 KGF

ESCALA ROCKWELL 30N - CARGA DE 30 KGF

ESCALA ROCKWELL 30T - CARGA DE 30 KGF

5.1.4.3. CUANDO SE HACEN PRUEBAS EN DIFERENTES INTERVALOS DE UNA ESCALA, SE PERMITE VERIFICAR ESA ESCALA EN LOS NIVELES INFERIORES, MEDIO Y SUPERIOR, EJEMPLOS; 20 A 30, 35 A 55 Y 59 A 65 AL USAR LA ESCALA C; Y 40 A 59, 60 A 79 Y 80 A 100 AL USAR LA ESCALA B.

5.1.4.4. LAS MAQUINAS PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL Y DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL SE CONSIDERAN VERIFICADAS SI LOS RESULTADOS CUMPLEN CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN LOS INCISOS 5.1.6. Y 5.1.7.

5.1.5. PROCEDIMIENTO PARA VERIFICACIONES PERIODICAS

5.1.5.1. LA VERIFICACION POR EL METODO DE LOS BLOQUES PATRON (5.1.4.) ES DEMASIADO LARGA PARA LA VERIFICACION DIARIA, POR LO TANTO, SE RECOMIENDA EL SIGUIENTE METODO:

SE HACE UN MINIMO DE UNA VERIFICACION DIARIA, EN LA MAQUINA QUE VA A USARSE.

ANTES DE HACER LA VERIFICACION, SE HACE UN MINIMO DE DOS PENETRACIONES PRELIMINARES, PARA ASEGURAR QUE LA MAQUINA TRABAJE LIBREMENTE, Y QUE EL BLOQUE PATRON, EL PENETRADOR Y EL SOPORTE DEN LAS LECTURAS CORRECTAS. LOS RESULTADOS DE ESTAS PENETRACIONES PRELIMINARES NO DEBEN CONSIDERARSE.

SE HACEN POR LO MENOS 5 LECTURAS DE DUREZA SOBRE BLOQUES PATRON, EN LA ESCALA Y AL NIVEL DE DUREZA EN QUE VA A USARSE LA MAQUINA. SI LOS VALORES ESTAN DENTRO DEL INTERVALO DE LOS BLOQUES MENCIONADOS, LA MAQUINA PUEDE CONSIDERARSE EN BUEN ESTADO, SI NO, LA MAQUINA DEBE VERIFICARSE COMO SE INDICA EN EL INCISO 5.1.4.

#### 5.1.6. REPETIBILIDAD Y ERROR.

##### 5.1.6.1. REPETIBILIDAD.

PARA CADA BLOQUE PATRON SEAN R1, R2,.....R5, LAS LECTURAS DE DUREZA SOBRE LAS CINCO PENETRACIONES HECHAS EN ORDEN CRECIENTE DE MAGNITUD.

LA REPETIBILIDAD DE LA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA BAJO LAS CONDICIONES PARTICULARES DE VERIFICACION, SE EXPRESA POR LA CANTIDAD  $R5 - R1$ .

##### 5.1.6.2. ERROR.

EL ERROR DE LA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA, BAJO LAS CONDICIONES PARTICULARES DE VERIFICACION, SE EXPRESA POR LA CANTIDAD  $R_M - R$ , EN DONDE:

$$R_M = (R_1 + R_2 + \dots + R_5) / 5,$$

R1, R2, ..., R5 SON LOS VALORES INDIVIDUALES DE DUREZA, Y R ES LA DUREZA INDICADA EN EL BLOQUE PATRON.

#### 5.1.7. EVALUACION DE LA VERIFICACION.

##### 5.1.7.1. REPETIBILIDAD.

LA REPETIBILIDAD DE LA MAQUINA DE PRUEBA DE DUREZA SE CONSIDERA SATISFACTORIA SI SE CUMPLEN CON LAS CONDICIONES INDICADAS EN LA TABLA XX.

##### 5.1.7.2. ERROR.

EL VALOR MEDIO DE DUREZA DE CINCO IMPRESIONES NO DEBE DIFERIR DE LA MEDIA CORRESPONDIENTE A LA DUREZA DEL BLOQUE PATRON EN MAS DE LA TOLERANCIA DE ESTE.

#### 5.2. CALIBRACION DE BLOQUES PATRON.

---

5.2.1. ESTA PARTE CUBRE LA CALIBRACION DE BLOQUES PATRON DE MAQUINAS USADAS PARA PRUEBAS DE DUREZA ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL.

5.2.2. CADA BLOQUE DE METAL QUE VA A SER DESTINADO A BLOQUE PATRON, NO DEBE SER MENOR DE 6 MM DE ESPESOR.

5.2.3. CADA BLOQUE DEBE SER ESPECIALMENTE PREPARADO Y TRATADO TERMICAMENTE PARA DARLE LA NECESARIA HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE ESTRUCTURA. CUANDO EL BLOQUE ES DE ACERO DEBE DESMAGNETIZARSE Y MANTENERSE DESMAGNETIZADO.

5.2.4. LA SUPERFICIE INFERIOR DEL BLOQUE PATRON DEBE TENER UN ACABADO FINO.

5.2.5. LA SUPERFICIE DE PRUEBA (SUPERIOR) DEBE ESTAR PULIDA O CON UN ACABADO ESMERILADO FINO Y LIBRE DE RAYADURAS QUE PUDIERAN AFECTAR LA PROFUNDIDAD DE LA HUELLA.

5.2.5.1. LA ALTURA MEDIA DE LA RUGOSIDAD EN LA SUPERFICIE DE PRUEBA NO DEBE EXCEDER DE 0.0003 MM EN LA LINEA CENTRAL PROMEDIO.

5.2.6. PARA GARANTIZAR LA AUTENTICIDAD DE LA SUPERFICIE DE PRUEBA DEBE MARCARSE ESTA INMEDIATAMENTE DESPUES DE CALIBRADO EL BLOQUE, YA SEA CON UNA MARCA OFICIAL O FIJANDO EL VALOR DEL ESPESOR DEL BLOQUE CON UNA EXACTITUD DE  $\pm 0.1$  MM

5.2.7. LOS BLOQUES DE PRUEBA DEBEN SER CALIBRADAS EN UNA MAQUINA DE DUREZA VERIFICADA DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS DE 5.1.1.1.

5.2.8. LA CARGA MAYOR DEBE SER REMOVIDA REGRESANDO LA PALANCA DE OPERACION A SU POSICION DE FIJACION, DE ACUERDO CON UNO DE LOS METODOS ALTERNATIVOS INDICADOS EN 3.12.7.1., O 3.12.7.2. Y 4.11.9., O 4.11.10.

T A B L A X X I

REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE DUREZA

DUREZA NOMINAL DE LOS BLOQUES PATRON	LA REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE LOS BLOQUES PATRON NO DEBE SER MAYOR DE:
ESCALA C	
60 Y MAYORES	0.5
MENORES DE 60	1.0
ESCALA B	
60 HASTA 100	1.0
MENORES DE 60 HASTA 40	1.5
ESCALA 30 N	
41.5 Y MAYORES	1.0
ESCALA 30 T	
43 HASTA 82	1.0

5.2.9. CUANDO MENOS DEBEN HACERSE CINCO HUELLAS EN CADA BLOQUE PATRON DE PRUEBA, DISTRIBUIDAS AL AZAR.

5.2.10. LA CARATULA INDICADORA DEL DISPOSITIVO MEDIDOR DE PROFUNDIDAD DEBE APROXIMAR A  $\pm 0.1$  DE UNIDAD, ESTO ES, AL MAS CERCANO 0.1 DEL NUMERO DE DUREZA ROCKWELL O DEL NUMERO DE DUREZA

NO

5.2.11. REPETIBILIDAD.

SEAN R1, R2...RN LOS VALORES OBSERVADOS DE NUMEROS DE DUREZA ROCKWELL O DE DUREZA ROCKWELL SUPERFICIAL DETERMINADOS POR UN OBSERVADOR, Y ORDENADOS EN ORDEN CRECIENTE DE MAGNITUD.

LA REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE DUREZA EN EL BLOQUE SE DEFINE COMO  $RN - R1$

5.2.12. UNIFORMIDAD DE DUREZA.

A MENOS QUE LA REPETIBILIDAD DE LAS LECTURAS DE DUREZA ESTE DENTRO DE LOS LIMITES DADOS EN LA TABLA XXI, EL BLOQUE NO PUEDE CONSIDERARSE SUFICIENTEMENTE UNIFORME PARA PROPOSITOS DE CALIBRACION.

5.2.13. MARCADO

CADA BLOQUE DEBE MARCARSE CON LO SIGUIENTE:

MEDIA ARITMETICA DE LOS VALORES DE DUREZA ENCONTRADOS EN LA PRUEBA DE CALIBRACION, CON UN PREFIJO QUE INDIQUE LA DESIGNACION DE LA ESCALA Y SEGUIDO POR EL INTERVALO DE TOLERANCIA.

EL NOMBRE O MARCA DEL PROVEEDOR.

EL NUMERO DE SERIE DEL BLOQUE.

EL ESPESOR DEL BLOQUE DE PRUEBA O UNA MARCA OFICIAL SOBRE LA SUPERFICIE DE PRUEBA (VER INCISO 5.2.6.).

5.3. BIBLIOGRAFIA

ASTM E 18-67

ANS Z 115.6 1967

5.4. PARTICIPANTES

SIDERURGICA NACIONAL, S. A.

FORD MOTOR CO., S. A.

FUNDIDORA DE ACEROS TEPEYAC, S. A.

ACEROS ANGL0, S. A. DE C. V.

SIDERURGICA LAZARD CARDENAS-LAS TRUCHAS, S. A.

HERRAMIENTAS LATINO-AMERICANAS, S. A. DE C. V.

CAMPOS HERMANOS, S. A.

INDUSTRIAS MONTERREY, S. A.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

VEHICULOS AUTOMOTORES MEXICANOS, S. A. DE C. V.

ALVAREZ AUTOMOTRIZ, S. A.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA  
AUTOMOTRIZ

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS

FUNDIDORA MONTERREY, S. A.

METODO DE PRUEBA DE IMPACTO PARA

MATERIALES METALICOS.



## 1. ALCANCE

---

1.1. ESTA NORMA CUBRE LAS PRUEBAS DE IMPACTO, EN BARRAS RANURADAS, DE MATERIALES METALICOS, USANDO EL METODO CHARPY (VIGA SIMPLE) Y EL METODO ISOD (VIGA EN VOLADIZO).

## 2. GENERALIDADES

---

2.1. LOS FACTORES ESENCIALES DE UNA PRUEBA DE IMPACTO SON: (A) EL EMPLEO DE UNA PROBETA APROPIADA, (B) UN APOYO EN EL CUAL SE COLOCA LA PROBETA PARA RECIBIR EL GOLPE DE LA MASA MOVIL, (C) UNA MASA MOVIL DE ENERGIA CINETICA CONOCIDA CAPAZ DE FRACTURAR LA PROBETA COLOCADA EN SU TRAYECTORIA Y (D) UN DISPOSITIVO PARA MEDIR LA ENERGIA RESIDUAL DE LA MASA MOVIL DESPUES DE QUE ESTA HA FRACTURADO LA PROBETA.

## 3. FUNDAMENTO

---

3.1. ESTOS METODOS DE PRUEBA DE IMPACTO, SE REFIEREN ESPECIFICAMENTE AL COMPORTAMIENTO DEL METAL CUANDO SE SUJETA A LA SIMPLE APLICACION DE UNA SOLA CARGA, GENERANDOSE ESFUERZOS MULTIAXIALES ASOCIADOS CON UNA RANURA, RELACIONADOS CON ALTOS GRADOS DE CARGA, Y EN ALGUNOS CASOS, CON ALTAS O BAJAS TEMPERATURAS. LAS PRUEBAS DE IMPACTO SON PARTICULARMENTE UTILES PARA OBTENER DATOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO MECANICO DE CIERTOS TIPOS DE METALES BAJO CONDICIONES FAVORABLES A FALLAS FRAGILES EN LAS QUE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TENSION NO TIENEN SIGNIFICADO.

## 4. APARATOS

---

### 4.1. REQUISITOS GENERALES

---

4.1.1. LA MAQUINA DE PRUEBA DEBE SER DEL TIPO PENDULO, DE CONSTRUCCION RIGIDA Y DE UNA CAPACIDAD SUFICIENTE PARA FRACTURAR LA PROBETA DE UN SOLO GOLPE. LA MAQUINA DE IMPACTO, ES HASTA CIERTO PUNTO INEXACTA DEBIDO A QUE PARTE DE LA ENERGIA SE CONSUME EN DEFORMACION O EN EL MOVIMIENTO DE SUS PARTES COMPONENTES O DE LA MAQUINA EN CONJUNTO; DICHA ENERGIA SE REGISTRA COMO SI ESTA FUERA LA QUE SE HUBIERA REQUERIDO PARA FRACTURAR LA PROBETA. LA MAQUINA NO DEBE USARSE PARA VALORES MAYORES DEL 80 POR CIENTO DE SU ESCALA. SE DEBE EVITAR EL AFLOJAMIENTO DE SUS PARTES Y LAS DEFORMACIONES DE LAS MISMAS DEBEN MANTENERSE BAJAS; SON PARTICULARMENTE CRITICOS A ESTE RESPECTO, LOS MECANISMOS DE SUJECION Y EL APOYO. LA MAQUINA DEBE MONTARSE RIGIDAMENTE EN UNA CIMENTACION ADECUADA. LA ESTRUCTURA DE LA MAQUINA DEBE ESTAR EQUIPADA CON UN NIVEL DE BURBUJA O TENER UNA SUPERFICIE MAQUINADA PARA PODER DETECTAR SU HORIZONTABILIDAD CON TOLERANCIA DE 3 1000.

4.1.2. LAS PRUEBAS PUEDEN HACERSE A VARIAS VELOCIDADES, PERO ESTAS NO DEBEN SER MENORES DE 3 NI MAYORES DE 6 M/S. LA VELOCIDAD DEBE ESTABLECERSE SIEMPRE COMO LA VELOCIDAD TANGENCIAL

MAXIMA DE LA MASA MOVIL EN EL CENTRO DE IMPACTO (VER FIG. NO. 1). EL VALOR DEL IMPACTO DEBE CONSIDERARSE COMO LA ENERGIA NECESARIA PARA FRACTURAR LA PROBETA O ES IGUAL A LA DIFERENCIA ENTRE LA ENERGIA DE LA MASA MOVIL AL INSTANTE DE IMPACTO CON LA PROBETA Y LA ENERGIA REMANENTE DESPUES DE QUE SE HA FRACTURADO ESTA. LA MAQUINA DEBE ESTAR EQUIPADA CON ESCALAS GRADUADAS; YA SEA EN UNIDADES ANGULARES O DIRECTAMENTE EN UNIDADES DE ENERGIA EN ESTE ULTIMO CASO SE DEBEN PODER APRECIAR INCREMENTOS DEL 0.25 % O MENORES DEL RANGO DE ENERGIA. LAS ESCALAS PUEDEN ESTAR COMPENSADAS POR RESISTENCIA DEL AIRE Y FRICCION DEL PENDULO.

EL ERROR EN LA ESCALA, EN CUALQUIER PUNTO, NO DEBE EXCEDER DE 0.2 % DEL RANGO DE LA MISMA O DEL 0.4 % DE LA LECTURA, LO QUE SEA MAYOR. EL ERROR DE LA ENERGIA DE IMPACTO CAUSADO POR ERROR EN EL PESO DEL PENDULO NO DEBE EXCEDER DE 0.4 %.

LA ALTURA REAL DEL PENDULO EN LA POSICION DE LIBERACION, NO DEBE DIFERIR DE LA ALTURA NOMINAL EN MAS DEL 0.4 %, A MENOS QUE LA RESISTENCIA DEL AIRE Y LA FRICCION ESTEN COMPENSADAS POR UN AUMENTO DE LA ALTURA DE CAIDA, EN CUYO CASO, LA ALTURA PUEDE EXCEDER EN EL VALOR NOMINAL EN NO MAS DEL 1.0 %. LAS PERDIDAS TOTALES POR FRICCION Y RESISTENCIA DEL AIRE, DURANTE LA OSCILACION EN LA DIRECCION DEL IMPACTO, NO DEBE EXCEDER DEL 0.75% DEL RANGO DE ENERGIA Y LAS PERDIDAS POR FRICCION DEL PENDULO EN EL MECANISMO INDICADOR NO DEBEN SER MAYORES DEL 0.25 % DEL RANGO DE LA MAQUINA; LAS PERDIDAS DEL PENDULO Y LAS PERDIDAS DEL MECANISMO INDICADOR NO DEBEN SER MAYORES DEL 1 % DE LA ENERGIA TOTAL DURANTE LA OSCILACION COMPLETA IDA Y VUELTA.

4.1.3. LAS DIMENSIONES DEL PENDULO DEBEN SER TALES QUE SU CENTRO DE PERCUSION COINCIDA CON EL CENTRO DE IMPACTO, CON UNA TOLERANCIA DE 1 % DE LA RESISTENCIA DEL EJE DE ROTACION AL CENTRO DE IMPACTO. CUANDO CUELQUE LIBREMENTE EL PENDULO, DEBE COLGAR DE MANERA QUE LA ARISTA DE IMPACTO COINCIDA CON LA POSICION DONDE DEBERIA TOCAR JUSTAMENTE LA PROBETA, CON UNA TOLERANCIA DE 2.5 MM. CUANDO EL INDICADOR HA SIDO COLOCADO EN POSICION DE LECTURA DE CERO ENERGIA, EN UNA OSCILACION LIBRE Y LA ARISTA DE IMPACTO DEL PENDULO ESTE APOYADA CONTRA LA PROBETA, SE DEBE LEER CON TOLERANCIA DE 0.2 % DEL RANGO DE LA ESCALA. EL PLANO DE OSCILACION DEL PENDULO DEBE SER PERPENDICULAR AL EJE TRANSVERSAL DE LOS APOYOS DE LA PROBETA CHARPY; O EL MECANISMO DE SUJECION DE LA PROBETA IZOD CON TOLERANCIA DE 3:1000.

EL MECANISMO PARA LIBERAR EL PENDULO DE SU POSICION INICIAL, DEBE OPERAR LIBREMENTE Y PERMITIR MOVIMIENTO DEL PENDULO CON ARRANQUE SIN IMPULSO INICIAL, RETARDO O VIBRACION LATERAL. EL JUEGO TRANSVERSAL DEL PENDULO EN EL PUNTO DE IMPACTO, NO DEBE EXCEDER DE 0.75 MM BAJO UNA FUERZA TRANSVERSAL DE 4 % DEL PESO EFECTIVO DEL PENDULO, APLICADA EN EL CENTRO DE IMPACTO. EL JUEGO RADIAL DE LAS CHUMACERAS DEL PENDULO NO DEBE EXCEDER DE 0.075 MM.

#### 4.2. APARATO CHARPY

---

4.2.1. DEBE CONTAR CON MEDIOS PARA UBICAR Y SUJETAR (FIG NO. 1) LA PROBETA CONTRA LOS SOPORTES, EN TAL POSICION QUE EL CENTRO

DE LA RANURA PUEDA LOCALIZARSE A UNA DISTANCIA MENOR DE 0.25 MM DEL PUNTO MEDIO ENTRE LOS APOYOS DE LA PROBETA (VER 8.3.).

4.2.2. LAS MORDAZAS Y LA ARISTA DE IMPACTO DEBEN SER DE LA FORMA Y DIMENSIONES MOSTRADAS EN LA FIG. 1. LAS DEMAS DIMENSIONES DEL PENDULO Y LAS MORDAZAS DEBEN SER TALES QUE REDUZCAN AL MINIMO LA INTERFERENCIA ENTRE EL PENDULO Y LAS PROBETAS FRACTURADAS.

4.2.3. LA LINEA CENTRAL DE LA ARISTA DE IMPACTO, DEBE AVANZAR EN UN PLANO QUE PASE POR EL PUNTO MEDIO ENTRE LAS ARISTAS DE APOYO DEL MECANISMO DE SUJECION DE LA PROBETA, CON UNA TOLERANCIA DE 0.40 MM. LA ARISTA DE IMPACTO DEBE SER PERPENDICULAR AL EJE LONGITUDINAL DE LA PROBETA CON UNA TOLERANCIA DE 5:1000. LA ARISTA DE IMPACTO DEBE SER PARALELA A LA CARA DE UNA PROBETA DE SECCION PERFECTAMENTE A ESCUADRA, COLOCADA EN EL MECANISMO DE SUJECION, CON TOLERANCIA DE 1:1000.

4.2.4. LOS SOPORTES DE LA PROBETA DEBEN ESTAR A ESCUADRA CON LAS CARAS DEL APOYO CON TOLERANCIA DE 2.5:1000. LOS SOPORTES DE LA PROBETA DEBEN SER COPLANARES CON TOLERANCIA DE 0.125 MM Y PARALELOS, CON TOLERANCIA DE 2.0:1000.

#### 4.3. APARATO IZOD

---

10°

4.3.1. DEBE CONTAR CON MEDIOS (FIG. 2) PARA SUJETAR LA PROBETA EN UNA POSICION TAL, QUE LA CARA DE LA PROBETA SEA PARALELA A LA ARISTA DE IMPACTO CON UNA TOLERANCIA DE 1:1000. LAS ARISTAS DE LAS SUPERFICIES DEL DISPOSITIVO DE SUJECION DEBEN TENER UN ANGULO DE 90 GRADOS  $\pm$  1 GRADO CON UN RADIO MENOR DE 0.4 MM.

LAS SUPERFICIES DEL DISPOSITIVO DE SUJECION DEBEN SER TERSAS CON UN ACABADO DE 2 MICRAS O MEJOR, DEBEN SER PLANAS Y PARALELAS ENTRE SI, CON UNA TOLERANCIA DE 0.025 MM DE MANERA QUE SUJETEN LA PROBETA FIRMEAMENTE HASTA LA RANURA.

4.3.2. LAS DIMENSIONES DE LA ARISTA DE IMPACTO Y SU POSICION RELATIVA A LAS MORDAZAS DEBEN SER LAS INDICADAS EN LA FIGURA 2.

#### 5. INSPECCION

---

##### 5.1. INSTALACION

---

LA MAQUINA DEBE ESTAR NIVELADA CON UNA TOLERANCIA DE 3:1000 Y ANCLADA FIRMEAMENTE A UNA CIMENTACION DE CONCRETO CON UN ESPESOR NO MENOR DE 15 CM. CUANDO ESTO NO SEA POSIBLE, LA MAQUINA DEBE ANCLARSE A UNA CIMENTACION QUE TENGA UNA MASA NO MENOR DE 40 VECES LA MASA DEL PENDULO.

##### 5.2. DESGASTE DE LAS PARTES CRITICAS

---

###### 5.2.1. APOYOS Y MORDAZAS.

LOS APOYOS Y MORDAZAS, DEBEN CUMPLIR CON LAS DIMENSIONES MOSTRADAS EN LAS FIGS. 1 O 2. PARA ASEGURAR UN MINIMO DE PERDIDA DE ENERGIA POR ABSORCION, LOS TORNILLOS DEBEN ESTAR ASEGURADOS TAN FIRMEAMENTE COMO SEA POSIBLE.

#### 5. 2. 2. ARISTA DE IMPACTO DEL PENDULO.

LAS ARISTAS DE IMPACTO DEL PENDULO DEBEN CUMPLIR CON LAS DIMENSIONES MOSTRADAS EN LAS FIGS. 1 O 2. PARA ASEGURAR UNA PERDIDA MINIMA DE ENERGIA DEBIDA A ABSORCION, LOS TORNILLOS DE LA ARISTA DE IMPACTO DEBEN ASEGURARSE TAN FIRMEAMENTE COMO SEA POSIBLE. LA ARISTA DE IMPACTO DEL PENDULO (MASA MOVIL) DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN EL INCISO 4. 2. 3. (PARA PRUEBAS CHARPY) O CON EL INCISO 4. 3. 1. (PRUEBAS IZOD) AL TOMAR CONTACTO CON PROBETAS ESTANDAR CHARPY O IZOD.

#### 5. 3. MECANISMO LIBERADOR DEL PENDULO

---

EL MECANISMO PARA LIBERAR EL PENDULO DE SU POSICION INICIAL, DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN EL INCISO 4. 1. 3. SI SE USA LA MISMA PALANCA PARA LIBERAR EL PENDULO Y PARA ACCIONAR EL FRENO, DEBE PREVEERSE MEDIOS PARA EVITAR QUE DICHO FRENO SE ACCIONE ACCIDENTALMENTE.

#### 5. 4. OPERACION DEL PENDULO

---

##### 5. 4. 1. ALINEACION DEL PENDULO.

EL PENDULO DEBE CUMPLIR CON LO INDICADO EN EL INCISO 4. 1. 3. SI EL JUEGO LATERAL EN EL PENDULO O EL JUEGO RADIAL EN LOS COJINETES EXCEDE DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS, ESTOS DEBEN AJUSTARSE O REEMPLAZARSE.

##### 5. 4. 2. ENERGIA POTENCIAL

LA ENERGIA POTENCIAL INICIAL, SE DETERMINA USANDO EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO PARA EL CASO NORMAL EN EL QUE EL CENTRO DE IMPACTO DEL PENDULO COINCIDE CON LA LINEA QUE VA DEL CENTRO DE ROTACION A SU CENTRO DE GRAVEDAD. SI EL CENTRO DE IMPACTO ESTA A MAS DE 2. 5 MM DE ESTA LINEA, DEBEN HACERSE LAS CORRECCIONES ADECUADAS EN LA ELEVACION DEL CENTRO DE IMPACTO TAL Y COMO SE INDICAN EN LOS INCISOS 5. 4. 2. 2. , 5. 4. 2. 3. , 5. 4. 5. 1. , 5. 4. 6. DE MANERA QUE LAS ELEVACIONES FIJADAS O MEDIDAS, CORRESPONDAN A SU POSICION, COMO SI EL CENTRO DE IMPACTO COINCIDIERA CON ESTA LINEA.

5. 4. 2. 1. PARA MAQUINAS CHARPY DEBE COLOCARSE EN LA POSICION DE PRUEBA UNA PROBETA CON UN ANCHO DE LA MITAD DEL NORMAL (VER FIG. 7) DE 10 POR 5. 0 MM. CON LA ARISTA DE IMPACTO EN CONTACTO CON LA PROBETA, UNA LINEA QUE SE TRACE DE LA ARISTA SUPERIOR DE LA PROBETA A LA ARISTA DE IMPACTO, INDICARA EL CENTRO DE IMPACTO SOBRE LA MISMA.

LA ARISTA SUPERIOR DE LA CARA DE 5. 0 MM DE ANCHO INDICA EL CENTRO DE IMPACTO DE LA ARISTA DE IMPACTO.

PARA LAS MAQUINAS IZOD, SE COLOCA UNA PROBETA, MAQUINADA DE TAL MANERA QUE LA DISTANCIA DEL CENTRO DE LA RANURA A LA PARTE SUPERIOR DE LA PROBETA SEA DE 22.31 MM EN POSICION DE PRUEBA. CON LA ARISTA DE IMPACTO EN CONTACTO CON LA PROBETA UNA LINEA RECTA QUE SE TRACE DE LA ARISTA SUPERIOR DE LA PROBETA A LA ARISTA DE IMPACTO, INDICA EL CENTRO DE IMPACTO DE LA MISMA. LA ARISTA SUPERIOR DE LA PROBETA, INDICA EL CENTRO DE IMPACTO DE LA ARISTA DE IMPACTO.

5.4.2.2. SE SOPORTA EL PENDULO HORIZONTALMENTE CON UNA TOLERANCIA DE 15:1000 CON DOS SOPORTES, UNO EN LOS COJINETES (O CENTRO DE ROTACION) Y EL OTRO EN EL CENTRO DE IMPACTO DE LA ARISTA DE IMPACTO. SE ACOMODA EL SOPORTE EN LA ARISTA DE IMPACTO PARA REACCIONAR SOBRE ALGUN MECANISMO DE PESO ADECUADO TAL COMO UNA PLATAFORMA DE BASCULA O UNA BALANZA, Y SE DETERMINA EL PESO CON UNA TOLERANCIA DE 0.4 %.

SE DEBE MINIMIZAR LA FRICCION EN CADA PUNTO DE SOPORTE; SE DEBE HACER CONTACTO CON LA ARISTA DE IMPACTO A TRAVES DE UNA VARILLA REDONDA QUE CRUZA, ESTA, CON UN ANGULO DE 90 GRADOS. EL PESO DEL PENDULO ES LA LECTURA DE LA ESCALA, MENOS EL PESO DE LA VARILLA DE SOPORTE Y DE CUALQUIER LAINA QUE PUDIERA USARSE PARA MANTENER EL PENDULO EN POSICION HORIZONTAL.

5.4.2.3. SE MIDE LA ALTURA DE CAIDA DEL PENDULO PARA CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE 4.1.2. EN LAS MAQUINAS CHARPY SE MIDE LA ALTURA DESDE LA ARISTA SUPERIOR DE UNA PROBETA DE UN ANCHO MEDIO (O DEL CENTRO DE UNO DE ANCHO NORMAL) HASTA LA POSICION SUPERIOR DEL CENTRO DE IMPACTO CON UNA TOLERANCIA DEL 0.1 %. EN LAS MAQUINAS IZOD SE MIDE LA ALTURA DESDE UNA DISTANCIA DE 22.31 MM ARRIBA DE LAS MORDAZAS HASTA LA POSICION ELEVADA DEL CENTRO DE IMPACTO, CON UNA TOLERANCIA DE 0.1 %.

5.4.2.4. LA ENERGIA POTENCIAL DEL SISTEMA ES IGUAL A LA ALTURA DE LA CUAL CAE EL PENDULO, DETERMINADA SEGUN SE INDICA EN 5.4.2.3. POR EL PESO DEL PENDULO, DETERMINADO TAL COMO SE DESCRIBE EN 5.4.2.2.

#### 5.4.3. VELOCIDAD DE IMPACTO

SE DETERMINA LA VELOCIDAD DE IMPACTO  $V$ , DE LA MAQUINA, DESPRECIANDO LA FRICCION POR MEDIO DE LA SIGUIENTE ECUACION.

$$V = \text{SQR}(2GH)$$

EN DONDE:

$V$  = VELOCIDAD DE IMPACTO EN METROS POR SEGUNDO

$G$  = ACELERACION DE LA GRAVEDAD EN METROS POR SEGUNDO AL CUADRADO

$H$  = ELEVACION INICIAL DE LA ARISTA DE IMPACTO EN METROS.

$\text{SQR}$  = RAIZ CUADRADA DE LA EXPRESION EN EL PARENTESIS.

#### 5.4.4. CENTRO DE PERCUSION.

PARA ASEGURAR QUE SE TRANSMITA LA FUERZA MINIMA AL PUNTO DE ROTACION, EL CENTRO DE PERCUSION DEBE ESTAR EN UN PUNTO QUE ESTE DENTRO DEL 1.0 % DE LA DISTANCIA DEL EJE DE ROTACION AL CENTRO DE IMPACTO EN LA PROBETA. SE DETERMINA LA LOCALIZACION DEL CENTRO DE PERCUSION COMO SIGUE:

5. 4. 4. 1. SE USA UN CRONOMETRO O ALGUN OTRO APARATO ADECUADO, CAPAZ DE MEDIR TIEMPO CON UNA APROXIMACION DE 0.2 DE SEGUNDO, SE BALANCEA EL PENDULO A UN ANGULO TOTAL NO MAYOR DE 15 GRADOS Y SE REGISTRA EL TIEMPO PARA 100 CICLOS COMPLETOS (IDA Y VUELTA).

5. 4. 4. 2. SE DETERMINA EL CENTRO DE PERCUSION POR MEDIO DE LA SIGUIENTE FORMULA:

$$L = 24.84 P^2$$

DONDE:

L = DISTANCIA EN CENTIMETROS DEL EJE AL CENTRO DE PERCUSION Y

P = TIEMPO EN SEGUNDOS DE UN CICLO COMPLETO DEL PENDULO.

#### 5. 4. 5. FRICCION

SI NO SE CORRIGEN LAS PERDIDAS DE ENERGIA DEL PENDULO OCASIONADAS POR FRICCION CON EL AIRE O POR FRICCION CON EL MECANISMO REGISTRADOR, SE OBTENDRAN VALORES DE IMPACTO ERRONEAMENTE ALTOS.

GENERALMENTE LOS FABRICANTES DE MAQUINAS DE IMPACTO NO CORRIGEN PERDIDAS POR FRICCION EN AQUELLAS QUE MIDEN EN GRADOS, PERO SI LO HACEN EN LAS QUE MIDEN EN UNIDADES DE ENERGIA, ESTO LO LOGRAN AUMENTANDO LA ALTURA INICIAL DEL PENDULO.

LAS PERDIDAS DE ENERGIA POR FRICCION SE DETERMINAN COMO SIGUE:

5. 4. 5. 1. SE LIBERA EL PENDULO DE SU POSICION INICIAL, SIN PROBETA EN LA MAQUINA Y SE REGISTRA EL VALOR DE ENERGIA INDICADO; SI LA MAQUINA HA SIDO CORREGIDA POR FRICCION ESTE VALOR DEBERA SER CERO. PARA CALCULAR LAS PERDIDAS DE ENERGIA SE ELEVA EL PENDULO HASTA HACER CONTACTO CON EL INDICADOR COLOCADO EN LA POSICION OBTENIDA POR LA OSCILACION LIBRE, SE ASEGURA EL PENDULO HA ESTA ALTURA Y SE DETERMINA LA DISTANCIA VERTICAL DESDE EL CENTRO DE IMPACTO A LA PARTE MEDIA DE UNA PROBETA ESTANDAR COLOCADA EN LOS SOPORTES (VER 5. 4. 2. 1.). SE DETERMINA EL PESO DEL PENDULO COMO EN 5. 4. 2. 2. Y SE MULTIPLICA ESTE VALOR POR LA DISTANCIA MEDIDA. LA DIFERENCIA ENTRE ESTE VALOR Y LA ENERGIA POTENCIAL DEL PENDULO ES LA PERDIDA DE ENERGIA POR EL PENDULO Y EL INDICADOR JUNTOS. SIN REAJUSTAR LA AGUJA, SE LIBERA VARIAS VECES EL PENDULO DESDE SU POSICION INICIAL CON LO QUE SE ELIMINARA EL CONSUMO DE ENERGIA POR EL MOVIMIENTO DEL INDICADOR, CON LA NUEVA POSICION DE LA AGUJA SE CALCULA LA ENERGIA POTENCIAL COMO SE DESCRIBIO ANTERIORMENTE, AHORA LA DIFERENCIA DE ENERGIA SERA OCASIONADA EXCLUSIVAMENTE POR EL PENDULO. PARA CALCULAR LA PERDIDA DE ENERGIA PRODUCIDA POR EL INDICADOR SE

RESTA LA PERDIDA DE ENERGIA DEL PENDULO DE LA PERDIDA DE ENERGIA DEL PENDULO E INDICADOR JUNTOS.

PARA ASEGURAR QUE LA ESCALA ESTA REGISTRANDO CON EXACTITUD SOBRE EL INTERVALO COMPLETO, SE VERIFICA CON LAS MARCAS DE GRADUACION CORRESPONDIENTES A APROXIMADAMENTE 0, 10, 20, 30, 50 Y 70 % DE CADA INTERVALO. CON LA ARISTA DE IMPACTO DEL PENDULO TRAZADO PARA INDICAR EL PUNTO DE IMPACTO, SE LEVANTA EL PENDULO Y SE FIJA EN UNA PORCION DONDE SE LEA EN EL INDICADOR, POR EJEMPLO: 2 KG/M. SE DETERMINA LA ALTURA DEL PENDULO CON EXACTITUD DE 0.1 %. LA ALTURA DEL PENDULO MULTIPLICADA POR SU PESO SEGUN SE DETERMINA EN 5.4.2.2. ES LA ENERGIA RESIDUAL.

DEBE AUMENTARSE ESTE VALOR CON LAS PERDIDAS DE FRICCION Y CON LA RESISTENCIA DEL AIRE DE ACUERDO CON 5.4.5. Y RESTARSE DE LA ENERGIA POTENCIAL DETERMINADA SEGUN 5.4.2. EL VALOR REGISTRADO POR EL INDICADOR, DEBE SER IGUAL AL VALOR CALCULADO CON EXACTITUD DE 0.2 % DE SU INTERVALO O 0.4 % DE LA LECTURA DEL INDICADOR, LA QUE SEA MAYOR. DEBEN HACERSE CALCULOS SIMILARES EN OTROS PUNTOS DE ESCALA. LA AGUJA DE LA ESCALA NO DEBE AVANZAR MAS DE LO DEBIDO O REGRESAR CON EL PENDULO. SE HACEN PRUEBAS DE OSCILACION DESDE VARIAS ALTURAS PARA VERIFICAR VISUALMENTE LA OPERACION DE LA AGUJA SOBRE VARIAS ZONAS DE LA ESCALA.

#### 5.5. CLARO DE LA PROBETA

---

PARA ASEGURAR RESULTADOS SATISFACTORIOS CUANDO SE PRUEBAN MATERIALES DE DIFERENTES RESISTENCIAS Y COMPOSICIONES, LAS PROBETAS DEBEN PROYECTARSE LIBREMENTE FUERA DE LA MAQUINA, CON UN MINIMO DE INTERFERENCIA Y NO DEBE REBOTAR EN EL PENDULO ANTES DE QUE ESTE COMPLETE SU OSCILACION. LOS PENDULOS USADOS EN LAS MAQUINAS CHARPY SON DE DOS DISENOS BASICOS, COMO LO MUESTRA LA FIGURA 3. CUANDO SE USA UN PENDULO TIPO C, LA PROBETA FRACTURADA NO REBOTA CONTRA EL PENDULO Y NO LO FRENARA SI EL CLARO EN EL EXTREMO DE LA PROBETA ES POR LO MENOS DE 12.7 MM O SI LA PROBETA ES DESVIADA FUERA DE LA MAQUINA MEDIANTE ALGUN DISPOSITIVO COMO EL QUE SE MUESTRA EN LA FIGURA NO. 3. CUANDO SE USA UN PENDULO DE TIPO U, DEBE PROVEERSE MEDIOS PARA EVITAR QUE LA PROBETA FRACTURADA REBOTE CONTRA EL PENDULO (VER FIG. 3).

#### 6. VERIFICACION DE MAQUINAS CHARPY CON PATRONES.

---

ADEMAS DE LOS REQUISITOS ESTABLECIDOS EN 4.1. Y 4.2., LAS MAQUINAS DE CHARPY DEBEN SER VERIFICADAS CON PATRONES. UN JUEGO DE PATRONES CONSISTE EN 15 PROBETAS DE MUESTRA EN V DE 10 X 10 MM, DE VALORES DE ENERGIA CONOCIDOS, CINCO DE CADA UNO DE TRES NIVELES DIFERENTES DE ENERGIA. EL VALOR PROMEDIO DE CADA NIVEL DE ENERGIA SEGUN SE DETERMINE EN LOS ENSAYOS DE PRUEBA, DEBEN CORRESPONDER A LOS VALORES NOMINALES DE LOS PATRONES DENTRO DE 0.15 KG/M O 5.0 % LA QUE SEA MAYOR.

#### 7. PROBETAS

---

##### 7.1. SELECCION DE LAS PROBETAS

---

LA ELECCION DE LAS PROBETAS DEPENDE, HASTA CIERTO PUNTO, DE LAS CARACTERISTICAS DEL MATERIAL POR PROBARSE. UNA PROBETA DADA PODRA NO SER IGUALMENTE SATISFATORIA PARA METALES SUAVES, NO FERROSOS, QUE PARA ACEROS ENDURECIDOS, POR LO TANTO, EXISTEN VARIOS TIPOS DE PROBETAS QUE SON RECONOCIDAS.

EN GENERAL SE REQUIEREN RANURAS MAS AGUDAS O PROFUNDAS PARA DISTINGUIR DIFERENCIAS EN LOS MATERIALES MAS DUCTILES O CON VELOCIDAD DE PRUEBA BAJAS. LAS PROBETAS MOSTRADAS EN LAS FIGURAS 4 Y 5 SON LAS MAS AMPLIAMENTE USADAS Y MAS GENERALMENTE SATISFATORIAS, PARTICULARMENTE PARA METALES FERROSOS. PARA RESULTADOS PRECISOS, ES NECESARIO QUE LAS PROBETAS SE MANTENGAN EN LAS TOLERANCIAS DIMENSIONALES INDICADAS. ESTAS PROBETAS NO SE CONSIDERAN ADECUADAS PARA PRUEBAS DE HIERRO COLADO O PARA ALEACIONES FUNDIDAS A PRESION.

LAS PROBETAS QUE COMUNMENTE SE CONSIDERAN ADECUADAS PARA ALEACIONES FUNDIDAS A PRESION, SE MUESTRAN EN LA FIG. 6. CUANDO LA CANTIDAD DE MATERIAL DISPONIBLE NO PERMITE MANUFACTURAR LAS PROBETAS ESTANDAR PARA IMPACTO MOSTRADAS EN LAS FIGS. 4 Y 5, PUEDEN USARSE PROBETAS MENORES, PERO LOS RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE DIFERENTES TAMANOS DE PROBETAS NO SON COMPARABLES DIRECTAMENTE (VER 12.1.3. EFECTO DEL TAMANO).

CUANDO SEA NECESARIO USAR O SE ESPECIFIQUEN DOS PROBETAS CHARPY MAS PEQUENAS QUE EL ESTANDAR, SE RECOMIENDA QUE SEAN SELECCIONADAS DE LA FIG. 7.

## 7.2. RANURADO.

---

LAS RANURAS DEBEN SER MAQUINADAS LISAS, PERO SE HA PROBADO QUE GENERALMENTE ES NECESARIO PULIRLAS. SIN EMBARGO, DADO QUE LAS VARIACIONES EN LAS DIMENSIONES DE LAS MUESTRAS AFECTAN SERIAMENTE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ES NECESARIO QUE SE SUJETEN A LAS TOLERANCIAS INDICADAS EN LA FIG. 4 (VER 12.1.2.).

EN ALGUNOS MATERIALES, LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE IMPACTO SE VEN AFECTADOS POR LA ORIENTACION DE LA PROBETA Y LA DIRECCION DE LA RANURA. POR LO TANTO A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA, LA PROBETA DEBE SER TOMADA EN DIRECCION DEL MAYOR TRABAJO, Y LA RAIZ DE LA RANURA DEBE SER PERPENDICULAR A LA SUPERFICIE DE LA PLACA.

LAS RANURAS DEBEN MAQUINARSE DESPUES DEL TRATAMIENTO TERMICO. EN PROBETAS CON RANURA TIPO CERRADURA, LA PERFORACION CIRCULAR DEBE SER CUIDADOSAMENTE TALADRADA A BAJA VELOCIDAD. LA RANURA PUEDE SER CORTADA POR ALGUN METODO FACTIBLE. DEBE TENERSE MUCHO CUIDADO AL CORTAR LA RANURA PARA QUE NO RESULTE DANADO EL AGUJERO TALADRADO.

## 7.3. ESTAMPADO

---

CUANDO LAS PROBETAS SE IDENTIFIQUEN POR ESTAMPADO, ESTE DEBE ESTAR EN LOS EXTREMOS DE LA PROBETA O DE UNA MANERA QUE NO INTERFIERA CON EL SOPORTE. TODOS LOS ESTAMPADOS DEBEN SER HECHOS DE MANERA QUE SE EVITEN DEFORMACIONES EN FRIO DEL METAL EN LA



RAIZ DE LA RANURA.

#### 7.4. PROBETAS SUPLEMENTARIAS.

---

PARA ECONOMIA EN LA PREPARACION DE PROBETAS, SE USAN A VECES PROBETAS ESPECIALES DE SECCION REDONDA O RECTANGULAR PARA PRUEBAS IZOD.

ESTOS SE ILUSTRAN EN LAS PROBETAS X, Y Y Z DE LAS FIGURAS 8 Y 9. LAS PROBETAS Z SON A VECES LLAMADAS PROBETAS "PHILPOT" POR EL NOMBRE DE SU DISENADOR ORIGINAL. SU USO REQUIERE MORDAZAS ESPECIALES. LOS RESULTADOS NO PUEDEN SER RELACIONADOS CON LOS OBTENIDOS EN LAS PROBETAS DE OTRO TAMANO O FORMA, COMO YA SE DIJO ANTERIORMENTE.

EN EL CASO DE MATERIALES DURSOS, EL MAQUINADO DE LA SUPERFICIE PLANA EN LA QUE GOLPEA EL PENDULO, SE OMITI A VECES. LA PROBETA REDONDA TIPO Y USADA OCASIONALMENTE EN LA PRUEBA DE IZOD TIENE RANURA EN V CIRCUNFERENCIAL, COMO SE MUESTRA EN LA FIG. 8.

#### 8. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA CHARPY

---

##### 8.1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION DIARIA

---

DESPUES DE QUE SE HA VERIFICADO QUE LA MAQUINA DE PRUEBA CUMPLE CON 4 Y 5, LA RUTINA DEL PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION DIARIA DEBE HACERSE COMO SIQUE:

8.1.1. ANTES DE PROBAR UN GRUPO DE PROBETAS Y ANTES DE COLOCAR UNA PROBETA EN POSICION DE PRUEBA, SE VERIFICA LA MAQUINA POR OSCILACION LIBRE DEL PENDULO. CON EL INDICADOR EN LA POSICION INICIAL, UNA OSCILACION LIBRE DEL PENDULO INDICARA CERO ENERGIA EN MAQUINAS DE LECTURA DIRECTA QUE ESTEN COMPENSADAS POR PERDIDAS DE FRICCION. EN MAQUINAS CON INDICACION ANGULAR, LOS VALORES LEIDOS CUANDO SE CONVIERTAN A ENERGIA, DEBEN COMPENSARSE POR LAS PERDIDAS POR FRICCION.

##### 8.2. TEMPERATURA DE PRUEBA

---

EN LA MAYORIA DE LOS MATERIALES, LOS VALORES DE RESISTENCIA AL IMPACTO VARIAN CON LA TEMPERATURA. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA, LAS PRUEBAS DEBEN HACERSE ENTRE 21 Y 32 GRADOS CENTIGRADOS. LA EXACTITUD DE LOS RESULTADOS CUANDO SE PRUEBA A OTRAS TEMPERATURAS REQUIERE EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO.

8.2.1. PRUEBAS A BAJA TEMPERATURA HASTA - 196 GRADOS CELSIUS.

PARA ENFRIAMIENTO CON LIQUIDO SE LLENA UN RECIPIENTE ADECUADO QUE TIENE UNA PARRILLA ELEVADA A POR LO MENOS 25 MM DE FONDO CON LIQUIDO DE MANERA QUE LA PROBETA CUANDO SE SUMERJA SEA CUBIERTA CON UN TIRANTE DE POR LO MENOS 25 MM. SE ENFRIA EL LIQUIDO A LA TEMPERATURA DESEADA. EL DISPOSITIVO USADO PARA

MEDIR LA TEMPERATURA EN EL BANO DEBE SER COLOCADO EN EL CENTRO DE UN GRUPO DE PROBETAS QUE SE ESTEN ENFRIANDO. DEBE CALIBRARSE TODO EL EQUIPO MEDIDOR DE TEMPERATURAS POR LO MENOS DOS VECES AL AÑO, PARA ASEGURAR LA EXACTITUD DE LAS TEMPERATURAS DE PRUEBA. DEBEN MANTENERSE LAS PROBETAS ENFRIADAS EN UN MEDIO LIQUIDO EN UN BANO AGITADO A LA TEMPERATURA DESEADA DENTRO DE 0 Y - 1.5 GRADOS CENTIGRADOS POR LO MENOS DURANTE 5 MINUTOS. EN EL CASO DE PROBETAS ENFRIADAS CON GAS SE MANTIENE LA PROBETA A UNA TEMPERATURA DESEADA DENTRO DE 0 Y - 1.5 GRADOS CENTIGRADOS POR LO MENOS DURANTE 60 MINUTOS SE DEJA EL MECANISMO USADO PARA REMOVER LAS PROBETAS DEL MEDIO ENFRIANTE EN DICHO MEDIO, EXCEPTO CUANDO SE MANEJEN LAS PROBETAS. SE REMUEVE LA PROBETA DEL MEDIO ENFRIANTE Y SE ROMPE DENTRO DE CINCO SEGUNDOS.

#### 8. 2. 2. PRUEBAS A ALTA TEMPERATURA

PUEDEN HACERSE PRUEBAS A ALTAS TEMPERATURAS HASTA 260 GRADOS CENTIGRADOS SUMERGIENDO LA PROBETA EN ACEITE AGITADO U OTRO LIQUIDO ADECUADO Y SOSTENER LA TEMPERATURA DE PRUEBA CON TOLERANCIA DE 0 Y + 1.5 GRADOS CENTIGRADOS POR LO MENOS DURANTE 10 MINUTOS.

ARRIBA DE 260 GRADOS CENTIGRADOS SE USA UN HORNO O ESTUFA Y SE MANTIENEN LAS PROBETAS A TEMPERATURAS DE PRUEBA CON TOLERANCIA DE 0 Y + 2.5°C POR LO MENOS DURANTE UNA HORA.

TODOS LOS DEMAS REQUISITOS DE 8.2.1., DEBEN APLICARSE TAMBIEN.

#### 8. 3. COLOCACION DE LA PROBETA EN LA MAQUINA

---

ES RECOMENDABLE QUE SE USEN TENAZAS AUTOCENTRANTES SIMILARES A LAS MOSTRADAS EN LA FIG. 12, PARA COLOCAR LA PROBETA EN LA MAQUINA (VER 4.2.1.).

LAS TENAZAS ILUSTRADAS EN LA FIG. 12 SON PARA CENTRAR PROBETAS CON RANURA EN V. SI SE USAN PROBETAS TIPO CERRADURA, PUEDE REQUERIRSE UNA MODIFICACION EN EL DISEÑO DE LAS TENAZAS. SI SE USA UN DISPOSITIVO CENTRADOR, DEBEN TOMARSE PRECAUSIONES PARA ASEGURAR QUE LAS PROBETAS DE BAJA ENERGIA Y ALTA RESISTENCIA, NO REBOTEN DE ESTE DISPOSITIVO HACIA EL PENDULO Y OCASIONE EL REGISTRO DE VALORES ERRONEAMENTE ALTOS. MUCHOS DE TALES DISPOSITIVOS SON ARREGLOS PERMANENTES DE LAS MAQUINAS Y SI EL ESPACIO LIBRE ENTRE EL EXTREMO DE UNA PROBETA EN POSICION DE PRUEBA Y EL DISPOSITIVO CENTRADOR NO ES DE APROXIMADAMENTE DE 12.7 MM, LA PROBETA FRACTURADA PUEDE REBOTAR DENTRO DEL PENDULO.

#### 8. 4. OPERACION DE LA MAQUINA

---

8.4.1. SE DEBE FIJAR EL INDICADOR DE ENERGIA EN SU POSICION INICIAL, SE TOMA LA PROBETA DE SU MEDIO REFRIGERANTE (O DE CALOR) SE COLOCA EN LA POSICION APROPIADA SOBRE LOS SOPORTES DE LA PROBETA Y SE SUELTA EL PENDULO SUAVEMENTE. LA SECUENCIA COMPLETA DEBE TOMAR MENOS DE 5 SEGUNDOS.

8.4.2. SE GOLPEA LA PROBETA EN EL LADO OPUESTO DE LA RANURA MIENTRAS ESTA APOYADA CONTRA LOS BLOQUES DE APOYO EN TAL POSICION QUE LA LINEA CENTRAL DE LA ARISTA DE IMPACTO GOLPEE ALINEADA CON EL EJE DE LA RANURA. LA RANURA DEBE ESTAR EN EL PUNTO MEDIO ENTRE LOS APOYOS COMO SE INDICA EN 4.2.1.

8.4.3. SI ALGUNA PROBETA AL PROBARSE NO SE FRACTURA, NO DEBE REPETIRSE EL IMPACTO PERO DEBE REGISTRARSE EL HECHO, INDICANDO YA SEA QUE LA FALLA SE DEBIO A EXTREMA DUCTILIDAD O POR PERDIDA DE ENERGIA EN EL IMPACTO. TALES RESULTADOS PUEDEN NO INCLUIRSE EN EL PROMEDIO.

8.4.4. SI ALGUNA PROBETA SE TRABA EN LA MAQUINA, NO DEBE TOMARSE EN CUENTA LOS RESULTADOS Y LA MAQUINA DEBE REVISARSE POR DANOS O DESAJUSTE QUE PUDIERAN HABER AFECTADO SU CALIBRACION.

8.4.5. PARA EVITAR EL REGISTRO DE UN VALOR ERRONEO, CAUSADO POR VIBRACION DEL INDICADOR, CUANDO SE TRABE EL PENDULO EN SU POSICION SUPERIOR, SE DEBE LEER EL VALOR INDICADO ANTES DE SUJETAR EL PENDULO PARA LA PROXIMA PRUEBA.

## 9. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA IZOD

---

### 9.1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION DIARIA

---

LA RUTINA DEL PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION DIARIA DEBE SER LA INDICADA EN 8.1. Y 8.1.1.

### 9.2. TEMPERATURA DE PRUEBA

---

EL ACCESORIO PARA SUJETAR LA PROBETA IZOD ES EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, PARTE DE LA BASE DE LA MAQUINA Y NO PUEDE FACILMENTE SER ENFRIADO (O CALENTADO).

POR ESTA RAZON NO SE RECOMIENDA LA PRUEBA IZOD SINO PARA PRUEBAS A LA TEMPERATURA AMBIENTE.

### 9.3. OPERACION DE LA MAQUINA

---

SE GOLPEA LA PROBETA DE PRUEBA SOBRE LA CARA RANURADA ESTANDO SUJETO EN EL SOPORTE DEL TORNILLO, DE MANERA QUE EL EJE DE LA RANURA ESTE ALINEADO CON EL EJE DEL SOPORTE SOBRE EL CUAL SE FRACTURA LA PROBETA CON TOLERANCIA DE 0.125 MM.

LOS INCISOS 8.4.3. A 8.4.5. TAMBIEN DEBEN APLICARSE PARA PRUEBAS IZOD.

## 10. INFORME

---

### 10.1. UN INFORME COMPLETO DEBE INCLUIR LO SIGUIENTE:

---

#### 10.1.1. TIPO Y MODELO DE LA MAQUINA.

10. 1. 2. TIPO DE LA PROBETA USADA.

10. 1. 3. VELOCIDAD LINEAL DEL MARTILLO, EN METROS POR SEGUNDO, AL INSTANTE DEL IMPACTO. ESTA PRUEBA PUEDE CALCULARSE POR LA ALTURA INICIAL DE LA ARISTA DE IMPACTO COMO SE INDICA EN 5. 4. 3.

10. 1. 4. PERDIDA DE ENERGIA DEBIDA A FRICCION.

10. 1. 5. ENERGIA DEL IMPACTO AL GOLPEAR LA PROBETA.

10. 1. 6. TEMPERATURA DE LA PROBETA Y DEL AMBIENTE.

10. 1. 7. ENERGIA REAL ABSORBIDA POR LA PROBETA AL FRACTURARSE, REPORTADA EN KGF-M COMO EL "VALOR DE IMPACTO" DE LA PROBETA.

10. 1. 8. APARIENCIA DE LA SUPERFICIE DE FRACTURA Y

10. 1. 9. NUMERO DE PROBETAS QUE NO SE ROMPIERON (8. 4. 3. ).

11. FRECUENCIA DE CALIBRACION

---

11. 1. SE RECOMIENDA QUE LAS MAQUINAS CHARPY, CUANDO ESTAN EN USO CONSTANTE, SEAN VERIFICADAS PARA CONFORMIDAD, CON ESTE METODO, CON LAPROS DE 12 MESES, Y CUANDO SE USEN INTERMITENTEMENTE, CON LAPROS DE 2 A 3 ANOS. NO ES NECESARIO QUE LAS PARTES NO SUJETAS A DESGASTE (PESO DEL PENDULO Y LINEALIDAD DE LA ESCALA) SE VERIFIQUEN CON ESTOS LAPROS. LAS MAQUINAS CHARPY DEBEN SER SIN EMBARGO, VERIFICADAS INMEDIATAMENTE DESPUES DE SOMETERSE A REPARACIONES O AJUSTES, DESPUES DE HABER SIDO MOVIDAS DE SITIO O CUANDO HAYA RAZON DE DUDA EN LA EXACTITUD DE LOS RESULTADOS, SIN IMPORTAR EL PERIODO DE VERIFICACION.

12. APENDICE

---

12. 1 OBSERVACIONES SOBRE EL SIGNIFICADO DE LA PRUEBA DE IMPACTO EN BARRAS RANURADAS

---

12. 1. 1. COMPORTAMIENTO DE LA PROBETA RANURADA.

12. 1. 1. 1. LAS PRUEBAS TIPO CHARPY E IZOD PONEN DE MANIFIESTO EL COMPORTAMIENTO DE LA PROBETA POR EFECTO DE LA RANURA (FRAGILIDAD CONTRA DUCTILIDAD) POR LA APLICACION DE UN ESFUERZO UNA SOLA VEZ. LOS VALORES DETERMINADOS DE ENERGIA, SON COMPARATIVOS CUANTITATIVAMENTE Y ESPECIFICOS DE UN TIPO DE PROBETA Y NO SIRVEN COMO BASE PARA CALCULOS DE DISENO. EL COMPORTAMIENTO DE LA PROBETA RANURADA, INDICADO POR UNA PRUEBA INDIVIDUAL, SE APLICA SOLAMENTE A LA PROPIA PROBETA, A LA GEOMETRIA DE LA RANURA Y A LAS CONDICIONES DE PRUEBA, Y NO PUEDEN GENERALIZARSE A OTRAS CONDICIONES Y TAMAOS DE PROBETAS.

12. 1. 1. 2. EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROBETAS RANURADAS EN MATERIALES Y ALEACIONES CON ESTRUCTURA CUBICA DE CARA CENTRADA, TALES COMO MATERIALES NO FERROSOS Y ACEROS AUSTENITICOS, PUEDEN

SER JUZGADO A PARTIR DE SUS PROPIEDADES ORDINARIAS DE TENSION.

SI EL MATERIAL ACUSA FRAGILIDAD EN LA PRUEBA DE TENSION, TAMBIEN LO HARA EN LA PRUEBA DE IMPACTO; SI ACUSA DUCTILIDAD EN LA PRUEBA DE TENSION, TAMBIEN LO HARA EN LA PRUEBA DE IMPACTO, CON EXCEPCION DEL CASO DE RANURAS NO USUALES CON RADIOS MUY PEQUEÑOS EN EL FONDO O RANURAS PROFUNDAS (MUCHO MAS SEVERAS QUE LAS PROBETAS NORMALES).

A BAJAS TEMPERATURAS NO SE ALTERAN LAS CARACTERISTICAS MENCIONADAS EN ESTOS MATERIALES. EL COMPORTAMIENTO DE LAS PROBETAS RANURADAS DE ACEROS FERRITICOS, POR EL CONTRARIO, NO PUEDE PREDECIRSE A PARTIR DE LAS PROPIEDADES REVELADAS EN UNA PRUEBA DE TENSION. PARA EL ESTUDIO DE ESTOS MATERIALES LAS PRUEBAS TIPO CHARPY O IZOD SON EN CONSECUENCIA MUY UTILES. ALGUNOS MATERIALES QUE PRESENTAN DUCTIBILIDAD COMUN EN LA PRUEBA DE TENSION PUEDEN NO OBSTANTE, FRACTURARSE EN FORMA FRAGIL CUANDO SE PRUEBEN O SE USEN EN CONDICION RANURADA. LA PRESENCIA DE LA RANURA IMPLICA RESTRICCION A DEFORMACIONES EN DIRECCION PERPENDICULAR AL ESFUERZO MAYOR, O A ESFUERZOS MULTIAXIALES Y CONCENTRACIONES DE ESFUERZOS. ES EN ESTE CASO QUE LAS PRUEBAS CHARPY E ISOD SON UTILES PARA DETERMINAR LA SUSCEPTIBILIDAD DE UN ACERO A SER FRAGIL CUANDO SE RANURA, AUNQUE NO PUEDEN EMPLEARSE DIRECTAMENTE PARA APRECIAR LAS CONDICIONES DE SERVICIO EN UNA ESTRUCTURA.

12. 1. 1. 3. LA MAQUINA DE PRUEBA EN SI MISMA DEBE SER SUFICIENTEMENTE RIGIDA, PORQUE DE LO CONTRARIO LAS PRUEBAS EN MATERIALES DE ALTA RESISTENCIA A LA TENSION Y DE BAJA RESISTENCIA AL IMPACTO PUEDEN DAR POR RESULTADO VALORES CON UNA EXCESIVA PERDIDA DE ENERGIA ELASTICA OCASIONADA POR EL EJE DEL PENDULO Y/O EN LA CIMENTACION DE LA MAQUINA. SI LOS APOYOS DE LA MAQUINA, LAS ORILLAS DE IMPACTO DEL PENDULO O LOS PERNOS DE LA CIMENTACION DE LA MAQUINA NO ESTAN SUJETOS FIRMEMENTE, LAS PRUEBAS EN MATERIALES DUCTILES DEL ORDEN DE 11 KG-M PUEDEN INDICAR VALORES MAYORES, POR EJEMPLO ENTRE 12 Y 14 KG-M.

#### 12. 1. 2. EFECTO DE LA RANURA.

12. 1. 2. 1. LA PRESENCIA DE UNA RANURA OCASIONA UNA COMBINACION DE ESFUERZOS MULTIAXIALES ASOCIADOS CON RESTRICCIONES A LA DEFORMACION EN DIRECCION PERPENDICULAR AL MAYOR ESFUERZO Y UNA CONCENTRACION DE ESFUERZOS EN LA BASE DE LA RANURA.

GENERALMENTE NO ES DESEABLE UNA RANURA MUY SEVERA Y ESTO SE CONSIDERA MUY IMPORTANTE EN AQUELLOS CASOS EN QUE SE INICIE UNA FRACTURA FRAGIL Y REPENTINA. ALGUNOS METALES PUEDEN DEFORMARSE DE UNA FORMA DUCTIL AUN A TEMPERATURAS TAN BAJAS COMO LAS DEL AIRE LIQUIDO, MIENTRAS QUE OTROS SE PUEDEN AGRIETAR. ESTA DIFERENCIA EN COMPORTAMIENTO SE PUEDE ENTENDER CONSIDERANDO LA RESISTENCIA DE COHESION DEL MATERIAL (O LAS PROPIEDADES QUE LA MANTIENE UNIDO) Y SU RELACION CON EL LIMITE DE FLUENCIA. EN CASO DE FRACTURA FRAGIL, LA RESISTENCIA DE COHESION SE EXCEDE ANTES DE QUE SE PRESENTE UNA DEFORMACION PLASTICA APRECIABLE Y APARECE UNA FRACTURA FRAGIL CON APARIENCIA CRISTALINA. EN CASO DE FRACTURA DUCTIL, PRECEDE A LA FRACTURA UNA CONSIDERABLE DEFORMACION Y LA SUPERFICIE FRACTURADA TIENE UNA APARIENCIA

FRIBROSA EN LUGAR DE CRISTALINA. EN CASOS INTERMEDIOS, LA FRACTURA SE PRESENTA DESPUES DE UNA LIGERA DEFORMACION Y TIENE PARTE CON APARIENCIA CRISTALINA Y PARTE CON APARIENCIA FIBROSA.

12. 1. 2. 2. CUANDO SE APLICA UNA CARGA SOBRE UNA BARRA RANURADA HAY UN ESFUERZO NORMAL A TRAVES DE LA BASE DE LA RANURA QUE TIENDE A INICIAR LA FRACTURA. LA PROPIEDAD QUE LE IMPIDE FRACTURARSE Y QUE MANTIENE UNIDO AL MATERIAL ES LA RESISTENCIA DE COHESION. LA BARRA SE FRACTURA CUANDO EL ESFUERZO NORMAL EXCEDE A LA RESISTENCIA DE COHESION; CUANDO ESTO OCURRE, SIN QUE LA BARRA SE DEFORME, SE TENDRA UNA CONDICION DE FRACTURA FRAGIL.

12. 1. 2. 3. DURANTE LAS PRUEBAS, AUNQUE NO EN SERVICIO Y DEBIDO A EFECTOS LATERALES, SUCEDE COMUNMENTE QUE UNA DEFORMACION PLASTICA PRECEDE A LA FRACTURA. EN ADICION AL ESFUERZO NORMAL, LA CARGA APLICADA OCASIONA TAMBIEN ESFUERZOS CORTANTES, CON DIRECCION DE APROXIMADAMENTE 45' DEL ESFUERZO NORMAL.

EL COMPORTAMIENTO ELASTICO TERMINA TAN PRONTO COMO EL ESFUERZO CORTANTE EXCEDE A LA RESITENCIA CORTANTE DEL MATERIAL Y LA DEFORMACION O FLUENCIA PLASTICA SE PRESENTA. ESTA ES LA CONDICION DE FRACTURA DUCTIL.

12. 1. 2. 4. ESTE COMPORTAMIENTO, YA SEA FRAGIL O DUCTIL DEPENDE QUE EL ESFUERZO NORMAL EXCEDA LA RESISTENCIA DE COHESION ANTES DE QUE EL ESFUERZO CORTANTE EXCEDA A LA RESISTENCIA DE CORTE. DE ESTO SE DEDUCEN VARIOS HECHOS IMPORTANTES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA BARRA RANURADA. SI LA RANURA SE HACE MAS AGUDA O MAS DRASTICA, EL ESFUERZO NORMAL DE LA RAIZ DE LA RANURA SE AUMENTARA EN RELACION AL ESFUERZO CORTANTE Y LA BARRA ESTARA MAS PROPENSA A LA FRACTURA FRAGIL (VER TABLA A I) TAMBIEN, SEGUN AUMENTE LA VELOCIDAD DE DEFORMACION, LA RESISTENCIA AL CORTE AUMENTA Y LA PROBABILIDAD DE UNA FRACTURA FRAGIL ES MAYOR.

POR OTRO LADO ELEVANDO LA TEMPERATURA Y MANTENIENDO IGUAL LA RANURA Y LA VELOCIDAD DE DEFORMACION SE REDUCE LA RESITENCIA AL CORTE Y SE FAVORECE UN COMPORTAMIENTO DUCTIL, CONDUCE A UNA FRACTURA POR ESFUERZO CORTANTE, ANTES QUE EL ESFUERZO CORTANTE EXCEDA A LA RESISTENCIA AL CORTE.

12. 1. 2. 5. LAS VARIACIONES EN LAS DIMENSIONES DE LA RANURA AFECTAN SERIAMENTE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA. LAS PRUEBAS SOBRE PROBETAS DE ACERO DGN 4340 MUESTRAN EL EFECTO DE LAS VARIACIONES DIMENSIONALES SOBRE RESULTADOS DE LA PRUEBA CHARPY (VER TABLA A I).

### 12. 1. 3. EFECTO DEL TAMANO.

12. 1. 3. 1. AUMENTANDO YA SEA EL ANCHO O EL ESPESOR DE LA PROBETA, SE AUMENTA EL VOLUMEN DEL METAL SUJETO A DISTORCION Y POR ESTE FACTOR, SE TIENDE A AUMENTAR LA ABSORCION DE ENERGIA CUANDO SE FRACTURA LA PROBETA. SIN EMBARGO, CUALQUIER AUMENTO EN TAMANO PARTICULARMENTE EN EL ANCHO AUMENTA EL GRADO DE RESTRICCION POR LO QUE SE TIENDE A INDUCIR FRACTURA FRAGIL, Y PUEDE DISMINUIR LA CANTIDAD DE ENERGIA ABSORBIDA. CUANDO UNA PROBETA DE TAMANO NORMAL ESTA EN EL LIMITE DE FRACTURA FRAGIL,

ESTO ES PARTICULARMENTE CIERTO, Y UNA PROBETA DEL DOBLE DEL ANCHO PUEDE REALMENTE REQUERIR MENOR ENERGIA PARA SU FRACTURA QUE UNA CON EL ANCHO NORMAL.

12.1.3.2. EN ESTUDIOS DE TALES EFECTOS DONDE EL TAMANO DEL MATERIAL IMPIDE EL USO DE LA PROBETA NORMAL, COMO POR EJEMPLO CUANDO EL MATERIAL ES UNA PLANCHA DE 6 MM EN QUE SE TIENE QUE USAR FORZOSAMENTE PROBETAS DE TAMAÑOS MAS PEQUEÑOS. TALES PROBETAS SON DEL TIPO A DE LA FIGURA 4.

12.1.3.3. NO ES FACTIBLE ESTABLECER UNA CORRELACION GENERAL ENTRE LOS VALORES DE ENERGIA OBTENIDOS CON PROBETAS DE DIFERENTES TAMAÑOS Y/O FORMA, PERO PARA PROPOSITOS ESPECIFICOS SE PUEDEN ESTABLECER CORRELACIONES LIMITADAS SOBRE LA BASE DE ESTUDIOS ESPECIALES DE MATERIALES Y PROBETAS PARTICULARES.

POR OTRA PARTE EN UN ESTUDIO DEL EFECTO RELATIVO DE VARIACIONES DE PROCESO LA ELEVACION MEDIANTE EL USO DE ALGUNA PROBETA ARBITRARIAMENTE SELECCIONADA CON UNA DETERMINADA RANURA PROPORCIONA, EN LA MAYORIA DE LOS CASOS, UN ORDEN APROPIADO PARA LA APLICACION DE LOS METODOS.

#### 12.1.4. EFECTOS DE LAS CONDICIONES DE PRUEBA.

12.1.4.1. LAS CONDICIONES DE PRUEBA TAMBIEN AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LA PROBETA RANURADA. EL EFECTO DE LA TEMPERATURA ES TAN PRONUNCIADO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL ACERO, CUANDO ESTA RANURADO QUE LAS COMPARACIONES SE HACEN FRECUENTEMENTE POR EXAMEN DE LAS FRACTURAS DE LAS PROBETAS Y GRAFICANDO EL VALOR DE LA ENERGIA Y APARIENCIA DE LA FRACTURA CONTRA LA TEMPERATURA DE PRUEBA DE BARRAS RANURADAS. CUANDO SE HA DISMINUIDO LA TEMPERATURA DE PRUEBA LO SUFICIENTE PARA INICIAR UNA FRACTURA FRAGIL, PUEDE PRESENTARSE UNA CAIDA EXTREMADAMENTE BRUSCA EN LOS VALORES DE IMPACTO O BIEN PUEDE BAJAR GRADUALMENTE SEGUN DISMINUYAN LAS TEMPERATURAS.

ESTA CAIDA EN LOS VALORES DE ENERGIA SE INICIA CUANDO LA PROBETA COMIENZA A EXHIBIR APARIENCIA CRISTALINA EN LA FRACTURA. LA TEMPERATURA DE TRANSICION A LA QUE SE PRESENTA ESTE FENOMENO DE FRAGILIDAD VARIA CONSIDERABLEMENTE CON EL TAMANO DE LA PROBETA Y CON LA GEOMETRIA DE LA RANURA.

12.1.4.2. ALGUNOS DE LOS MUCHOS TERMINOS QUE COMUNMENTE SE USAN PARA LA TEMPERATURA DE TRANSICION SON:

A) LA TEMPERATURA MAS BAJA A LA CUAL LA PROBETA DEJA DE EXHIBIR 100 % DE FRACTURA DUCTIL, B) LA TEMPERATURA EN LA QUE LA FRACTURA ES 50% FRAGIL Y 50 % DUCTIL, C) LA TEMPERATURA QUE CORRESPONDE A UN VALOR DE ENERGIA DE 50 % DE LA DIFERENCIA ENTRE LOS VALORES OBTENIDOS A 0 Y 100 % DE FRACTURA DUCTIL, D) LA TEMPERATURA CORRESPONDIENTE A UN VALOR ESPECIFICO DE ENERGIA.

12.1.4.3. UN PROBLEMA PECULIAR DE LAS PRUEBAS "CHARPY" SE PRESENTA CUANDO SE PRUEBAN A BAJAS TEMPERATURAS PROBETAS DE ALTA RESISTENCIA Y BAJA ENERGIA. ESTAS PROBETAS PUEDEN NO SALIR DE LA MAQUINA EN LA DIRECCION DE OSCILACION DEL PENDULO, SINO EN UNA DIRECCION LATERAL. PARA ASEGURAR QUE LAS PARTES ROTAS DE LA

PROBETA NO REBOTEN EN ALGUNA PARTE DE LA MAQUINA Y HAGAN CONTACTO CON EL PENDULO ANTES DE QUE SE COMPLETE SU OSCILACION, PUEDEN REQUERIRSE MODIFICACIONES EN MODELOS ANTIGUOS DE MAQUINAS. ESTAS MODIFICACIONES DIFIEREN DEL DISEÑO DE LA MAQUINA. SIN EMBARGO, EL PROBLEMA BASICO ES EL MISMO EN QUE SE HACEN MODIFICACIONES PARA PREVENIR EL REBOTE DE LA PROBETA FRACTURADA CONTRA EL PENDULO. CUANDO EL DISEÑO LO PERMITA, LAS PROBETAS FRACTURADAS PUEDEN SER PROYECTADAS A LOS LADOS DE LA MAQUINA Y EN OTROS DISEÑOS PUEDE SER NECESARIO TENER LAS PROBETAS FRACTURADAS DENTRO DE UNA CIERTA AREA HASTA QUE EL PENDULO PASE A TRAVES DE LOS APOYOS. ALGUNAS PROBETAS DE ACERO DE ALTA RESISTENCIA Y VALORES BAJOS DE ENERGIA DEJAN LA MAQUINA DE IMPACTO A VELOCIDADES MAYORES DE 15 M/S. NO OBSTANTE QUE HAYA SIDO GOLPEADA POR UNA OSCILACION DEL PENDULO A VELOCIDADES DE APROXIMADAMENTE 5 M/S. SI LA FUERZA EJERCIDA SOBRE EL PENDULO POR LAS PROBETAS FRACTURADAS ES SUFICIENTE, EL PENDULO BAJARA SU VELOCIDAD Y SE REGISTRARA ERRONEAMENTE VALORES DE ALTA ENERGIA. ESTE PROBLEMA DEBE CONSIDERARSE PARA MUCHAS DE LAS INCONCIENCIAS DE LOS RESULTADOS CHARPY REPORTADOS POR VARIOS INVESTIGADORES, DENTRO DE UN RANGO DE 3 A 8 KGF-M. LA SECCION 5.5, ILUSTRAMOS DOS DISEÑOS BASICOS DE MAQUINA Y UNA MODIFICACION QUE SE HA ENCONTRADO SATISFATORIA PARA MINIMIZAR LA INTERFERENCIA POR SUJECION.

#### 12. 1. 5. VELOCIDAD DE DEFORMACION

LA VELOCIDAD DE DEFORMACION ES IGUALMENTE UNA VARIABLE QUE AFECTA EL COMPORTAMIENTO DE LA PROBETA. LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA DE IMPACTO MUESTRAN ALGUNOS VALORES DE ABSORCION DE ENERGIA MAYORES QUE EN LAS PRUEBAS ESTATICAS ARRIBA DE LA TEMPERATURA DE TRANSICION Y SIN EMBARGO, EN ALGUNOS CASOS LO CONTRARIO ES VERDADERO, ABAJO DE LA TEMPERATURA DE TRANSICION.

#### 12. 1. 6. CORRELACION CON SERVICIO

12. 1. 6. 1. AUN CUANDO LAS PRUEBAS DE CHARPY E IZOD NO PUEDEN PREDECIR DIRECTAMENTE EL COMPORTAMIENTO DUCTIL O FRAGIL DEL ACERO COMO COMUNMENTE SE USA EN GRANDES MASAS O COMO COMPONENTE DE GRANDES ESTRUCTURAS, ESTAS PRUEBAS PUEDEN USARSE COMO PRUEBAS DE ACEPTACION O PRUEBAS DE IDENTIFICACION PARA DIFERENTES LOTES DEL MISMO ACERO O EN ELECCIONES ENTRE DIFERENTES ACEROS CUANDO SE HA ESTABLECIDO UNA CORRELACION CON UN COMPORTAMIENTO CONFIABLE EN SERVICIO. PUEDE SER NECESARIO VERIFICAR LAS PRUEBAS A TEMPERATURAS ELEGIDAS, DISTINTAS A LA DEL AMBIENTE, EN ESTO, LA TEMPERATURA DE SERVICIO O LA TEMPERATURA DE TRANSICION EN PROBETAS DE TAMANO COMPLETO, NO DAN LAS TEMPERATURAS DE TRANSICION DESEADAS POR LAS PRUEBAS CHARPY E IZOD, DADO QUE EL TAMANO Y LA GEOMETRIA DE LA RANURA PUEDEN SER DIFERENTES. EL ANALISIS QUIMICO, LAS PRUEBAS DE TENSION Y DUREZA PUEDEN NO INDICAR LA INFLUENCIA DE ALGUNO DE LOS FACTORES IMPORTANTES DE FABRICACION QUE AFECTAN LA SUSCEPTIBILIDAD A UNA FRACTURA FRAGIL, NI REGISTRAN EL EFECTO DE LAS BAJAS TEMPERATURAS PARA INDUCIR UNA FRACTURA FRAGIL.



## 12.2 BIBLIOGRAFIA

ASTM E 23 72

## 12.3. PARTICIPANTES

ALTOS HORNOS DE MEXICO, S. A.

CAMPOS HERMANOS, S. A.

CHRYSLER DE MEXICO, S. A.

CONTROL DE CALIDAD, S. A.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

JOHN DEERE, S. A.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS.

SOCIEDAD ELECTRO-MECANICA, S. A.

TUBERIA NACIONAL, S. A.

FUNDIDORA MONTERREY, S. A.

FUNDIDORA DE ACEROS TEPEYAC, S. A.

**T A B L A A I**

**EFFECTO DE LAS VARIACIONES EN LAS DIMENSIONES DE LA RANURA EN PROBETAS NORMALES**

	Probetas de alta energía		Probetas de mediana energía		Probetas de baja energía	
	kgf-m	J	kgf-m	J	kgf-m	J
Probetas con dimensiones normales.	10.5 ± 0.5	104 ± 5	6.1 ± 0.3	60.3 ± 3	1.73 ± 0.15	17 ± 1.4
Profundidad de la ranura, -- 2.13 mm (a)	10.0	98	5.7	56	1.60	15.5
Profundidad de la ranura, - 2.04 mm (a)	10.4	102	5.8	57	1.7	16.8
Profundidad de la ranura, - 1.97 mm (a)	10.6	104	6.3	61	1.80	17.2
Profundidad de la ranura, - 1.88 mm (a)	11.0	108	6.4	62	1.80	17.4
Radio en la base de la ranura, 0.13 mm (b)	10.0	98	5.8	57	1.50	14.6
Radio en la base de la ranura, 0.38 mm (b)	11.1	108	6.6	64	2.20	21.4

(a) Normal 2.00 ± 0.05 mm

(b) Normal 0.250 ± 0.025 mm

Fig. 1 Prueba de Impacto Charpy (Viga Simple)

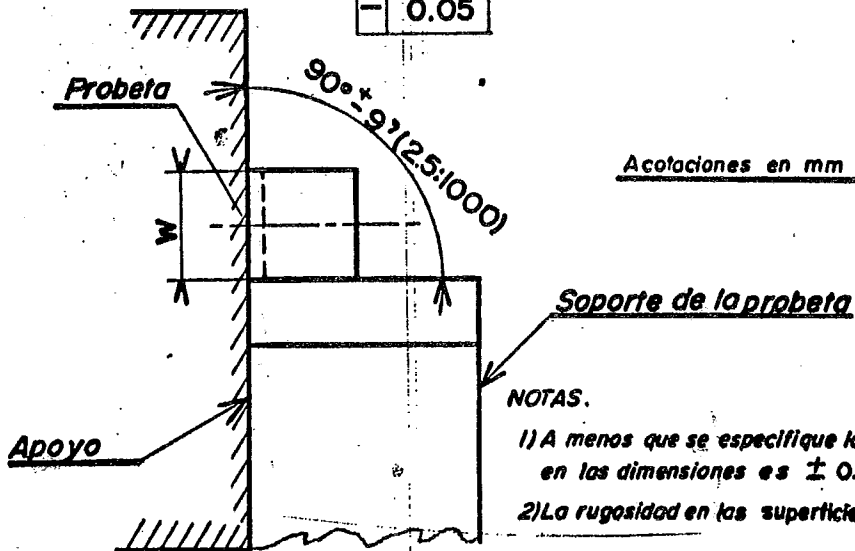
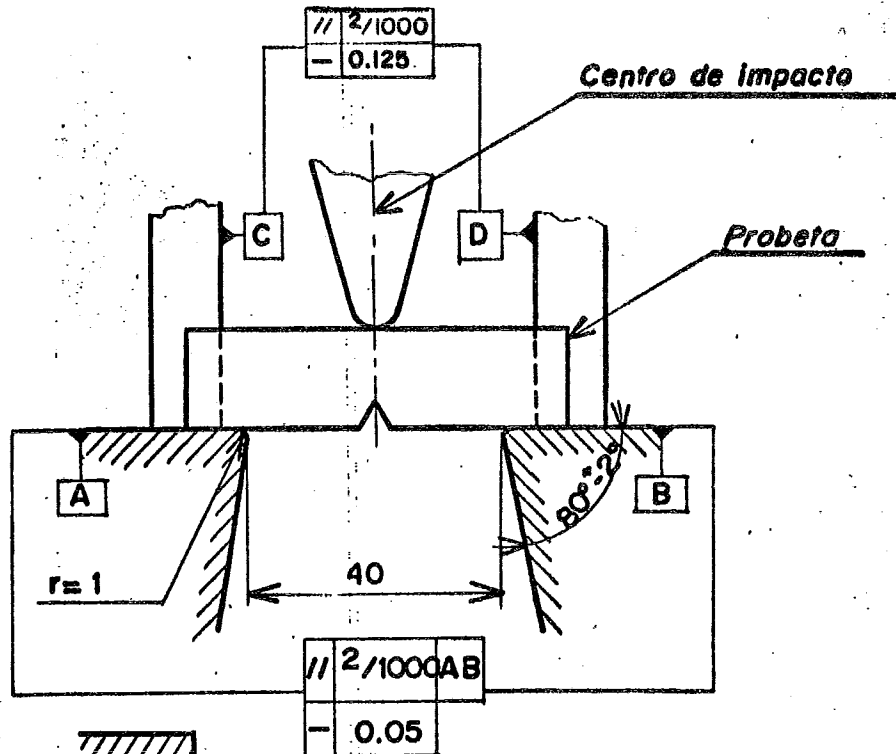
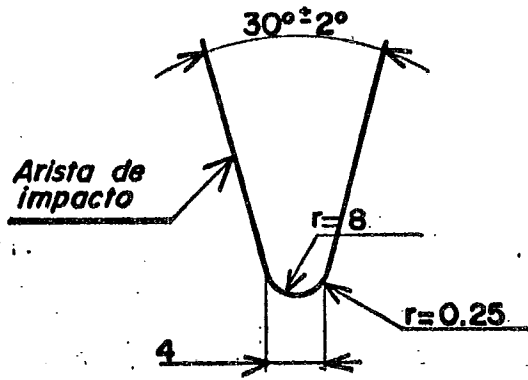
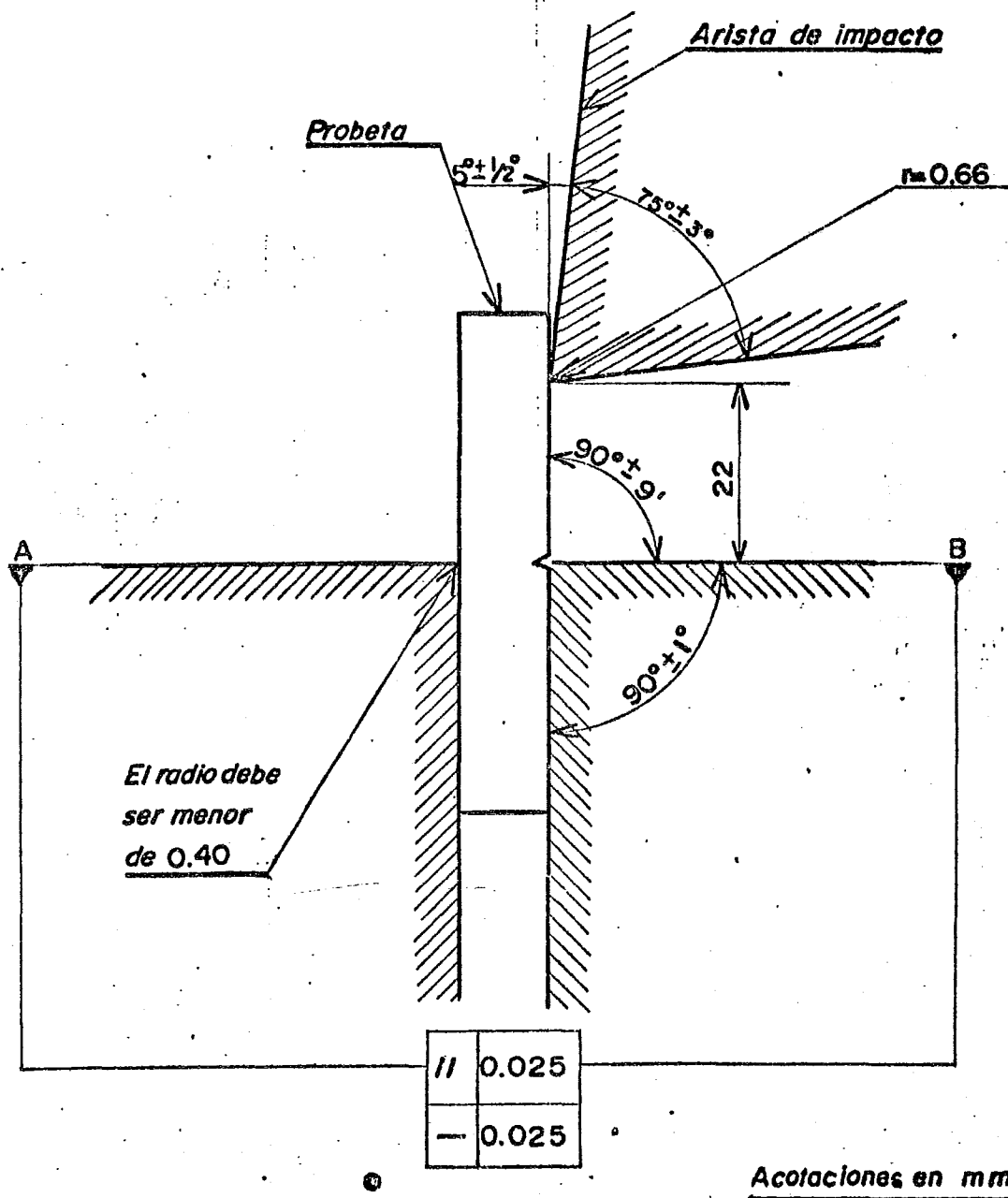


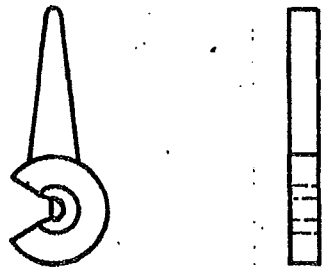
Fig. 2 Prueba de impacto Izod (Viga en voladizo)



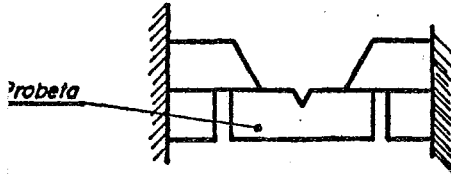
**NOTAS:**

1) A menos que se especifique lo contrario la tolerancia en las dimensiones es  $\pm 0.05$  mm

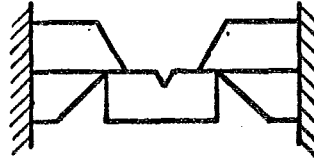
2) La rugosidad en las superficies de referencia y sujeción es de 2  $\mu$ m.



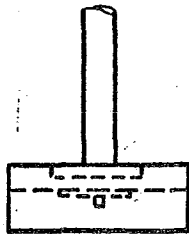
Péndulo Tipo C.



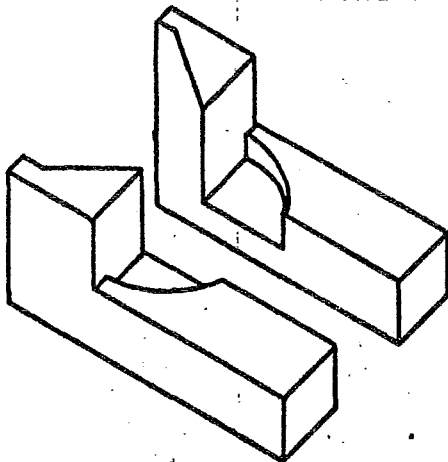
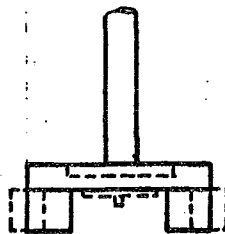
*Sin modificar*



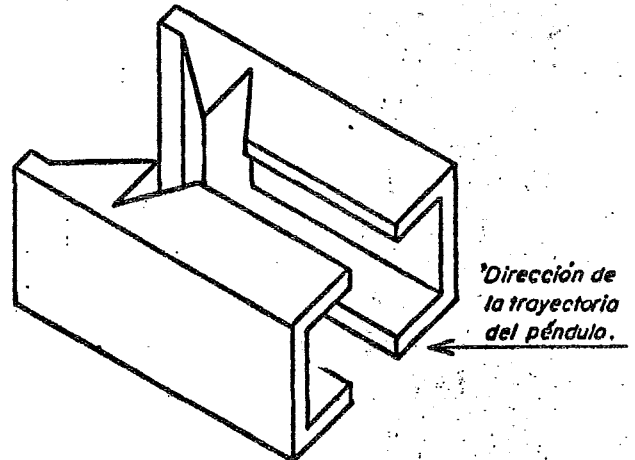
*Modificado*



Péndulo Tipo U...



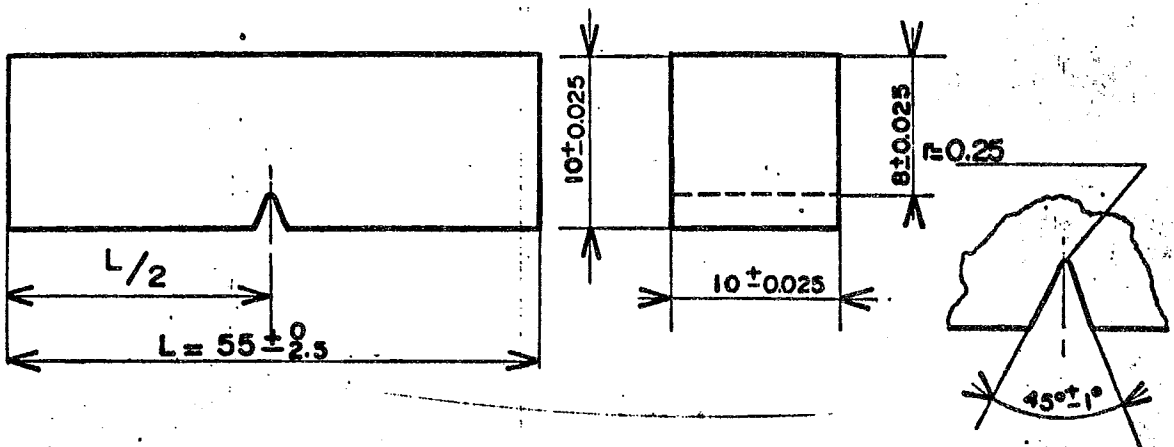
*Sin modificar*



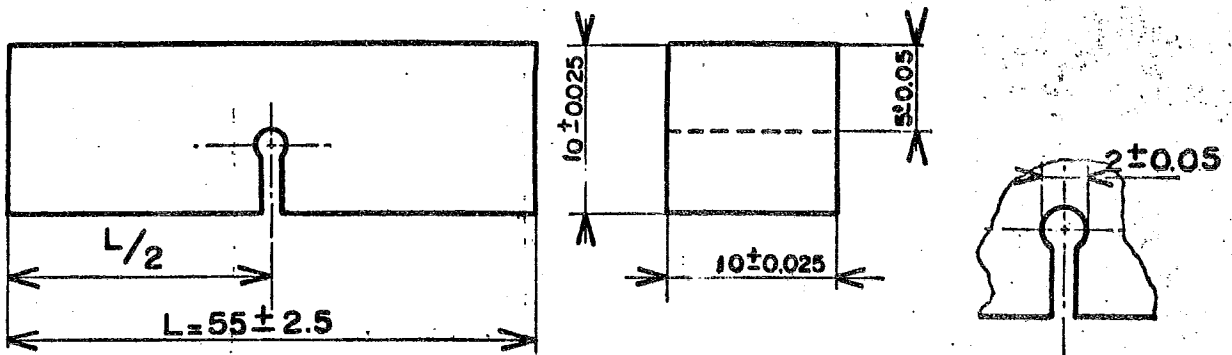
*Modificado.*

Fig. 3

*Péndulos y soportes típicos para maquinas Charpy, mostrando modificación para minimizar el rebote de la probeta, contra el péndulo.*



Tipo A.



Tipo B.

**Notas:**

Acotaciones en mm.

Rugosidad 2mm sobre la superficie de la ranura y la cara opuesta; 4mm sobre las otras dos superficies.

Las tolerancias no indicadas deben ser:

Lados adyacentes  $90^{\circ} \pm 10'$ .

Fig.4 Probeta para la prueba de impacto Charpy (Viga simple) Tipos A y B.

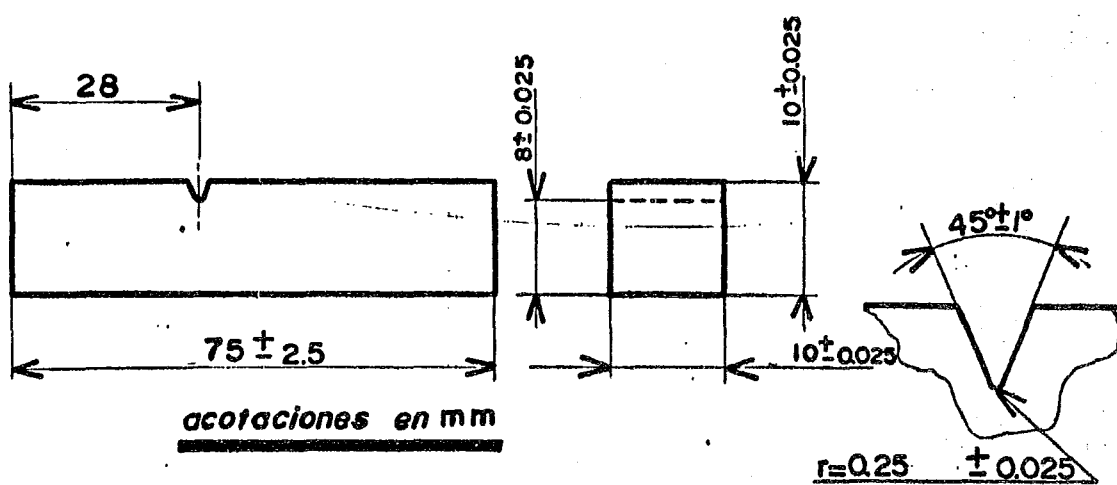


Fig. 5

*Probeta para la prueba de impacto Izod (Viga en voladizo.)  
Tipo D.*

**NOTA.**

*La rugosidad debe ser de 2 μm en las superficies de la ranura y en las caras opuestas, y de 4 μm en las otras dos superficies.*

*Lados adyacentes  $90^\circ \pm 10'$ .*

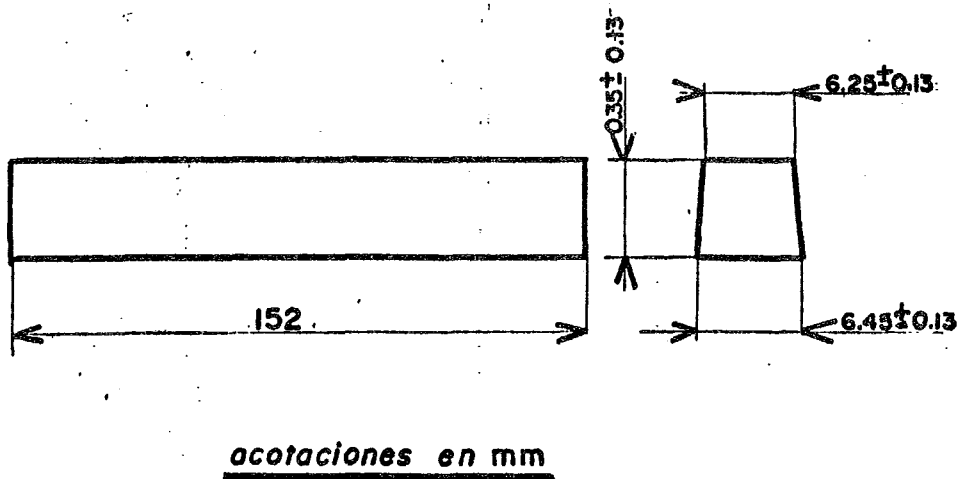


Fig. 6

*Probeta para la prueba de impacto Charpy*

*para piezas coladas.*

**NOTA.**

*El golpe de impacto debe ser sobre la superficie de 6.25 mm.*

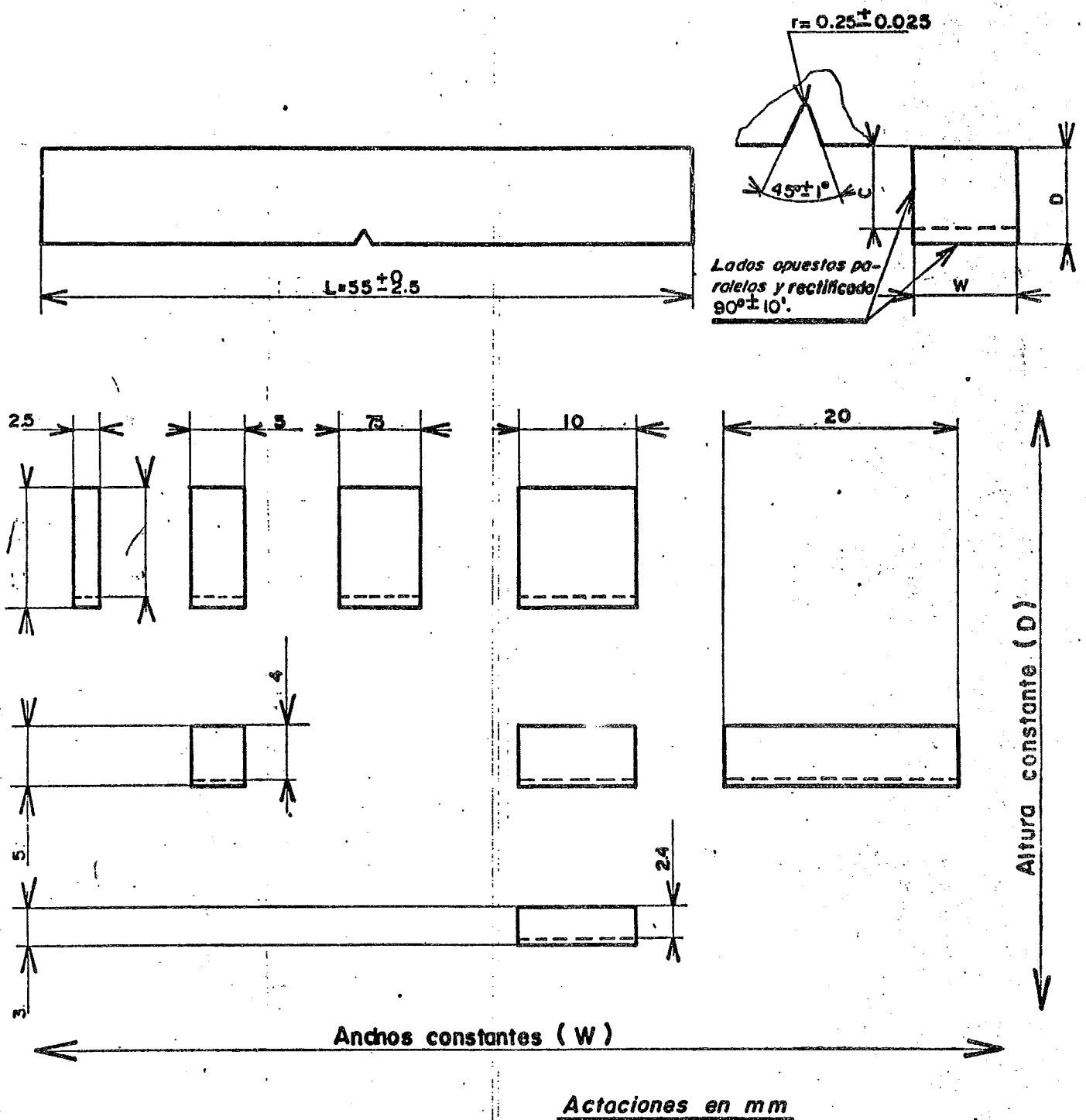


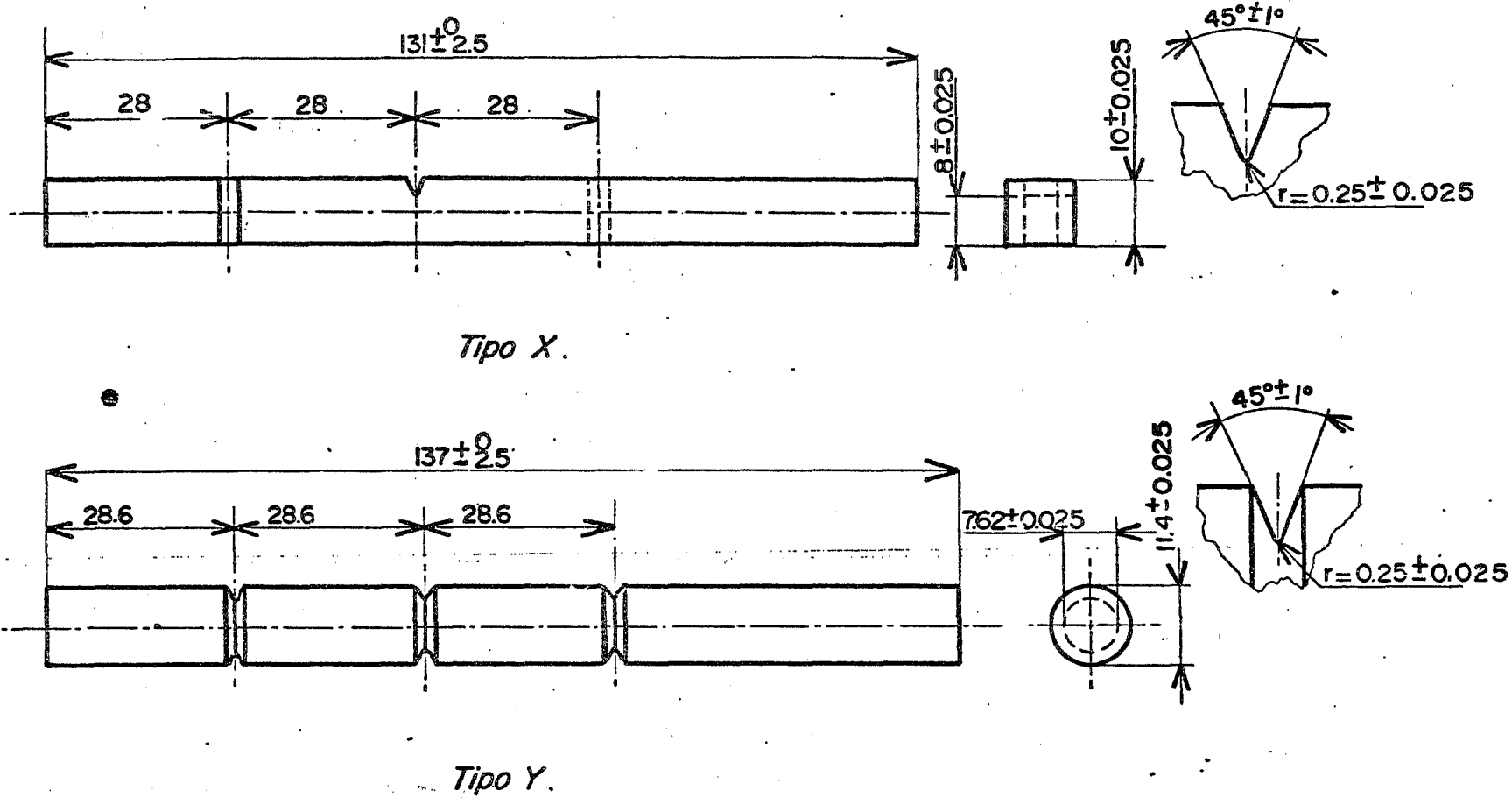
Fig. 7

*Subtamaños de probetas para la prueba de impacto Charpy, (Viga Simple).*

**Nota:**

*Las tolerancias en acabado deben ser iguales a las de la figura 4.*





Acotaciones en mm

Fig. 8

*Probeta para la prueba de impacto Izod (Viga en voladizo)*

*Tipos X, Y.*

## METODO DE PRUEBA A LA TENSION PARA METALES

## 1. OBJETIVO

---

ESTA NORMA ESTABLECE LOS METODOS DE PRUEBA A LA TENSION DE MATERIALES METALICOS, DE CUALQUIER FORMA. EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO O EN METODOS DE PRUEBA PARTICULARES DE UN PRODUCTO PUEDEN EXISTIR EXCEPCIONES A LOS METODOS DESCRITOS EN ESTA NORMA.

## 2. REFERENCIAS

---

B 80 EN VIGOR "METODOS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA".

B 172 EN VIGOR "METODOS DE PRUEBA MECANICOS PARA PRODUCTOS DE ACERO"

B 309 EN VIGOR "NOMENCLATURA PARA TERMINOS USADOS EN LOS METODOS DE PRUEBA MECANICOS".

## 3. DEFINICIONES

---

PARA LAS DEFINICIONES DE LOS TERMINOS RELACIONADOS CON PRUEBAS DE TENSION CONSULTAR LA NORMA DGN B 309 EN VIGOR.

## 4. MAQUINAS Y EQUIPO

---

### 4.1. MAQUINAS DE PRUEBA.

---

LAS MAQUINAS USADAS PARA PRUEBAS DE TENSION DEBEN ESTAR DE ACUERDO CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN LA NORMA DGN B 80. LAS CARGAS USADAS EN LA DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A LA TENSION Y LA RESISTENCIA O PUNTO DE FLUENCIA, DEBEN QUEDAR DENTRO DE LOS LIMITES DE CARGA DE LA MAQUINA DE PRUEBA, TAL COMO SE INDICA EN LA NORMA DGN B 80

### 4.2. EQUIPO

---

#### 4.2.1. DISPOSITIVOS DE SUJECION.

PARA SUJETAR LAS PROBETAS Y TRANSMITIRLES LA CARGA APLICADA POR LA MAQUINA DE PRUEBA, SE PUEDEN USAR VARIOS TIPOS DE DISPOSITIVOS. CON OBJETO DE ASEGURAR QUE EL ESFUERZO DE TENSION SEA AXIAL DENTRO DE LA LONGITUD CALIBRADA, EL EJE DE LA PROBETA DEBE COINCIDIR CON EL EJE DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA. DE NO CUMPLIR CON ESTA CONDICION, PUEDEN INTRODUCIRSE ESFUERZOS DE FLEXION, LOS CUALES NO ESTAN INCLUIDOS EN EL CALCULO USUAL DE ESFUERZOS (CARGA DIVIDIDA ENTRE EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL).

#### 4.2.2. MORDAZAS DE CUNA.

LAS MAQUINAS DE PRUEBA USUALMENTE ESTAN EQUIPADAS CON

MORDAZAS DE CUNA, LAS CUALES PROPORCIONAN UN MEDIO SATISFACTORIO PARA SUJETAR BARRAS LARGAS DE METAL DUCTIL Y PROBETAS TIPO PLANCHA, PLANAS QUE SE MUESTRAN EN LA FIGURA 6; SIN EMBARGO, SE PUEDE CAUSAR UN ESFUERZO INDESEABLE DE FLEXION SI AL SUJETAR UNA DE ELLAS AVANZA MAS QUE LA OTRA. SI SE USAN CALZAS DETRAS DE LAS CUNAS, EL ESPESOR DEBE SER EL MISMO Y SUS CARAS PLANAS Y PARALELAS.

PARA OBTENER MEJORES RESULTADOS, LAS CUNAS DEBEN ESTAR SOPORTADAS EN TODA SU LONGITUD POR LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DE PRUEBA. ESTO REQUIERE QUE SE TENGAN DISPONIBLES CALZAS DE VARIOS ESPESORES PARA CUBRIR LA DIVERSIDAD DE ESPESORES DE LAS PROBETAS. PARA UNA SUJECION ADECUADA, ES CONVENIENTE QUE TODA LA LONGITUD DE LA CARA ESTRIADA DE CADA MORDAZA ESTE EN CONTACTO CON LA PROBETA. EN LA FIGURA 1, SE MUESTRA UN ALINEAMIENTO CORRECTO DE LAS MORDAZAS DE CUNA Y DE LAS CALZAS. PARA PROBETAS CORTAS Y PARA LA MAYORIA DE LOS MATERIALES, GENERALMENTE ES NECESARIO USAR PROBETAS MAQUINADAS Y SE USAN MEDIOS ESPECIALES DE SUJECION PARA QUE LAS PROBETAS CUANDO ESTEN BAJO CARGA ESTEN LO MAS CERCA POSIBLE DE UN ESFUERZO DE TENSION AXIAL UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDO.

4. 2. 3. MORDAZAS PARA PROBETAS DE MATERIALES FRAGILES, ROSCADOS O CON RESALTE.

EN LA FIGURA 2 SE MUESTRA UN DISPOSITIVO DE SUJECION PARA PROBETAS DE EXTREMO ROSCADO, MIENTRAS QUE EN LA FIGURA 3 SE MUESTRA UNO PARA PROBETAS DE EXTREMOS CON RESALTE. AMBOS DISPOSITIVOS DE SUJECION DEBEN ADOPLARSE A LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DE PRUEBA POR MEDIO DE ROTULAS CON ASIENTO ESFERICO ADECUADAMENTE LUBRICADAS. LA DISTANCIA ENTRE LAS ROTULAS DEBE SER LO MAS GRANDE POSIBLE.

4. 2. 4. MORDAZAS PARA LAMINA.

LAS MORDAZAS AUTO-AJUSTABLES MOSTRADAS EN LA FIGURA 4 SON ADECUADAS PARA PROBAR LAMINA, LA CUAL NO PUEDE SER PROBADA SATISFACTORIAMENTE CON EL TIPO USUAL DE MORDAZAS.

4. 2. 5. MORDAZAS PARA ALAMBRE.

PARA PROBAR ALAMBRE PUEDEN USARSE LAS MORDAZAS, YA SEA DEL TIPO DE CUNA O DE TAMBOR MOSTRADAS EN LAS FIGURAS 4 Y 5.

4. 3. DISPOSITIVOS PARA MEDIR DIMENSIONES.

LOS MICROMETROS Y OTROS DISPOSITIVOS USADOS PARA MEDIR DIMENSIONES LINEALES DEBEN SER PRECISAS POR LO MENOS A LA MITAD DE LA MAS PEQUENA UNIDAD QUE REQUIERAN LAS UNIDADES POR MEDIRSE.

5. PROBETAS

LAS PROBETAS DEBEN SER YA SEA DE SECCION COMPLETA O MAQUINADAS, SEGUN SE INDIQUE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

LAS PROBETAS PREPARADAS INCORRECTAMENTE, FRECUENTEMENTE CAUSAN RESULTADOS ERRONEOS.

POR TANTO, ES IMPORTANTE CUIDAR LA PREPARACION DE LAS MISMAS, ESPECIALMENTE DURANTE EL MAGUINADO.

ES CONVENIENTE QUE LA SECCION TRANSVERSAL MAS PEQUENA SE TENGA AL CENTRO DE LA LONGITUD CALIBRADA DE LA PROBETA, PARA PROVOCAR QUE LA FRACTURA SE LOCALICE EN LA LONGITUD CALIBRADA. ESTO SE LOGRA POR EL DESVAN PERMISIBLE EN LA LONGITUD CALIBRADA, PARA CADA UNA DE LAS PROBETAS DESCRITAS EN LOS SIGUIENTES INCISOS. PARA MATERIALES FRAGILES, ES CONVENIENTE QUE LA ZONA DE TRANSICION ENTRE LA SUJECION Y LA LONGITUD CALIBRADA SEA DE RADIO GRANDE.

#### 5.1. PROBETAS TIPO PLANCHA.

---

LA PROBETA "TIPO PLANCHA" SE USA PARA PROBAR MATERIALES METALICOS EN FORMA DE PLANCHA, PERFILES ESTRUCTURALES Y BARRAS, CON ESPESOR NOMINAL DE 5 MM O MAYOR.

CUANDO LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO LO PERMITA PUEDEN USARSE OTROS TIPOS DE PROBETAS LOS CUALES SE INDICAN EN LOS INCISOS 5.2., 5.3. Y 5.4.

#### 5.2. PROBETAS TIPO LAMINA.

---

LA PROBETA TIPO LAMINA SE USA PARA PROBAR MATERIALES METALICOS EN FORMA DE LAMINA, PLANCHA Y ALAMBRE PLANO CON ESPESOR NOMINAL DE 0.13 A 16 MM.

CUANDO LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO LO PERMITA PUEDEN USARSE OTROS TIPOS DE PROBETAS, LOS CUALES SE INDICAN EN LOS INCISOS 5.1., 5.3. Y 5.4.

SE PUEDEN USAR EXTREMOS DE PASADOR COMO LOS INDICADOS EN LA FIGURA 7.

PARA EVITAR PANDEOS EN PRUEBAS DE MATERIALES DELGADOS Y DE ALTA RESISTENCIA, PUEDE SER NECESARIO EL USO DE PLANCHAS RIGIDAS EN LA ZONA DE SUJECION.

#### 5.3. PROBETAS REDONDAS.

---

EN LA FIGURA 8 SE MUESTRA LA PROBETA NORMAL REDONDA DE 12.5 MM DE DIAMETRO USADA GENERALMENTE PARA PROBAR MATERIALES METALICOS VACIADOS Y FORJADOS.

TAMBIEN EN LA FIGURA 8 SE MUESTRAN PROBETAS DE TAMANO PEQUENO PROPORCIONAL A LA PROBETA NORMAL, QUE SE PUEDEN USAR CUANDO SEA NECESARIO PROBAR MATERIALES DEL CUAL NO SE PUEDE PREPARAR LA PROBETA NORMAL O LAS INDICADAS EN LA FIGURA 6. EN CUALQUIER PROBETA DE TAMANO PEQUENO ES IMPORTANTE QUE LA LONGITUD CALIBRADA PARA LA MEDICION DE ALARGAMIENTO SEA CUATRO VECES EL DIAMETRO DE LA PROBETA.

LA FORMA DE LOS EXTREMOS DE LA PROBETA, FUERA DE LA LONGITUD CALIBRADA, ES ADECUADA AL MATERIAL DE TAL FORMA QUE AJUSTE A LAS MORDAZAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA, PARA QUE LAS CARGAS SE APLIQUEN AXIALMENTE. LA FIGURA 9 MUESTRA PROBETAS CON DIFERENTES TIPOS DE EXTREMOS.

#### 5. 4. PROBETAS PARA LAMINA, TIRA, ALAMBRE PLANO Y PLANCHA.

---

5. 4. 1. PARA MATERIAL QUE VARIA EN ESPESOR NOMINAL DE 0.13 MM HASTA 16 MM SE DEBE USAR LA PROBETA TIPO LAMINA, DESCRITA EN EL INCISO 5. 2.

5. 4. 2. PARA MATERIAL QUE TENGA UN ESPESOR NOMINAL DE 5 MM O MAYOR SE DEBE USAR LA PROBETA TIPO PLANCHA DESCRITA EN EL INCISO 5. 1.

5. 4. 3. PARA MATERIAL QUE TENGA UN ESPESOR NOMINAL DE 12.50 MM O MAYOR, SE DEBE USAR EL TAMAÑO DE PROBETA MAS GRANDE QUE SEA PRACTICO DE LOS DESCRITOS EN EL INCISO 5. 3.

#### 5. 5. PROBETAS PARA ALAMBRE, VARILLA Y BARRA.

---

PARA APROBAR ESTOS MATERIALES DE SECCION CIRCULAR, OCTAGONAL, HEXAGONAL O CUADRADA, SE DEBE USAR CUALQUIERA DE LOS TIPOS DE PROBETAS DESCRITOS A CONTINUACION.

5. 5. 1. PARA ALAMBRE Y VARILLA REDONDAS SE DEBEN USAR PROBETAS DE SECCION TRANSVERSAL COMPLETA. LA LONGITUD CALIBRADA PARA LA MEDICION DEL ALARGAMIENTO EN ALAMBRE MENOR DE 6.0 MM DE DIAMETRO DEBE SER EL QUE SE INDICA EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

5. 5. 2. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA AL PROBAR ALAMBRE DE DIAMETRO DE 6.0 MM O MAYOR SE DEBE USAR UNA LONGITUD CALIBRADA DE 4 VECES EL DIAMETRO. LA LONGITUD TOTAL DE LAS PROBETAS DEBE SER POR LO MENOS IGUAL A LA LONGITUD CALIBRADA MAS LA LONGITUD DE ALAMBRE REQUERIDO PARA LA SUJECION COMPLETA REQUERIDA.

##### 5. 5. 2. 1. SECCION TRANSVERSAL COMPLETA.

A FIN DE PROVOCAR QUE LA FRACTURA SE PRESENTE ENTRE LAS MARCAS DE CALIBRACION, SE PERMITE REDUCIR LA SECCION EN LA LONGITUD CALIBRADA LIGERAMENTE CON PAPEL O TELA ABRASIVOS O POR MAQUINADO. PARA MATERIAL QUE NO EXCEDA DE 5 MM EN DIAMETRO O DISTANCIA ENTRE CARAS, EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL PUEDE SER REDUCIDA NO MENOS DE 90 % DEL AREA ORIGINAL, SIN CAMBIAR LA FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL. PARA MATERIAL MAYOR DE 5 MM EN DIAMETRO O DISTANCIA ENTRE CARAS, ESTOS PUEDEN REDUCIRSE NO MAS DE 0.25 MM SIN CAMBIAR LA FORMA DE LA SECCION TRANSVERSAL. LOS ALAMBRES O VARILLAS CUADRADAS, HEXAGONALES U OCTAGONALES QUE NO EXCEDAN DE 5 MM ENTRE CARAS PUEDEN SER MAQUINADOS A UNA SECCION CUYA AREA NO SEA MENOR DE 90 % DEL AREA DE SU MAXIMO CIRCULO INSCRITO. LA ZONA DE TRANSICION DEBE MAQUINARSE PREFERENTEMENTE CON UN RADIO DE 10 MM PERO ESTE NO DEBE SER MENOR DE 3 MM. LAS BARRAS CUADRADAS, HEXAGONALES U OCTAGONALES MAYORES DE 5 MM ENTRE CARAS, PUEDEN SER MAQUINADAS A REDONDOS CON UN DIAMETRO NO

MENOR DE 0.25 MM DE LA DISTANCIA ORIGINAL ENTRE CARAS.

5.5.2.2. LA PROBETA REDONDA DESCRITA EN 5.3. EN EL TAMAÑO MÁXIMO PRACTICABLE SE PUEDE USAR PARA VARILLAS Y BARRAS EN LUGAR DE LA PROBETA DE SECCIÓN TRANSVERSAL COMPLETA. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO, LAS PROBETAS DEBEN SER PARALELAS A LA DIRECCIÓN DEL LAMINADO O EXTRUSIÓN.

5.5.2.3. LOS EXTREMOS DE LAS PROBETAS DE COBRE O SUS ALEACIONES PUEDEN SER APLASTADOS DE UN 10 A UN 50 % DE SU DIMENSIÓN ORIGINAL EN EL APARATO QUE SE INDICA EN LA FIGURA 10, PARA FACILITAR LA FRACTURA ENTRE LAS MARCAS DE CALIBRACIÓN. AL APLASTAR LOS EXTREMOS OPUESTOS DE LA PROBETA SE DEBE TENER CUIDADO DE ASEGURAR QUE LAS CUATRO SUPERFICIES APLANADAS ESTEN PARALELAS Y QUE LAS DOS SUPERFICIES PARALELAS DE UN MISMO LADO DEL EJE DE LA PROBETA ESTEN EN EL MISMO PLANO.

5.5.3. PROBETAS PARA BARRAS RECTANGULARES.

5.5.3.1. DE SECCIÓN TRANSVERSAL COMPLETA.

A FIN DE PROVOCAR QUE LA FRACTURA SE PRESENTE ENTRE LAS MARCAS DE CALIBRACIÓN, SE PERMITE REDUCIR LIGERAMENTE EL ANCHO DE LA PROBETA EN LA LONGITUD CALIBRADA CON PAPEL O TELA ABRASIVOS O POR MAQUINADO; EN NINGUN CASO EL ANCHO REDUCIDO DEBE SER MENOR DEL 90 % DEL ANCHO ORIGINAL.

LAS ORILLAS DE LA SECCIÓN REDUCIDA EN LA ZONA CENTRAL DE LA LONGITUD CALIBRADA, DEBE SER PARALELA AL EJE LONGITUDINAL EN UNA DISTANCIA NO MENOR DE 20 MM CON UNA TOLERANCIA NO MAYOR DE 0.05 MM. LA ZONA DE TRANSICIÓN DEBE MAQUINARSE PERFECTAMENTE CON UN RADIO DE 10 MM PERO ESTE NO DEBE SER MENOR DE 3 MM.

5.5.3.2. LAS BARRAS RECTANGULARES, DE ESPESOR DELGADO PUEDEN REDUCIRSE EN EL ANCHO POR CORTE CUANDO ESTE SEA EXCESIVAMENTE GRANDE, PARA QUE AJUSTEN EN LAS MORDAZAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

LAS SUPERFICIES CORTADAS DEBEN MAQUINARSE Y PULIRSE, A FIN DE PROVOCAR QUE LA FRACTURA SE PRESENTE ENTRE LAS MARCAS DE CALIBRACIÓN. EN NINGUN CASO EL ANCHO REDUCIDO NO DEBE SER MENOR QUE EL ESPESOR DE LA BARRA ORIGINAL. TAMBIÉN PUEDE USARSE CUALQUIERA DE LOS TIPOS DE PROBETA DESCRITOS EN LOS INCISOS 5.1., 5.2. Y 5.3.

5.6. PROBETAS PARA PERFILES, ESTRUCTURAL Y OTROS.

---

PARA PROBAR PERFILES DIFERENTES A LOS DESCRITOS ANTERIORMENTE, SE PUEDE USAR CUALQUIERA DE LOS TIPOS DE PROBETA INDICADOS EN 5.1., 5.2. Y 5.3.

## 5.7. PROBETAS PARA PRODUCTOS TUBULARES.

---

PARA LOS TUBOS DE 25.40 MM Y MENORES EN DIAMETRO EXTERIOR NOMINAL, Y FRECUENTEMENTE PARA TAMAÑOS MAYORES, CON LAS LIMITACIONES DEL EQUIPO DE PRUEBA, SE DEBE USAR PROBETAS DE SECCION COMPLETA PARA LA PRUEBA DE TENSION. AL PROBAR ESTAS PROBETAS, SE DEBEN COLOCAR CALZAS EN LOS EXTREMOS DE LOS MISMOS PARA PERMITIR QUE LAS MORDAZAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA LAS SUJETEN ADECUADAMENTE.

LAS CALZAS NO DEBEN LLEGAR A LA PARTE DE LA PROBETA EN LA QUE SE MIDE EL ALARGAMIENTO. LA FIGURA 11 MUESTRA UNA FORMA ADECUADA DE CALZA, SU LOCALIZACION EN LA PROBETA Y LA DE ESTA EN LAS MORDAZAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

5.7.1. PARA TUBOS DE DIAMETRO GRANDE QUE NO PUEDEN SER PROBADOS EN LA SECCION COMPLETA DEBEN CORTARSE PROBETAS LONGITUDINALES PARA LA PRUEBA DE TENSION TAL COMO SE INDICA EN LA FIGURA 12. LAS PROBETAS DE LOS TUBOS SOLDADOS, DEBEN EXTRAERSE A 90° DEL CORDON DE LA SOLDADURA. SI EL ESPESOR DE PARED DEL TUBO ES MENOR DE 20 MM SE DEBE USAR LA PROBETA CON LAS DIMENSIONES PEQUEÑAS MOSTRADAS EN LA FIGURA 8. LAS PROBETAS MOSTRADAS EN LA FIGURA 13, PUEDEN PROBARSE CON MORDAZAS QUE TENGAN UN CONTORNO SUPERFICIAL CORRESPONDIENTE A LA CURVATURA DEL TUBO. SI NO SE DISPONE DE MORDAZAS CON CARAS CURVAS, SE PUEDEN APLANAR LOS EXTREMOS DE LAS PROBETAS, SIEMPRE Y CUANDO NO SE RECURRA AL CALENTAMIENTO. SI EL ESPESOR DE LA PARED DEL TUBO ES DE 20 MM O MAYOR, DEBE USARSE LA PROBETA MOSTRADA EN LA FIGURA 8.

5.7.2. LAS PROBETAS PARA LA PRUEBA DE TENSION TRANSVERSAL OBTENIDAS DE TUBO, SE PUEDEN TOMAR DE ANILLOS CORTADOS DE LOS EXTREMOS COMO SE MUESTRA EN LA FIGURA 14. EL APLANAMIENTO DE LA PROBETA PUEDE HACERSE DESPUES DE SEPARARLO COMO SE INDICA EN A, O ANTES DE SEPARARLO COMO SE INDICA EN B. LAS PROBETAS TRANSVERSALES PARA LA PRUEBA DE TENSION DE TUBOS DE LONGITUD GRANDE Y ESPESOR DE PARED MENOR DE 20 MM, DEBEN SER LAS MOSTRADAS EN LA FIGURA 8 EMPLEANDO LAS DIMENSIONES PEQUEÑAS O LAS MOSTRADAS EN LA FIGURA 15. CUANDO SE USE LA PROBETA DE LA FIGURA 15, SE PUEDE MAQUINAR UNA O AMBAS SUPERFICIES PARA ASEGURAR UN ESPESOR UNIFORME, SIEMPRE QUE NO SE REBAJE MAS DEL 15 % DEL ESPESOR NOMINAL DE PARED, EN CADA SUPERFICIE. PARA TUBOS DE LONGITUD GRANDE Y ESPESOR DE PARED DE 20 MM Y MAYORES SE DEBE USAR LA PROBETA NORMAL MOSTRADA EN LA FIGURA 8 PARA LAS PRUEBAS DE TENSION TRANSVERSAL.

PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DE LA SOLDADURA EN TUBOS DE LONGITUD GRANDE SOLDADOS, LAS PROBETAS TRANSVERSALES PARA LA PRUEBA DE TENSION SE DEBEN TOMAR PERPENDICULARMENTE AL CORDON DE SOLDADURA, LOCALIZANDOSE ESTA APROXIMADAMENTE A LA MITAD DE SU LONGITUD.

## 5.8. PROBETAS PARA FORJAS.

---

EN LA PRUEBA DE FORJAS, DEBE USARSE UNA PROBETA CON DIMENSIONES PRACTICABLES DE ACUERDO A LAS DESCRITAS EN EL INCISO



5. 3.

#### 5. 9. PROBETAS PARA PIEZAS COLADAS.

---

EN LA PRUEBA DE PIEZAS COLADAS DEBE USARSE LA PROBETA NORMAL MOSTRADA EN LA FIGURA 8 O LA PROBETA MOSTRADA EN LA FIGURA 16 A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

#### 5. 10. PROBETAS PARA HIERRO MALEABLE.

---

PARA PROBAR HIERRO MALEABLE, SE DEBE USAR LA PROBETA MOSTRADA EN LA FIGURA 17, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

#### 5. 11. PROBETAS PARA PIEZAS FUNDIDAS A PRESION

---

PARA PROBAR PIEZAS FUNDIDAS A PRESION, SE DEBE USAR LA PROBETA MOSTRADA EN LA FIGURA 18 A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

#### 5. 12. PROBETAS PARA PRODUCTOS DE POLVO METALICO.

---

PARA PROBAR PRODUCTOS DE POLVO METALICO DEBE USARSE CUALQUIERA DE LAS PROBETAS MOSTRADAS EN LAS FIGURAS 19 O 20, A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

#### 6. LONGITUD CALIBRADA DE LAS PROBETAS.

---

LA LONGITUD CALIBRADA PARA LA DETERMINACION DE ALARGAMIENTO DEBE CUMPLIR CON LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO BAJO PRUEBA. LAS MARCAS DE CALIBRACION SE ESTAMPARAN LIGERAMENTE CON UN PUNZON, O SE TRAZARAN CON TINTA, SEGUN SE PREFIERA. PARA MATERIAL QUE SEA SENSIBLE AL EFECTO DE LIGERAS RANURAS, Y PARA PROBETAS PEQUENAS, LAS MARCAS DE CALIBRACION LOCALIZADAS CON LA AYUDA DE UN TRAZADOR, REDUCIRAN LA POSIBILIDAD DE FRACTURA EN LAS PROPIAS MARCAS DE CALIBRACION.

#### 7. LOCALIZACION DE LAS PROBETAS

---

LAS PROBETAS DEBEN SELECCIONARSE DEL MATERIAL BAJO PRUEBA COMO SE ESPECIFIQUE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO. A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE DE OTRA MANERA, EL EJE DE LA PROBETA DEBE LOCALIZARSE COMO SIGUE:

EN EL CENTRO PARA PRODUCTOS DE 40 MM O MENOS DE ESPESOR, DIAMETRO O DISTANCIA ENTRE CARAS PARALELAS.

EN LA PARTE MEDIA ENTRE EL CENTRO Y LA SUPERFICIE DE PRODUCTOS MAYORES DE 40 MM DE ESPESOR, DIAMETRO O DISTANCIA ENTRE CARAS PARALELAS.

## 8. PROCEDIMIENTOS

### 8.1. MEDICION DE LAS DIMENSIONES DE LAS PROBETAS.

PARA DETERMINAR EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL DE UNA PROBETA PARA PRUEBA DE TENSION, DEBEN MEDIRSE LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL A LA MITAD DE LA LONGITUD CALIBRADA, EXCEPTO EN LAS PRUEBAS DE ARBITRAJE DE PROBETAS CON MENOS DE 5.0 MM EN SU DIMENSION MENOR, EN CUYO CASO LA MEDICION SE HARA EN DONDE SE ENCUENTRE LA MENOR SECCION TRANSVERSAL.

#### 8.1.1. APROXIMACION DE MEDICION DE LAS PROBETAS PARA TENSION.

DIAMETRO DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA	APROXIMACION
MAS DE 5	0.025
DE 2.5 A 5	0.010
DE 0.5 A 2.5	0.025
MENOS DE 0.50	1% PERO NO MENOS DE 0.0025 MM

NOTA: LAS MEDIDAS DE LAS DIMENSIONES CORRESPONDEN A ACABADOS TERSOS EN LAS SUPERFICIES DE LAS PROBETAS. LAS SUPERFICIES RUGOSAS DEBIDAS A LOS PROCESOS DE FABRICACION TALES COMO LAMINACION EN CALIENTE, RECUBRIMIENTOS METALICOS ETC., PUEDEN OCASIONAR INEXACTITUDES EN LAS AREAS CALCULADAS RESULTANDO ESTAS MAYORES A LAS INDICADAS.

DE ESTA MANERA LAS DIMENSIONES DE LA SECCION TRANSVERSAL DE LA PROBETA DE TENSION, CON SUPERFICIES RUGOSAS DEBIDAS A LOS PROCESOS DE FABRICACION, PUEDEN MEDIRSE Y REGISTRARSE APROXIMANDO LO MAS POSIBLE A 0.025 MM.

8.1.2. PARA EL CASO DE PROBETAS DE SECCION TRANSVERSAL COMPLETA ASIMETRICA, SE DETERMINA SU AREA PESANDO UN TRAMO MAYOR DE 20 VECES LA DIMENSION MAYOR DE TAL SECCION Y UTILIZANDO EL VALOR DE LA DENSIDAD DEL MATERIAL. SE DETERMINA EL PESO DE LA PROBETA CON UNA APROXIMACION IGUAL O MENOR DE 0.5 %.

### 8.2. VELOCIDAD DE PRUEBA

#### 8.2.1. LA VELOCIDAD DE PRUEBA PUEDE DEFINIRSE:

A) EN TERMINOS DE VELOCIDAD DE SEPARACION DE LOS CABEZALES

DE LA MAQUINA DE PRUEBA CUANDO NO ESTA BAJO CARGA.

B) EN TERMINOS DE LA VELOCIDAD DE SEPARACION DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DURANTE UNA PRUEBA.

C) EN TERMINOS DEL TIEMPO TRANSCURRIDO PARA LLEVAR A CABO, PARTE O TODA LA PRUEBA.

D) EN TERMINOS DE LA VELOCIDAD DE APLICACION DE ESFUERZO A LAS PROBETAS.

E) EN TERMINOS DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACION DE LA PROBETA.

PARA ALGUNOS MATERIALES PUEDE SER ADECUADO EL PRIMERO DE ESTOS SISTEMAS QUE ES EL MENOS PRECISO, MIENTRAS QUE PARA OTROS MATERIALES PUEDE SER NECESARIO ALGUNO DE LOS OTROS SISTEMAS, INDICADOS EN ORDEN CRECIENTE DE PRECISION; CON OBJETO DE OBTENER LOS VALORES DE LA PRUEBA DENTRO DE LOS LIMITES ACEPTABLES.

SE DEBEN ESPECIFICAR LIMITES ADECUADOS DE VELOCIDAD DE PRUEBA PARA MATERIALES EN LOS CUALES LAS DIFERENCIAS RESULTANTES DEL USO DE DIFERENTES VELOCIDADES SON DE TAL MAGNITUD, QUE LOS RESULTADOS DE LA PRUEBA NO SON SATISFACTORIOS PARA DETERMINAR LA ACEPTABILIDAD DEL MATERIAL. EN TALES CASOS, SE RECOMIENDA UNO O MAS DE LOS METODOS DESCRITOS EN LOS PARRAFOS: A) A E) PARA ESPECIFICAR LA VELOCIDAD DE PRUEBA, DEPENDIENDO DEL TIPO DE MATERIAL O USO PARA EL CUAL SE DESTINA.

8.2.2. VELOCIDAD DE SEPARACION DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA CUANDO NO ESTA BAJO CARGA.

LOS LIMITES PERMISIBLES PARA LA VELOCIDAD DE MOVIMIENTO DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DE PRUEBA, CUANDO NO ESTE BAJO CARGA, SE ESPECIFICARAN EN MILIMETRO POR MILIMETRO DE LONGITUD CALIBRADA POR MINUTO. LOS LIMITES DE LA VELOCIDAD DE SEPARACION DE LOS CABEZALES SE PUEDEN INDICAR MEJOR ESPECIFICANDO LIMITES PARA LOS DISTINTOS TIPOS Y TAMANOS DE PROBETAS. LA VELOCIDAD PROMEDIO DE SEPARACION DE LOS CABEZALES PUEDE DETERMINARSE EXPERIMENTALMENTE USANDO UN DISPOSITIVO DE MEDICION Y UN CRONOMETRO ADECUADO.

8.2.3. VELOCIDAD DE SEPARACION DE LOS CABEZALES DURANTE UNA PRUEBA.

LOS LIMITES PERMISIBLES PARA LA VELOCIDAD DE SEPARACION DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DURANTE UNA PRUEBA, SE ESPECIFICARAN EN MILIMETRO POR MILIMETROS DE LONGITUD CALIBRADA POR MINUTO. LOS LIMITES DE LA VELOCIDAD DE SEPARACION PUEDEN, ADEMÁS, CALIFICARSE ESPECIFICANDO DIFERENTES LIMITES PARA LOS DISTINTOS TIPOS Y TAMANOS DE PROBETAS. MUCHAS MAQUINAS DE PRUEBA ESTAN EQUIPADAS CON DISPOSITIVOS PARA LA MEDIDA Y CONTROL DE LA VELOCIDAD DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DURANTE UNA PRUEBA, PERO EN AUSENCIA DE TALES DISPOSITIVOS, LA VELOCIDAD PROMEDIO DE SEPARACION DE LOS CABEZALES PUEDE DETERMINARSE EXPERIMENTALMENTE, USANDO UN DISPOSITIVO DE MEDICION Y UN CRONOMETRO ADECUADO.

#### 8. 2. 4. TIEMPO TRANSCURRIDO.

SE DEBE ESPECIFICAR EN MINUTOS O SEGUNDOS LOS LIMITES PERMISIBLES PARA EL TIEMPO TRANSCURRIDO DESDE EL PRINCIPIO DE LA APLICACION DE LA CARGA (O DE ALGUN ESFUERZO ESPECIFICADO) HASTA EL INSTANTE DE LA FRACTURA, AL DE MAXIMA CARGA O ALGUN OTRO ESFUERZO INDICADO. EL TIEMPO TRANSCURRIDO DEBE DETERMINARSE CON UN CRONOMETRO.

#### 8. 2. 5. VELOCIDAD DE APLICACION DE ESFUERZO.

LOS LIMITES PERMISIBLES PARA LA VELOCIDAD DE APLICACION DE ESFUERZO DEBEN ESPECIFICARSE EN (KGF)MM<sup>2</sup>/MIN. MUCHAS MAQUINAS DE PRUEBA ESTAN EQUIPADAS CON DISPOSITIVOS PARA LA MEDIDA Y CONTROL DE LA VELOCIDAD DE APLICACION DEL ESFUERZO, PERO A FALTA DE TAL DISPOSITIVO, SE PUEDE DETERMINAR LA VELOCIDAD DE APLICACION DE ESFUERZO CON UN CRONOMETRO, OBSERVANDO EL TIEMPO REQUERIDO PARA APLICAR UN INCREMENTO CONOCIDO DE ESFUERZO.

#### 8. 2. 6. VELOCIDAD DE DEFORMACION.

LOS LIMITES PERMISIBLES PARA LA VELOCIDAD DE DEFORMACION DEBEN ESPECIFICARSE EN MILIMETROS POR MILIMETRO POR MINUTO. ALGUNAS MAQUINAS DE PRUEBA ESTAN EQUIPADAS CON DISPOSITIVOS PARA LA MEDICION Y CONTROL DE LA VELOCIDAD DE DEFORMACION, PERO A FALTA DE TAL DISPOSITIVO, LA VELOCIDAD PROMEDIO DE DEFORMACION PUEDE DETERMINARSE CON UN CRONOMETRO OBSERVANDO EL TIEMPO REQUERIDO PARA OBTENER UN INCREMENTO CONOCIDO DE DEFORMACION.

A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA, PUEDE USARSE CUALQUIER VELOCIDAD CONVENIENTE DE PRUEBA HASTA LA MITAD DEL LIMITE O PUNTO DE FLUENCIA ESPECIFICADO, HASTA EL LIMITE DE UN CUARTO DE LA RESISTENCIA A LA TENSION ESPECIFICADA; LO QUE SEA MENOR.

DESPUES DE ESTE PUNTO, LA VELOCIDAD DEBE ESTAR DENTRO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS. SI SE REQUIEREN DIFERENTES LIMITACIONES DE VELOCIDAD PARA USO EN LA DETERMINACION DEL LIMITE DE FLUENCIA O PUNTO DE FLUENCIA, RESISTENCIA A LA TENSION, ALARGAMIENTO Y REDUCCION DE AREA, DEBEN ESTABLECERSE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO. EN AUSENCIA DE LIMITACIONES MAS ESPECIFICAS SOBRE LA VELOCIDAD DE PRUEBA, DEBEN APLICARSE LAS SIGUIENTES REGLAS GENERALES:

LA VELOCIDAD DE PRUEBA DEBE SER TAL, QUE LAS CARGAS Y DEFORMACIONES QUE SE USEN PARA OBTENER LOS RESULTADOS, SE PUEDAN REGISTRAR CON PRECISION.

DURANTE EL DESARROLLO DE LA PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLUENCIA O LIMITE DE FLUENCIA, LA VELOCIDAD DE INCREMENTO DE ESFUERZO NO DEBE EXCEDER DE 70 KILOGRAMOS POR MILIMETRO CUADRADO POR MINUTO. LA VELOCIDAD PUEDE AUMENTARSE DESPUES DE QUITAR EL EXTENSOMETRO PERO NO EXCEDER DE 0.5 MM DE DEFORMACION POR MILIMETRO DE LONGITUD CALIBRADA POR MINUTO (O DISTANCIA ENTRE LOS EXTREMOS DE LAS MORDAZAS PARA PROBETAS QUE NO TENGAN SECCIONES REDUCIDAS).

### 8.3. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE FLUENCIA.

---

LA RESISTENCIA DE FLUENCIA SE DETERMINA POR CUALQUIERA DE LOS METODOS DESCRITOS EN LOS PARRAFOS 8.3.1. Y 8.3.2.

#### 8.3.1. METODO DE DEFORMACION PERMANENTE ESPECIFICADA. (OFFSET).

PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DE FLUENCIA O LIMITE DE FLUENCIA, ES NECESARIO CONTAR CON DATOS AUTOGRAFICOS O NUMERICOS CON LOS CUALES SE PUEDA TRAZAR UN DIAGRAMA ESFUERZO DEFORMACION QUE SE INDICA EN LA FIGURA 21 SOBRE EL CUAL SE TRAZA UNA LINEA OM IGUAL AL VALOR ESPECIFICADO DE DEFORMACION, SE TRAZA MN PARALELA A O-A Y SE LOCALIZA, LA INTERSECCION R DE MN CON LA CURVA ESFUERZO-DEFORMACION; ESTO DA EL ESFUERZO R QUE ES EL CORRESPONDIENTE A LA RESISTENCIA DE FLUENCIA.

PARA REPORTAR LOS VALORES OBTENIDOS POR ESTE METODO, SE DEBE ESPECIFICAR LA DEFORMACION QUE SE EMPLEO ENTRE PARENTESIS, DESPUES DEL TERMINO RESISTENCIA DE FLUENCIA EJEMPLO:

RESISTENCIA DE FLUENCIA (0.2 % DEF.) 36.6 KG/ MM2.

#### 8.3.2. METODO DE EXTENSION BAJO CARGA.

EN PRUEBAS PARA DETERMINAR LA ACEPTACION O RECHAZO DE MATERIAL CUYAS CARACTERISTICAS ESFUERZO-DEFORMACION SON BIEN CONOCIDAS DE PRUEBAS PREVIAS EN MATERIALES SIMILARES Y EN LOS CUALES SE REALIZARON DIAGRAMAS ESFUERZO-DEFORMACION, LA DEFORMACION TOTAL CORRESPONDIENTE AL ESFUERZO AL CUAL OCURRE LA DEFORMACION ESPECIFICADA, SE CONOCERA DENTRO DE LIMITES SATISFACTORIOS. EL ESFUERZO EN LA PROBETA CUANDO SE HA ALCANZADO ESTA DEFORMACION TOTAL, ES EL VALOR CORRESPONDIENTE A LA RESISTENCIA DE FLUENCIA. LA DEFORMACION TOTAL PUEDE OBTENERSE SATISFACTORIAMENTE MEDIANTE EL USO DE UN EXTENSOMETRO ADECUADO. SE RECOMIENDA QUE ESTE METODO APROXIMADO SE USE UNICAMENTE CUANDO LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO LO PERMITA, O POR ACUERDO PREVIO ENTRE FABRICANTE Y COMPRADOR. ENTENDIENDOSE QUE LAS PRUEBAS DE COMPROBACION PARA OBTENSION DEL DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION PARA USARSE CON EL METODO OFFSET SON PARA EVITAR CUALQUIER ERROR.

PARA LOS MATERIALES QUE TENGAN UN DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION EN EL QUE SE DEFINA CLARAMENTE EL PUNTO DE FLUENCIA, ESTE DEBE DETERMINARSE POR CUALQUIERA DE LOS METODOS DESCRITOS EN LOS SIGUIENTES PARRAFOS:

##### 8.3.2.1. CAIDA DE LA VIGA O BRAZO INDICADOR, O DETENSION DE LA AGUJA INDICADORA.

EN ESTE METODO SE APLICA UNA CARGA CRECIENTE A LA PROBETA A UNA VELOCIDAD UNIFORME. CUANDO SE USA UNA MAQUINA CON REGLA Y CONTRAPESO, EL OPERADOR MANTIENE LA VIGA EN EQUILIBRIO MOVIENDO EL CONTRAPESO A UNA VELOCIDAD MAS O MENOS UNIFORME. CUANDO SE ALCANZA EL PUNTO DE FLUENCIA EN EL MATERIAL, EL INCREMENTO DE LA CARGA SE INTERRUMPE ENTONCES EL OPERADOR CORRE EL CONTRAPESO UN POCO MAS ALLA DE LA POSICION DE EQUILIBRIO Y LA VIGA DE LA

MAQUINA CAE POR UN LAPSO APRECIABLE DE TIEMPO. CUANDO SE EMPLEE UNA MAQUINA EQUIPADA CON CARATULA INDICADORA DE CARGA HAY UNA DETENCION DE LA AGUJA INDICADORA, LO QUE CORRESPONDE A LA CAIDA DE LA VIGA. LA CARGA EN EL MOMENTO DE LA CAIDA DE LA VIGA O DE LA DETENCION DE LA AGUJA INDICADORA SE REGISTRA COMO LA CORRESPONDIENTE AL PUNTO DE FLUENCIA.

#### 8.3.2.2. METODO DEL DIAGRAMA AUTOGRAFICO.

CUANDO SE OBTIENE UN DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION EN EL QUE SE DEFINE BIEN LA ZONA DE FLUENCIA, EL ESFUERZO CORRESPONDIENTE A LA PARTE SUPERIOR DE LA RODILLA DE LA CURVA (VER FIG. 22) O EL ESFUERZO AL CUAL LA CURVA CAE, SE TOMARA COMO PUNTO DE FLUENCIA.

CUANDO LAS PROBETAS NO EXHIBEN UNA DEFORMACION DESPROPORCIONADA QUE CARACTERICE EL PUNTO DE FLUENCIA COMO SE MIDE CON LA CAIDA DE LA VIGA, DETENCION DE LA AGUJA INDICADORA O DIAGRAMA AUTOGRAFICO, UN VALOR EQUIVALENTE AL PUNTO DE FLUENCIA, EN SU SIGNIFICADO PRACTICO, PUEDEN DETERMINARSE POR LOS SIGUIENTES METODOS Y REGISTRARSE COMO EL PUNTO DE FLUENCIA.

#### 8.3.3. METODO DE DIVISORES.

EN ESTE METODO EL OPERADOR CON UN COMPAS DE ALARGAMIENTO O APARATO SIMILAR, ANOTA LOS ALARGAMIENTOS DETECTABLES ENTRE LAS DOS MARCAS DE CALIBRACION DE LA PROBETA.

CUANDO OCURRA UN ALARGAMIENTO DETECTABLE, SE ANOTA LA CARGA EN ESE INSTANTE Y SE REGISTRA EL ESFUERZO CORRESPONDIENTE A LA CARGA COMO EL PUNTO DE FLUENCIA. LAS MARCAS DE CALIBRACION SELECCIONADAS PARA ESTA DETERMINACION NO DEBEN ESTAR A MAS DE 50 MM AUN EN PROBETAS DE MAYORES LONGITUDES CALIBRADAS.

#### 8.3.4. METODO DE VELOCIDAD DE DEFORMACION.

SE AJUSTA UN EXTENSOMETRO ADECUADO SOBRE LA PROBETA EN LAS MARCAS DE CALIBRACION. CUANDO LA PROBETA ESTA EN SU LUGAR Y EL EXTENSOMETRO COLOCADO, SE INCREMENTA LA CARGA A UNA VELOCIDAD MAS O MENOS UNIFORME. EL OPERADOR OBSERVA EL ALARGAMIENTO DE LA PROBETA MEDIANTE EL EXTENSOMETRO Y ANOTA LA CARGA A LA CUAL LA VELOCIDAD DE DEFORMACION MUESTRA UN AUMENTO REPENTINO.

#### 8.3.5. METODO DEL ALARGAMIENTO ESPECIFICADO.

SE AJUSTA UN EXTENSOMETRO ADECUADO, A LA PROBETA, CUANDO LA CARGA PRODUZCA UN ALARGAMIENTO ESPECIFICADO, SE HABRA ALCANZADO EL ESFUERZO CORRESPONDIENTE A LA CARGA QUE DEBERA REGISTRARSE COMO PUNTO DE FLUENCIA (VER FIG. 23) Y SE RETIRA EL EXTENSOMETRO. ESTE MISMO VALOR PUEDE OBTENERSE DE UN DIAGRAMA ESFUERZO-DEFORMACION AUTOGRAFICO.

PARA ACEROS CON LIMITES DE FLUENCIA ESPECIFICADO NO MAYOR DE 56 KG/MM<sup>2</sup>, ES UN VALOR APROPIADO 0.005 MILIMETROS POR MILIMETRO DE LONGITUD CALIBRADA. PARA ACEROS CUYA RESISTENCIA SEA MAS ALTA, DEBE ESPECIFICARSE LA RESISTENCIA DE FLUENCIA EN LUGAR DEL PUNTO DE FLUENCIA.

#### 8. 4. RESISTENCIA A LA TENSION.

---

LA RESISTENCIA A LA TENSION SE CALCULA DIVIDIENDO LA CARGA MAXIMA SOPORTADA POR LA PROBETA DURANTE UNA PRUEBA DE TENSION, ENTRE EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL ORIGINAL DE LA PROBETA.

#### 8. 5. ALARGAMIENTO.

---

LOS EXTREMOS FRACTURADOS DE LA PROBETA SE UNEN CUIDADOSAMENTE Y SE MIDE LA DISTANCIA ENTRE LAS MARCAS DE CALIBRACION CON UNA APROXIMACION DE 0.25 MM PARA LONGITUDES CALIBRADAS DE 50 MM Y MENORES, Y CON UNA APROXIMACION DE 0.5 % DE LA LONGITUD CALIBRADA PARA LONGITUDES CALIBRADAS MAYORES DE 50 MM. PUEDE USARSE UNA ESCALA PORCENTUAL QUE TENGA DIVISIONES DE 0.5 % DE LA LONGITUD CALIBRADA. EL ALARGAMIENTO ES EL INCREMENTO DE LA LONGITUD CALIBRADA EXPRESADO COMO UN PORCENTAJE DE LA LONGITUD ORIGINAL. AL REPORTAR VALORES DE ALARGAMIENTO, ESTOS DEBEN INDICARSE EN PORCIENTO E INDICANDO LA LONGITUD ORIGINAL CALIBRADA.

SI CUALQUIER PARTE DE LA FRACTURA SE PRESENTA FUERA DE LAS DOS CUARTAS PARTES DE LA LONGITUD CALIBRADA, O EN UNA MARCA PUNZONADA O ESTAMPADA DENTRO DE LA SECCION REDUCIDA, EL VALOR DE ALARGAMIENTO OBTENIDO PUEDE NO SER REPRESENTATIVO DEL MATERIAL. SI EL ALARGAMIENTO ASI MEDIDO CUMPLE CON LOS REQUISITOS MINIMOS ESPECIFICADOS, NO SE REQUERIRA REPETIR LA PRUEBA; PERO SI EL ALARGAMIENTO ES MENOR QUE LOS REQUISITOS MINIMOS, LA PRUEBA DEBE DESCARTARSE Y EFECTUARSE UN NUEVO ENSAYO.

AL DETERMINAR EL ALARGAMIENTO EN EL MOMENTO DE LA FRACTURA (ELASTICO MAS PLASTICO) SE PUEDE EMPLEAR EL METODO AUTOGRAFICO O EL METODO EXTENSOMETRO.

#### 8. 6. REDUCCION DE AREA.

---

LOS EXTREMOS FRACTURADOS DE LA PROBETA SE UNEN CUIDADOSAMENTE Y SE MIDE EL DIAMETRO O EL ANCHO Y ESPESOR DE LA SECCION TRANSVERSAL MAS PEQUENA, CON LA MISMA APROXIMACION QUE LAS DIMENSIONES ORIGINALES. LA DIFERENCIA ENTRE EL AREA ASI ENCONTRADA Y EL AREA DE LA SECCION ORIGINAL EXPRESADA COMO PORCENTAJE DEL AREA ORIGINAL ES LA REDUCCION DE AREA.

## 9. APENDICE

---

### 9.1. BIBLIOGRAFIA

---

ASTM E 8 69

### 9.2. PARTICIPANTES

---

TUBOS DE ACERO DE MEXICO, S. A.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

VOLKSWAGEN DE MEXICO, S. A.

ACEROS NACIONALES, S. A.

GENERAL MOTORS DE MEXICO, S. A.

MASSEY FERGOUSON, S. A.

INDUSTRIA DEL HIERRO, S. A.

SIDERURGICA NACIONAL, S. A.

SICARTSA

BLISS AND LAUGHLIN LATINOAMERICANA, S. A.

CONTROL DE CALIDAD, S. A.

ALTOS HORNOS DE MEXICO, S. A.

FUNDIDORA MONTERREY, S. A.

CIA. MEXICANA DE MATERIAL DE VIA DAMY, S. A.

CHRYSLER DE MEXICO, S. A.

NISSAN MEXICANA, S. A.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS.



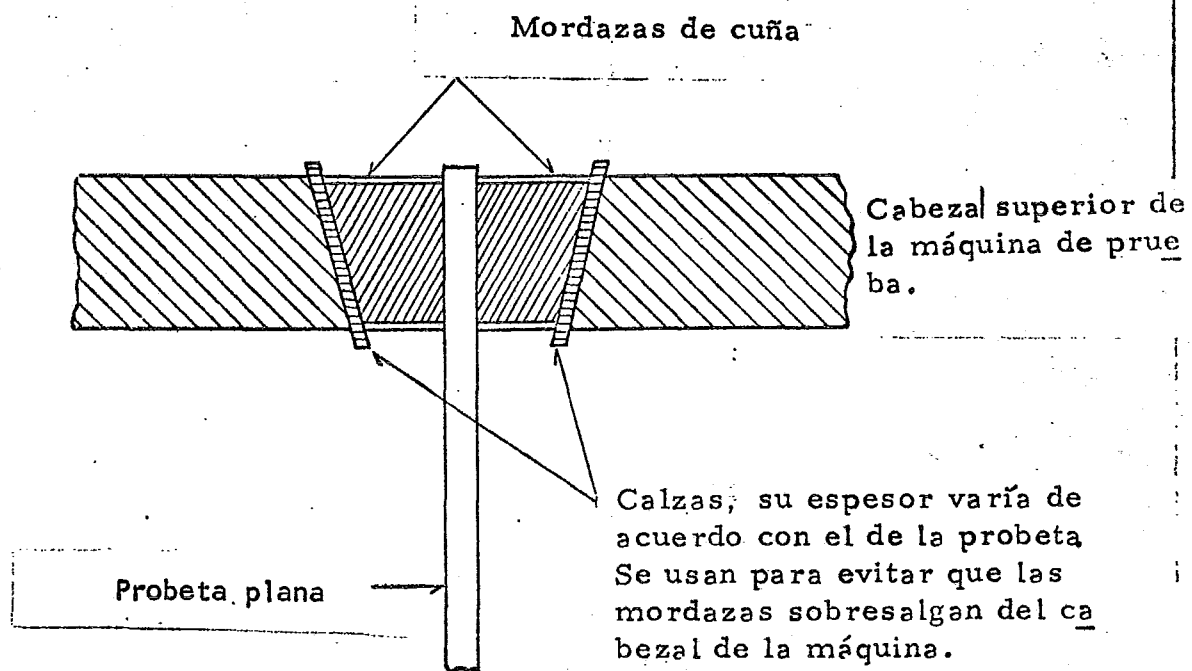


FIGURA 1. - Mordazas de cuña con calzas para probetas rectangulares.

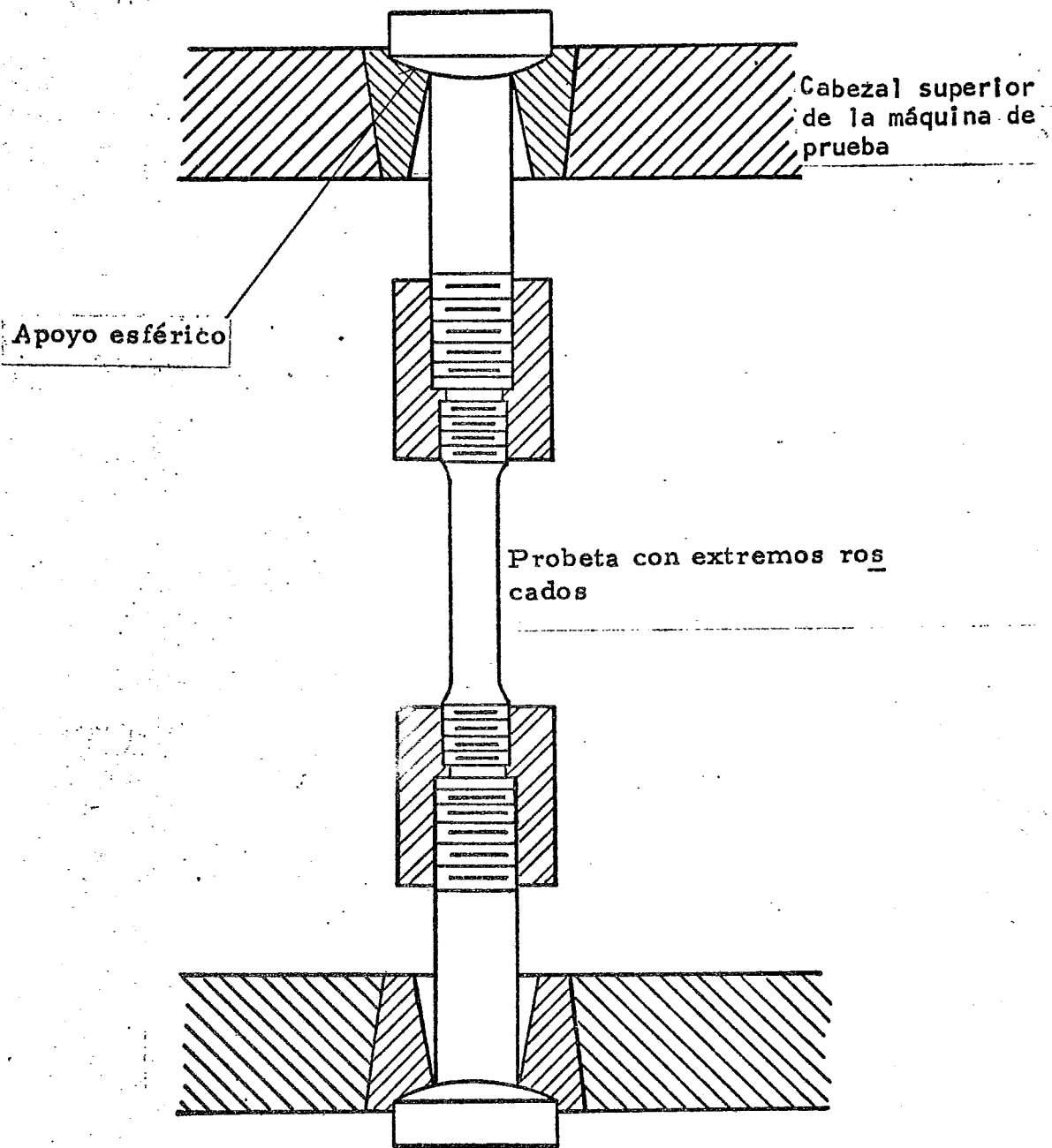


FIGURA 2.- Mordazas para probetas con extremos rosados

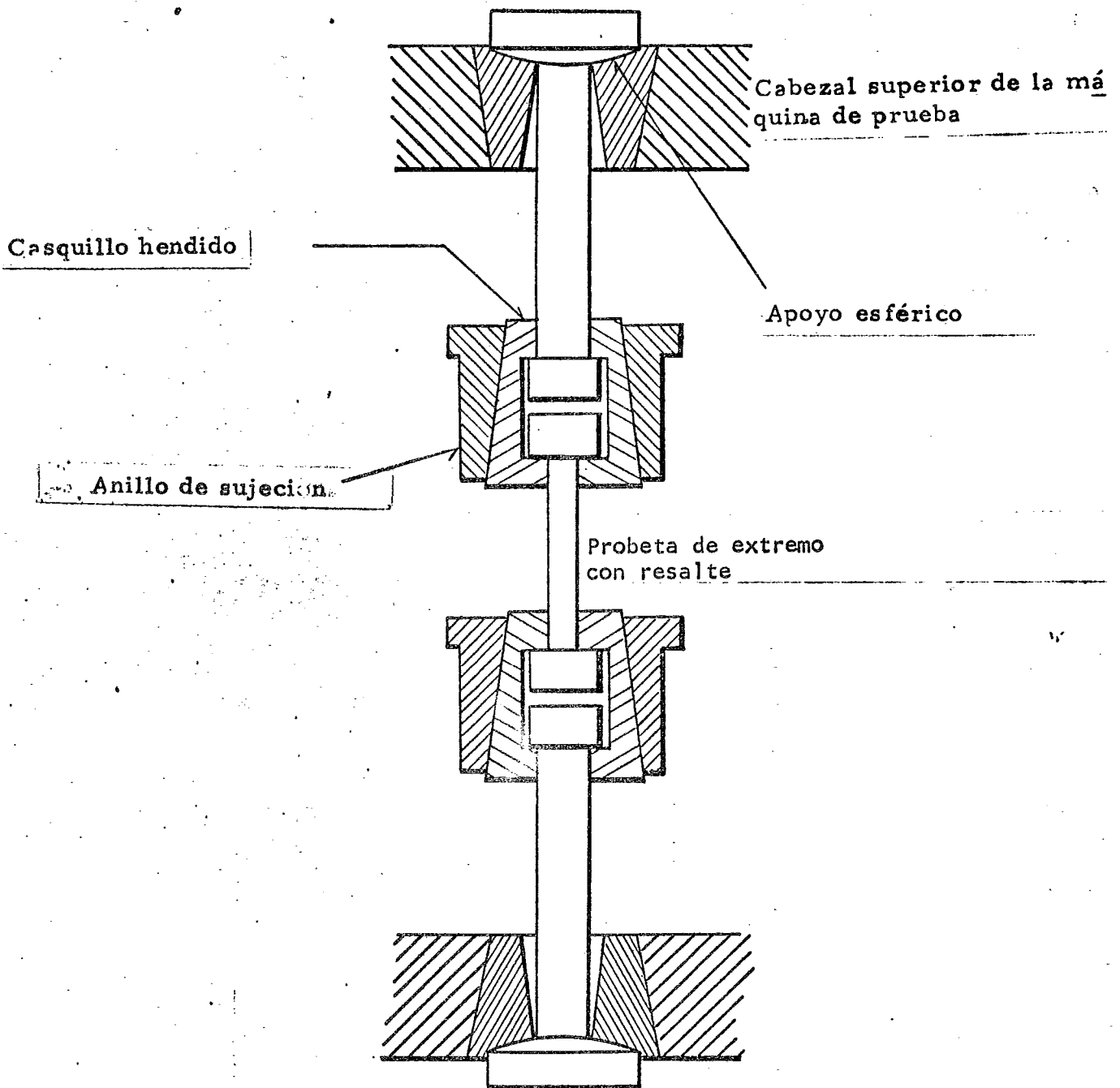


FIGURA 3.- Mordazas para probetas de extremos con resalte

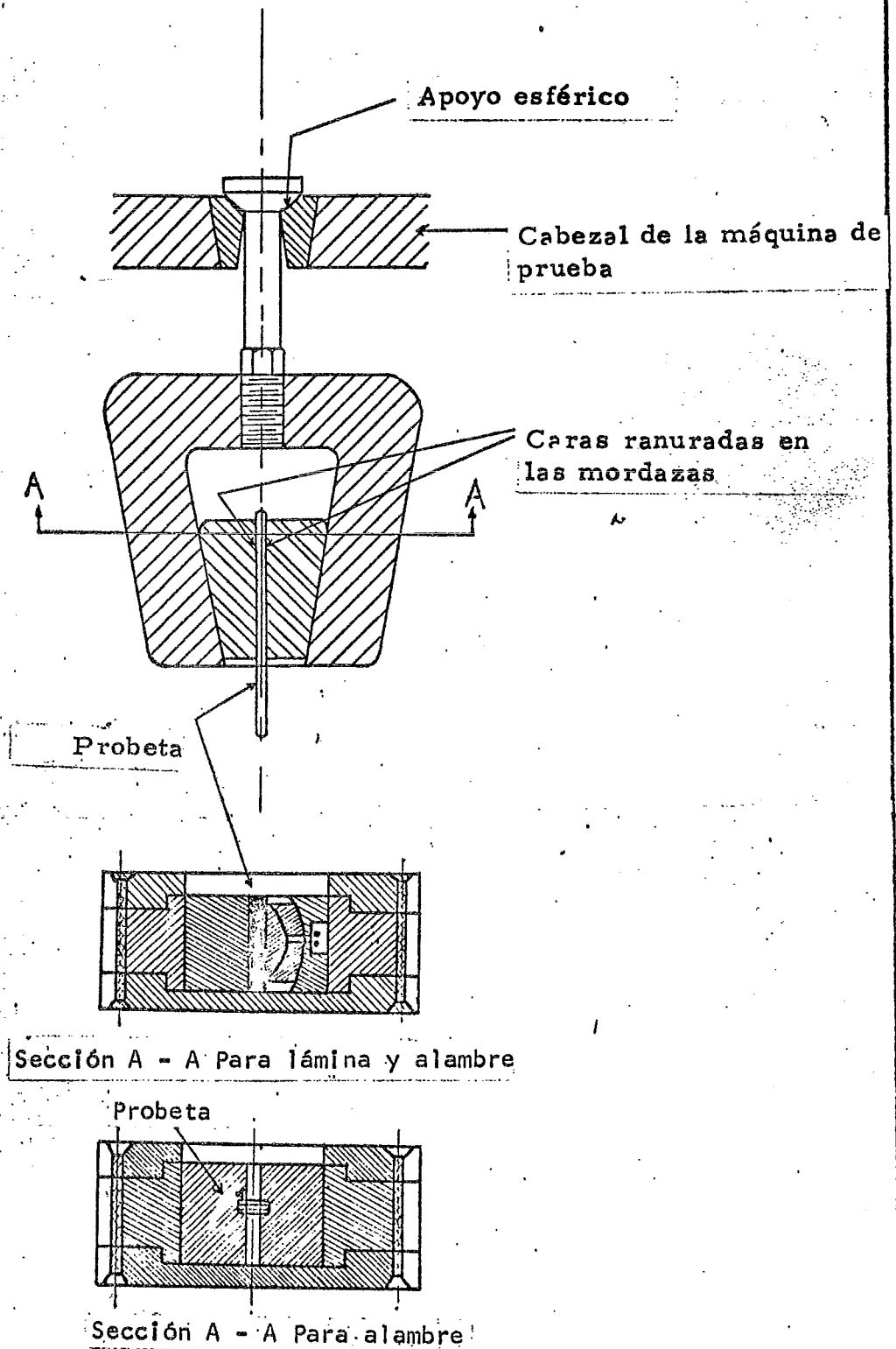


FIGURA 4.- Mordazas de cuña auto - ajustables para probetas de lámina y alambre

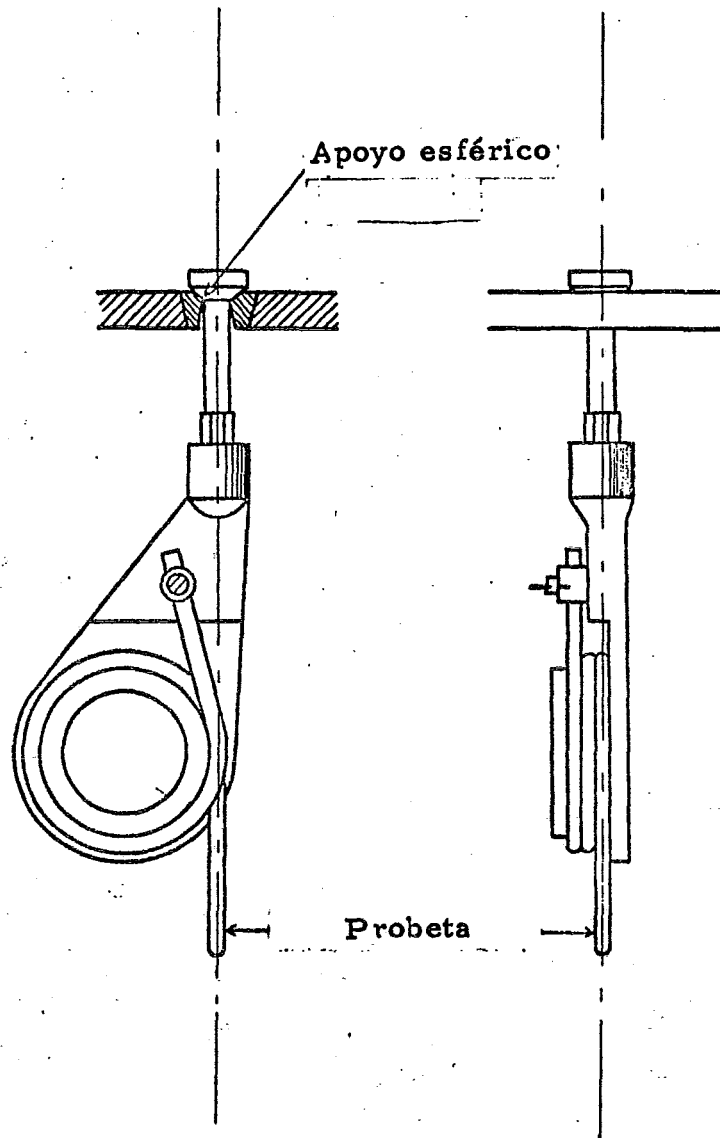


FIGURA 5.- Dispositivo de tambor para prueba de alambres

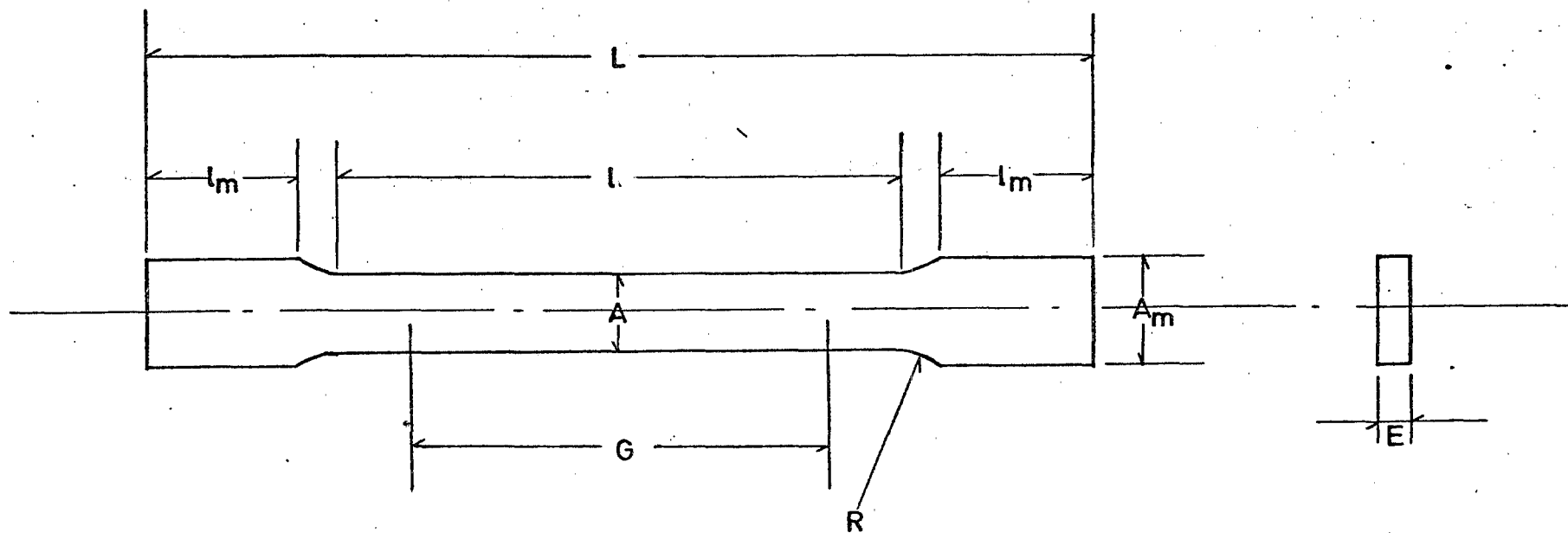


FIGURA 6.- Probetas rectangulares

DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 6  
(PROBETA RECTANGULAR)

DIMENSIONES EN MM

	PROBETA NORMAL			PROBETA PEQUENA
	PROBETA TIPO PLANCHA ANCHO DE 40.0	PROBETA TIPO LAMINA ANCHO DE 12.5	PROBETA TIPO DE 6.25 ANCHO	
G. -LONGITUD CALIBRADA (NOTAS UNO Y DOS).	200 ± 0.25	50.0 ± 0.10	25 ± 0.08	
A. -ANCHO (NOTAS TRES Y CUATRO)	40 ± 2	12.5 ± 0.25	6.25 ± 0.05	
E. -ESPESOR (NOTA CINCO)	ESPESOR DEL MATERIAL			
R. -RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION MINIMO (NOTA 6).	25	13	6	
L. -LONGITUD TOTAL MINIMO (NOTAS DOS Y SIETE)	450	200	100	
1. -LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA.	225	60	32	
1M. - LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION MINIMA (NOTA 8)	75	50	32	
AM. -ANCHO DE LA ZONA DE SUJECION APROX. (NOTAS 4 Y 9)	50	20	10	

NOTAS

NOTA 1. - PARA LA PROBETA DE 40 MM DE ANCHO, LAS MARCAS DE CALIBRACION PARA MEDIR EL ALARGAMIENTO DESPUES DE LA FRACTURA, DEBEN HACERSE SOBRE LA CARA PLANA D EN LA ORILLA DE LA PROBETA, Y DENTRO DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA. PUEDE USARSE YA SEA UN GRUPO DE 9 O MAS MARCAS SEPARADAS 25 MM, O MAS PARES DE MARCAS SEPARADOS 200 MM.

NOTA 2. - CUANDO NO SE REQUIERA LA MEDICION DEL ALARGAMIENTO EN LAS PROBETAS DE 40 MM DE ANCHO, PUEDE USARSE UNA PROBETA CON UNA LONGITUD CALIBRADA DE 50.0 MM ± 0.10 MM, Y CON TODAS SUS OTRAS DIMENSIONES SIMILARES A LAS DE LA PROBETA TIPO PLANCHA.

NOTA 3. - PARA LOS 3 TAMANOS DE PROBETAS, LOS EXTREMOS DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA NO DEBEN DIFERIR EN SU ANCHO EN MAS DE 0.10, 0.05 O 0.03 MM RESPECTIVAMENTE. PUEDE EXISTIR TAMBIEN UNA REDUCCION GRADUAL EN EL ANCHO A PARTIR DE LOS EXTREMOS HACIA EL CENTRO, PERO EL ANCHO EN CUALQUIERA DE LOS EXTREMOS NO DEBE SER

MAYOR DE 0.40 Y 0.08 MM RESPECTIVAMENTE, EN RELACION AL ANCHO EN LA PARED CENTRAL.

NOTA 4. - PARA CADA UNO DE LOS 3 TAMAÑOS DE LAS PROBETAS, SE PUEDEN USAR ANCHOS MENORES (A O AM) CUANDO SEA NECESARIO. EN TALES CASOS EL ANCHO DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA SERA TAN GRANDE COMO LO PERMITA EL ANCHO DEL MATERIAL BAJO PRUEBA; DE CUALQUIER MANERA, A MENOS QUE SE ESTABLEZCA ESPECIFICAMENTE, LOS REQUISITOS PARA ALARGAMIENTO EN LA NORMA PARTICULAR DE UN PRODUCTO, NO SE APLICARAN CUANDO SE USEN ESTAS PROBETAS ANGOSTAS. SI EL ANCHO DE UN MATERIAL ES MENOR DE "A", LOS LADOS PUEDEN SER PARALELOS EN TODA LA LONGITUD DE LA PROBETA.

NOTA 5. - LA DIMENSION "E", CORRESPONDE AL ESPESOR DE LA PROBETA Y PARA UNA PROBETA DE 40 MM DE ANCHO SERA CUANDO MENOS 5 MM, Y EL ESPESOR MAXIMO PARA PROBETAS CON UN ANCHO DE 12.5 Y 6.25 MM SERA DE 16 Y 6.25 MM RESPECTIVAMENTE.

NOTA 6. - PARA LA PROBETA DE 40 MM DE ANCHO SE PERMITE EN LOS EXTREMOS DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA UN RADIO MINIMO DE 13 MM PARA ACEROS CON UNA RESISTENCIA A LA TENSION INFERIOR A 70 KGF/MM<sup>2</sup>, CUANDO SE USA UNA HERRAMIENTA DE CORTE PARA MAQUINAR LA ZONA DE SECCION REDUCIDA.

NOTA 7. - PARA AYUDAR A OBTENER UNA CARGA AXIAL AL PROBAR PROBETAS DE 6.25 MM DE ANCHO, LA LONGITUD TOTAL DEBERA SER TAN GRANDE COMO EL MATERIAL LO PERMITA.

NOTA 8. - ES CONVENIENTE QUE LA LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION DE LA PROBETA SEA DE CUANDO MENOS 2/3 O MAS DE LA LONGITUD DE LAS MORDAZAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA. SI EL ESPESOR DE LAS PROBETAS DE 13 MM DE ANCHO ES MAYOR DE 10 MM PUEDEN SER NECESARIAS MORDAZAS MAS LARGAS Y POR LO TANTO ZONAS DE SUJECION MAYORES, PARA EVITAR QUE LAS FALLAS SE LOCALICEN EN LA ZONA DE LAS MORDAZAS.

NOTA 9. - PARA LOS 3 TAMAÑOS DE PROBETAS, LOS EXTREMOS DEBEN SER SIMETRICOS CON RELACION AL EJE DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA CON LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS: 2.5, 0.25 Y 0.13 MM RESPECTIVAMENTE. DE CUALQUIER MANERA, SE PUEDE CONSIDERAR SATISFACTORIA UNA PROBETA PARA TODOS LOS FINES EXCEPTO PARA PRUEBAS DE ARBITRAJE, CUANDO LOS EXTREMOS DE LA PROBETA DE 12.5 MM DE ANCHO SON SIMETRICOS DENTRO DE UNA TOLERANCIA DE 1.3 MM.



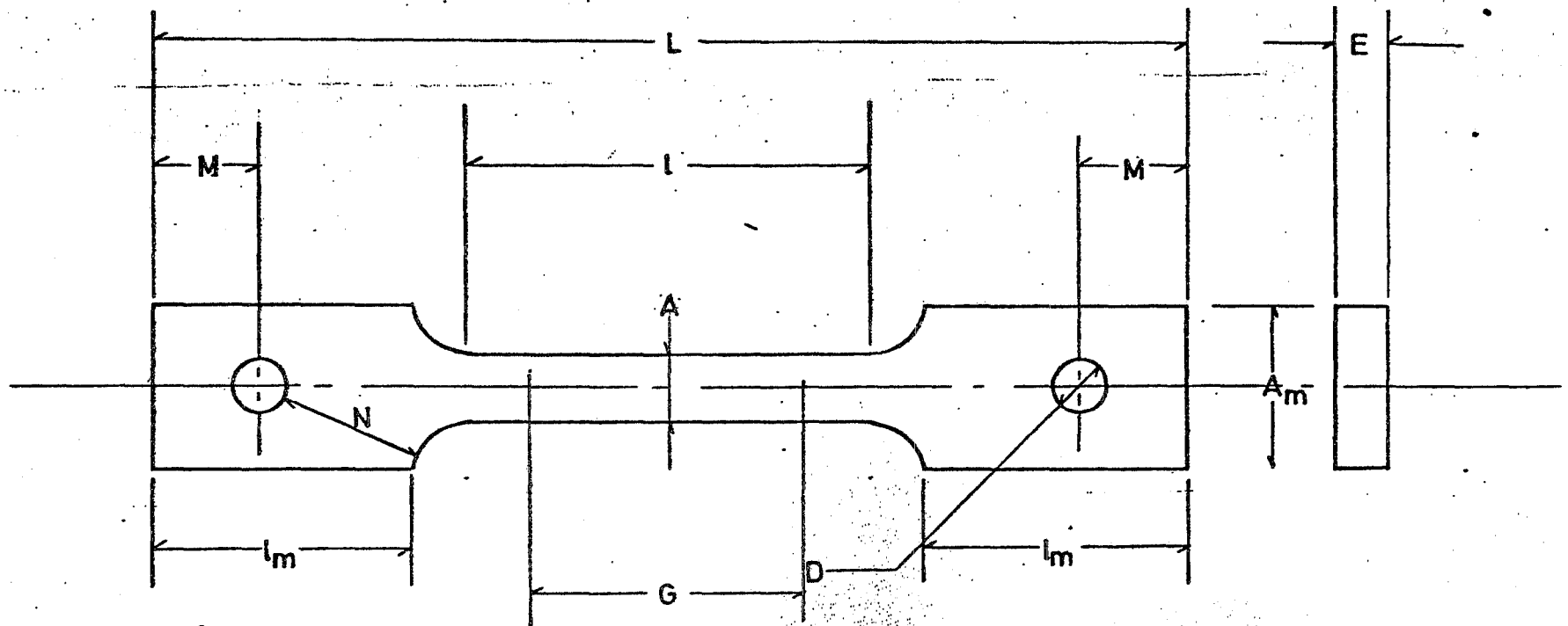


FIGURA 7.- Probeta con longitud calibrada de 50.0 mm, con perno

DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 7  
(PROBETA CON LONGITUD CALIBRADA DE 50.0 MM CON PERNO)

DIMENSIONES EN MM	
G. - LONGITUD CALIBRADA	50.00 +- 0.10
A. - ANCHO (NOTA 1)	12.50 +- 0.25
E. - ESPESOR MAXIMO (NOTA 2)	16
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSACCION MINIMO (NOTA 3)	13
L. - LONGITUD TOTAL MINIMA.	200
1. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA	60
IM. - LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION MINIMA	50
AM. - ANCHO DE LA ZONA DE SUJECION APROXIMADO	50
D. - DIAMETRO DE LA PERFORACION PARA EL PERNO MINIMO.	13
M. - DISTANCIA DEL CENTRO DEL AGUJERO AL EXTREMO DE LA PROBETA APROXIMADO.	38
M. - DISTANCIA DEL AGUJERO A LA ZONA DE TRANSICION	13

NOTA 1. - LOS EXTREMOS DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA NO DEBEN DIFERIR EN SU ANCHO EN MAS DE 0.05 MM. PUEDE EXISTIR UN DESVAN GRADUAL EN EL ANCHO A PARTIR DE LOS EXTREMOS HACIA EL CENTRO, PERO EN CUALQUIERA DE LOS EXTREMOS NO DEBE SER MAYOR DE 0.10 MM QUE EL ANCHO EN EL CENTRO.

NOTA 2. - LA DIMENSION "E" ES EL ESPESOR DE LA PROBETA COMO SE ESTABLECE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

NOTA 3. - PARA ALGUNOS MATERIALES, PUEDE SER NECESARIO EMPLEAR UN RADIO "R" MAYOR DE 13 MM.

NOTA 4. - LA PERFORACION DEBE ESTAR COLOCADA SOBRE EL EJE DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA CON UNA TOLERANCIA DE +- 0.05 MM.

NOTA 5. - SE PUEDEN HACER VARIACIONES EN LAS SIGUIENTES DIMENSIONES: ANCHO DE LA ZONA DE SUJECION "AM", DIAMETRO DE LA PERFORACION "P", DISTANCIA A LA ORILLA "N" "M" DISTANCIA DEL AGUJERO A LA ZONA DE TRANSICION Y LA LONGITUD TOTAL MINIMA L, A FIN DE PROVOCAR LA FALLA DENTRO DE LA LONGITUD CALIBRADA.

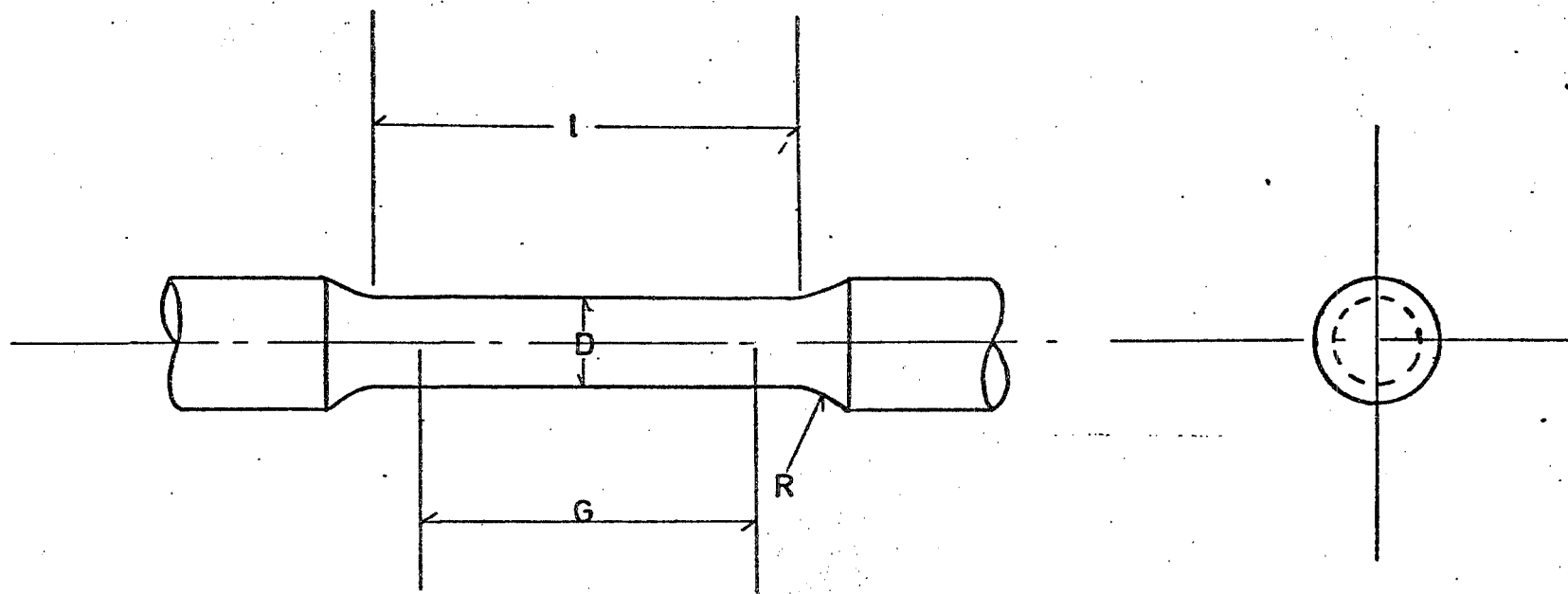


FIGURA 8.- Probeta redonda de 12,5 mm de diámetro y 50,0 mm de longitud  
calibrada y ejemplos de probetas pequeñas proporcionadas

DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 8  
(PROBETA REDONDA DE 12.5 MM DE DIAMETRO Y 50.0 MM DE LONGITUD  
CALIBRADA Y EJEMPLOS DE PROBETAS PEQUEÑAS PROPORCIONALES)

DIMENSIONES EN MM

	PROBETA NORMAL	PROBETAS DE TAMAÑO PEQUEÑO PROPORCIONAL AL NORMAL			
DIAMETRO NOMINAL	12.50	8.75	6.25	4.00	2.50
G. - LONGITUD CALIBRADA.	50.80 +- 0.10	35.56 +- 0.10	25.0 +- 0.10	16.0 +- 0.10	10.0 +- 0.10
D. - DIAMETRO (NOTA 1)	12.50 +- 0.25	12.50 +- 0.18	6.25 +- 0.10	4.00 +- 0.08	2.50 +- 0.05
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION MINIMO	10	6	5	4	2
L. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA (NOTA 2)	60	45	32	20	16

NOTA 1. - LA ZONA DE SECCION REDUCIDA PUEDE TENER UN DESVAN GRADUAL DE LOS EXTREMOS HACIA EL CENTRO, SIEMPRE QUE LOS EXTREMOS NO SEAN MAYORES EN DIAMETRO EN MAS DE 1 % CON RESPECTO AL DIAMETRO DEL CENTRO.

NOTA 2. - SI SE DESEA, LA LONGITUD DE LA SECCION REDUCIDA PUEDE AUMENTARSE PARA ACOMODAR UN EXTENSOMETRO DE CUALQUIER LONGITUD CALIBRADA CONVENIENTE. SIN EMBARGO LAS MARCAS DE CALIBRACION PARA MEDIR EL ALARGAMIENTO DEBEN ESTAR ESPACIADAS A LA LONGITUD CALIBRADA INDICADA.

NOTA 3. - LA LONGITUD DE CALIBRACION Y LOS RADIOS DE LA ZONA DE TRANSICION DEBEN SER COMO SE MUESTRAN, PERO LOS EXTREMOS PUEDEN SER DE CUALQUIER FORMA QUE AJUSTE AL DISPOSITIVO DE SUJECION DE LA MAQUINA DE PRUEBA Y DE TAL MODO QUE LA CARGA SEA AXIAL (VER FIG. 9). SI LOS EXTREMOS SE VAN A SUJETAR MEDIANTE MORDAZAS DE CUNA, ES CONVENIENTE HACER LA LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION TAN GRANDE COMO LA LONGITUD DE LAS MORDAZAS O CUANDO MENOS 2/3 PARTES DE LA LONGITUD DE CALIBRACION.

NOTA 4. - PARA LAS PROBETAS REDONDAS DE LAS FIGURAS 8 Y 9 LA LONGITUD DE CALIBRACION ES IGUAL A 4 VECES EL DIAMETRO NOMINAL. EN LA NORMA PARTICULAR DE ALGUN PRODUCTO PUEDEN PREVERSE LONGITUDES DE CALIBRACION DIFERENTES, A MENOS QUE SE MANTENGAN LAS RELACIONES DIMENSIONALES DE 4 A 1, LOS VALORES DE ALARGAMIENTO NO SE CONSIDERAN COMPARABLES A LOS OBTENIDOS EN LA PROBETA NORMAL.

NOTA 5. - DEBE RESTRINGIRSE EL USO DE PROBETAS CON DIAMETRO

MENOR A 6.25 MM EN AQUELLOS CASOS EN QUE EL MATERIAL A PROBAR SEA INSUFICIENTE EN TAMANO PARA OBTENER PROBETAS MAYORES, O CUANDO LAS PARTES ACUERDEN SU USO PARA PRUEBAS DE ACEPTACION. LAS PROBETAS MAS PEQUENAS REQUIEREN EQUIPO ESPECIAL Y MAYOR HABILIDAD TANTO EN EL MAQUINADO COMO EN LA PRUEBA.

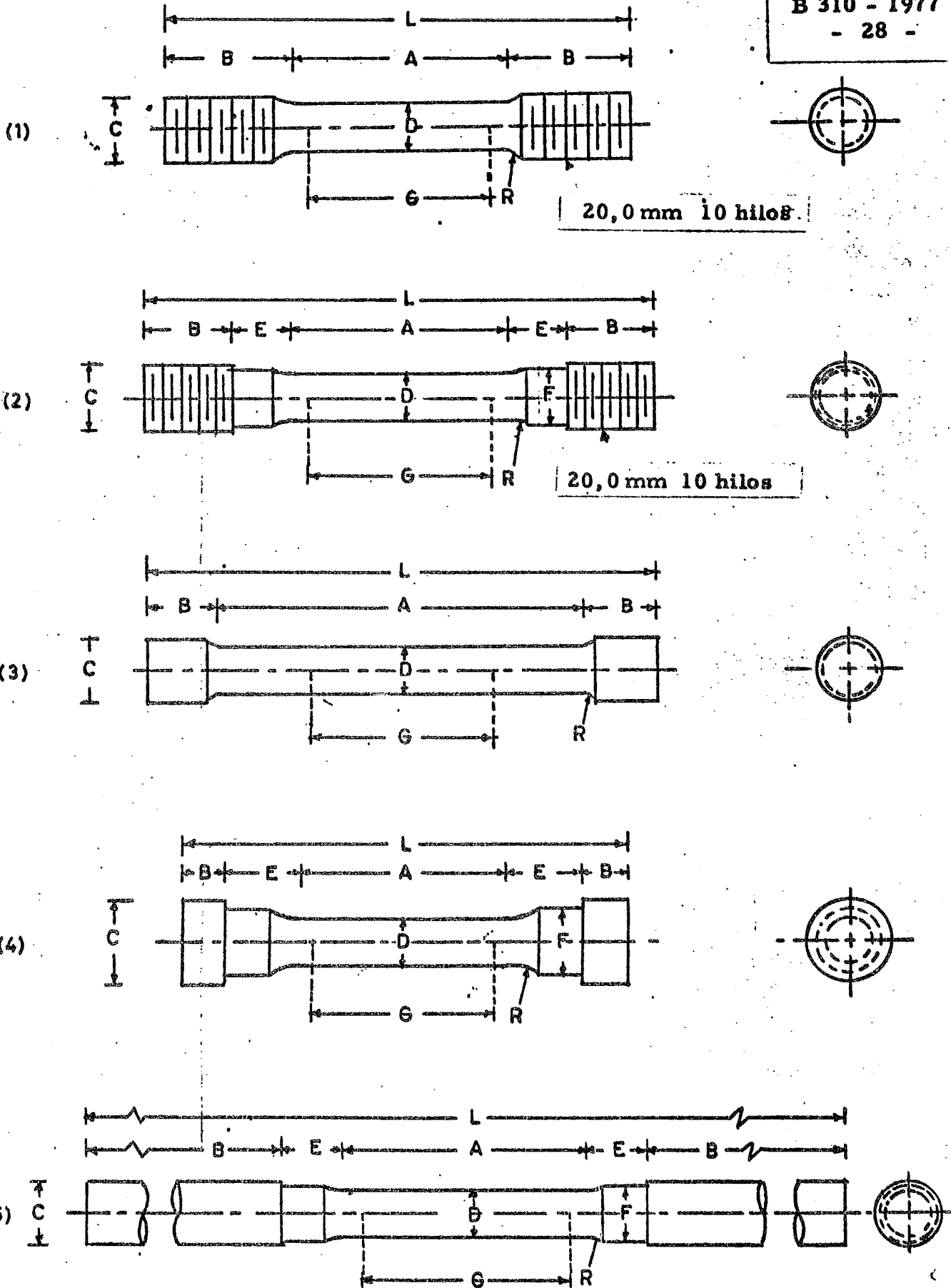


FIGURA 9.- Tipos de extremos para probetas normales de sección redonda.

Dimensiones y notas de la figura 9  
(Tipos de extremos para probetas redondas)

Dimensiones en milímetros

	Probeta				
	1	2	3	4	5
a.- Longitud calibrada	50.00 $\pm$ 0.10	50.00 $\pm$ 0.10	50.00 $\pm$ 0.10	50.0 $\pm$ 0.10	50.00 $\pm$ 0.10
b.- Diámetro, (nota 1)	12.50 $\pm$ 0.25	17.50 $\pm$ 0.25	12.5 $\pm$ 0.25	12.50 $\pm$ 0.25	12.50 $\pm$ 0.25
c.- Radio de la zona de transición	10	10	10	10	10
d.- Longitud de la zona de sección reducida	60	60	102	60	60
e.- Longitud total aproximada	125	140	140	120	240
f.- Longitud de la zona extrema (nota 2)	35 aprox.	25 aprox.	20 aprox.	13 aprox.	75 min.
g.- Diámetro de la zona extrema	20	20.0	18.00	22.00	20
h.- Longitud del hombro y de la zona de transición aproximada	-	16	-	20	16
i.- Diámetro del hombro	-	16	-	16	15

Nota 1.- La sección reducida puede tener un desván gradual desde los extremos hacia el centro. El diámetro de los extremos no debe exceder al diámetro del centro en más de 0.13 mm.

Nota 2.- Para la probeta número 5 es conveniente, que la longitud de la zona de sujeción sea de cuando menos 2/3 de la longitud de las mordazas.

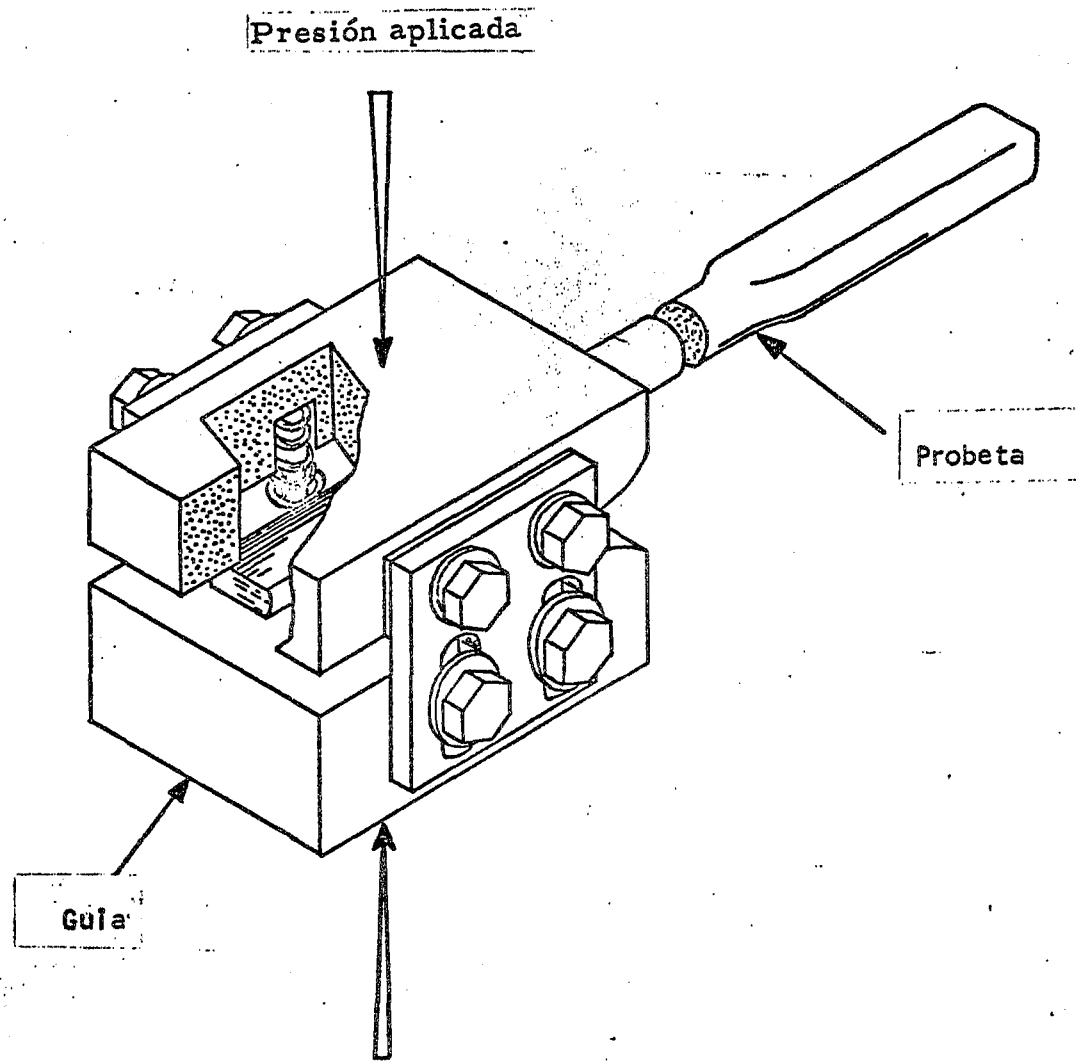
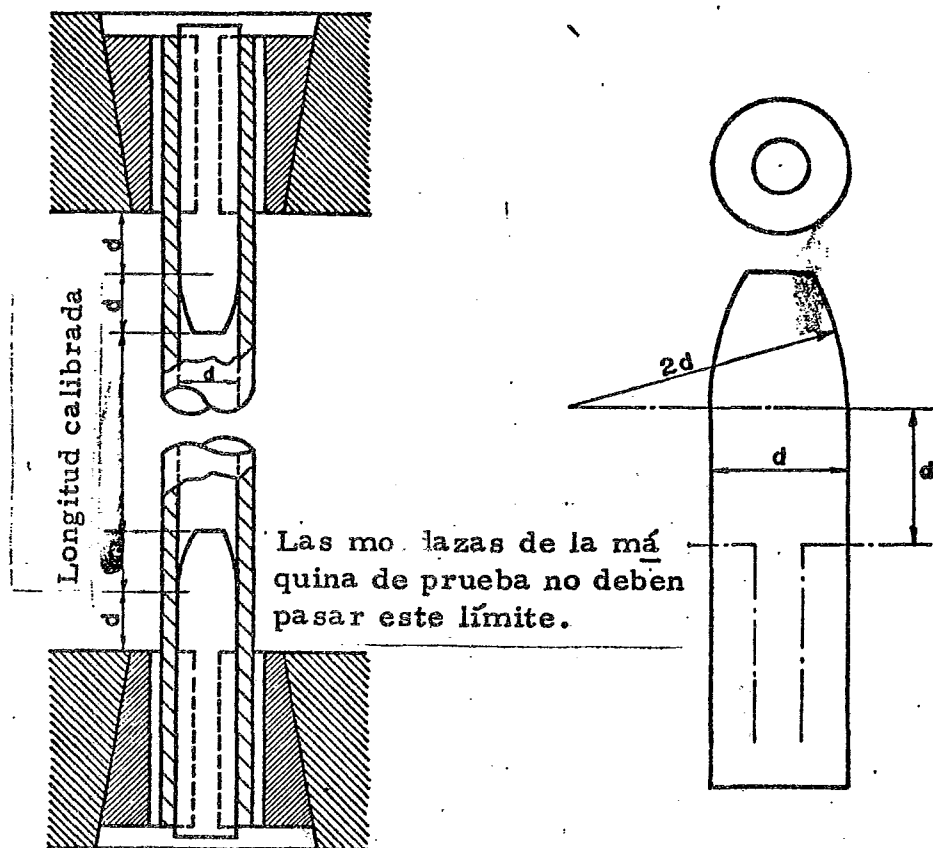


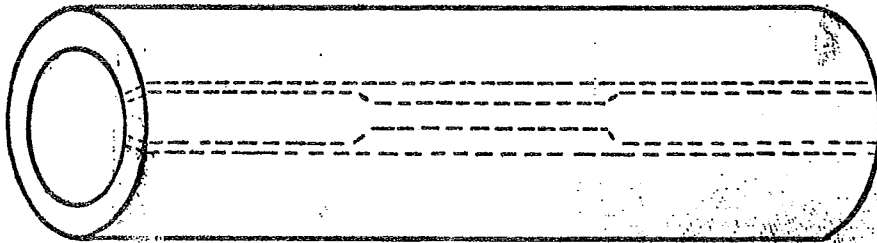
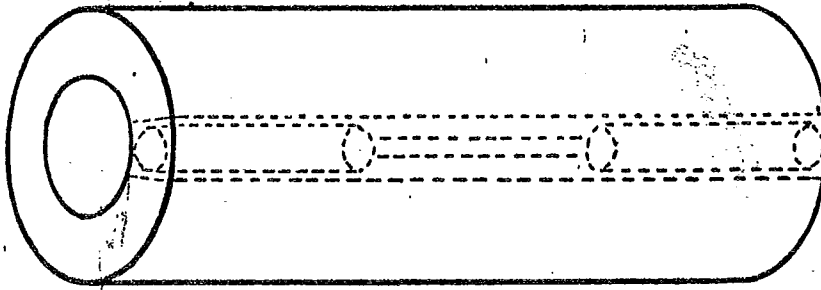
FIGURA 10.- Dispositivo para aplastar los extremos de las probetas de sección completa.





Nota: El diámetro del inserto debe tener un desván desde la línea que limita los cabezales de la máquina hasta la zona curva.

FIGURA 11.- Insertos de metal para probetas de productos tubulares  
Localización de los insertos en la probeta y de la probeta en los cabezales de la máquina de prueba.



Nota: Las orillas de la probeta de tira deben cortarse paralelas entre sí.

FIGURA 12.- Localización de probetas longitudinales provenientes de tu  
bos de diámetro grande.

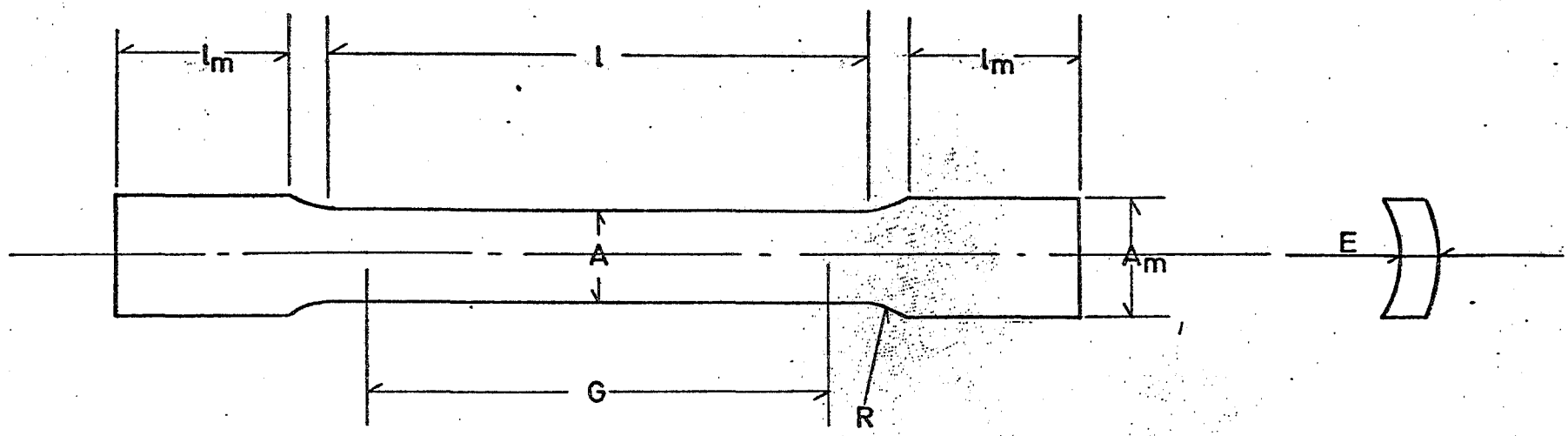


FIGURA 13.- Probeta longitudinal, de productos tubulares de diámetro grande

5/

DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 13  
(PROBETA LONGITUDINAL DE PRODUCTOS TUBULARES DE DIAMETRO GRANDE)

DIMENSIONES EN MM

	PROBETA 1	PROBETA 2
A. - ANCHO (NOTA 1)	12.50 ± 0.25	40 ± 2
G. - LONGITUD CALIBRADA	(A) 50.00 ± 0.12 (B) -----	50.00 ± 0.12 200.00 ± 0.25
E. - ESPESOR (NOTA 2)	ESPESOR DE LA SECCION TUBULAR	
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION MINIMO	12.50	25.00
L. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA	(A) 60 (B) -----	60
LM. - LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION MINIMA (NOTA 3)	75	75
AM. - ANCHO DE LA ZONA DE SUJECION APROXIMADA (NOTA 4)	18	50

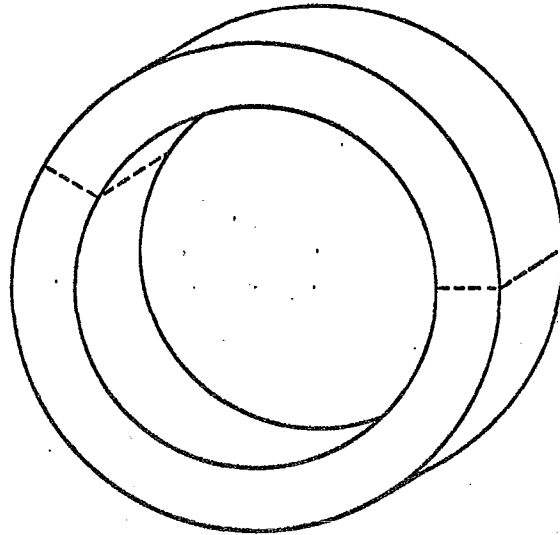
NOTA 1. - LOS EXTREMOS DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA NO DEBEN DIFERIR EN ANCHO EN MAS DE 0.10 MM. LA ZONA DE SECCION REDUCIDA PUEDE TENER UN DESVAN GRADUAL DESDE EL ANCHO DE LOS EXTREMOS HACIA EL CENTRO, PERO EN CUALQUIERA DE LOS EXTREMOS NO DEBE SER MAYOR DE 0.10 MM QUE EL ANCHO DEL CENTRO PARA PROBETAS DE 50.00 MM DE LONGITUD CALIBRADA; Y NO MAS DE 0.40 MM PARA PROBETAS DE 200.00 MM DE LONGITUD CALIBRADA.

NOTA 2. - LA DIMENSION "E" ES EL ESPESOR DE LA SECCION TUBULAR SEGUN SE ESPECIFIQUE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

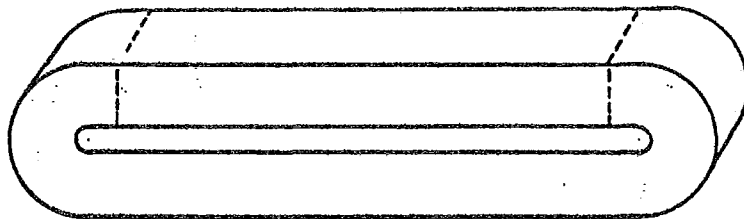
NOTA 3. - ES CONVENIENTE QUE LA LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION DE LA PROBETA SEA CUANDO MENOS 2/3 DE LA LONGITUD DE LAS MORDAZAS O MAYOR.

NOTA 4. - LOS EXTREMOS DE LA PROBETA DEBEN SER SIMETRICOS CON EL EJE DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA DENTRO DE LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS 1.00 MM PARA LA PROBETA NO. 1 Y 2.5 MM PARA LA PROBETA NO. 2.

NOTA 5. - EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL PUEDE SER CALCULADA MULTIPLICANDO A POR E; SIN EMBARGO, SI LA RELACION DE LA DIMENSION A AL DIAMETRO DE LA SECCION TUBULAR ES MAYOR DE 0.25 EL ERROR EN ESTA MEDIDA PARA CALCULAR EL AREA DE LA SECCION TRANSVERSAL PUEDE SER APRECIABLE, Y POR TAL MOTIVO SER CONVENIENTE EL USO DE UNA MEDIDA MAS EXACTA PARA LA DETERMINACION DEL AREA.



A



B

FIG. 14.- Localización de los especímenes transversales para la prueba de tensión en anillos cortados de productos tubulares.

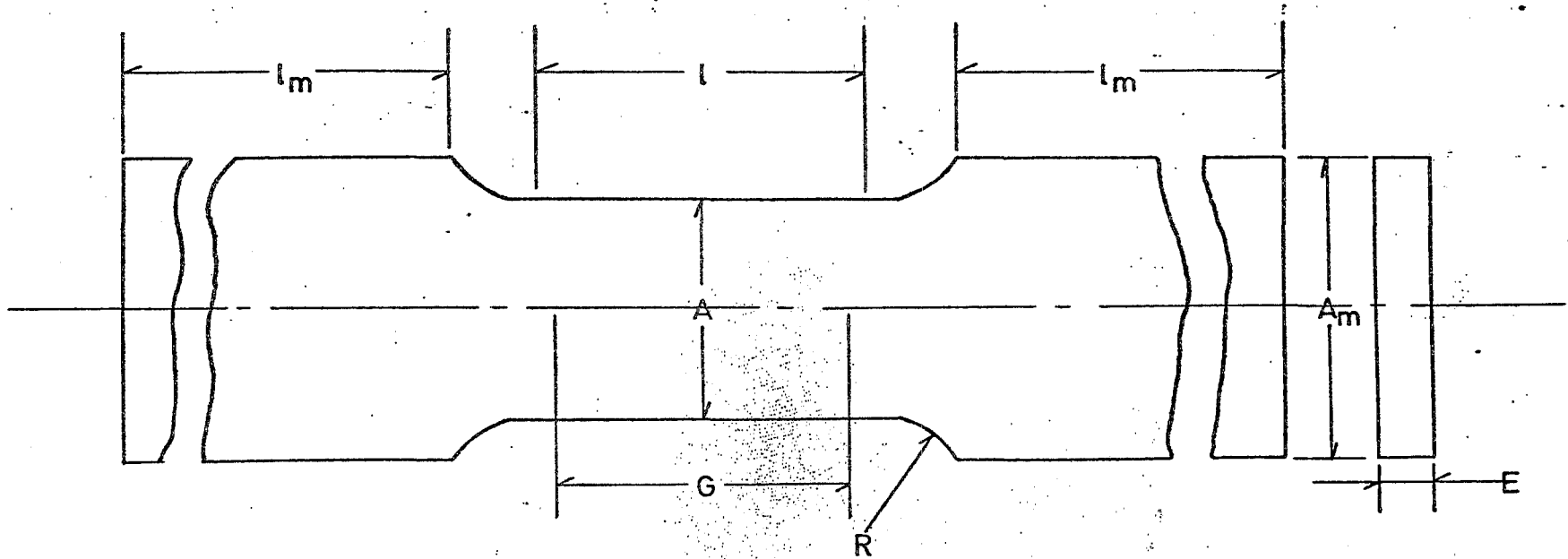


FIGURA 15.- Probeta maquinada transversal, de un anillo cortado de un producto tubular.

DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 15  
(PROBETA MAQUINADA TRANSVERSAL DE UN ANILLO  
CORTADO DE UN PRODUCTO TUBULAR)

DIMENSIONES EN MM

G. - LONGITUD CALIBRADA	!	50.00 +- 0.10
A. - ANCHO (NOTA 1)	!	40 +- 2
E. - ESPESOR (NOTA 2)	!	ESPESOR DE LA SECCION TUBULAR
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION MINIMO	!	25.0
L. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA	!	60
LM. - LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION MINIMA (NOTA 3)	!	75
AM. - ANCHO DE LA ZONA DE SUJECION APROXIMADA (NOTA 4)	!	50

NOTA 1. - LOS EXTREMOS DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA PUEDEN DIFERIR EN EL ANCHO EN MAS DE 0.05 MM. PUEDE EXISTIR UN DESVAN GRADUAL EN EL ANCHO DESDE LOS EXTREMOS HACIA EL CENTRO, PERO EL ANCHO EN CUALQUIERA DE LOS EXTREMOS NO DEBE SER MAYOR DE 0.10 MM QUE EL ANCHO EN EL CENTRO.

NOTA 2. - LA DIMENSION "E" ES EL ESPESOR DE LA PROBETA SEGUN SE ESPECIFIQUE EN LA NORMA PARTICULAR DEL PRODUCTO.

NOTA 3. - ES CONVENIENTE HACER QUE LA LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION DE LA PROBETA SEA 2/3 DE LA LONGITUD DE LAS MORDAZAS O MAYOR.

NOTA 4. - LOS EXTREMOS DE LA PROBETA DEBEN SER SIMETRICOS CON EL EJE DE ZONA DE SECCION REDUCIDA CON UNA TOLERANCIA DE 1.00 MM.

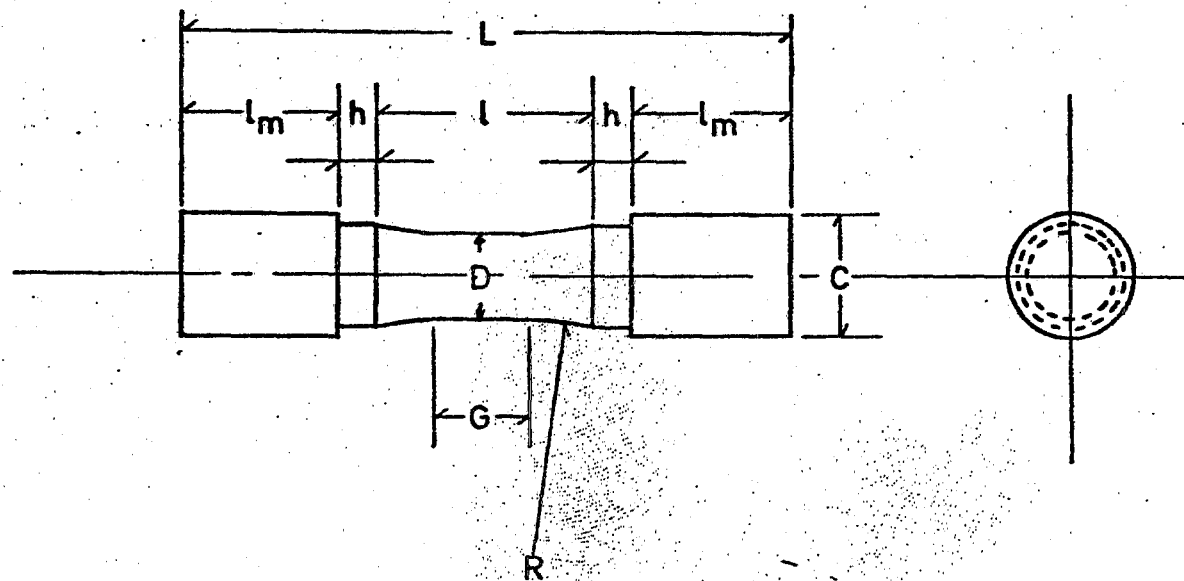


FIGURA 16.- Probeta para fundiciones.



DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 16  
(PROBETA PARA FUNDICIONES)

DIMENSIONES EN MM.

	PROBETA	PROBETA	PROBETA
G. - LONGITUD PARALELA	IGUAL O MAYOR QUE EL	MAYOR QUE EL	DIAMETRO D
D. - DIAMETRO	12.5 +- 0.25	20.0 +- 0.40	30.0 +- 0.60
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION MINIMO	25	25	50
I. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA.	32	38	60.00
L. - LONG. TOTAL MINIMA	95	100	160
IM. - LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION APROXIMADA.	25	25	45
C. - DIAMETRO DE LA ZONA DE SUJECION APROXIMADA	20	30	48
H. - LONGITUD DEL RESALTE MINIMO.	6	6	8
F. - DIAMETRO DEL RESALTE	16.0 +- 0.40	24.0 +- 0.40	35.0 +- 0.40

NOTA. - LA ZONA DE SECCION REDUCIDA Y LOS RESALTES (DIMENSIONES I, D, H, F, G Y R), DEBEN SER TAL COMO SE MUESTRAN, PERO LOS EXTREMOS PUEDEN SER DE CUALQUIER FORMA QUE AJUSTE EN LOS SOPORTES O MORDAZAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA DE MODO QUE LA APLICACION DE LA CARGA SEA AXIAL. COMUNMENTE LOS EXTREMOS SON ROSCADOS Y TIENEN LA DIMENSION IM Y C DADAS EN LA TABLA.

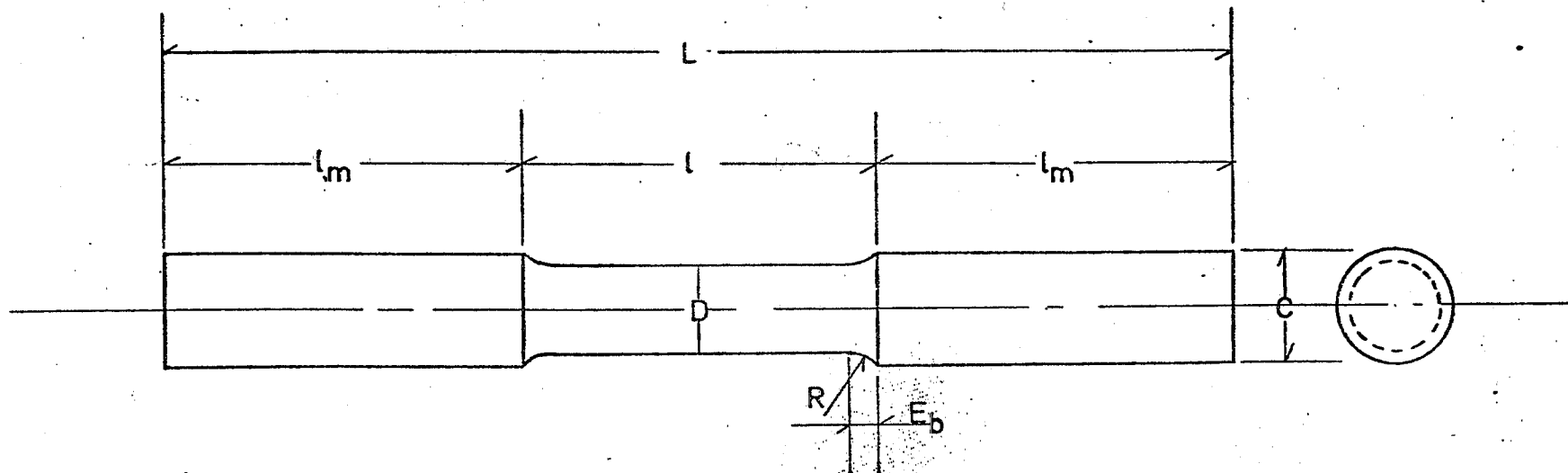


FIGURA 17.- Probeta para hierro maleable

DIMENSIONES DE LA FIGURA 17  
(PROBETA PARA HIERRO MALEABLE)

DIMENSIONES EN MM

D. - DIAMETRO	16
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION	8
l. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA	64
L. - LONGITUD TOTAL	190
LM. - LONGITUD DE LA ZONA DE SUJECION	64
C. - DIAMETRO DE LA ZONA DE SUJECION	20.0
EB. - LONGITUD DE LA ZONA DE TRANSICION	5

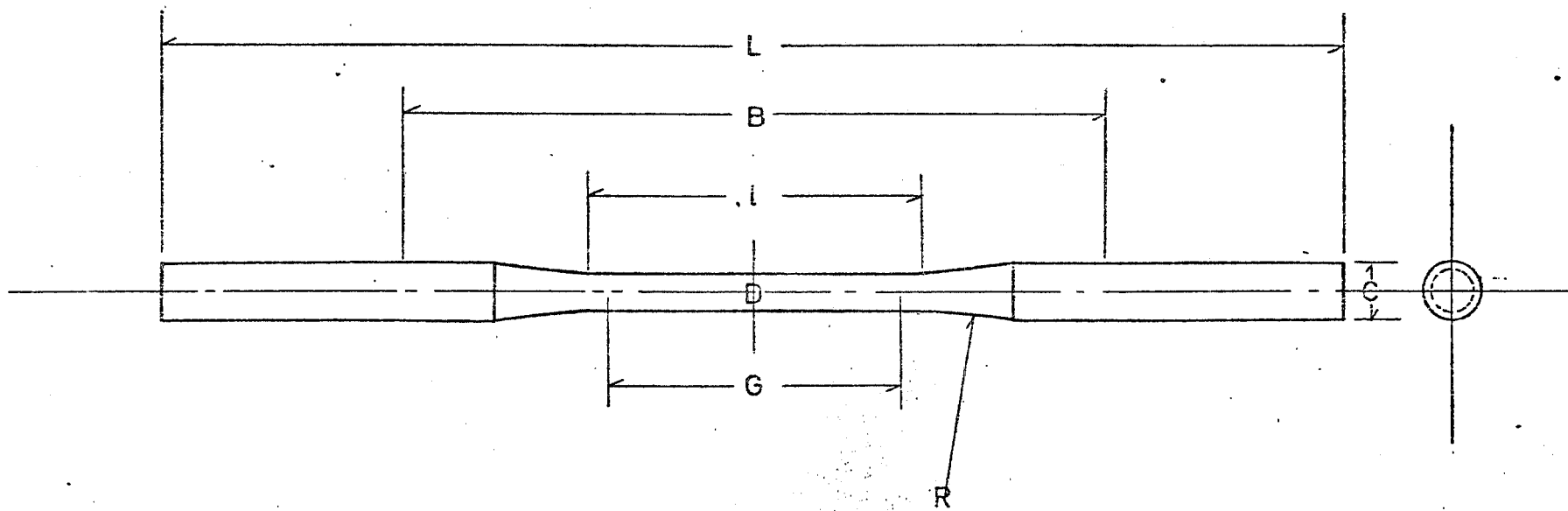


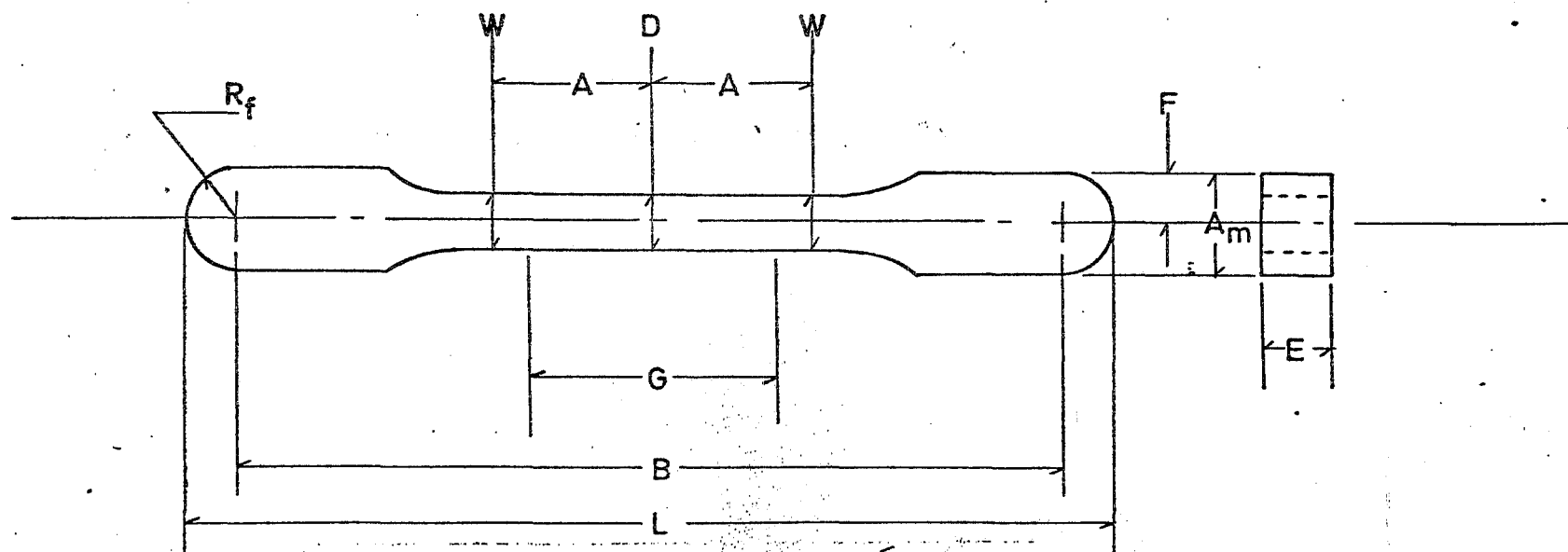
FIGURA 18.- Probeta para piezas coladas en dado.

DIMENSIONES Y NOTAS DE LA FIGURA 18  
(PROBETA PARA PIEZAS VACIADAS EN DADO)

DIMENSIONES EN MM

G. - LONGITUD CALIBRADA	50.0 +- 0.10
D. - DIAMETRO (VER NOTA)	6.25 +- 0.10
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION DEL BORDE MINIMO	75
I. - LONGITUD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA MINIMA	60
L. - LONGITUD TOTAL MINIMA	230
B. - DISTANCIA ENTRE MORDAZAS MINIMA	115
C. - DIAMETRO DE LA ZONA DE SUJECION APROXIMADA	110

NOTA. - LA ZONA DE SECCION REDUCIDA PUEDE TENER UN DESVAN GRADUAL DESDE LOS EXTREMOS HACIA EL CENTRO. EL DIAMETRO DE LOS EXTREMOS NO DEBE EXCEDER AL DIAMETRO DEL CENTRO EN MAS DE 0.13 MM.



Area de presión =  $6.45 \text{ mm}^2$

Las dimensiones especificadas son las del dado.

FIGURA 19.- Próbete plana sin maquinarse para productos fabricados con polvo metálico.

DIMENSIONES DE LA FIGURA 19  
(PROBETA SIN MAQUINAR PLANA PARA PRODUCTOS  
FABRICADOS CON POLVO METALICO).

DIMENSIONES EN MM

G. - LONGITUD CALIBRADA	25
D. - ANCHO DEL CENTRO	5.72 +- 0.025
W. - ANCHO DEL FINAL DE LA ZONA DE LA SECCION REDUCIDA.	5.97 +- 0.025
E. - COMPACTAR A ESTE ESPESOR	5.08 A 6.40
R. - RADIO DE LA ZONA DE TRANSICION	25.00
A. - MITAD DE LA ZONA DE SECCION REDUCIDA	16.00
B. - LONGITUD ENTRE MORDAZAS	80.95 +- 0.025
l. - LONGITUD TOTAL	89.64 +- 0.025
AM. - ANCHO DE LA ZONA DE SUJECION	8.71 +- 0.025
F. - ANCHO DE LA MITAD DE LA ZONA DE SUJECION	4.356 +- 0.025
RF. - RADIO DE LOS EXTREMOS	4.34 +- 0.025

NOTA .- LA LONGITUD CALIBRADA Y LA ZONA DE TRANSICION DE LA PROBETA DEBEN SER LOS INDICADOS EN LA TABLA 20.

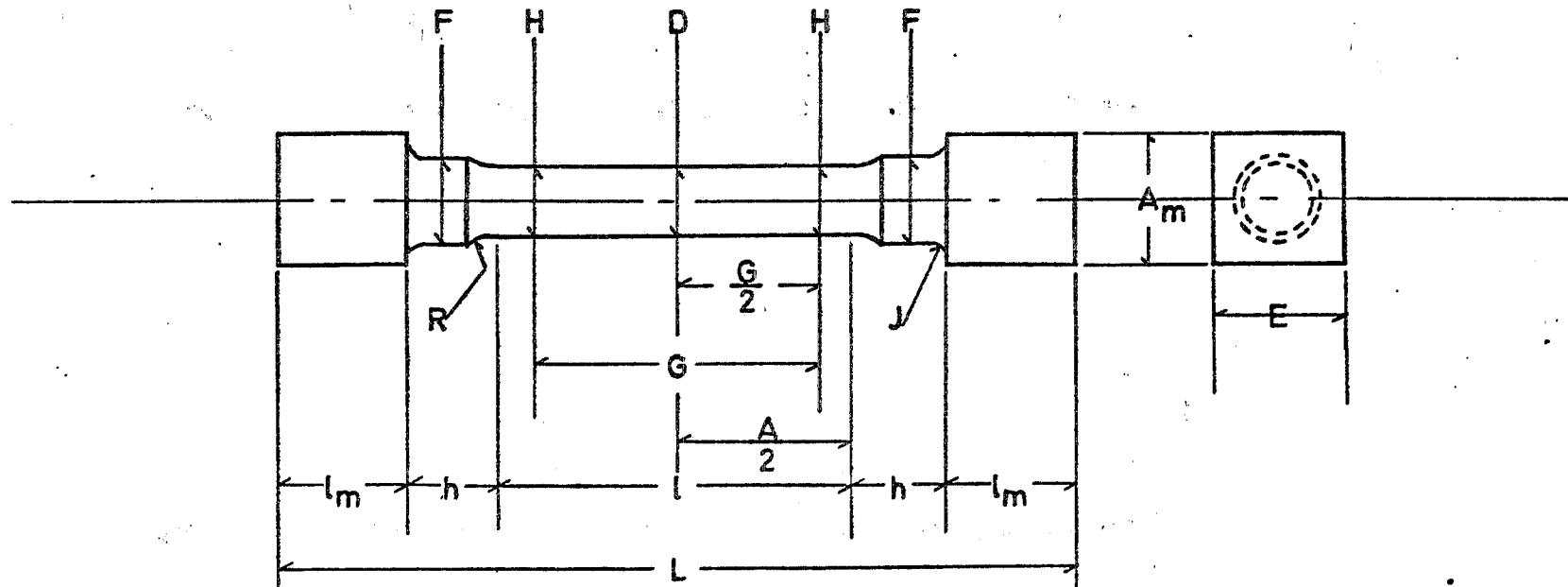
LOS EXTREMOS SON DISENADOS PARA PROVEER UN AREA TOTAL DE PRESION DE 645 MM<sup>2</sup>. PUEDEN SER ACEPTADOS OTROS DISENOS DE EXTREMOS, Y EN ALGUNOS CASOS SON REQUERIDOS PARA MATERIALES SINTERIZADOS DE ALTA RESISTENCIA. ALGUNAS ALTERNATIVAS DE DISENOS FINALES INCLUYEN LO SIGUIENTE:

1. - EXTREMOS GRANDES, DE LA MISMA FORMA QUE LOS NORMALES, PREVIENDO MAS AREA PARA LA SUJECION.

2. - RANURAS TRANSVERSALES, PUEDEN OBTENERSE POR PENSADO EN LOS EXTREMOS DE SUJECION PARA MORDAZAS MAQUINADAS, PARA AJUSTARSE A LOS CONTORNOS DE LA BARRA.

Recomendaciones para el maquinado

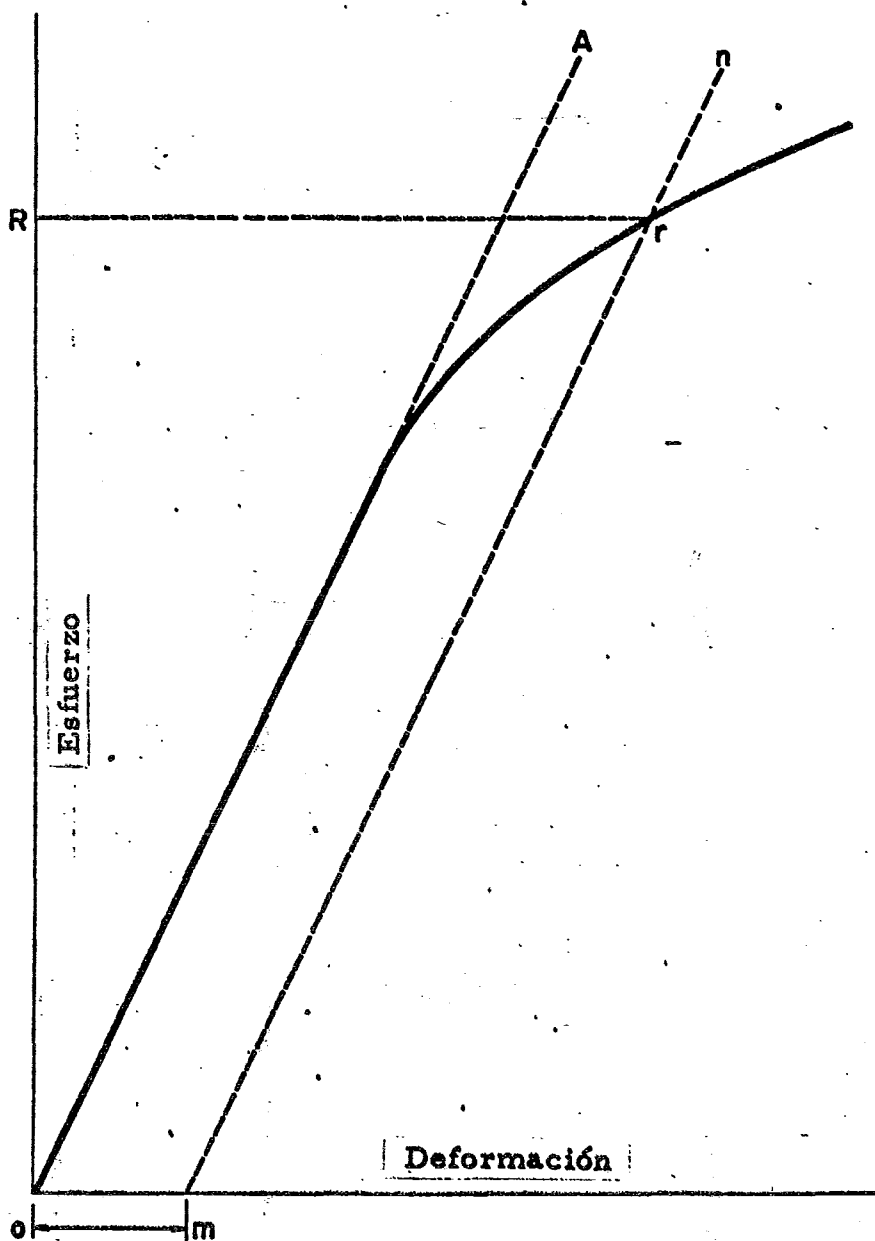
- 1.- Maquinado tosco a 7,94 mm de diámetro
- 2.- Acabado en torno a 6,4 mm en diámetro con radio y desván
- 3.- Pulido con lija de esmeríl 00
- 4.- Pulido final con paño



Area de presión de la probeta compacta sin maquinar = 968 mm<sup>2</sup>

FIGURA 20.- Probeta maquinada redonda para productos fabricados con polvo metálico.





$om$  = Deformación permanente especificada

FIGURA 21.- Diagrama esfuerzo-deformación para la determinación de la resistencia de fluencia por el método de la deformación permanente especificado (offset)

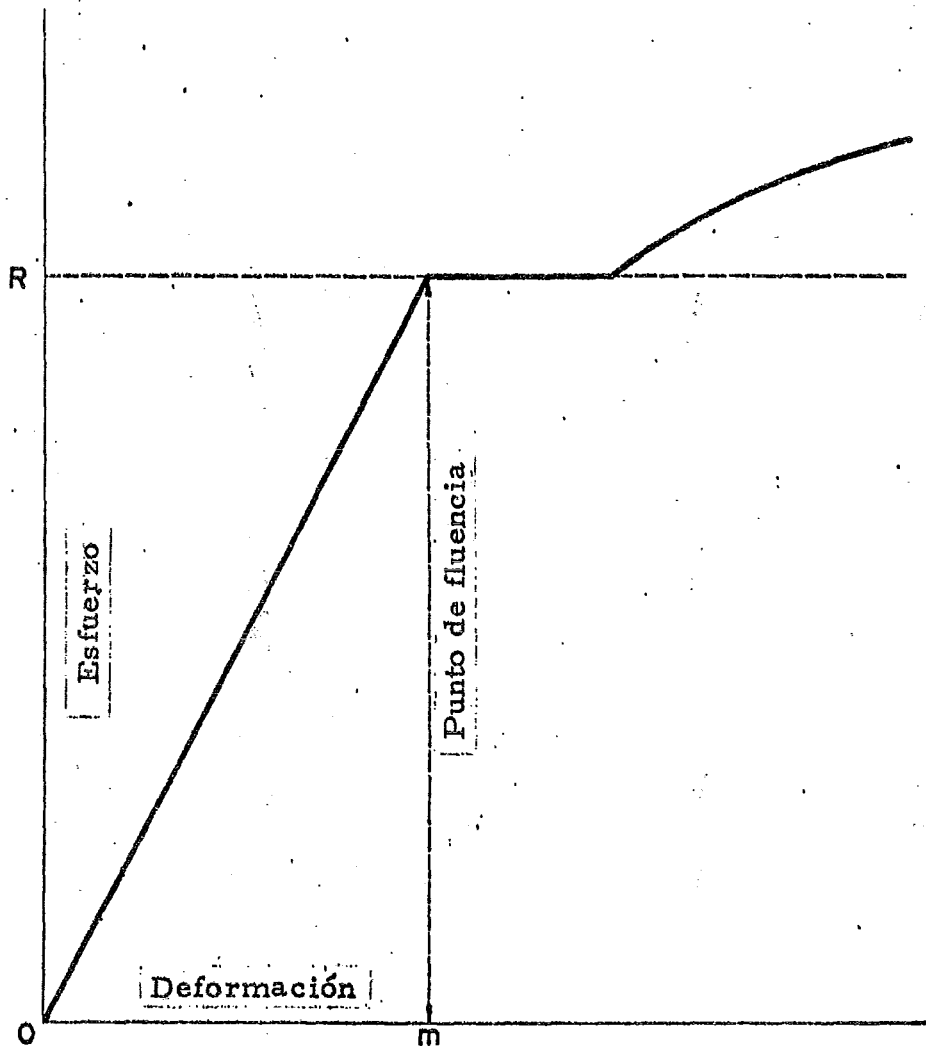


FIGURA 22.- Diagrama Esfuerzo-Deformación mostrando el punto de fluencia en la rodilla de la curva.

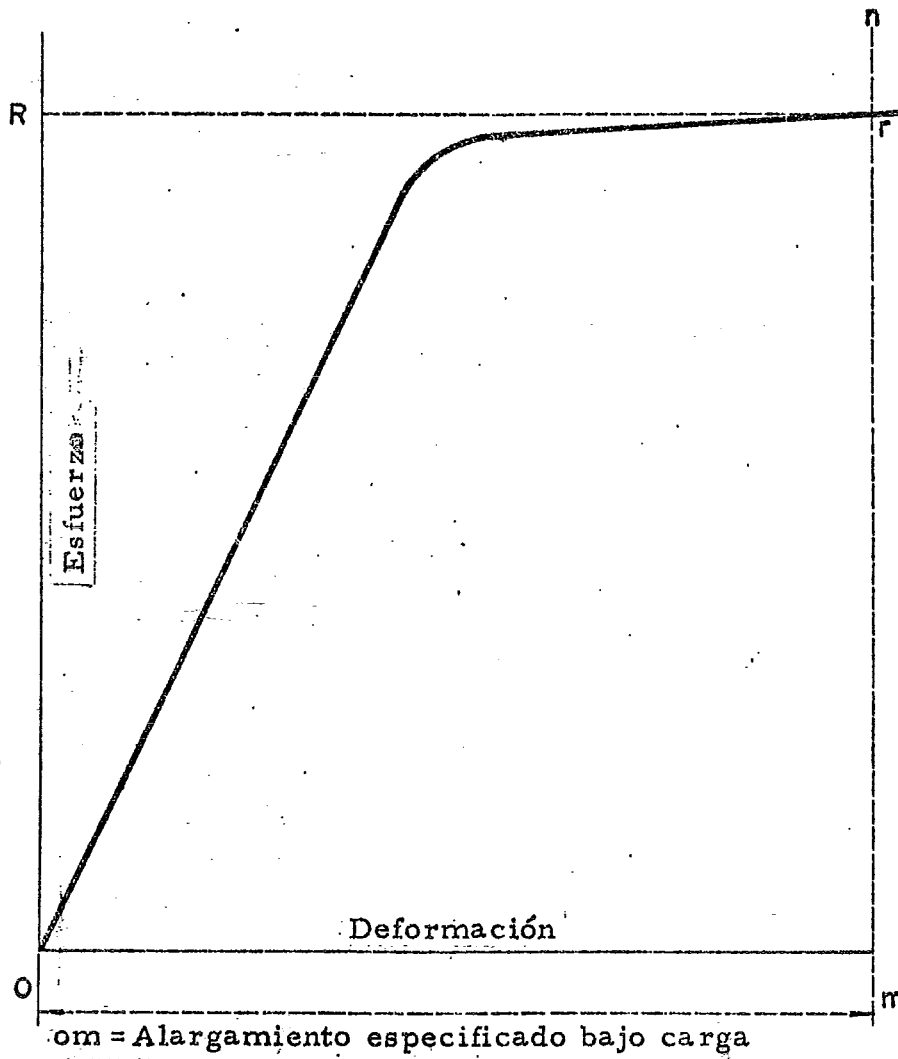


FIGURA 23. - Diagrama Esfuerzo-Deformación para determinación de la resistencia de fluencia por el método de alargamiento total bajo carga.

- METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR POR

PENETRACION LA DUREZA DE MATERIALES

METALICOS USANDO APARATOS PORTATILES

## - 1. ALCANCE

---

-1.1. ESTA NORMA COMPRENDE UN PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR POR PENETRACION LA DUREZA DE MATERIALES METALICOS MEDIANTE APARATOS PORTATILES.

- 1.2. ESTA NORMA SE APLICA UNICAMENTE A AQUELLOS APARATOS DE DUREZA PORTATILES, QUE APLICAN LAS MISMAS CARGAS NOMINALES Y USAN LOS MISMOS PENETRADORES QUE SE INDICAN EN LAS NORMAS B 116, B 118 Y B 119.

-1.3. LOS METODOS INDICADOS EN LAS NORMAS ANTERIORES, NO EXCLUYEN EL USO DE APARATOS PORTATILES. SIN EMBARGO, LAS MAQUINAS NORMALMENTE USADAS (VER NORMAS B 116, B 118 Y B 119) SE CONSIDERAN PREFERIBLES PARA ESTAS PRUEBAS; YA QUE SON DISENADAS GENERALMENTE DE MANERA QUE LA MAGNITUD DE LA CARGA DE PENETRACION SE FIJA POR PESOS MUERTOS QUE ACTUAN SOBRE UN PEQUEÑO PISTON CONECTADO A UN CILINDRO HIDRAULICO DE CARGA, O POR PESOS MUERTOS QUE ACTUAN A TRAVES DE UN SISTEMA MULTIPLE DE PALANCAS. LOS TIPOS DE APARATOS PORTATILES CUBIERTOS EN ESTA NORMA, NO EMPLEAN PESOS MUERTOS PARA FIJAR LAS CARGAS DE PENETRACION, ESTO IMPONE CIERTAS LIMITACIONES Y REQUIERE CIERTAS PRECAUCIONES QUE SE INDICAN EN ESTA NORMA. TODOS LOS REQUISITOS DE LAS NORMAS ANTERIORMENTE MENCIONADAS, SE APLICAN CUANDO SE USAN LOS APARATOS PORTATILES DE DUREZA, CON EXCEPCION DE LAS MODIFICACIONES INDICADAS EN LOS SIGUIENTES CAPITULOS.

## - 2. APARATOS Y EQUIPO

---

- 2.1. LOS APARATOS PORTATILES DE DUREZA, SE USAN PRINCIPALMENTE PARA PROBAR ARTICULOS O PIEZAS QUE SON DEMASIADO GRANDES O INADECUADAS PARA PROBARSE EN LAS MAQUINAS DE PRUEBA DE TIPO ESTACIONARIO, PARA PROBAR PARTES DE ESTRUCTURAS FIJAS O PARA EFECTUAR PRUEBAS EN DONDE SE REQUIERA QUE LA FUERZA DE PENETRACION, SE APLIQUE EN UNA DIRECCION DIFERENTE A LA VERTICAL. PARA QUE PUEDAN SER PORTATILES Y TAMBIEN PARA QUE LAS FUERZAS DE PENETRACION PUEDAN APLICARSE EN CUALQUIER DIRECCION, ESTOS APARATOS ESTAN DISENADOS DE TAL MANERA QUE NO SE EMPLEAN PESOS MUERTOS PARA APLICAR O LIMITAR LA FUERZA DE PENETRACION.

-2.2. LA FUERZA DE PENETRACION PUEDE APLICARSE MEDIANTE UN CILINDRO HIDRAULICO, CON UN MANOMETRO PARA INDICAR LA MAGNITUD DE LA CARGA. EL CILINDRO HIDRAULICO PUEDE ESTAR EQUIPADO TAMBIEN CON UNA VALVULA DE ALIVIO, ACCIONADA POR UN RESORTE, PARA DETERMINAR LA MAGNITUD DE LA CARGA. UN METODO ALTERNATIVO PARA APLICAR LA FUERZA DE PENETRACION PUEDE SER UN TORNILLO A TRAVES DE UN RESORTE CALIBRADO, PROVISTO DE UN MICROMETRO DE CARATULA U OTRO DISPOSITIVO PARA MEDIR LA DEFLEXION DEL RESORTE Y ASI INDICAR LA MAGNITUD DE CARGA.

- 2.3. LOS APARATOS PORTATILES DE DUREZA ESTAN GENERALMENTE PROVISTOS CON DIFERENTES DISPOSITIVOS PARA SUJETAR EL PENETRADOR EN CONTACTO CON LA SUPERFICIE QUE VA A PROBARSE. LOS APARATOS PUEDEN SUJETARSE MEDIANTE MORDAZAS AL OBJETO DE PRUEBA, SUJETARSE A UN OBJETO FIJO ADYACENTE O BIEN ADHERIRSE A LA SUPERFICIE DE PRUEBA POR MEDIOS MAGNETICOS. PARA PRUEBAS EN EL

INTERIOR DE UNA CAVIDAD EL APARATO PUEDE COLOCARSE CONTRA UNA PARED PARA EFECTUAR LA PRUEBA EN LA PARED OPUESTA.

## 2.4. CALIBRACION DE APARATOS.

2.4.1. LOS APARATOS DE DUREZA PORTATILES DEBEN USARSE SOLAMENTE APLICANDO AQUELLAS CARGAS, DENTRO DEL INTERVALO PARA EL CUAL EL DISPOSITIVO DE MEDICION DE CARGA HA SIDO CALIBRADO.

2.4.2. LOS APARATOS DE DUREZA PORTATILES TAMBIEN DEBEN VERIFICARSE PERIODICAMENTE PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE ERROR, YA SEA MEDIANTE EL METODO DE COMPARACION O MEDIANTE BLOQUES PATRON TAL COMO SE DESCRIBE EN LOS METODOS ESTANDAR (VER NORMAS B 116, B 118 Y B 119).

## 3. PROCEDIMIENTO

3.1. CUALQUIERA QUE SEA EL METODO USADO PARA SUJETAR EL APARATO A LA PIEZA DE PRUEBA, NO DEBE HABER MOVIMIENTO RELATIVO ENTRE EL APARATO Y LA PIEZA CUANDO SE APLIQUE LA CARGA. ESTO ES PARTICULARMENTE NECESARIO PARA EL APARATO PORTATIL TIPO ROCKWELL. EL APARATO DEBE MONTARSE EN TAL POSICION, QUE EL EJE DEL PENETRADOR QUEDE NORMAL A LA SUPERFICIE DE PRUEBA.

### 3.2. APLICACION DE LA CARGA CUANDO SE USA UN APARATO PORTATIL BRINELL.

LOS APARATOS PORTATILES BRINELL, GENERALMENTE APLICAN LA CARGA MEDIANTE UN CILINDRO HIDRAULICO EQUIPADO CON UN MANOMETRO Y UNA VALVULA DE ALIVIO ACCIONADA POR UN RESORTE. DE ESTA MANERA NO ES POSIBLE MANTENER LA CARGA HASTA EL PUNTO EN QUE LA VALVULA DE ALIVIO SE ABRA POR UN TIEMPO APRECIABLE. POR LO TANTO ES NECESARIO REPETIR LA CARGA VARIAS VECES EN EL PUNTO DONDE SE LIBERA LA PRESION. SE HA DETERMINADO QUE PARA EL ACERO, CUANDO SE PRUEBA CON UNA CARGA DE 3000 KGF, TRES APLICACIONES DE CARGA SON EQUIVALENTES A 15 SEGUNDOS DE APLICACION TAL COMO SE REQUIERE EN EL METODO ESTANDAR. PARA OTROS MATERIALES Y OTRAS CARGAS SE DETERMINA EL NUMERO DE APLICACIONES DE CARGA REQUERIDOS PARA DAR RESULTADOS EQUIVALENTES AL METODO ESTANDAR, MEDIANTE PRUEBAS DE COMPARACION. LA CARGA DEBE APLICARSE GRADUALMENTE CADA VEZ SIN IMPACTOS.

### 3.3. APLICACION DE LA CARGA CUANDO SE USA UN APARATO PORTATIL TIPO ROCKWELL.

LOS APARATOS PORTATILES TIPO ROCKWELL, GENERALMENTE APLICAN LA CARGA A TRAVES DE UN RESORTE CALIBRADO MEDIANTE UN TORNILLO Y ESTAN EQUIPADOS CON DOS INDICADORES, UNO DE CARATULA QUE MIDE LA DEFLEXION DEL RESORTE, PARA INDICAR LA CARGA Y EL OTRO, QUE PUEDE SER DE CARATULA, O UN TORNILLO MICROMETRICO, PARA INDICAR LA PROFUNDIDAD DE LA PENETRACION. LA CARGA MENOR SE APLICA PRIMERO SEGUN LO SENALE EL INDICADOR DE CARGA. EL INDICE EN EL INDICADOR DE PROFUNDIDAD SE AJUSTA AL PUNTO ADECUADO. LUEGO SE APLICA LA CARGA MAYOR. EL TORNILLO DE CARGA SE GIRA LUEGO EN LA

DIRECCION OPUESTA HASTA QUE LA CARGA MENOR VUELVA A SENALARSE EN EL INDICADOR DE CARGA. SE TOMA ENTONCES LA LECTURA DE DUREZA EN EL INDICADOR DE PROFUNDIDAD, COMO LA DIFERENCIA ENTRE LAS LECTURAS CORRESPONDIENTES A LA CARGA MENOR Y A LA CARGA MAYOR. LA CARGA DEBE APLICARSE GRADUALMENTE, SIN IMPACTOS. SE DEBE TENER CUIDADO DE NO SOBREPASAR NINGUNA DE LAS DOS CARGAS. LA CARGA MAYOR DEBE REMOVERSE COMPLETAMENTE, EN UN LAPSO MENOR DE DOS SEGUNDOS, DESPUES DE QUE SE APLICO EN SU TOTALIDAD.

#### 3.4. APLICACION DE LA CARGA, APARATO TIPO VICKERS.

---

LOS APARATOS PORTATILES TIPO VICKERS GENERALMENTE APLICAN LA CARGA MEDIANTE UN CILINDRO HIDRAULICO EQUIPADO CON UN MANOMETRO. SE LLEVA EL PENETRADOR A QUE QUEDE JUSTO EN CONTACTO CON LA SUPERFICIE DE PRUEBA. EN ESTE PUNTO SE VERIFICA QUE EL MANOMETRO INDIQUE UNA LECTURA CERD. EN SEGUIDA SE ELEVA LA CARGA AL VALOR REQUERIDO SEGUN LO INDIQUE EL MANOMETRO. LA CARGA DEBE APLICARSE GRADUALMENTE SIN IMPACTO Y CON CUIDADO DE NO SOBREPASARLA. LA CARGA TOTAL DEBE MANTENERSE POR LO MENOS DURANTE 15 SEGUNDOS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE OTRA COSA Y LUEGO REMOVERSE.

#### 4. APENDICE

---

##### 4.1. ANTECEDENTES

---

ASTM E 110-65

##### 4.2. NORMAS A CONSULTAR

---

B 116 1969 METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE DUREZA BRINELL EN MATERIALES METALICOS.

B 118 1971 METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE DUREZA VICKERS EN MATERIALES METALICOS.

B 119 1971 METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE DUREZA ROCKWELL Y ROCKWELL SUPERFICIAL DE MATERIALES METALICOS

METODOS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA



## 1. ALCANCE

---

ESTA NORMA ESTABLECE CUATRO PROCEDIMIENTOS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA PARA MEDIR CARGAS, POR MEDIO DE DISPOSITIVOS ESTANDAR, A SABER:

VERIFICACION POR PESOS PATRON

VERIFICACION POR MEDIO DE PALANCAS ESTANDARIZADAS

VERIFICACION POR MEDIO DE BALANZAS DE BRAZOS IGUALES Y PESOS PATRON

VERIFICACION POR MEDIO DE DISPOSITIVOS ELASTICOS DE CALIBRACION

ESTOS METODOS NO SON PARA COMPLEMENTAR LAS ESPECIFICACIONES DE COMPRA DE MAQUINAS DE ENSAYE. LAS ESPECIFICACIONES DE COMPRA, USUALMENTE MARCAN ERRORES MAXIMOS PERMISIBLES A PARTIR DE CERO HASTA LA CAPACIDAD DE CARGA, PARA CADA GAMA DE LA ESCALA DE LA MAQUINA.

## 2. DEFINICIONES

---

### 2.1. MAQUINA DE PRUEBA.

---

ES UN DISPOSITIVO MECANICO PARA APLICAR CARGAS (FUERZAS) A UN ESPECIMEN. USUALMENTE LA MAGNITUD DE LA CARGA, PUEDE CAMBIARSE A VOLUNTAD DEL OPERADOR. MUCHAS MAQUINAS DE PRUEBA ESTAN DISENADAS PARA MEDIR LA CARGA, PERO ESTO NO SIEMPRE ES EL CASO, ESPECIALMENTE EN LAS MAQUINAS DE IMPACTO Y MAQUINAS PARA DETERMINAR DUCTILIDAD.

### 2.2. CARGA

---

EN EL CASO DE MAQUINAS DE PRUEBA, LA CARGA ES UNA FUERZA MEDIDA EN KILOGRAMOS-FUERZA. EL KILOGRAMO FUERZA ES AQUELLA FUERZA QUE ACTUA SOBRE UN KILOGRAMO-MASA PARA IMPARTIRLE UNA ACELERACION DE 980.665 CM/S<sup>2</sup> (VER APENDICE).

### 2.3. EXACTITUD.

---

UNA MAQUINA DE PRUEBA SE DICE QUE ESTA EXACTA, SI LA CARGA INDICADA ESTA DENTRO DE LAS VARIACIONES PERMISIBLES ESPECIFICADAS, CON RELACION A LA CARGA REAL.

2.3.1. EN ESTOS METODOS, LA PALABRA "EXACTITUD" APLICADA A UNA MAQUINA DE PRUEBA, SE USA SIN VALORES NUMERICOS. POR EJEMPLO "SE USO PARA LA INVESTIGACION UNA MAQUINA DE PRUEBA EXACTA". NO DEBE CONFUNDIRSE LA EXACTITUD CON LA SENSIBILIDAD, POR EJEMPLO, UNA MAQUINA DE PRUEBA PUEDE SER MUY SENSIBLE, ESTO ES, PUEDE INDICAR RAPIDA Y DEFINIDAMENTE PEQUENOS CAMBIOS DE CARGA PERO SIN EMBARGO, PUEDE ESTAR INEXACTA. POR OTRO LADO, LA EXACTITUD

DE LOS RESULTADOS, ESTA EN GENERAL LIMITADA POR LA SENSIBILIDAD.

#### 2. 4. ERROR

---

EN EL CASO DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, ES EL VALOR OBTENIDO POR LA DIFERENCIA ENTRE EL VALOR INDICADO POR EL DISPOSITIVO DE CALIBRACION Y EL INDICADO POR LA MAQUINA DE PRUEBA.

LA PALABRA "ERROR" DEBE USARSE CON VALORES NUMERICOS, POR EJEMPLO: "PARA UNA CARGA DE 15000 KG EL ERROR DE LA MAQUINA DE PRUEBA, ES DE + 10 KG".

#### 2. 5. PORCENTAJE DE ERROR.

---

EN EL CASO DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, ES LA RELACION, DEL ERROR AL VALOR CORRECTO DE LA CANTIDAD MEDIDA, EXPRESADA EN TERMINOS DE PORCENTAJE.

#### 2. 6. CORRECCION.

---

EN EL CASO DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, ES EL VALOR OBTENIDO POR LA DIFERENCIA ENTRE EL VALOR INDICADO POR LA MAQUINA Y EL VALOR CORRECTO DE LA CANTIDAD MEDIDA.

LA CORRECCION TIENE LA MISMA MAGNITUD QUE EL ERROR PERO DE SIGNO OPUESTO. ES RECOMENDABLE, EXCEPTO PARA CASOS ESPECIALES, QUE NO SE USEN CORRECCIONES EN LAS MAQUINAS DE PRUEBA QUE TENGAN ERRORES DENTRO DE LAS VARIACIONES PERMISIBLES QUE SE INDICAN EN ESTA NORMA.

#### 2. 7. VARIACION PERMISIBLE.

---

EN EL CASO DE MAQUINAS DE PRUEBA, ES EL ERROR MAXIMO PERMISIBLE EN EL VALOR DE LA CANTIDAD INDICADA

ES CONVENIENTE EXPRESAR LA VARIACION PERMISIBLE EN TERMINOS DEL PORCENTAJE DE ERROR. EL VALOR NUMERICO DE LA VARIACION PERMISIBLE PARA UNA MAQUINA DE PRUEBA, SE ESPECIFICA ASI EN ESTA NORMA, DE AQUI EN ADELANTE.

#### 2. 8. GAMA DE CAPACIDAD.

---

LA GAMA DE CAPACIDAD NOMINAL DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, ES EL INTERVALO DE CARGAS PARA EL CUAL SE HA DISENADO. ALGUNAS MAQUINAS DE PRUEBA TIENEN VARIAS GAMAS DE CAPACIDAD.

#### 2. 9. INTERVALO DE CARGA.

---

EL INTERVALO DE CARGA DE UNA MAQUINA DE PRUEBA ES EL INTERVALO DE LAS CARGAS INDICADAS PARA EL CUAL LA MAQUINA DE PRUEBA DA RESULTADOS DENTRO DE LAS VARIACIONES PERMISIBLES

ESPECIFICADAS.

### 3. DISPOSITIVOS DE CALIBRACION

---

LAS MAQUINAS DE PUREBA DEBEN VERIFICARSE USANDO DISPOSITIVOS DE CALIBRACION, QUE CUMPLAN CON LOS REQUICITOS INDICADOS EN LA NORMA B 87 EN VIGOR.

### 4. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS METODOS

---

#### 4.1. VERIFICACION POR PESOS PATRON.

---

CUANDO SEA PRACTICO, LA VERIFICACION POR LA APLICACION DIRECTA DE PESOS PATRON EN EL MECANISMO DE CARGA DE LA MAQUINA DE PRUEBA, ES EL METODO MAS EXACTO. ALGUNAS DE SUS LIMITACIONES SON:

A) EL INTERVALO PEQUENO DE CARGA QUE PUEDE CUBRIRSE.

B) ES DIFICIL MANEJAR UNA CANTIDAD GRANDE DE PESOS PATRON.

C) NO ES APLICABLE A MAQUINAS DE PRUEBA HORIZONTALES O A MAQUINAS DE PRUEBA VERTICALES DONDE EL MECANISMO DE CARGA NO ESTA DISENADO PARA ACTUAR HACIA ABAJO.

#### 4.2. VERIFICACION POR PALANCAS.

---

ESTE METODO DE VERIFICACION COMPRENDE EL USO DE UN PAR DE PALANCAS NORMALIZADAS. LAS LIMITACIONES DE ESTE METODO SON LAS MISMAS QUE PARA LA VERIFICACION POR PESOS PATRON.

EL INTERVALO DE CARGA PRACTICO, QUE PROVEEN LAS PALANCAS, ES MUCHO MAS GRANDE QUE EL DE LOS PESOS PATRON, PERO DE CUALQUIER MANERA, EL INTERVALO DE CARGA CON PALANCAS NO ES LO SUFICIENTEMENTE GRANDE PARA CUBRIR LA CAPACIDAD DE CARGA DE MUCHAS MAQUINAS DE PRUEBA GRANDES.

#### 4.3. VERIFICACION POR MEDIO DE BALANZA DE BRAZOS IGUALES Y PESOS PATRON.

---

ESTE METODO DE VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA COMPRENDE LA MEDICION DE CARGAS, POR MEDIO DE BALANZAS DE BRAZOS IGUALES Y PESOS PATRON; ESTA LIMITADO A INTERVALOS MAS PEQUENOS DE CARGAS QUE LOS DE LOS METODOS ANTERIORES Y APLICABLES GENERALMENTE, SOLO A CIERTOS TIPOS DE MAQUINAS DE PRUEBA DE DUREZA, EN LAS CUALES LA CARGA SE APLICA A TRAVES DE UN SISTEMA DE PALANCAS INTERNO.

#### 4.4. VERIFICACION POR DISPOSITIVOS ELASTICOS DE CALIBRACION.

---

ESTE METODO DE VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA, COMPRENDE

MEDIDAS DE DEFORMACION ELASTICA O DE DEFLEXION BAJO CARGA; DE UN ANILLO, DE UNA ESPIRAL, DE UNA BARRA DE COMPRESION O DE TENSION O DE OTRO DISPOSITIVO ELASTICO. LA CALIBRACION POR MEDIO DE DISPOSITIVOS ELASTICOS ESTA LIBRE DE LAS LIMITACIONES A LAS QUE SE REFIEREN LOS INCISOS ANTERIORES.

#### 5. CORRECCIONES POR GRAVEDAD

---

EN LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE ACUERDO CON LOS PROCEDIMIENTOS INDICADOS EN LOS INCISOS 4.1., 4.2. Y 4.3. DONDE LAS CARGAS SE APLICAN POR MEDIO DE PESOS PATRON, YA SEA DIRECTAMENTE, O A TRAVES DE PALANCAS O SISTEMAS DE BALANZAS DE BRAZO, LA CARGA DEBE CORREGIRSE POR EL VALOR LOCAL DE LA GRAVEDAD O POR FLUCTUACION DE AIRE. LA CARGA APLICADA POR PESOS PATRON DEBE CALCULARSE CON LA SIGUIENTE ECUACION:

$$P = M((G/980.665) - 0.00014)$$

EN DONDE:

P = CARGA, FUERZA, EN KGF.

M = MASA APARENTE DE LOS PESOS COMPARADA CON PATRONES DE BRONCE EN AIRE NORMAL, EN KG. LA MASA APARENTE COMPARADA CON PATRONES DE BRONCE EN AIRE NORMAL ES LA BASE USUAL SOBRE LA CUAL SE CERTIFICAN LOS PESOS PATRON.

G = VALOR LOCAL DE LA GRAVEDAD, EN CM/S<sup>2</sup>.

#### 6. METODOS DE APLICACION DE LAS CARGAS.

---

EN LA VERIFICACION DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, LAS CARGAS DEBEN APLICARSE POR INCREMENTO DE LA CARGA A PARTIR DE UNA CARGA MENOR.

6.1. PARA CUALQUIER MAQUINA DE PRUEBA, LOS ERRORES OBSERVADOS EN LAS CARGAS CORRESPONDIENTES TOMADAS PRIMERO AL INCREMENTAR LA CARGA A CUALQUIER VALOR DE PRUEBA DADO Y DESPUES AL DISMINUIR LA CARGA A PARTIR DE ESA CARGA DE PRUEBA, PUEDEN NO COINCIDIR. ESTA FALTA DE COINCIDENCIA SE OBSERVA ESPECIALMENTE EN LOS TIPOS DE MAQUINAS, EN LAS CUALES, EL MECANISMO PARA INDICAR LA CARGA, ES DEL TIPO DE TUBO DE BOURDON, POR INDICADOR HIDRAULICO O POR INDICADOR DE VAPOR, O POR CUALQUIER OTRO DISPOSITIVO INDICADOR DE CARGA QUE DEPENDA DE LAS PROPIEDADES ELASTICAS DE UN MATERIAL. ESTO ES FRECUENTE TAMBIEN EN LAS MAQUINAS DE PRUEBA EN LAS QUE LA CARGA SE MIDE POR PRESION EN UN GATO HIDRAULICO.

LAS MAQUINAS DE PRUEBA COMUNMENTE SE USAN EN INCREMENTOS DE CARGA, PERO, SI UNA MAQUINA DE PRUEBA SE VA A USAR DISMINUYENDO CARGAS DEBE SER CALIBRADA TANTO EN CARGAS DECRECIENTES COMO EN CRECIENTES.

## 7. SELECCION DE LAS CARGAS DE PRUEBA

---

PARA CUALQUIER INTERVALO DE CARGA, LA MAQUINA DE PRUEBA DEBE VERIFICARSE EN UN MINIMO DE CINCO CARGAS (EXCEPTO PARA MAQUINAS DE PRUEBA DISENADAS PARA MEDIR SOLAMENTE UN PEQUENO NUMERO DE CARGAS DEFINIDAS, TALES COMO CIERTAS MAQUINAS DE DUREZA). LA DIFERENCIA ENTRE CUALESQUIERA DE DOS SUCESIVAS CARGAS, NO DEBE EXCEDER DE UN TERCIO DE LA DIFERENCIA ENTRE LA MAXIMA Y LA MINIMA CARGA DE PRUEBA. SI SE DESEA ESTABLECER EL LIMITE MAS BAJO DE UN INTERVALO DE CARGA ABAJO DEL 10% DE LA CAPACIDAD DEL INTERVALO, EL LIMITE INFERIOR DEBE VERIFICARSE POR LA APLICACION DE CINCO CARGAS DE PRUEBA APROXIMADAMENTE IGUALES, NINGUNA DE LAS CUALES DEBERA DIFERIR DE LA MAS BAJA EN MAS DE 5%.

## 8. CARGA EXCENTRICA

---

PARA EL PROPOSITO DE DETERMINAR EL INTERVALO DE CARGA DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, TODAS LAS CARGAS DE CALIBRACION DEBEN APLICARSE DE TAL MANERA QUE LA CARGA RESULTANTE ESTE LO MAS CERCANA POSIBLE DEL CENTROIDE DE LA PLATAFORMA DE CARGA DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

8.1. EL EFECTO DE LA CARGA EXCENTRICA, SOBRE LA EXACTITUD DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, PUEDE DETERMINARSE POR LAS LECTURAS DE CALIBRACION QUE SE TOMAN CON LAS PALANCAS O CON UN DISPOSITIVO ELASTICO DE CALIBRACION COLOCADO DE MANERA QUE LA CARGA RESULTANTE SE APLIQUE EN DISTANCIA DEFINIDA, DEL CENTROIDE DE LA MAQUINA Y DETERMINANDO EL INTERVALO DE CARGA PARA UNA SERIE DE EXCENTRICIDADES. EN EL CASO DE LAS MAQUINAS DE PRUEBA EN LAS CUALES LA CARGA QUE SE LEE DEPENDE DE LA PRESION HIDROSTATICA EN UN CILINDRO CON PISTON, EL EFECTO DE LA EXCENTRICIDAD DE LA CARGA ES MUCHO MAS SERIO SI EL PISTON ESTA EN LA POSICION EXTREMA EXTERIOR.

## 9. VERIFICACION POR PESOS PATRON

---

### 9.1 PROCEDIMIENTO

---

LOS PESOS PATRON DE METAL DE DISEÑO ADECUADO, ACABADOS Y AJUSTADOS, DEBEN COLOCARSE SOBRE LA PLATAFORMA DE PESOS DE LA MAQUINA DE PRUEBA, SOBRE UNA CHAROLA O SOBRE SOPORTES SUSPENDIDOS DEL MECANISMO DE MEDICION DE LA CARGA EN EL SITIO DEL ESPECIMEN. DEBEN USARSE PESOS PATRON CERTIFICADOS, LA CERTIFICACION DE ESTOS DEBE TENER COMO MAXIMO 5 AÑOS, CON UN LIMITE DE ERROR DE 0.1%. LOS PESOS DEBEN APLICARSE EN INCREMENTOS Y QUITARSE EN ORDEN INVERSO. DEBEN ACOMODARSE SIMETRICAMENTE CON RESPECTO A LA PLATAFORMA DE PESO, DE MANERA QUE EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA CARGA ESTE EN LA LINEA VERTICAL A TRAVES DEL CENTRO DE LA PLATAFORMA. LA CARGA APLICADA Y LA CARGA INDICADA DEBEN REGISTRARSE PARA CADA CARGA DE PRUEBA APLICADA, CALCULANDOSE CON ESTOS DATOS EL ERROR Y EL PORCENTAJE DE ERROR.

### 9.2. EL METODO DE VERIFICACION POR APLICACION DIRECTA DE

PESOS PATRON PUEDE USARSE SOLAMENTE EN LAS MAQUINAS DE PRUEBAS VERTICALES EN LAS QUE LA PRESION SOBRE LA MESA DE PESO, SOPORTE HIDRAULICO U OTROS DISPOSITIVOS DE PESO, ACTUAN HACIA ABAJO. LA CARGA TOTAL ESTA LIMITADA POR EL TAMANO DE LA PLATAFORMA Y EL NUMERO DE PESOS DISPONIBLES. LOS PESOS DE 25 KG SON LOS QUE SE USAN COMUNMENTE, ESTE METODO DE VERIFICACION, ESTA INDICADO PARA MAQUINAS DE PRUEBA PEQUENAS Y RARAMENTE SE USA PARA CARGAS SUPERIORES A 500 O 1000 KG.

## 10. VERIFICACION POR PALANCAS NORMALIZADAS

---

### 10.1. PALANCAS

---

EL ARREGLO USUAL DE PALANCAS PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA SE MUESTRA EN LA FIGURA NO. 1. LAS DOS PALANCAS DESCANSAN SOBRE APOYOS EN LA PLATAFORMA DE CARGA DE LA MAQUINA DE PRUEBA. ESTOS APOYOS PUEDEN MOVERSE FACILMENTE EN UNA DIRECCION HORIZONTAL LO CUAL ASEGURA QUE LAS FUERZAS DE CADA UNA DE LAS CUCHILLAS U OTROS APOYOS ESTEN CERCA DE LA VERTICAL. LAS CUCHILLAS INTERIORES EN CADA PALANCA DEBEN ACTUAR SOBRE UN BLOQUE ADECUADO EN EL CABEZAL DE LA MAQUINA DE PRUEBA. LAS PALANCAS DEBEN ESTAR SUSPENDIDAS DE CADA UNA DE LAS CUCHILLAS DE NAVAJA EXTERIORES Y DEBEN CARGARSE CON PESOS PATRON, DEBEN USARSE PESOS PATRON CERTIFICADOS, LA CERTIFICACION DE ESTOS DEBE TENER COMO MAXIMO 5 ANOS, CON UNA TOLERANCIA DE 0.02 % DE EXACTITUD. EL INCREMENTO DE LA CARGA PUESTA SOBRE LA MAQUINA DE PRUEBA MEDIANTE LOS PESOS PATRON, ES LA CARGA TRANSMITIDA POR LOS PESOS PATRON MULTIPLICADA POR LA RELACION DE PALANCAS M/N (FIGURA NO. 1).

EN LAS MAQUINAS DE PRUEBA QUE TENGAN SOPORTE HIDRAULICO, U OTRO MECANISMO DE MEDICION DE CARGAS EN EL CABEZAL, CON LA CARGA DURANTE UNA PRUEBA PRESIONANDO HACIA ARRIBA, EN LUGAR DE QUE EL CABEZAL PRESIONE HACIA ABAJO, SOBRE LA MESA, LA RELACION DE PALANCAS DEBE SER:

$$(M-N)/N$$

## 11. PROCEDIMIENTO

---

EL DISPOSITIVO DE PALANCAS, DEBE COLOCARSE EN LA MAQUINA DE PRUEBA POR VERIFICAR, DE MANERA QUE LA RESULTANTE DE LA CARGA SEA COLINEAL CON LA VERTICAL QUE PASE POR EL CENTRO DE LA PLATAFORMA DE CARGA. AMBAS PALANCAS DEBEN LLEVARSE LO MAS CERCA POSIBLE DE LA POSICION HORIZONTAL, DESPUES DE APLICAR CADA INCREMENTO DE CARGA MEDIANTE EL CABEZAL MOVIBLE DE LA MAQUINA DE PRUEBA. LA MAQUINA DE PRUEBA DEBE EQUILIBRARSE CON LAS PALANCAS YA EN SU SITIO Y SIN COLOCAR LOS PESOS. LOS PESOS PATRON DEBEN COLOCARSE (O REMOVERSE) EN INCREMENTOS, LA MITAD DE UN INCREMENTO EN CADA PALANCA. LOS PESOS DEBEN COLOCARSE SIMETRICAMENTE SOBRE LAS PALANCAS DE PESO, CON EL CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS PESOS LO MAS CERCA POSIBLE DEL CENTRO DE LAS CHAROLAS. LA CARGA APLICADA Y LA INDICADA DEBEN REGISTRARSE PARA CADA CARGA DE PRUEBA QUE SE APLIQUE, CALCULANDO CON ESTOS DATOS EL ERROR Y EL PORCENTAJE DE ERROR.

## 12. VERIFICACION POR BALANZAS DE BRAZOS IGUALES Y PESOS

---

### PATRON

---

12.1. LA BALANZA DEBE TENER UNA POSICION, DE MANERA QUE EL PENETRADOR DE LA MAQUINA DE PRUEBA POR CALIBRAR, SE ENCUENTRE SOBRE UN BLOQUE CENTRADO SOBRE UNO DE LOS BRAZOS DE LA BALANZA DE BRAZOS IGUALES, LA QUE DEBE ESTAR EN POSICION DE EQUILIBRIO CUANDO EL PENETRADOR ESTE EN ESA PORCION DE SU CARRERA NORMALMENTE NECESARIA CUANDO SE HACE UNA IMPRESION. LOS PESOS PATRON DEBEN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN EL CAPITULO 9 DE ESTA NORMA Y DEBEN COLOCARSE EN EL LADO OPUESTO; PARA BALANCEAR LA CARGA DESARROLLADA POR EL PENETRADOR.

ESTE METODO PUEDE USARSE PARA LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA, DISTINTAS A LAS DE DUREZA, COLOCANDO EL MIEMBRO DE APLICACION DE LA CARGA DE LA MAQUINA DE PRUEBA EN FORMA SIMILAR QUE EL PENETRADOR DE LA MAQUINA DE DUREZA.

12.2 DADO QUE LA CARRERA PERMISIBLE DEL PENETRADOR DE LA MAQUINA DE DUREZA NORMALMENTE ES MUY PEQUENA, NO DEBE PERMITIRSE QUE LA BALANZA OSCILE. MAS BIEN LA BALANZA DEBE MANTENERSE EN POSICION DE EQUILIBRIO USANDO UN INDICADOR TAL COMO UN CONTACTO ELECTRICO, EL CUAL DEBE ARREGLARSE PARA INDICAR CUANDO LA REACCION DE LA CARGA DEL PENETRADOR SEA SUFICIENTE PARA PERMITIR QUE SE LEVANTE EL RECIPIENTE QUE CONTIENE LOS PESOS PATRON.

12.3. USANDO COMBINACIONES DE PESOS FRACCIONARIOS, SE DETERMINA EL VALOR MAXIMO DE LA CARGA QUE PUEDE SER LEVANTADA POR EL PENETRADOR DE LA MAQUINA DE PRUEBA DURANTE CADA UNA DE 10 PESADAS SUCESIVAS, Y EL VALOR MINIMO, EL CUAL NO PUEDE SER LEVANTADO DURANTE CUALESQUIERA DE LAS 10 PESADAS SUCESIVAS. EL VALOR CORRECTO DE LA CARGA DE PENETRACION DEBE CONSIDERARSE COMO EL PROMEDIO DE ESTOS 2 VALORES, LA DIFERENCIA ENTRE LOS 2 VALORES NO DEBE EXCEDER DEL 0.5% DEL VALOR PROMEDIO.

## 13. VERIFICACION POR MEDIO DE DISPOSITIVOS ELASTICOS DE CALIBRACION.

---

### 13.1 DISPOSITIVO ELASTICO DE CALIBRACION.

---

ES EL DISPOSITIVO QUE SE USA EN LA VERIFICACION DE LAS LECTURAS DE CARGA DE UNA MAQUINA DE PRUEBA; CONSISTE EN UN MIEMBRO ELASTICO O MIEMBROS ELASTICOS AL CUAL SE LE PUEDE APLICAR LAS CARGAS, COMBINANDO CON UN MECANISMO O DISPOSITIVO PARA INDICAR SU MAGNITUD (O UNA CANTIDAD PROPORCIONAL A SU MAGNITUD) O DEFORMACION BAJO TALES CARGAS.

### 13.2 IGUALACION DE TEMPERATURA

---

CUANDO SE USE UN DISPOSITIVO ELASTICO DE CALIBRACION PARA VERIFICAR LAS LECTURAS DE UNA MAQUINA DE PRUEBA, EL DISPOSITIVO DEBE COLOCARSE DURANTE UN LAPSO SUFICIENTE, CERCA DE LA MAQUINA DE PRUEBA, PARA QUE EL DISPOSITIVO Y LA MAQUINA IGUALEN LO MAS POSIBLE SUS TEMPERATURAS.

### 13. 3. PROCEDIMIENTO.

---

EL DISPOSITIVO ELASTICO DEBE COLOCARSE EN LA MAQUINA DE PRUEBA DE MANERA QUE SU EJE SEA COLINEAL CON EL EJE DE LOS CABEZALES DE LA MAQUINA DE PRUEBA. LA MAQUINA DEBE EQUILBRARSE SIN CARGA SOBRE EL DISPOSITIVO ELASTICO Y TOMARSE LA LECTURA CERO DEL DISPOSITIVO. LAS CARGAS DE PRUEBA DEBEN APLICARSE ENTONCES EN INCREMENTOS ADECUADOS.

DEBEN ANOTARSE LA CARGA INDICADA POR LA MAQUINA DE PRUEBA Y LA APLICADA, CALCULADA DE LAS LECTURAS DEL DISPOSITIVO ELASTICO, DETERMINANDO A PARTIR DE ESTOS DATOS, EL ERROR Y EL PORCENTAJE DE ERROR.

### 14. CALCULOS E INFORME

---

#### 14. 1 BASES DE VERIFICACION.

---

EL PORCENTAJE DE ERROR PARA CARGAS DENTRO DEL INTERVALO DE CARGA DE UNA MAQUINA DE PRUEBA NO DEBE EXCEDER DE  $\pm 1\%$ . ESTO SIGNIFICA QUE EL INFORME DE VERIFICACION DE UNA MAQUINA DE PRUEBA DEBE ESPECIFICAR DENTRO DE QUE INTERVALO DE CARGA PUEDE USARSE LA MAQUINA, EN LUGAR DE INFORMAR LA ACEPTACION O EL RECHAZO DE LA MISMA.

14. 2. EN EL ESTABLECIMIENTO DEL LIMITE INFERIOR DE UN RANGO DE CARGA, ABAJO DEL 10% DE LA CAPACIDAD DEL INTERVALO, DONDE 5 APLICACIONES DE CARGA SE REQUIERAN, LA DIFERENCIA ALGEBRAICA ENTRE EL PORCENTAJE DE ERROR MAS ALTO Y EL MAS BAJO, NO DEBE EXCEDER DE 1%. ESTO SIGNIFICA QUE AL ESTABLECER EL LIMITE INFERIOR DE UN INTERVALO DE CARGA, MENOR DEL 10% DE LA CAPACIDAD DE ESE INTERVALO, LOS ERRORES PARA LA SERIE DE 5 LECTURAS NO SOLO NO DEBEN EXCEDER EL 1%, SINO TAMBIEN NO DEBE HABER 2 ERRORES QUE DIFIERAN EN MAS DE 1%. SI EL MINIMO ERROR EN ESTA SERIE ES DE  $-1\%$  EL MAXIMO ERROR NO PUEDE EXCEDER DE 0.0%; SI EL MINIMO ERROR ES DE  $-0.5\%$ , EL MAXIMO ERROR NO PUEDE EXCEDER DE  $+0.5\%$ . SI EL MINIMO ERROR ES DE 0.0%, EL MAXIMO ERROR NO PUEDE EXCEDER DE  $+1\%$ , ETC.

14. 3 EN NINGUN CASO, EL INTERVALO DE CARGA DEBE FIJARSE INCLUYENDO CARGAS MENORES A AQUEL VALOR QUE SEA 100 VECES EL CAMBIO MAS PEQUENO DE CARGA, QUE PUEDA ESTIMARSE EN EL APARATO INDICADOR DE CARGAS DE LA MAQUINA DE PRUEBA. ESTO QUIERE DECIR QUE EN UNA MAQUINA DE PRUEBA QUE TIENE GRADUACIONES ESPACIADAS DE TAL MANERA QUE PUEDAN HACERSE ESTIMACIONES A DECIMAS DE DIVISION, EL INTERVALO DE CARGA PODRIA NO EXTENDERSE HACIA ABAJO A UNA CARGA MENOR QUE LA CORRESPONDIENTE A 10 DIVISIONES. SI LAS GRADUACIONES EN LA ESCALA DE CARGA, PUEDEN ESTIMARSE SOLAMENTE HASTA 2 DIVISIONES, EL INTERVALO DE CARGA PODRIA NO EXTENDERSE HACIA ABAJO MAS ALLA DE LA CARGA CORRESPONDIENTE A 200 DIVISIONES. EN LA MAYOR PARTE DE LAS MAQUINAS, LA CARGA MAS PEQUENA QUE PUEDE ESTIMARSE ESTA GENERALMENTE ENTRE LOS 2 EJEMPLOS CITADOS.

14. 4. EN NINGUN CASO EL INTERVALO DE CARGA DEBE COMPRENDER 0



INCLUIR CARGAS FUERA DEL INTERVALO DE CARGAS APLICADAS DURANTE LA PRUEBA DE VERIFICACION.

#### 15. CORRECCIONES.

---

LA CARGA INDICADA DE UNA MAQUINA DE PRUEBA NO DEBE CORREGIRSE, YA SEA POR CALCULOS O POR EL USO DE DIAGRAMAS DE CALIBRACION PARA OBTENER VALORES DENTRO DE LAS VARIACIONES PERMISIBLES REQUERIDAS.

#### 16. LAPSO ENTRE VERIFICACIONES

---

SE RECOMIENDA QUE LAS MAQUINAS DE PRUEBA CUANDO ESTAN EN USO CONSTANTE SE VERIFIQUEN CON INTERVALOS DE 12 MESES Y CUANDO SE USEN CON POCA FRECUENCIA CON INTERVALOS DE 2 A 3 ANOS. SIN EMBARGO, LAS MAQUINAS DE PRUEBA, DEBEN VERIFICARSE INMEDIATAMENTE DESPUES DE HACER REPARACIONES O AJUSTES DE LOS MECANISMOS DE CARGA, DEPUES DE QUE HAYAN SIDO MOVIDAS (ESTO NO ES APLICABLE A MAQUINAS DE TIPO PORTATIL), Y CUANDO POR ALGUNA RAZON HAYA UNA DUDA EN LA EXACTITUD DE LAS LECTURAS, SIN IMPORTAR EL LAPSO DESPUES DE LA ULTIMA VERIFICACION.

#### 17. INFORME

---

DEBE PREPARARSE UN INFORME CLARO Y COMPLETO DE CADA VERIFICACION DE LA MAQUINA DE PRUEBA. ESTE INFORME DEBE ESPECIFICAR EL METODO USADO EN LA VERIFICACION, DEBE DAR LOS NUMEROS DE SERIE Y LOS NOMBRES DE LOS FABRICANTES DE LOS APARATOS EMPLEADOS EN LA VERIFICACION, DEBE ESPECIFICARSE ADEMÁS, COMO, POR QUIEN Y CUANDO SE HIZO LA CALIBRACION DE LOS APARATOS USADOS EN LA VERIFICACION DE LA MAQUINA DE PRUEBA, EL INTERVALO DE CARGA DE LOS APARATOS DE CALIBRACION Y EL DE LA MAQUINA DE PRUEBA.

#### 18. APENDICE

---

##### 18. 1. OBSERVACIONES.

---

18. 1. 1. SIENDO EL PRESENTE UN TIEMPO DE TRANSICION, EN EL CUAL EL SISTEMA DE UNIDADES QUE RECIBE EL NOMBRE DE "SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES", QUE SE ABREVIAS I, HA COMENZADO A REEMPLAZAR A LOS OTROS SISTEMAS EN LAS DIFERENTES RAMAS DE LA CIENCIA Y DE LA TECNOLOGIA, RESULTA OPORTUNO MENCIONAR QUE LA UNIDAD DE FUERZA DE ESTE SISTEMA ES EL NEWTON, QUE UN DECANEWTON (DAN) ES IGUAL A 1.02 KILOGRAMOS-FUERZA, Y QUE LA TENDENCIA ES USAR DAN EN LUGAR DE KGF.

##### 18. 1. 2. DISPOSITIVOS DE CALIBRACION.

LOS DISPOSITIVOS DE CALIBRACION DEBEN CUMPLIR CON LOS REQUISITOS INDICADOS EN LA NORMA B 87 EN VIGOR, CUYO ANTECEDENTE ES LA ESPECIFICACION ASTM E 74.

18.2. NORMAS A CONSULTAR.

---

B 87 "VERIFICACION DE LOS DISPOSITIVOS DE CALIBRACION USADOS EN LA VERIFICACION DE MAQUINAS DE PRUEBA".

18.3 ANTECEDENTES

---

ANS Z 115.1 1966

ASTM E 4 1964

18.4. PARTICIPANTES.

---

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS, DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS.

TUBACERO, S. A.

FUNDIDORA MONTERREY, S. A.

FORD MOTOR CO., S. A.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

PETROLEOS MEXICANOS - SUPERINTENDENCIA GENERAL DE MANTENIMIENTO DE G. U.

COMITE CONSULTIVO DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

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

CAMPOS HERMANOS, S. A.

FUNDIDORA DE ACERO TEPEYAC, S. A.

ACEROS ANGLD, S. A. DE C. V.

SIDERURGICA LAZARO CARDENAS - LAS TRUCHAS, S. A.

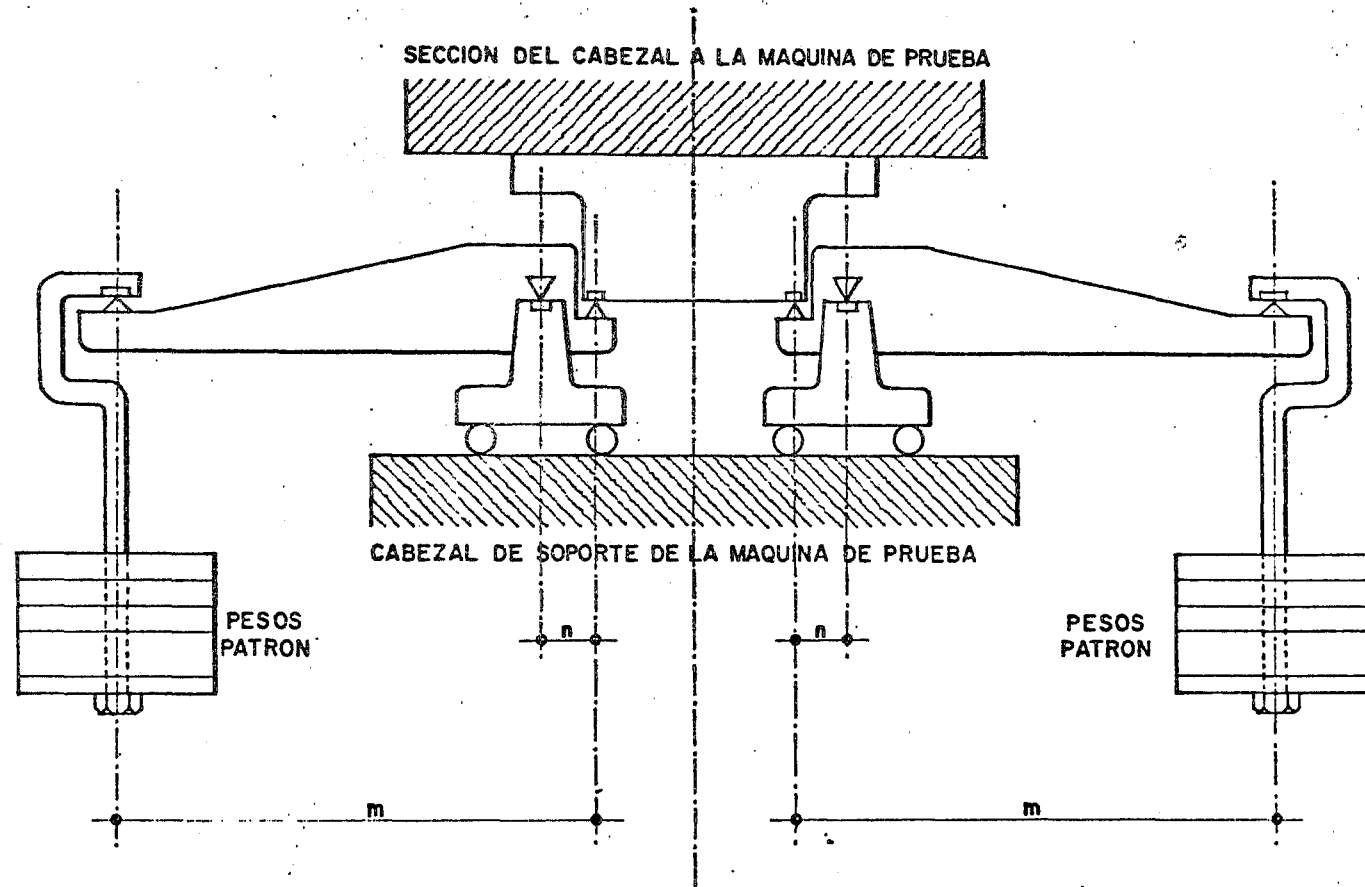


FIG. 1 P A L A N C A S

## C O N C L U S I O N E S

LA INTENSION DE ESTE TRABAJO FUE HACER UN MANUAL DE CONSULTA PARA MIS COMPANEROS DE ESCUELA Y PROFESIONISTAS QUE NECESITEN USO DE LAS NORMAS PARA SU VIDA DIARIA COMO HERRAMIENTA DE TRABAJO O INVESTIGACION.

ASI MISMO ES MI MEJOR DESEO QUE ALGUN COMPANERO TENGA LA INTENSION DE CONTINUAR ESTE TRABAJO PARA QUE EN MEXICO EXISTA A NIVEL DE ESTUDIOS PROFESIONALES UNA RELACION DIRECTA CON LA PRACTICA PROFESIONAL.

Y NUESTROS TRABAJOS PRESENTADOS PARA OBTENER EL TITULO DE LICENCIATURA SIRVAN TANTO A NUESTRAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS, INDUSTRIALES Y DE INVESTIGACION PARA EL PROGRESO DE NUESTRO PAIS.