

**NAG-129**

**1990**

**REDES DE POLIETILENO**

**PARA LA DISTRIBUCION**

**HASTA 4 bar**

**DE GASES DE PETROLEO**

**Y MANUFACTURADO**

**- TUBOS;**

**DIVERSOS DIAMETROS**

**HASTA 250 mm**

**NORMA GE - N1 - 129: 1990**

**REDES DE POLIETILENO**

**PARA LA DISTRIBUCION**

**HASTA 4 bar**

**DE GASES DE PETROLEO**

**Y MANUFACTURADO**

**- TUBOS;**

**DIVERSOS DIAMETROS**

**HASTA 250 mm**

**GAS DEL ESTADO**

## INDICE

- Indice.....	2
- Referencias.....	4
1. Objeto.....	6
2. Alcance.....	6
3. Consideraciones generales.....	7
4. Definiciones.....	8
5. Marcado, transporte y uso.....	9
6. Ensayos de aprobación.....	10
7. Ensayos de control de fabricación.....	11
8. Aceptación del lote.....	12
9. Dimensiones.....	12
10. Requisitos dimensionales de provisión .....	13
11. Ensayos.....	14
11.1. Acondicionamiento de las muestras.....	14
11.2. Medición de las dimensiones .....	14
11.3. Ensayo de dispersión del pigmento.....	17
11.4. Ensayo de resistencia a la tracción.....	19
11.5. Ensayo de resistencia a la presión hidrostática a corto plazo (estallido demorado).....	25
11.6. Ensayo de resistencia a la presión hidrostática a largo plazo.....	27
11.7. Ensayo de comportamiento con los componentes del gas.....	28
11.8. Ensayo de resistencia a la presión interna a elevada temperatura .....	28
11.9. Ensayo de fusibilidad en uniones por fusión a tope.....	29
11.10. Ensayo de compatibilidad de fusiones.....	30
11.11. Ensayo de estrangulación o pinzado .....	30
11.12. Ensayo de resistencia a la intemperie .....	31
11.13. Ensayo de estabilidad térmica a la oxidación .....	31
11.14. Ensayo de resistencia a la presión interna a elevada temperatura en probeta entallada .....	33
ANEXO A - Aprobación de resinas y del proceso de extrusión .....	39

## TABLAS

1.	Límites de presión máxima de operación en función de la SDR .....	6
2.	Clasificación del compuesto final .....	8
3.	Diámetro interior mínimo de la bobina.....	13
4.	Dimensiones de tubos.....	17
5.	Número de bandas para la obtención de probetas planas.....	22
6.	Resistencia a la tracción y alargamiento mínimos a la rotura.....	22
7.	Longitud libre de las probetas .....	25
8.	Tensión circunferencial y tiempo de ensayo para probetas sometidas a presión hidrostática a corto plazo - 1a. Etapa .....	26
9.	Tensión circunferencial y temperatura de ensayo para probetas sometidas a presión hidrostática a corto plazo - 2a. Etapa.....	27
10.	Tensión circunferencial y tiempo mínimo de ensayo para probetas sometidas a resistencia a la presión interna a elevada temperatura .....	29
11.	Presiones de ensayo.....	35
12.	Requisitos para la aprobación de Etapa 1.....	35
13.	Requisitos para la aprobación de Etapa 2 .....	36
14.	Requisitos para el control de fabricación de tubos .....	37
15.	Requisitos para la aceptación del lote.....	38

## FIGURAS

1.	Comparador para medir espesor de pared de tubos .....	15
2.	Examen micrográfico de dispersión del pigmento.....	18
3.	Dimensiones de los semidiscos para el ensayo de tracción ....	20
4.	Dimensiones de las probetas para el ensayo de tracción.....	20
5.A.	Probeta plana obtenida con sacabocados .....	23
5.B.	Probeta plana obtenida por maquinado (fresado).....	24
6.	Determinación de sectores para la obtención de probetas planas.....	24
7.	Probeta para determinar la resistencia a la presión hidrostática .....	25
8.	Curva de estabilidad térmica.....	32
9.	Detalles del método de entalladura.....	34

## REFERENCIAS

### GAS DEL ESTADO

Norma GE - N1 - 134:	Redes de polietileno para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado. Herramientas y equipo auxiliar para termofusión.
Norma GE - N1 - 136:	Redes de polietileno para la distribución hasta 4 bar de gases de petróleo y manufacturado. Instrucciones para la instalación.
Norma GE - N1 - 139:	Polietileno. Determinación de la densidad. Método de la columna de gradiente (ISO 1183).
Norma GE - N1 - 140:	Tubería plástica. Medición de dimensiones (ISO 3126).  - Reglamento para fabricantes e importadores de artefactos a gas para usos domésticos, accesorios, elementos auxiliares para cañerías de gas, incluso los referidos para la utilización en redes de polietileno; garrafas, cilindros y tanques para almacenamiento de gases licuados.

---

IRAM 13315	Plásticos. Polietileno y compuestos polietilénicos. Métodos de determinación del índice de fluidez en caliente.
IRAM 13316	Plásticos. Ensayo de tracción.
IRAM 13317	Plásticos. Método de determinación del punto de ablandamiento Vicat.
IRAM 13328	Plásticos. Método de determinación de la densidad aparente de materiales de moldeo, capaces de escurrir a través de un embudo especificado.
IRAM - DEF D1054	Carta de colores para pinturas de acabado brillante, semimate y mate.
IRAM - IAP A5165	Instrumentos de medición. Manómetros indicadores de tubo Bourdón de escala circular.
ISO / R 1133	Método para determinar índice de fluidez en polietileno (melt index).
ISO 1167	Tubos plásticos para el transporte de fluidos. Determinación de la resistencia a la presión interna.
ISO / R 1183	Plásticos. Métodos para determinar densidad y densidad relativa (peso específico) de los plásticos, con exclusión de los plásticos alveolares.
ISO 3126	Tubos plásticos. Medición de las dimensiones.
ISO 3607	Tubos de polietileno. Tolerancias en diámetros exteriores y espesores de pared.
ISO 4065	Tubos termoplásticos - Tabla universal de espesores de pared.
ISO 4437	Tubos enterrados de polietileno para suministro de combustibles gaseosos - Serie métrica. Especificaciones.

ISO 6259

Tubos de polietileno. Ensayos de tracción.

ASTM 2290

Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la tracción aparente en plásticos tubulares, anillos o plásticos reforzados, por el método de disco partido.

## **NORMA GE - N1 - 129: 1990**

### **1. OBJETO**

Se establecen las características generales y ensayos para tubos de polietileno (en adelante PE), empleados para el transporte y distribución de gas natural, gas manufacturado u otros gases derivados del petróleo que no ataquen al PE.

### **2. ALCANCE**

- 2.1. Es aplicable a tubos de PE para ser utilizados en instalaciones enterradas, encamisadas o insertadas en tuberías preexistentes, para una presión máxima de operación de 4,0 bar con SDR 11 para diámetros de hasta 250 mm inclusive, y una temperatura entre 0 ° C y 40 ° C. Cuando la presión de operación no supere 1,5 bar, los tubos podrán ser SDR 17,6 para la misma temperatura de operación.

**TABLA 1 - LIMITES DE PRESION MAXIMA DE OPERACION  
EN FUNCION DE LA TEMPERATURA Y DE LA SDR**

RANGO DE TEMPERATURA	LIMITE DE PRESION		TENSION CIRCUNFERENCIAL
	SDR		
	11,0	17,6	
° C	BAR		MN / m <sup>2</sup>
0 - 40	4.0	1.5	2

- 2.2. Los elementos objeto de esta Norma se considerarán integrando un "sistema" de tuberías, según la acepción que a este concepto se da en la Norma GE - N1 - 136.

### **3. CONSIDERACIONES GENERALES**

- 3.1. El material (compuesto final) a utilizar en la fabricación de los tubos deberá cumplir lo establecido en la Norma ISO 4437.

Las resinas de PE a utilizar en la construcción de los tubos objeto de esta Norma, deberán contar con la aprobación de Gas del Estado, según el Apéndice A.

- 3.1.1. Si se empleara material reprocesado, se efectuará previamente la comunicación a Gas del Estado, debiendo el mismo cumplir los siguientes requisitos:

- ser de la producción del mismo fabricante;
- no haber salido de la fábrica;
- estar libre de impurezas o elementos que afecten sus propiedades físico - químicas.

Los tubos fabricados con este material deberán quedar perfectamente identificados en los registros internos del fabricante.

- 3.1.2. El material de los tubos será de color amarillo, según la clasificación de la Norma IRAM - DEF D1054: 05.1.010 - 05.1.020 - 05.1.030 ó 05.3.020 y contener los estabilizadores de radiación UV que permitan una buena resistencia al envejecimiento climático. La coloración y opacidad deberán ser uniformes.

- 3.1.3. Los aditivos estarán dispersados adecuadamente en todo el material del tubo y la distribución de pigmentos será ensayada utilizando el método descripto en 11.3.

La prueba de la adecuada dispersión de pigmentos en el compuesto final será aceptada a condición de que no sean introducidas cantidades adicionales de polímero ni aditivos.

El pigmento y el estabilizador deberán ser formulados de modo de reducir al mínimo la posibilidad de decoloración después que el tubo haya sido enterrado o expuesto a la intemperie, especialmente en presencia de bacterias anaeróbicas.

- 3.2. Todos los tubos fabricados en PE deberán cumplir los requisitos de esta Norma, y en el caso de tubos arrollados en bobinas, estos requisitos deberán verificarse cuando el tubo haya permanecido arrollado por lo menos 24 h y posteriormente enderezado (ver 10 ).

- 3.3. Las superficies interna y externa de los tubos serán, a simple vista, homogéneas y libres de grietas, inclusiones extrañas, ampollas o hendiduras.

Los tubos arrollados en bobinas serán zunchados de manera que permita desenrollar una o dos capas de espiras, sin que se desenrolle el resto.

- 3.4. Los tubos deberán tener adecuada resistencia a la acción de la intemperie y al envejecimiento durante el almacenamiento al aire libre, de acuerdo con 11.12.

- 3.5. Cuando se fusionen tubos fabricados con resinas distintas se comprobará su compatibilidad según 11.10.

- 3.6. Los extremos de los tubos serán protegidos para evitar daños y la penetración de objetos extraños.



#### 4. DEFINICIONES

##### 4.1. Diámetro nominal (Dn)

Número convencional que coincide con el diámetro exterior mínimo e identifica al tubo de PE.

##### 4.2. Error de perpendicularidad

Es la mayor separación, medida sobre una generatriz, entre el plano real de corte y el plano perpendicular al eje longitudinal del tubo coincidentes en un mismo punto del eje.

##### 4.3. Compuesto final

Material a partir del cual se produce el tubo. Está constituido por la resina de PE con los agregados necesarios para su fabricación, empleo y fusibilidad (antioxidantes, estabilizadores UV, pigmentos y otros).

Se clasifica en Tipos A, B ó C, según la Tabla 2.

**TABLA 2 - CLASIFICACION DEL COMPUESTO FINAL**

TIPO	TEMPERATURA: 23 ° C $\pm$ 2 ° C		TEMPERATURA: 80 ° C $\pm$ 1 ° C	
	Tensión circunferencial mínima (MN / m <sup>2</sup> )	Tiempo mínimo de ensayo hasta la rotura (h)	Tensión circunferencial mínima (MN / m <sup>2</sup> )	Tiempo mínimo de ensayo hasta la rotura (h)
A	15	1	3	170
B	12	1	4	170
C	12	1	3	170

##### 4.4. Relación dimensional normalizada (RDN o, sigla inglesa, SDR)

Cociente entre el diámetro nominal y el espesor nominal mínimo de pared.

##### 4.5. Proveedor (fabricante o importador)

Persona real o jurídica que presenta la tubería ante Gas del Estado para su aprobación.

## **5. MARCADO, TRANSPORTE Y USO**

- 5.1. Todos los tubos estarán marcados en forma legible e indeleble en toda su longitud, con una leyenda indentada sobre una generatriz, y que tenga una profundidad entre 0,02 mm y 0,15 mm. El color de los caracteres será negro y su altura mínima de 3 mm.
- 5.2. La leyenda deberá indicar, a intervalos de 1 m como máximo, la información siguiente:
- identificación del fabricante;
  - la palabra "polietileno" o las siglas PE;
  - identificación del compuesto final empleado, según esta Norma: A, B ó C;
  - la leyenda GAS;
  - diámetro nominal (mm) y SDR;
  - la leyenda GE - N1 - 129;
  - identificación de la línea y turno de producción correspondientes, día, mes y año de fabricación (podrá acordarse con Gas del Estado su codificación);
  - la leyenda INDUSTRIA ARGENTINA.
- 5.3. La marcación deberá permanecer legible en condiciones normales de manipulación, almacenamiento e instalación.
- 5.4. Los tubos estarán convenientemente soportados y protegidos durante el transporte y almacenamiento, según lo estipulado en la Norma GE - N1 - 136.

## **6. ENSAYOS DE APROBACION**

La aprobación consta de dos etapas. Etapa 1 y Etapa 2.

- 6.1. Los ensayos para la aprobación de Etapa 1 se efectuarán sobre muestras extruidas con ese propósito.
- 6.2. La aprobación de Etapa 2 se realizará sobre muestras de tubos que representen 3 meses de producción y dentro de los 18 meses posteriores a la aprobación de Etapa 1; en caso de no superarse los ensayos de Etapa 2, se retirará la aprobación de Etapa 1.
  - 6.2.1. Para el caso eventual que los ensayos de Etapa 2 arrojen un resultado negativo, el proveedor asumirá en forma expresa la responsabilidad civil emergente por las reclamaciones, ya sean judiciales o extrajudiciales, causadas por los inconvenientes y/o accidentes derivados de fallas por deficiencias atribuidas por Gas del Estado a los elementos provistos, que puedan afectar a terceras personas y/o bienes y/o cosas de terceras personas, de acuerdo con los artículos 1109, 1113 y concordantes del Código Civil. Asimismo, deberá comprometerse a reemplazar los elementos afectados, por otros similares aprobados por Gas del Estado.
- 6.3. Ningún fabricante podrá alegar cumplimiento de esta Norma hasta tanto no haya aprobado los requisitos de Etapa 1 y de Etapa 2.
- 6.4. Si hubiera un cambio en la técnica de fabricación, la introducción de un nuevo agregado en el compuesto final o una interrupción de largo plazo - un (1) año en la producción -, deberá efectuarse la reevaluación total o parcial.
- 6.5. No podrá comercializarse ningún tubo alegando que cumple con esta Norma, hasta tanto se haya otorgado por escrito la aprobación de Etapa 1.
- 6.6. APROBACION DE ETAPA 1
  - 6.6.1. Las muestras de tubos con el marcado correspondiente serán ensayadas conforme los requisitos detallados en la Tabla 12. Cuando se requiera la aprobación para muchos diámetros simultáneamente de tubos del Tipo A o B, los ensayos se efectuarán cada tres (3) diámetros, empezando desde el más pequeño e incluyendo el mayor. El resultado negativo en cualquiera de los diámetros elegidos obligará a la realización de los ensayos en todos los diámetros de aprobación.
  - 6.6.2. Cuando los tubos sean del Tipo C, se ensayarán todos los diámetros; el resultado negativo en uno de los diámetros implicará el rechazo de ese diámetro.
- 6.7. APROBACION DE ETAPA 2
  - 6.7.1. Cuando se trata de obtener la aprobación de Etapa 2 simultáneamente para muchos diámetros, el muestreo para los ensayos en tubos envejecidos por la intemperie se efectuará de acuerdo con lo especificado en 6.6.
  - 6.7.2. En caso de registrarse resultado negativo en alguna de las muestras, se procederá de acuerdo con lo indicado en 6.6.1. ó 6.6.2., según corresponda.
  - 6.7.3. Se seleccionarán muestras de tubos que hayan sido sometidos y hayan aprobado los ensayos de 7. Las muestras de cada diámetro y SDR se ensayarán de acuerdo con el programa detallado en la Tabla 13.

## **7. ENSAYOS DE CONTROL DE FABRICACION**

Estos ensayos son necesarios para demostrar un nivel satisfactorio y continuo de la calidad de los tubos en la producción diaria. Serán llevados a cabo por el fabricante y deberán satisfacer los requisitos de la Tabla 14.

Gas del Estado tendrá acceso a los registros y planillas de controles de fabricación, reservándose el derecho de efectuar los ensayos que considere necesarios, sólo al efecto de verificar el cumplimiento de esta Norma. Se exigirán muestras para confirmar los resultados de los ensayos del fabricante. El número de muestras para ensayos representará la gama de tubos producidos y dependerá de la historia de producción previa. El costo de las muestras para ensayos estará a cargo del fabricante.

Se aclara, taxativamente, que la realización de los ensayos mencionados no faculta al fabricante para utilizarlos como una certificación de calidad válida para terceros. Además no significa compartir responsabilidades con el mismo.

Cuando sea aplicable, los ensayos descritos en 6. y 7. podrán efectuarse simultáneamente en los tubos y accesorios.

Inicialmente, las verificaciones definidas en el programa indicado en la Tabla 14, se realizarán en la producción de cada extrusora. Cuando el fabricante demuestre, a través de continuos resultados satisfactorios, que no es necesario efectuar verificaciones con esa frecuencia, podrá solicitar la autorización - por escrito - de reducir la misma. La autorización podrá ser retirada si los resultados siguientes no satisficieran los requisitos de esta Norma.

## **8. ACEPTACION DEL LOTE**

- 8.1. En caso de ser necesario efectuar la aprobación de un lote determinado, éste deberá estar constituido por tubos que hayan superado los ensayos de aprobación definidos en esta Norma, y provenir de fabricantes inscriptos en el Registro respectivo, que cumplan con los requisitos de control exigidos por Gas del Estado.
- 8.2. La aceptación del lote, definida en esta cláusula, estará a cargo de Gas del Estado, según el programa detallado en la Tabla 15.
- 8.3. Los lotes estarán definidos por:
- la producción continua de no menos de 10 bobinas ó 100 tramos de tubos rectos de un mismo diámetro, correspondientes a un turno de máquina no inferior a 6 h;
  - la producción continua de un mismo diámetro, correspondiente a una máquina durante un máximo de 12 h de producción;
  - la producción continua de un mismo diámetro, correspondiente a una máquina durante un período máximo de 24 h de producción.

## **9. DIMENSIONES**

Diámetro exterior, espesor de pared, longitud, ovalización y perpendicularidad de corte

Los tubos cumplirán con lo indicado en la Tabla 4, medidos según 11.2.1., 11.2.2., 11.2.3. y 11.2.4.

## 10. REQUISITOS DIMENSIONALES DE PROVISION

- 10.1 Los tubos serán provistos cuando al medición, efectuada de acuerdo con 11.2., cumpla con las exigencias especificadas en esta Norma.
- 10.2. Además, los tubos enrollados deberán cumplir con el diámetro interior de bobina especificado en la Tabla 3.

**TABLA 3 - DIAMETRO INTERIOR MINIMO DE LA BOBINA**

Dn DEL TUBO mm	DIAMETRO INTERIOR MINIMO DE LA BOBINA m			
	Tipos B y C		Tipo A	
	SDR 11,0	SDR 17,6	SDR 11,0	SDR 17,6
16	0,6	-	0,6	-
20	0,6	-	0,6	-
25	0,6	-	0,6	-
32	0,7	-	0,8	-
40	0,8	-	1,0	-
50	1,0	-	1,2	-
63	1,3	-	1,6	-
75	1,5	-	1,8	-
90	1,8	2,7	2,2	3,3
110	2,2	3,2	2,7	4,0
125	2,5	3,7	3,0	4,8
Máxima temperatura superficial externa al enrollar	35 ° C		30 ° C	

## 11. ENSAYOS

### 11.1. ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Salvo que se indique lo contrario, las muestras se acondicionarán en atmósfera de laboratorio a una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### 11.2. MEDICION DE LAS DIMENSIONES

Todas las mediciones se realizarán de acuerdo con la Norma GE - N1 - 140, excepto las particularidades requeridas para esta Norma.

#### 11.2.1. Diámetro exterior medio (Dem)

La precisión requerida en cada medición es de 0,1 mm.

##### 11.2.1.1. Instrumental

- a) Tubos de  $D_n \leq 32$  mm: micrómetro o calibre con vernier, con precisión de 0,05 mm, adecuado para medir el diámetro exterior.
- b) Tubos de  $D_n > 32$  mm: cinta circunferencial de acero inoxidable, con precisión de 0,05 mm, que dé directamente los diámetros en milímetros.

##### 11.2.1.2. Procedimiento para el caso a): se efectuarán 4 mediciones sobre una misma sección, uniformemente repartidas, a una distancia no inferior a 25 mm del extremo de la muestra.

El diámetro exterior medio se obtendrá calculando la media aritmética entre todos los diámetros medidos, con redondeo a 0,05 mm más, próximo.

##### 11.2.1.3. Procedimiento para el caso b): se aplica la cinta sobre toda la circunferencia de una sección perpendicular al eje del tubo. Las mediciones deberán efectuarse a una distancia mínima de 1 $D_n$ (de la tubería a medir) del extremo de la muestra.

La lectura del diámetro exterior debe ser directa, y será redondeada a 0,05 mm más próximo.

##### 11.2.1.4. El diámetro exterior medio deberá ajustarse en cualquier sección del tubo a los valores especificados en la Tabla 4; caso contrario, será causa de rechazo.

#### 11.2.2. Espesor de pared

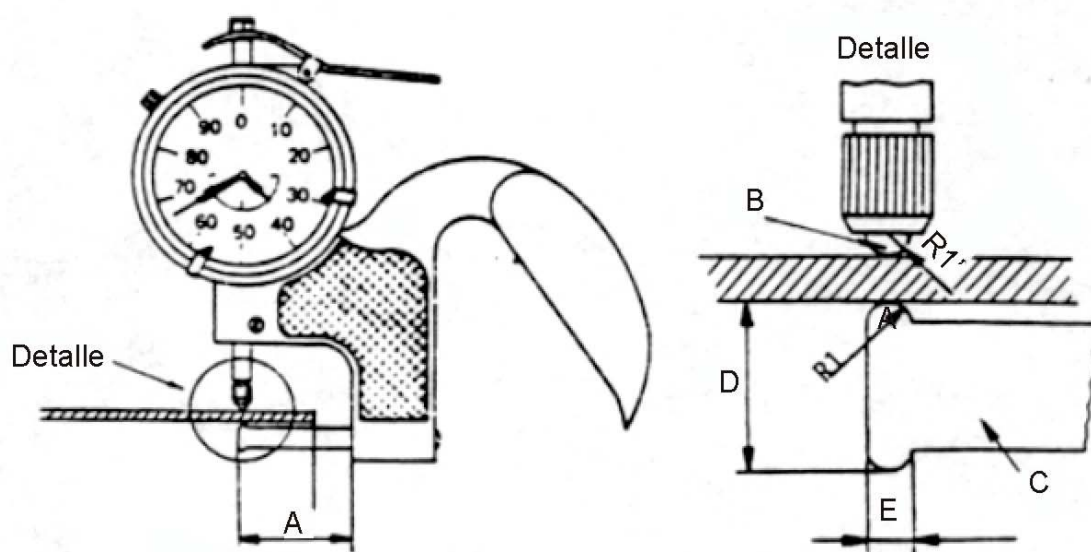
##### 11.2.2.1. Instrumental: micrómetro o comparador del tipo indicado en la Figura 1, o equipo de ultrasonido, que permita lecturas con una precisión de 0,001 mm.

##### 11.2.2.2. Procedimiento:

- a) los extremos de las muestras estarán libres de rebabas;
- b) la medición se efectuará sobre ambos extremos, a no menos de 10 mm del borde cortado;
- c) la muestra o el instrumento de medición será rotado, como sea más conveniente, hasta obtener los valores del espesor máximo y espesor mínimo de pared, con una precisión de 0,05 mm (0,05 mm se redondea a la cifra superior);

- d) el espesor de pared en las generatrices indentadas deberá ser tal que, una vez restada la profundidad del indentado, el espesor resultante no sea inferior al mínimo exigido en la Tabla 4;
- e) el número mínimo de mediciones será 4 para tubos de  $D_n \leq 25$  mm, 6 para tubos de  $D_n 32$  a 75 mm, 8 para tubos de  $D_n 90$  a 180 mm, y 10 para tubos  $\geq 200$  mm;
- f) los tubos que no cumplan con la Tabla 4 serán rechazados.

**FIGURA 1 - COMPARADOR PARA MEDIR ESPESOR DE PARED DE TUBOS**



- A - longitud mínima del vástago fijo, 30 mm;
- B - punto de contacto móvil, hemisférico;
- R - radio de los puntos de contacto móvil y fijo, de aproximadamente 1 mm;
- C - vástago fijo, con extremo discoidal;
- D - diámetro del disco, entre 6 mm y 8 mm;
- E - espesor del disco, entre 1 mm y 2 mm.

#### 11.2.3. Longitud

La longitud de los tubos será de 6 m ó 12 m, para tubos entregados en tramos rectos. Para tubos entregados en bobinas se aceptarán longitudes que sean múltiplo de 50 m, no pudiendo ser inferiores a 150 m para  $D_n \leq 63$  mm, inclusive. En todos los casos se admitirán discrepancias de - 0 % + 2,5 %.

Los tubos que no se ajusten a lo indicado serán rechazados.

#### 11.2.4. Ovalización (Ov)



Se medirá sobre tubos entregados en tramos rectos o en bobinas. A las muestras obtenidas de tubos enrollados se las someterá a relajación con baño de agua termostatzado.

11.2.4.1. Instrumental: calibre adecuado para medir el diámetro exterior, con una precisión de 0,05 mm.

11.2.4.2. Baño de agua (sólo para relajación de tubos en bobinas): termostatzado a  $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  y de capacidad suficiente para contener las probetas.

11.2.4.3. Procedimiento:

- a) sumergir la probeta en el baño de agua termostatzado durante 30 min;
- b) retirar la probeta del baño y dejarla enfriar, hasta una temperatura de  $23^{\circ}\text{C}$ , sin que se deforme;
- c) medir en uno de los extremos de la probeta el diámetro exterior, empleando el instrumento de medición, buscando el diámetro máximo ( $D_{\text{máx}}$ ) y el diámetro mínimo ( $D_{\text{mín}}$ ).

11.2.4.4. Cálculo:

- a) calcular la ovalización, empleando la fórmula

$$Ov = D_{\text{máx}} - D_{\text{mín}}$$

siendo  $Ov$  la ovalización máxima, en mm;

$D_{\text{máx}}$  el mayor diámetro medido, en mm;

$D_{\text{mín}}$  el menor diámetro medido, en mm;

- b) el valor de ovalización determinado deberá cumplir con la Tabla 4; de no ser así, el tubo será rechazado.

**TABLA 4 - DIMENSIONES DE LOS TUBOS**  
(Todas las dimensiones en mm)

DIAMETRO NOMINAL Dn	DIAMETRO EXTERIOR MEDIO (Dem)		ESPESOR NOMINAL				OVALIZACION MAXIMA	ERROR MAXIMO DE PERPENDI- CULARIDAD
	Mín.	Máx.	SDR 11,0		SDR 17,6			
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		
* 16	16	16,3	2,3	2,6 <sup>1</sup>				
* 20	20	20,3	2,3	2,6 <sup>2</sup>	-	-	1,2	2
* 25	25	25,3	2,3	2,6 <sup>3</sup>	-	-	1,2	2
* 32	32	32,3	3,0	3,3	-	-	1,3	2
* 40	40	40,4	3,7	4,1	-	-	1,3	2
* 50	50	50,4	4,6	5,0	-	-	1,4	3
* 63	63	63,4	5,8	6,2	-	-	1,5	3
75	75	75,5	6,8	7,3	-	-	1,5	3
* 90	90	90,6	8,2	8,8	5,2	5,8	1,8	3
110	110	110,6	10,0	10,6	6,3	6,9	2,2	4
*125	125	125,6	11,4	12,0	7,1	7,7	2,5	4
140	140	141,0	12,7	13,5	8,0	8,8	2,8	4
160	160	161,0	14,6	15,6	9,1	10,1	3,2	5
*180	180	181,2	16,4	17,6	10,3	11,5	3,6	5
200	200	201,2	18,2	19,5	11,4	12,7	4,0	5
225	225	226,4	20,5	21,9	12,8	14,2	4,5	6
250	250	251,5	22,7	24,2	14,2	15,7	5,0	6

NOTAS: Los valores indicados para tubos de 16 mm, 20 mm y 25 mm son mayores que los que corresponderían a SDR 11, con el objeto de mantener los valores del espesor mínimo de pared. Dichos tubos deberán ser marcados como: (1) SDR 7,0; SDR 8,7; (3) SDR 10,7.

(\*) Tubería a adoptar por Gas del Estado.

### 11.3. ENSAYO DE DISPERSION DEL PIGMENTO

#### 11.3.1. Equipo de ensayo

Las probetas se extraerán con un equipo capaz de cortar láminas de PE de 0,04 mm de espesor (micrótopo) y un microscopio con amplificación de 100 aumentos.

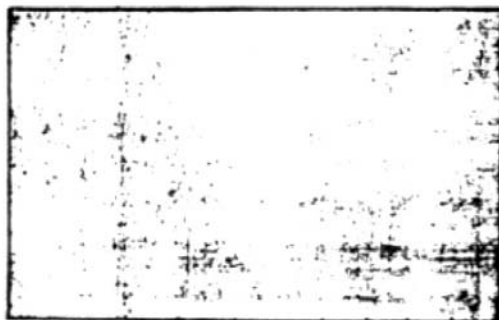
#### 11.3.2. Probetas

Se tomarán 3 muestras de tubo al azar y se cortarán de cada una secciones transversales de no más de 0,04 mm de espesor. Si las muestras se obtienen de tubos en bobinas, las secciones serán estiradas por inmersión en glicerina caliente.

#### 11.3.3. Procedimiento

Observar las secciones con una amplificación de 100 aumentos utilizando luz transmitida. Se deberá estudiar un área de aproximadamente 1mm x el espesor de la pared del tubo, y sobre esta sección no existirá una dispersión de pigmento inadecuada, según la Figura 2.

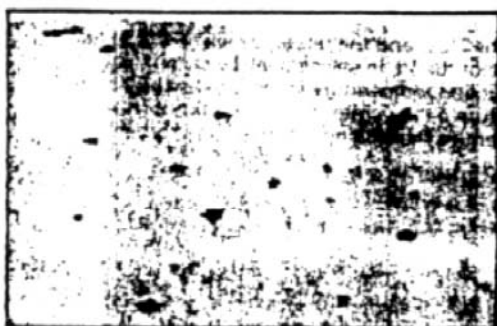
FIGURA 2 - EXAMEN MICROGRAFICO DE DISPERSION DEL PIGMENTO



ADECUADA



ADECUADA



INSATISFACTORIA - AGLOMERACION



INSATISFACTORIA - AGLOMERACION



INSATISFACTORIA - TURBULENTA



INSATISFACTORIA - TURBULENTA

#### 11.4. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION

##### 11.4.1. Ensayo en probeta anular

Este método se aplica a tubos de cualquier diámetro y tipo. Consiste en someter una probeta de sección circular a una tracción que modifique lo menos posible la forma de la misma. Esto se logra colocando en el interior de la probeta un disco partido de dimensiones adecuadas y aplicando una fuerza perpendicular al eje del tubo, según la Figura 3.

##### 11.4.1.1. Equipo de ensayo

- a) Micrómetro, a puntas de bolilla, apto para realizar determinaciones a 0,01 mm (Figura 1).
- b) Máquina de tracción del tipo "disco partido", apta para aplicar en los dos semidiscos una tensión gradual y perpendicular a la dirección de la unión de los semidiscos. Contará con un registrador de carga apto para determinar, con un error máximo de 1 %, la máxima carga de ensayo.
- c) Semidiscos, contruidos con un material que no se deforme durante el ensayo. Se usarán dos iguales para cada ensayo. Los diámetros serán el 99 % del diámetro interior mínimo de la probeta, según Figura 3. El espesor será igual o mayor a 13 mm. La superficie que tome contacto con la probeta será lisa y libre, a simple vista, de todo tipo de rugosidad.

##### 11.4.1.2. Velocidad de ensayo

Será de 12,7 mm / min  $\pm$  0,5 mm / min.

##### 11.4.1.3. Probetas

- a) Se cortarán 5 probetas de cada tubo y se ajustarán a las dimensiones de la Figura 4.
- b) Los bordes de las probetas deberán ser rectos y perpendiculares al eje del tubo.
- c) La superficies estarán libres de defectos y rajaduras u otras imperfecciones.

##### 11.4.1.4. Procedimiento

- a) Determinar el ancho mínimo y el espesor correspondiente en cada entalladura.
- b) Colocar la probeta en los semidiscos, haciendo coincidir la zona de unión de los semidiscos con el centro de las entalladuras.
- c) Regular la máquina de tracción, de manera que la velocidad de separación de los semidiscos sea de 12,7 mm / min  $\pm$  0,5 mm / min.
- d) Colocar los discos con la probeta en la máquina, y comenzar a traccionar, verificando visualmente que durante la tracción los semidiscos no se desplacen.
- e) Registrar la carga máxima.

##### 11.4.1.5. Condiciones de ensayo: se realizará a 23 ° C $\pm$ 2 ° C.

11.4.1.6. Calcular la resistencia a la tracción circunferencial, con la fórmula siguiente:

$$\sigma = \frac{P}{d_1 b_1 + d_2 b_2};$$

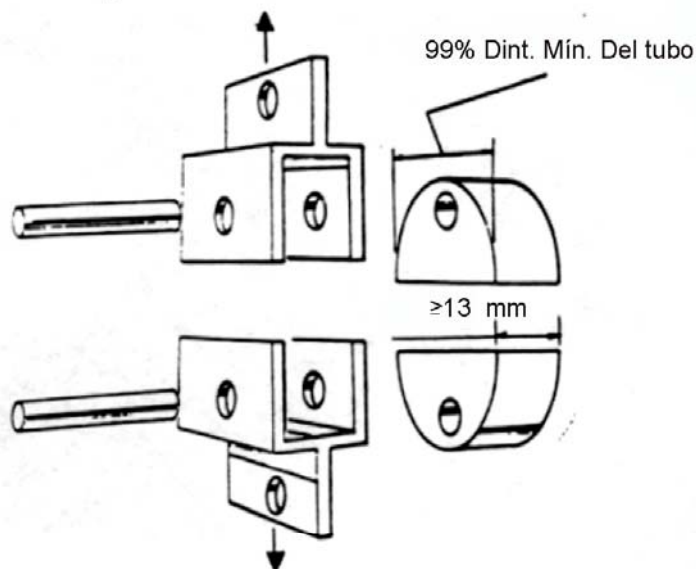
siendo P - carga máxima, en MN;

$d_1$  y  $d_2$  - espesores en las secciones de la entalla, en mm;

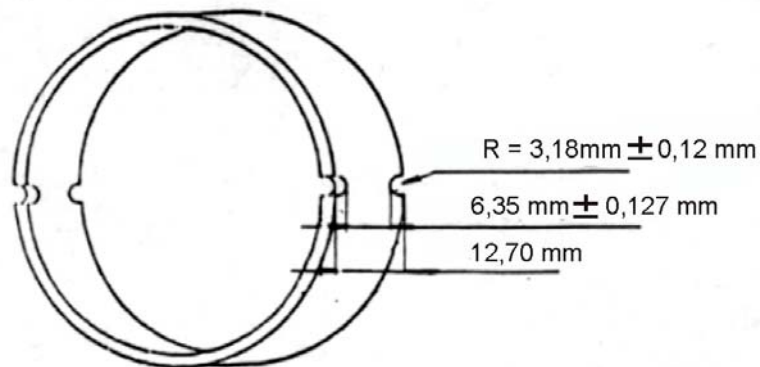
$b_1$  y  $b_2$  - ancho en las secciones de la entalla, en mm.

11.4.1.7. Requisitos de aprobación: los valores de los ensayos no serán inferiores a los indicados en la Tabla 6.

**FIGURA 3 - DIMENSIONES DE LOS SEMIDISCOS PARA EL ENSAYO DE TRACCION**



**FIGURA 4 - DIMENSIONES DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE TRACCION**



#### 11.4.2. Ensayo sobre probeta plana

Este ensayo se podrá aplicar a tubos de cualquier Dn.

##### 11.4.2.1. Equipo de ensayo:

- a) Máquina de ensayo con mordazas para la sujeción de la probeta, una en la parte fija de la máquina y otra en la virtualmente móvil, que no permitan su deslizamiento durante el ensayo. La velocidad de desplazamiento de la parte móvil será constante. Deberá contar con un registrador de carga con un error máximo del 1 % y otro para determinar el alargamiento que registre la probeta, con una apreciación del 1%.
- b) La probeta será medida con un micrómetro para determinaciones de 0,01 mm en la zona calibrada.

##### 11.4.2.2. Velocidad de ensayo: la velocidad de tracción será de 100 mm / min $\pm$ 10 % para espesores $\leq$ 6 mm; y de 25 mm / min $\pm$ 10 % para espesores > 6 mm.

##### 11.4.2.3. Obtención de las probetas:

- a) Las muestras consistirán en tramos de tubos de aproximadamente 150 mm de longitud.
- b) Sobre la circunferencia del tubo se trazarán generatrices para obtener, como mínimo, cinco bandas paralelas al eje longitudinal. Del centro de cada banda sólo se extraerá una probeta, según la Figura 6 y la Tabla 5.
- c) Para tubos de Dn > 63 mm, las bandas se obtendrán de distintos tramos de un mismo tubo, comenzando desde una generatriz tomada como línea de referencia.
- d) Se evitará el aplastamiento o calentamiento de las probetas durante su extracción.

##### 11.4.2.3.1. Probeta obtenida con sacabocados: podrá obtenerse de tubos con espesor de pared < 12,7 mm. El sacabocados será filoso y libre de imperfecciones, a los efectos de demandar un solo golpe con presión uniforme en la extracción de la probeta. El mismo se aplicará en la superficie interna del tubo. la forma y dimensiones de la probeta se indican en la Figura 5.A.

##### 11.4.2.3.2. Probeta obtenida por maquinado (fresado): podrá obtenerse de tubos con espesor de pared > 12,7 mm. Deberá evitarse en el maquinado el calentamiento de la probeta y su superficie será lisa y libre de imperfecciones. Las condiciones de maquinado son:

- velocidad de rotación de la fresa, 10 m / min;
- avance, 10 a 20 mm / min.

En lo posible, deberá evitarse la variación del espesor del tubo por maquinado; pero, si se produce, el ensayo deberá realizarse de la siguiente forma:

- a) una primera serie de 3 o más probetas con maquinado de la superficie interna del tubo;
- b) una segunda serie de igual cantidad de probetas con maquinado de la superficie externa.

Se deberán tomar como válidas las de la serie que arroje valores de espesor más bajo.

Su forma y dimensiones se indican en la Figura 5.B.

**TABLA 5 - NUMERO DE BANDAS PARA LA OBTENCION DE PROBETAS PLANAS**

Diámetro exterior (mm)	63 a 250
N ° de sectores o bandas	5

**11.4.3. Consideraciones**

- a) El número de probetas para determinar las propiedades de resistencia a la tracción nunca será menor de 3.
- b) Antes del ensayo, las probetas se acondicionarán en agua durante 1 h, a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (o a aire, durante 2 h).
- c) El ensayo se realizará a  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

**11.4.4. Cálculos**

La resistencia a la tracción resulta de:

$$\sigma = \frac{P}{S} ;$$

- siendo  $\sigma$  - resistencia a la tracción ( $\text{MN} / \text{m}^2$ );
- $P$  - carga máxima (MN);
- $S$  - sección (ancho x espesor) ( $\text{m}^2$ ).

El alargamiento se calcula con la siguiente fórmula:

$$\epsilon = \frac{L_f - L_i}{L_i} \cdot 100$$

- siendo  $\epsilon$  - alargamiento porcentual (%);
- $L_f$  - longitud final entre marcas (mm); y
- $L_i$  - longitud inicial entre marcas (mm).

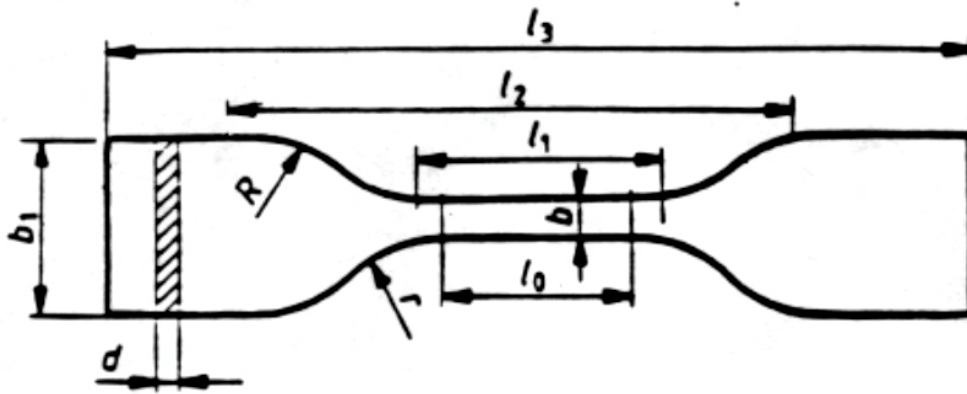
**11.4.5. Requisitos de aprobación**

La resistencia a la tracción y el alargamiento mínimo se ajustarán a la Tabla 6.

**TABLA 6 - RESISTENCIA A LA PRESION Y ALARGAMIENTO MINIMO A LA ROTURA**

Tipo de material (compuesto final)	A	B y C
Resistencia en el punto de fluencia ( $\text{MN} / \text{m}^2$ )	19	15
Alargamiento a la rotura (%)	350	350

FIGURA 5.A. - PROBETA PLANA OBTENIDA CON SACABOCADOS



$l_3$  - longitud total mínima, 115 mm;

$b_1$  - ancho de los extremos, 25 mm  $\pm$  1 mm;

$l_1$  - longitud de la sección calibrada, 33 mm  $\pm$  2 mm;

$b$  - ancho de la sección calibrada, 6 mm  $\pm$  0,4 mm;

$r$  - radio de curvatura menor, 14 mm  $\pm$  1 mm;

$R$  - radio de curvatura mayor, 25 mm  $\pm$  2 mm;

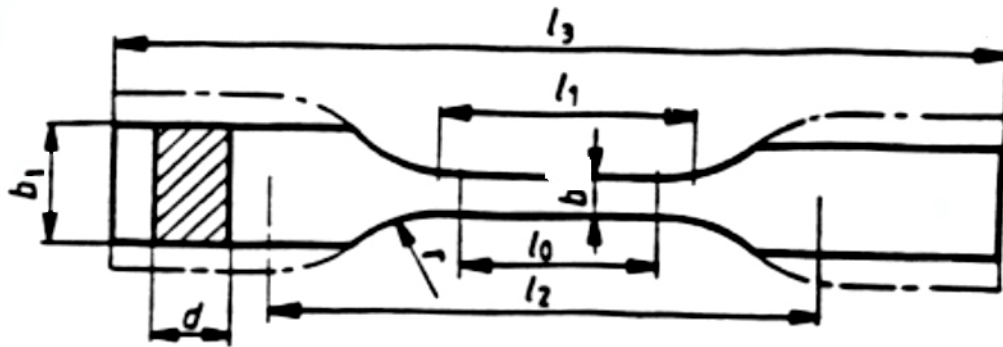
$l_0$  - distancia entre marcas, 25 mm  $\pm$  1 mm;

$l_2$  - distancia inicial entre mordazas, 80 mm  $\pm$  5 mm;

$d$  - espesor de pared,  $\leq$  12,7 mm.

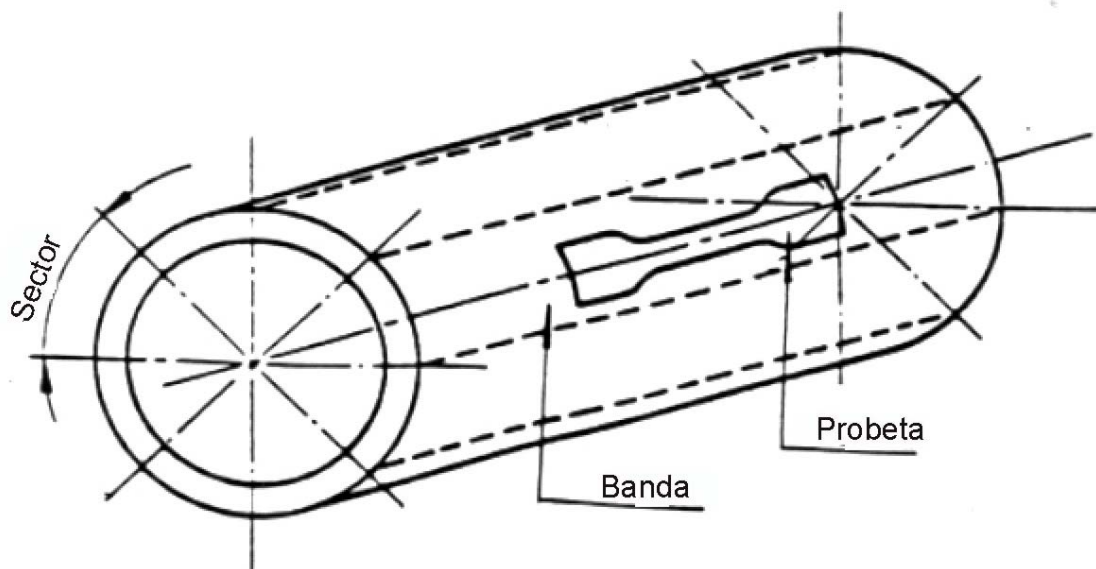


**FIGURA 5. B. - PROBETA PLANA OBTENIDA POR MAQUINADO (FRESADO)**



- $l_3$  - longitud total mínima, 115 mm;
- $b_1$  - ancho de los extremos  $\geq 15$  mm;
- $l_1$  - longitud de la sección calibrada,  $33 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ ;
- $b$  - ancho de la sección calibrada,  $6 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ ;
- $r$  - radio de curvatura menor,  $14 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ;
- $l_0$  - distancia entre marcas,  $25 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ;
- $l_2$  - distancia inicial entre moradazas,  $80 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ ;
- $d$  - espesor de pared ,  $> 12,7 \text{ mm}$ .

**FIGURA 6 - DETERMINACION DE SECTORES PARA LA OBTENCION DE PROBETAS PLANAS**

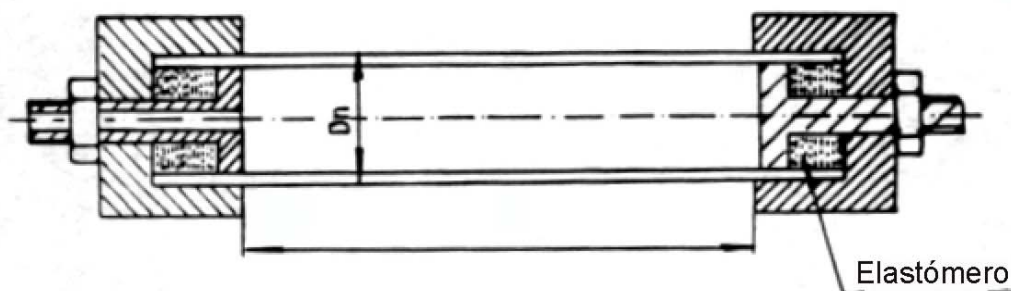


## 11.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PRESION HIDROSTATICA A CORTO PLAZO (ESTALLIDO DEMORADO)

### 11.5.1. Equipo de ensayo

- Medio de ensayo termostatzado: baño de agua o cámara de aire, capaz de mantener la temperatura de ensayo a  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante toda su duración.
- Tapas terminales y piezas de conexión: las probetas se cerrarán con tapones o casquetes a presión, herméticos, que soporten carga en los extremos pero que no restrinjan la libre variación longitudinal ni radial del tubo durante el ensayo. Serán suministrados con conexiones para el dispositivo de presión (ver Figura 7, indicativa).

**FIGURA 7 (INDICATIVA) - PROBETA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA PRESION HIDROSTATICA**



### c) Manómetros

- Del tipo Bourdón, de escala concéntrica, con alcance adecuado para permitir que la presión hidrostática a aplicar esté comprendida entre el 10 % y el 90 % de la capacidad de la escala y que cumplan con los requisitos de la Norma IRAM - IAP A5165.
  - Se permitirá, para este ensayo, el uso de manómetros del tipo "digital".
  - Se calibrarán y controlarán regularmente cada 60 días.
- d) Dispositivo de presión hidráulica: capaz de aplicar, progresivamente y sin golpes de ariete, la presión requerida y de mantenerla con una precisión de  $\pm 2\%$  durante todo el ensayo. Se recomienda que la presión sea aplicada individualmente a cada probeta, por ejemplo mediante un cilindro accionado con gas comprimido que actuará sobre el agua contenida en las probetas.

### 11.5.2. Probetas

- Dimensiones: la longitud libre de las probetas será la indicada en la Tabla 7.

**TABLA 7 - LONGITUD LIBRE DE LAS PROBETAS (en mm)**

Dn DEL TUBO	LONGITUD LIBRE (L)
$\leq 32$	10 X Dn
50 a 125	375

$\geq 140$	3 X Dn
------------	--------

- b) Aspecto: sus superficies estarán libres de deficiencias. El corte será recto, neto y perpendicular al eje longitudinal del tubo.
- c) Condiciones: no deberán haber estado en contacto con aceites, agentes tensioactivos en general, u otros productos que pudieran haber modificado, por su contacto con el tubo, las propiedades físico - químicas del mismo. Las probetas a ensayar deberán incluir el indentado.

### 11.5.3. Etapas

Este ensayo está compuesto de dos etapas.

#### 11.5.3.1. 1a. Etapa

Consiste en someter las probetas a una presión hidrostática interna constante determinada por la Fórmula (1), para la tensión circunferencial y tiempo indicados en la Tabla 8.

$$(1) \quad P = \frac{\sigma \cdot 2e}{D - e};$$

siendo P - presión hidrostática (MN / m<sup>2</sup>);

$\sigma$  - tensión circunferencial mínima según Tabla 8 (MN / m<sup>2</sup>)

D - diámetro exterior promedio (mm);

e - espesor de la pared del tubo (mm).

**TABLA 8 - TENSION CIRCUNFERENCIAL Y TIEMPO DE ENSAYO PARA PROBETAS SOMETIDAS A PRESION HIDROSTATICA A CORTO PLAZO (1a. ETAPA)**

TUBO PE TIPO	TEMPERATURA: 20 ° C $\pm$ 1 ° C	
	Tensión circunferencial mínima MN / m <sup>2</sup>	Tiempo mínimo de ensayo h
A	15	1
B	12	1
C	12	1

#### 11.5.3.1.1. Procedimiento:

- a) limpiar las probetas de toda suciedad y montar en sus extremos las piezas de conexión correspondientes, cuidando no dañar el tubo;
- b) llenar completamente con agua a una temperatura de 20 ° C  $\pm$  1 ° C;
- c) colocarlas verticalmente en el baño, sin que entren en contacto unas con otras;
- d) acoplar cada probeta a su sistema de presión, purgándolas de aire sin que se produzcan deflexiones, dejándolas allí durante 1 h a fin de que se equilibren las temperaturas;

e) gradualmente, aplicar a cada una de las probetas la presión de ensayo, hasta alcanzar en 30 a 40 s el valor determinado según 11.5.3.1. y mantenerla a  $\pm 2\%$  del valor indicado en la Tabla 8.

11.5.3.1.2. Requisitos de aprobación: no presentarán ninguna deficiencia, según 11.5.4. Las fugas por pérdidas a través de juntas o uniones, antes de finalizados los ensayos, invalidarán las probetas en cuestión.

#### 11.5.3.2. 2a. Etapa

11.5.3.2.1. Si cumple con la 1a. Etapa, se continuará el ensayo incrementando progresivamente la presión hasta la rotura o falla, en un tiempo no menor a 15 s.

11.5.3.2.2. Requisitos de aprobación: la presión que produzca la falla será registrada y se calculará la tensión circunferencial, que no será menor a la indicada en la Tabla 9.

**TABLA 9 - TENSION CIRCUNFERENCIAL Y TEMPERATURA DE ENSAYO  
PARA PROBETAS SOMETIDAS A PRESION HIDROSTATICA  
A CORTO PLAZO (2a. ETAPA)**

TUBO PE TIPO	TENSION CIRCUNFERENCIAL MINIMA MN / m <sup>2</sup>	TEMPERATURA DE ENSAYO ° C
A, B y C	16	20 ° C $\pm$ 1 ° C

#### 11.5.4. Tipos de deficiencias

a) Falla: cualquier pérdida continua de presión.

b) Aglobamiento o hinchazón: cualquier expansión anormal localizada.

c) Estallido: falla por rotura en el tubo.

d) Filtración o lagrimeo: fallas que ocurren a través de roturas, esencialmente microscópicas, en la pared del tubo.

#### 11.6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PRESION HIDROSTATICA A LARGO PLAZO

##### 11.6.1. Equipo de ensayo

a) Medio de ensayo termostatzado, según 11.5.1. a).

b) Tapas terminales y piezas de conexión, según 11.5.1. b).

c) Manómetros, según 11.5.1. c).

d) Dispositivo de presión hidráulica, según 11.5.1. d).

##### 11.6.2. Probetas, según 11.5.2.

##### 11.6.3. Procedimiento

De acuerdo con 11.5.3.1.1.:

a) Aplicar gradualmente a cada una de las probetas la presión de ensayo, hasta alcanzar en 30 a 40 s el valor de la tensión circunferencial de la Tabla 9, según la Fórmula (1) de 11.5.3.1.

b) Determinar la LINEA DE REGRESION MINIMA ensayando 4 muestras, debiéndose provocar la falla de todas ellas entre 50 h y 150 h. Una muestra será del mayor y otra

del menor diámetro a ensayar. Hallar para las 4 muestras el logaritmo de la tensión circunferencial promedio y el logaritmo del tiempo promedio.

- c) La línea de regresión mínima resultará de unir sobre un gráfico doble logarítmico "tensión circunferencial - tiempo de falla", los puntos definidos por la tensión circunferencial 8,3 MN / m<sup>2</sup> y 50 años (438.000 h) y el punto correspondiente a las coordenadas de "tensión - tiempo" determinado en b).
- d) Del gráfico obtenido, leer el valor de tensión circunferencial que corresponde para la abscisa de 1.000 h. Esta será la tensión circunferencial de referencia a emplear en los ensayos de resistencia a largo plazo, para cumplir con esta Norma.

#### 11.6.4. Requisitos de aprobación

La muestra ensayada a la presión hidrostática determinada en 11.6.3. d) durante un mínimo de 1.000 h, no deberá presentar deficiencias, según 11.5.3.1.2.

### 11.7. ENSAYO DE COMPORTAMIENTO CON LOS COMPONENTES DEL GAS

#### 11.7.1. Equipo de ensayo

- a) Baño termostatzado a 80 ° C ± 1 ° C.
- b) Tapas terminales y piezas de conexión, según 11.5.1. b).
- c) Manómetros, según 11.5.1. c).
- d) Dispositivo de presión hidráulica, capaz de aplicar progresivamente y sin golpe de ariete la presión determinada según la Fórmula (1) de 11.5.3.1., para una tensión circunferencial de 2 MN / m<sup>2</sup>. La presión será aplicada individualmente a cada probeta, por ejemplo, mediante cilindro de gas comprimido que actúe sobre el líquido contenido en los mismos.

El líquido que se colocará en el interior de la muestra será un condensado sintético, representado por una mezcla al 50 % en masa de n-decano y trimetilbenceno.

#### 11.7.2. Probetas: según 11.5.2.

#### 11.7.3. Procedimiento

- a) Limpiar las probetas de toda suciedad y montar en sus extremos las piezas de conexión correspondientes, sin dañar el tubo.
- b) Llenarlas completamente con la solución de condensado sintético y dejarlas reposar al aire a 20 ° C ± 1 ° C durante 1.500 h.
- c) Colocarlas en el baño termostatzado a 80 ° C ± 1 ° C, sin que entren en contacto unas con otras; acoplar cada probeta a sus sistema de presión, purgándolas de aire y, una vez alcanzada la presión calculada según la fórmula (1) de 11.5.3.1., se desconectan del sistema y se las mantiene en el baño, durante 30 h como mínimo.

#### 11.7.4. Requisitos de aprobación: las probetas ensayadas no presentarán deficiencias, según 11.5.3.1.2.

### 11.8. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA PRESION INTERNA A ELEVADA TEMPERATURA

#### 11.8.1. Equipo de ensayo

- a) Baño termostatzado a 80 ° C ± 1 ° C.

b) Tapas terminales y piezas de conexión, según 11.5.1. b).

c) Manómetros, según 11.5.1. c).

d) Dispositivo de presión hidráulica, según 11.5.1.d).

11.8.2. Probetas: según 11.5.2.

11.8.3. Procedimiento

a) Montar en los extremos de las probetas las piezas de conexión correspondientes, cuidando no dañar el tubo.

b) Acondicionar las probetas en el baño a  $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 1 h, como mínimo, inmediatamente antes del ensayo y mantenerlas a esa temperatura durante todo el ensayo.

c) Acoplar cada probeta a su sistema de presión, purgarlas de aire y someterlas a presión hidrostática determinada por la Fórmula (1) indicada en 11.5.3.1., para las tensiones circunferenciales de la Tabla 10.

d) Aplicar a cada probeta la presión determinada anteriormente, de manera gradual. Esta presión se alcanzará en un tiempo de 30 a 40 s y se mantendrá a  $\pm 2\%$  de su valor durante 170 h.

**TABLA 10 - TENSION CIRCUNFERENCIAL Y TIEMPO MINIMO DE ENSAYO  
PARA PROBETAS SOMETIDAS A RESISTENCIA A  
PRESION INTERNA A ELEVADA TEMPERATURA**

TUBO PE TIPO	TEMPERATURA: $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$	
	Tensión circunferencial mínima $\text{MN} / \text{m}^2$	Tiempo mínimo de ensayo h
A y C	3	170
B	4	170

11.8.4. Requisitos de aprobación: las probetas ensayadas no presentarán deficiencias, según 11.5.3.1.2.

11.9. ENSAYO DE FUSIBILIDAD EN UNIONES POR FUSION A TOPE

Los tubos serán aptos para ser usados en uniones por fusión a tope, para  $D_n \geq 90\text{ mm}$ .

11.9.1. Equipo de ensayo

a) Máquina y herramientas para fusión a tope, que cumplan a la Norma GE - N1 - 134.

b) Baño termostatzado a  $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

c) Tapas terminales y piezas de conexión, según 11.5.1.b).

d) Manómetros, según 11.5.1. c).

e) Dispositivo de presión hidráulica, según 11.5.1.d).

11.9.2. Probetas

a) La fusión a tope de los tubos se realizará con una desalineación entre sus ejes longitudinales del 10 % del espesor de pared para  $D_n > 180$  mm; y de 1 mm como mínimo, para  $D_n \leq 180$  mm.

b) Las medidas responderán a la Tabla 7. La fusión estará en la mitad de la probeta.

#### 11.9.3. Procedimiento

Las probetas se someterán al ensayo de "Resistencia a la presión interna a elevada temperatura", según 11.8.

#### 11.9.4. Requisitos de aprobación

Las probetas no presentarán deficiencias, según 11.5.3.1.2.

### 11.10. ENSAYO DE COMPATIBILIDAD DE FUSIONES

11.10.1. Las fusiones a tope entre tubos fabricados a partir de distintos compuestos finales deberán cumplir con el ensayo de resistencia a la presión hidrostática a largo plazo, según 11.6., el que determina la línea de regresión mínima para cada uno de los tubos, y utilizando la menor tensión de ambas para la abscisa de 1.000 h. En el caso de contar con las líneas de regresión mínima para cada uno de los tubos, podrán ser utilizadas para este ensayo.

11.10.2. Del gráfico obtenido según 11.6.3. para cada uno de los tubos, determinar el valor de la tensión circunferencial correspondiente a 10.000 h para la línea de regresión mínima de menor tensión de los tubos. Esta será la tensión circunferencial de referencia a emplear en la fórmula de 11.5.3.1. para determinar la presión de ensayo.

#### 11.10.3. Requisitos de aprobación

La probeta ensayada a la presión hidrostática determinada según 11.10.2. durante 10.000 h, no deberá presentar deficiencias, según 11.5.3.1.2.

### 11.11. ENSAYO DE ESTRANGULACION O PINZADO

#### 11.11.1. Equipo de ensayo

a) Herramientas de estrangulación, según la Norma GE - N1 - 134.

b) Baño termostatzado a  $80^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$ .

#### 11.11.2. Probetas

a) Tubos, cuya longitud mínima libre (entre tapas) sea de 8 veces su  $D_n$ .

b) Los extremos de las probetas cumplirán con 11.5.1.b).

#### 11.11.3. Procedimiento

a) Acondicionar las probetas a una temperatura de  $0^\circ \text{C}$  ( $+0^\circ \text{C}$ ,  $-5^\circ \text{C}$ ), durante 10 h.

b) Dentro de los 10 min de acondicionadas, estrangular el centro del tubo hasta una distancia del 70 % de dos (2) veces el espesor, y mantenerlo por un período mínimo de 60 min.

c) Retirar la herramienta de estrangulación. Las probetas deberán cumplir con el ensayo de "Resistencia a la presión interna a elevada temperatura", según 11.8.

## 11.12 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

### 11.12.1. Equipo de ensayo

Capaz de sostener muestras de tubos a 45 ° respecto a la horizontal, con el extremo superior hacia el sur. El posicionado del aparato y la distancia entre probetas será tal que ninguna sombra se proyecte sobre las probetas, durante por lo menos 8 h, en el periodo de mayor intensidad solar.

### 11.12.2. Probetas

Tramos de tubos del menor espesor de pared para cada Dn.

### 11.12.3. Procedimiento

Las probetas serán expuestas durante 3 meses para la aprobación de Etapa 1 y durante 12 meses para la aprobación de Etapa 2. En el periodo para la aprobación en Etapa 1 no deberán considerarse los meses de invierno.

### 11.12.4. Requisitos de aprobación

Después de la exposición solar, las probetas deberán cumplir con:

- Ensayo de fusibilidad, según 11.9., donde, además de poseer fusiones a tope deberán tener fusiones a montura.
- Ensayo de resistencia a la tracción, según 11.4.
- Ensayo de estrangulación, según 11.11.
- Ensayo de estabilidad térmica, según 11.13.
- Ensayo de resistencia a la presión hidrostática a largo plazo, según 11.6.

## 11.13. ENSAYO DE ESTABILIDAD TERMICA A LA OXIDACION

### 11.13.1. Equipo de ensayo

Calorímetro diferencial de barrido para determinar el tiempo de inducción del material del tubo. Se deberá calibrar la escala de temperatura adecuada del equipo, empleando indio puro y estaño puro, para que actúe dentro de  $156,6^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  y  $231,9^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Deberán observarse las instrucciones de operación del fabricante del instrumento, en todo lo que no se oponga a este apartado.

### 11.13.2. Probetas

Se extraerá una muestra, mediante el uso de una perforadora sacatestigos dirigida en forma radial a través de la pared del tubo. El diámetro del testigo deberá ser apenas inferior al diámetro interno del alojamiento de la muestra del analizador térmico y se deberá cuidar de no sobrecalentar la muestra durante la operación de extracción de testigos. Utilizando un escalpelo, cortar discos de las muestras testigo que pesen  $15\text{ mg} \pm 0,5\text{ mg}$ , seleccionando la pared interna, la pared externa y la pared media como los puntos de la muestra mínimos que habrán de ensayarse individualmente.



#### 11.13.3. Procedimiento

- a) Establecer un flujo de nitrógeno de  $50 \text{ cm}^3 / \text{min}$  a través de la celda del calorímetro. Verificar que, cuando se realice el cambio a oxígeno, el flujo de gas permanezca en ese valor y luego se revierta a un flujo de nitrógeno de  $50 \text{ cm}^3 / \text{min}$ .
- b) Introducir en la celda una muestra cilíndrica de PE de  $15 \text{ mg} \pm 0,5 \text{ mg}$  en una bandeja abierta de aluminio, y una bandeja de referencia de aluminio vacía. Programar el instrumento para que opere isotérmicamente a  $200^\circ \text{C} \pm 0,1^\circ \text{C}$ , elevando la temperatura a una velocidad de  $20^\circ \text{C} / \text{min}$  y dejar que la temperatura se estabilice. Efectuar cualquier corrección menor en la tensión eléctrica del calentador para llevar la temperatura de la probeta a  $200^\circ \text{C} \pm 0,1^\circ \text{C}$ . Comenzar a registrar el termograma, que es una representación diferencial de temperatura respecto del tiempo.

Cuando luego de 5 min, existan condiciones estables bajo el nitrógeno, pasar al oxígeno y marcar este punto en el termograma. Dentro del minuto de cambio de atmósfera, la celda deberá purgarse. Se continuará con el termograma hasta tanto haya ocurrido la exoterma de oxidación, y alcanzado su punto máximo.

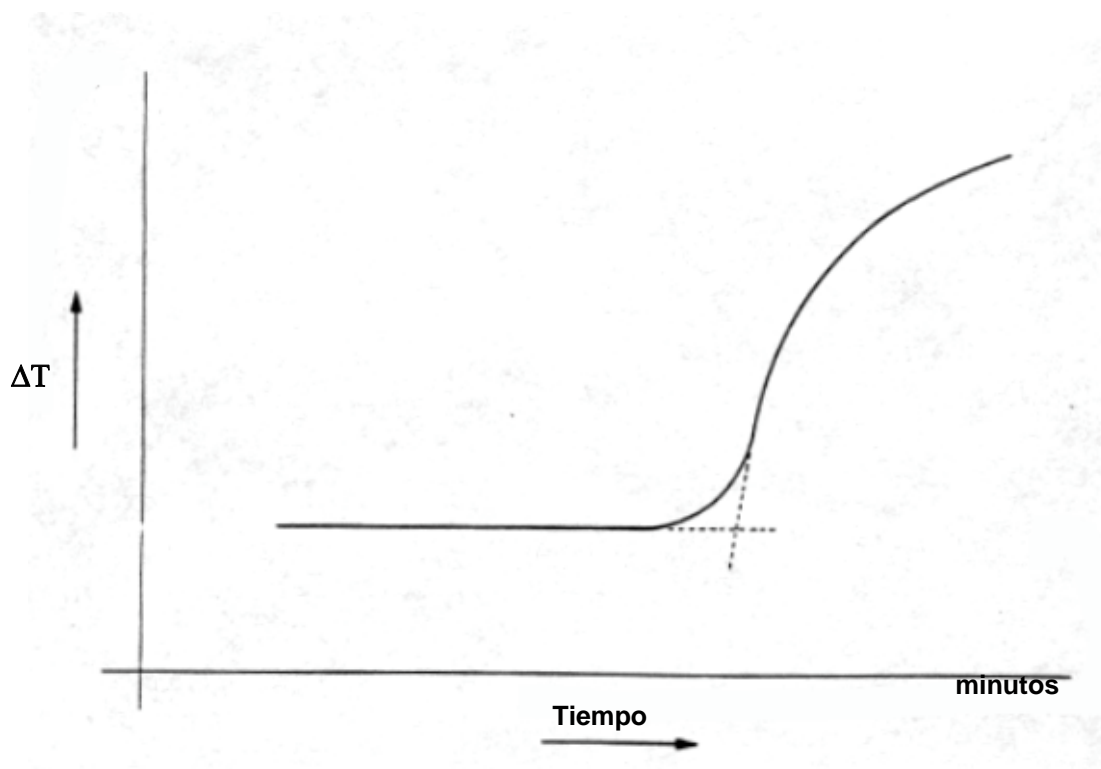
#### 11.13.4. Interpretación de los resultados

La estabilidad de la probeta es el tiempo, en min, desde la introducción del oxígeno, punto determinado por la intersección de la prolongación de la línea base con la tangente trazada a la exoterma en el punto de máxima pendiente (ver Figura 8).

#### 11.13.5. Requisitos de aprobación

La estabilidad térmica del tubo deberá ser tal que el tiempo de inducción de la oxidación sea 20 min, como mínimo.

**FIGURA 8 - CURVA DE ESTABILIDAD TERMICA**



11.14. ENSAYO DE RESISTENCIA LA PRESION INTERNA A ELEVADA  
TEMPERATURA EN PROBETA ENTALLADA

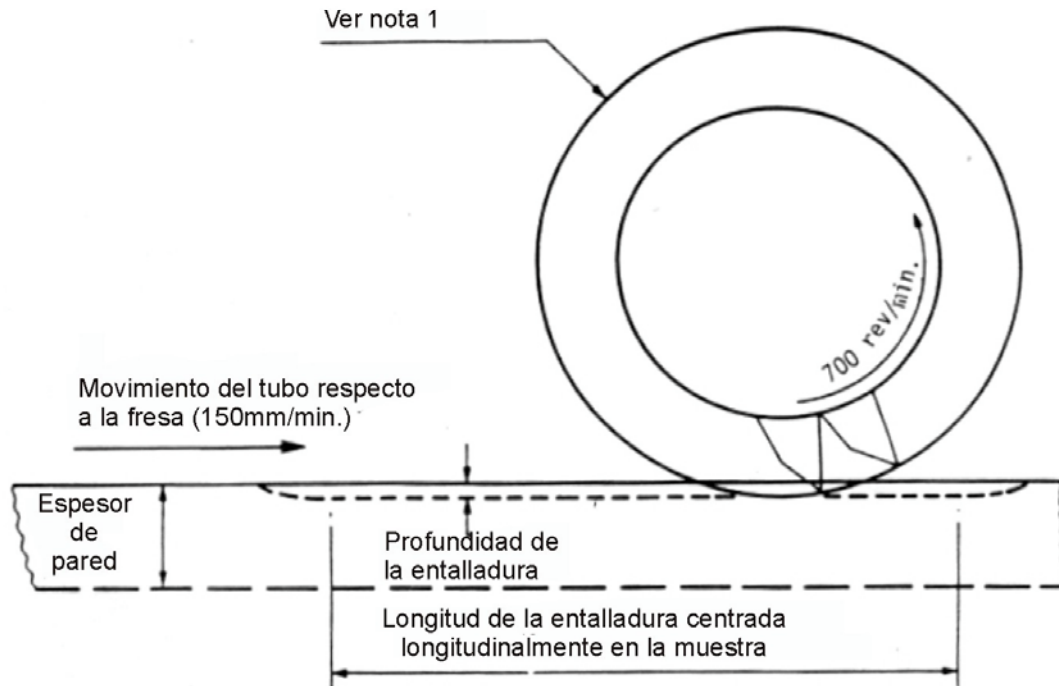
11.14.1. Equipo de ensayo

- a) El de 11.8.1.
- b) El equipo giratorio de entalladura comprenderá una plataforma rígida y un eje, de forma que una fresa de 76,2 mm x 12,5 mm x 25,4 mm con ángulos de corte iguales de 60 °, que rote a 700 rev / min sobre el tubo montado en la plataforma que se mueve a una velocidad de 150 mm / min, y a una profundidad controlada en la pared del tubo (Figura 9).  
La fresa no deberá haber sido usado en ningún otro material y se la reemplazará luego de 500 m de entalladura.  
La rotación de la fresa será tal que cortará en forma descendente desde la superficie del tubo hasta el vértice de la entalladura.

11.14.2. Probetas

- a) Se ajustarán a 11.5.2.
- b) Tendrán 4 entalladuras hechas de acuerdo con la Figura 9, espaciadas a intervalos de 90 ° alrededor del tubo, ubicadas centralmente dentro del largo de la probeta y cuya longitud será igual al Dn del tubo ó 125 mm, la que fuera mayor.
- c) Antes del ensayo se medirá y registrará la profundidad de la entalladura junto con el espesor de pared del tubo, en cualquiera de los extremos de la muestra sobre la entalladura. La profundidad de la entalladura será entre el 19 % y el 20 % del espesor de pared del tubo. La medición de la profundidad de la entalladura puede realizarse utilizando un comparador. El mismo será puesto en cero junto a la entalladura y luego se efectuará la medición.

**FIGURA 9 - DETALLES DEL METODO DE ENTALLADURA**



**NOTAS:**

- 1 - La fresa será nueva, del tipo cortante, con 2 ángulos de 60°, y deberá usarse solamente en PE.
- 2 - La entalla debe realizarse en un solo corte efectuado a partir del contacto de la fresa con el tubo, con una profundidad entre el 19 y 20 % del espesor de la probeta.
- 3 - Para determinar donde se produce el contacto fresa-tubo podrá utilizarse detección sonora, por medio de un estetoscopio o un dispositivo similar, o un marcador negro.
- 4 - De no utilizarse los valores y velocidades especificadas, deberá indicarse en la probeta.

**1.14.3. Procedimiento**

- a) Limpiar las probetas de toda suciedad y montar en sus extremos las piezas de conexión correspondientes, cuidando no dañar el tubo.
- b) Llenarlas completamente con agua a  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
- c) Colocarlas en el baño, sin que entre en contacto unas con otras. Acoplar cada probeta a su sistema de presión, purgarlas de aire y sumergirlas completamente en el baño a  $80^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , dejándolas allí durante 1 h, a fin de que se equilibren las temperaturas.

- d) Gradualmente, aplicar presión a cada una de las probetas hasta alcanzar en 30 a 40 s la presión de ensayo, la que se mantendrá a  $\pm 2\%$  de su valor durante 170 h.

#### 11.14.4. Requisitos de aprobación

El tubo cumplirá con lo especificado en 11.5.3.1.2. dentro de las 170 h, cuando sea ensayado a las presiones detalladas en la Tabla 11.

**TABLA 11 - PRESIONES DE ENSAYO**

SDR DEL TUBO	PRESION DE ENSAYO bar
11,0	8,0
17,6	4,8

NOTA: Inicialmente, el ensayo de entalladura se aplicará a tubos de  $D_n \geq 63$  mm, hasta la realización de estudios complementarios previstos.

**TABLA 12 - REQUISITOS PARA LA APROBACION DE ETAPA 1**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	METODO DE ENSAYO Y REQUISITOS
- Dispersión de pigmentos	3	11.3.
- Resistencia a la tracción (1)	3	11.4.
- Resistencia a la presión hidrostática a largo plazo (2)	7	11.6.
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura	3	11.8.
- Fusibilidad en uniones por fusión a tope (Dn 90 a 250 mm)	3	11.9.
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura en probeta entallada	3	11.14.
- En tubos alterados por la intemperie:		11.12
Fusibilidad del tubo	3 unidos a tope	
Resistencia a la tracción	3	
Estrangulación	3	
Estabilidad térmica	3	
NOTAS: (1) Los ensayos en probeta anular o plana, son equivalentes.  (2) Se usarán 4 muestras inalteradas por la intemperie para generar la línea de regresión mínima, 3 muestras de diámetros diferentes aprobarán las 1.000 h.		



**TABLA 13 - REQUISITOS PARA LA APROBACION DE ETAPA 2**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	METODO DE ENSAYO Y REQUISITOS
- Resistencia a la presión hidrostática a largo plazo	3	11.6.
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura	2	11.8.
- Fusibilidad en uniones por fusión a tope en tubos de Dn 90 a 250 mm	2	11.9.
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura en probeta entallada	2	11.14.
- Estrangulación	3	11.11.
- En tubos alterados por la intemperie:		11.12.
Fusibilidad del tubo	3 unidos a tope 2 unidos a montura	
Resistencia a la tracción	3	
Estabilidad térmica	3	
Resistencia a la presión hidrostática a largo plazo	3	

**TABLA 14 - REQUISITOS PARA EL CONTROL DE FABRICACION DE TUBOS**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	FRECUENCIA INICIAL DEL ENSAYO (2)	METODO DE ENSAYO
Espesores (utilizando monitor continuo de espesor de pared) y detección de fallas	Continuo, instalado en forma permanente en la línea de extrusión	9.
Dimensiones	Cada h para cada Dn y máquina	9.
Dispersión de pigmento	Cada 7 días o por cada lote de compuesto final	11.3.
Resistencia a la tracción y elongación	Cada turno de producción para cada Dn y máquina	11.4.
Resistencia a la presión hidrostática a corto plazo (estallido demorado)	Cada turno de producción para cada Dn y máquina	11.5.
Resistencia a la presión interna a elevada temperatura en probeta entallada	Primer producto de cada periodo de extrusión: luego, una muestra de cada diámetro y extrusora por semana	11.14.
Densidad (1)	Diaria, rotando diámetros y máquinas	GE - N1 - 139
Indice de fluidez	Diaria	IRAM 13315 ISO 1133
Estabilidad térmica	A convenir con Gas del Estado	11.13.
<p>NOTAS:</p> <p>(1) Las muestras utilizarán el espesor total de pared.</p> <p>(2) Para material regenerado, la frecuencia se acordará con Gas del Estado.</p>		

**TABLA 15 - REQUISITOS PARA LA ACEPTACION DEL LOTE**

DESCRIPCION DEL ENSAYO	NUMERO DE MUESTRAS	METODO DE ENSAYO Y REQUISITOS
Dimensiones (1)	10	9.
Examen visual (1)	10	3.1.2. y 3.3.
Resistencia a la tracción (2)	1	11.4.
Resistencia a la presión hidrostática a corto plazo (2)	1	11.5.
Las partidas de tubos que sean sometidas a la cláusula de aceptación de lotes deberán provenir de los fabricantes que hayan cumplido con los requisitos de 6. y se encuadren en lo exigido en 7.		
<p><b>CRITERIOS DE ACEPTACION:</b></p> <p>(1) Se extraerán cinco (5) muestras de dos (2) bobinas o tramos rectos diferentes.</p> <p>    a) Si no hay fallas en las primeras 5 muestras, se aceptará el lote.</p> <p>    b) Si hay dos (2) o más fallas, se lo rechazará.</p> <p>    c) Si hay una (1) sola falla se tomará un segundo grupo de cinco (5) muestras.</p> <p>    Se aceptará el lote si no se producen más fallas.</p> <p>    Toda falla adicional dará como resultado el rechazo del lote.</p> <p>(2) Sin falla.</p>		

## **ANEXO A - APROBACION DE RESINAS Y DEL PROCESO DE EXTRUSION**

Las resinas de PE a emplear en la fabricación de tubos y accesorios aptos para la construcción de redes de distribución de gases de petróleo y manufacturado hasta una presión de operación de 4 bar, serán aprobadas por Gas del Estado, de acuerdo al esquema que a continuación se detalla.

### **A.1. RESINAS CALIFICADAS**

A.1.1. Las resinas serán consideradas Calificadas cuando tal condición sea certificada por un instituto que Gas del Estado, a su sólo juicio, considere satisfactorio a tal efecto. Asimismo, Gas del Estado verificará que tal certificación cumpla con las exigencias legales que considere corresponder con intervención, si es de importación, del consulado argentino en la ciudad de origen de la certificación, y del Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de la República Argentina.

A.1.2. A los efectos de tener registrada la Especificación del Compuesto Final de la resina presentada por el fabricante, distribuidor o transformador de la misma previamente calificada, la primera partida recibida será sometida a los siguientes ensayos, cuyos resultados deberán estar comprendidos dentro de las correspondientes tolerancias suministradas por el fabricante de la resina, e incluidos en la certificación extendida por el instituto al que se hizo referencia en el párrafo anterior, la que deberá incluir la norma a aplicar en cada caso, reservándose Gas del Estado el derecho de repetir los ensayos cada vez que lo considere conveniente:

- Densidad
- Índice de fluidez a 190 ° C y 5 kg
- Índice de fluidez a 190 ° C y 21 kg
- Índice de viscosidad
- Contenido de volátiles
- Resiliencia de plaqueta a las 24 h
- Resistencia a esfuerzos permanentes en tubos con presión interior que produzca una tensión circunferencial mínima de 4 N / mm<sup>2</sup>, a una temperatura de 80° C, durante 170 h.

A.1.3. Asimismo, se realizarán las siguientes determinaciones:

- Distribución de pesos moleculares y peso molecular promedio
- Resistencia a la tracción de fluencia
- Estabilidad térmica
- Alargamiento a la rotura, %
- Cristalinidad del polímero y temperatura de degradación oxidativa.

A.1.4. De cumplir satisfactoriamente con la totalidad de los ensayos, la resina quedará autorizada para ser comercializada y empleada en la fabricación de los elementos constitutivos de las redes de PE de distribución de gas.

### **A.2. RESINAS NO CALIFICADAS**

En el caso de resinas No Calificadas, se distinguirá entre:



- 1) aquellas para las que sus fabricantes no posean contrato de cesión de tecnología registrado en el país y, 2) las que si lo tengan.

#### A.2.1. Resinas que no posean asistencia tecnológica.

El programa de realización de los ensayos, incluye:

- Resistencia a la presión interna
- Resistencia a los condensados del gas
- Resistencia a la carga de impacto
- Resistencia a la propagación rápida de roturas
- Resistencia al crecimiento lento de roturas
- Resistencia a la intemperie
- Fusibilidad

Dicho programa, principalmente basado en la Norma ISO 4437, será detallado a aquellas firmas que lo soliciten formalmente.

Asimismo, se realizarán los Ensayos de Identificación Analítica siguientes sobre la primera partida recibida (reservándose Gas del Estado el derecho de repetirlos cada vez que lo considere conveniente), debiendo indicarse la norma a aplicar en cada ensayo:

- Densidad
- Índice de fluidez a 190 ° C y 5 kg
- Índice de fluidez a 190 ° C y 21 kg
- Índice de viscosidad
- Contenido de volátiles
- Resiliencia de plaqueta a las 24 h
- Dispersión de pigmentos
- Distribución de pesos moleculares y peso molecular promedio
- Estabilidad térmica
- Alargamiento a la rotura %
- Cristalinidad del polímero y temperatura de degradación oxidativa.

Los ensayos indicados quedarán incluidos en la Especificación del Compuesto Final, presentada por el fabricante, distribuidor o transformador de la resina.

De cumplir satisfactoriamente con la totalidad de los ensayos, la resina quedará autorizada para ser comercializada y empleada en la fabricación de los elementos constitutivos de las redes de PE de distribución de gas.

#### A.2.2. Resinas que posean asistencia tecnológica

Verificado en el Instituto de Tecnología Industrial (INTI), Registro Nacional de Contratos de Licencias y Transferencias de Tecnología, que el contrato de cesión de tecnología registrado por la firma solicitante es válido para los fines perseguidos, se encuentra vigente y que corresponde a una resina aprobada y reconocida internacionalmente, a juicio de Gas del Estado, se procederá a cumplimentar los siguientes puntos.

##### A.2.2.1. Autorización provisoria para comercializar y utilizar la resina (Etapas 1)

Para esta primera etapa se realizarán dos grupos de ensayos:

- 1) Los acordados entre la firma que cede el derecho de uso de tecnología y la firma que recibe dicho derecho según el contrato celebrado entre las mismas (o en un documento equivalente), en el que constará taxativamente la denominación de la resina de origen y que es apta para su uso con gas combustible, debiendo indicarse la norma a aplicar en cada caso:

- Densidad
- Índice de fluidez a 190 ° C y 5 kg
- Índice de fluidez a 190 ° C y 21 kg
- Índice de viscosidad
- Contenido de volátiles
- Resiliencia de plaqueta a las 24 h
- Resistencia a esfuerzos permanentes en tubos con presión interior que produzca una tensión circunferencial mínima de 4 N / mm<sup>2</sup>, a una temperatura de 80° C, durante 170 h.

Los valores obtenidos para la resina fabricada por la firma solicitante y sometida a ensayo, deben satisfacer los requeridos en el convenio a que se ha hecho mención en este punto, teniendo en cuenta las correspondientes tolerancias.

2) Los incluidos en la Norma de Gas del Estado sobre tubos de PE: GE - N1 - 129:

- Dimensiones
- Dispersión de pigmentos
- Resistencia a la tracción de fluencia en probeta anular
- Resistencia a la presión hidrostática
  - a) 20 ° C ± 2 ° C; 1 h y luego a la rotura
  - b) 20 ° C ± 2 ° C; 1.000 h con línea de regresión mínima (resistencia a largo plazo)
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura (170 h a 80 ° C)
- Fusibilidad a tope
- Compatibilidad
- Estrangulación
- Estabilidad térmica
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura en probeta entallada.

La extrusión de los tubos de muestra necesarios para los ensayos será realizada en presencia de personal de Gas del Estado y del laboratorio encargado de la realización de los ensayos.

3) De considerar Gas del Estado satisfactoria la evaluación comparativa entre la resina de fabricación local y la de origen, es requisito imprescindible, previo al otorgamiento de la AUTORIZACION PROVISORIA, que la firma solicitante:

- a) Informe la fecha en la que se realizará en el país el ensayo de 10.000 h prescripto en la Norma ISO 4437 con un equipo instalado en una institución como, por ejemplo, el INTI-CITIP o, en su defecto, la contratación del servicio que cumpla dicho objetivo, con un laboratorio que, previamente, Gas del Estado considere satisfactorio.
- b) Se comprometa fehacientemente a comenzar el ensayo indicado en el apartado anterior antes de los 120 días corridos de concedida la AUTORIZACION PROVISORIA y que dicho ensayo concluya dentro de los 18 meses de comenzado.
- c) Para el caso eventual que el ensayo de presión sostenida de 10.000 h arroje un resultado negativo, la firma solicitante asumirá en forma expresa la responsabilidad civil emergente por las reclamaciones, ya sean judiciales o extrajudiciales causadas por los inconvenientes y/o accidentes derivados de fallas por deficiencias atribuidas por Gas del Estado al material provisto en plaza con resina suministrada por la firma solicitante que puedan afectar a terceras personas y/o bienes y/o cosas de terceras personas, de acuerdo a los términos de los artículos 1109, 1113 y concordantes del Código Civil.

Asimismo, deberá comprometerse a reemplazar el material afectado por otro similar aprobado por Gas del Estado.

Va de suyo que, de no superar el material suministrado por la firma a los efectos de realizar los ensayos, la prueba de presión sostenida de 10.000 h quedará automáticamente revocada la Autorización Provisoria.

A.2.2.2. Autorización ulterior para fabricar y comercializar la resina (Etapa 2)

Cumplimentados satisfactoriamente los ensayos de presión sostenida de 10.000 h, los de "Comportamiento con los compuestos del gas" y de "Resistencia a la intemperie", incluidos estos dos últimos en la Norma GE - N1 - 129, la firma solicitante quedará autorizada para fabricar y comercializar la resina similar a la de origen, cuya denominación habrá sido suministrada por la firma, según se solicitara en A.2.2.1. 1).

Independientemente de los ensayos indicados con anterioridad y en base a los cuales se concederá o no la autorización para fabricar y comercializar la resina a elaborar por esa firma, deberá acordarse con el laboratorio encargado de los ensayos la realización de los que se agregan a continuación, para disponer de distintos parámetros de la resina, como antecedente para futuros ensayos y a este solo efecto:

- Distribución de pesos moleculares y peso molecular promedio
- Densidad
- Resistencia a la tracción de fluencia
- Estabilidad térmica
- Alargamiento a la rotura, %
- Cristalinidad del polímero y temperatura de degradación oxidativa.

A.3. APROBACION DEL PROCESO DE EXTRUSION

Para cumplimentar el mismo, al margen de los ensayos hasta aquí prescriptos para la aprobación de la resina propiamente dicha, tanto las firmas transformadoras con sistemas aprobados por Gas del Estado hasta el 17/04/91, como los sistemas que se aprueben a partir de dicha fecha, deberán satisfacer el ensayo de presión sostenida de larga duración de 10.000 h indicado en la Norma ISO 4437, para cada uno de los equipos extrusores que tienen habilitados o habiliten en el futuro: a tal efecto, se elaborará el correspondiente programa de realización.

A.4. ENSAYOS DE RUTINA PARA VERIFICACION DE LA CALIDAD DE LA PRODUCCION DE LOS TUBOS DE PE

Además de los ensayos de aprobación indicados en A.3., y de los de rutina estipulados en la Norma GE - N1 - 129, Gas del Estado se reserva el derecho de solicitar a las firmas transformadores con "sistemas aprobados" o a aprobar, la realización, en forma sistemática, de los siguientes ensayos a cumplimentar en laboratorios de plaza (ver A.5.), sobre muestras de tubos extraídas por personal de Gas del Estado, o por su encargo:

- Dimensiones
- Dispersión de pigmentos
- Densidad
- Índice de fluidez a 190 ° C y 5 kg
- Índice de fluidez a 190 ° C y 21 kg
- Resistencia a esfuerzos permanentes en tubos con presión interior que produzca una tensión circunferencial mínima de 4 N / mm<sup>2</sup>, a una temperatura de 80° C durante 170 h
- Resistencia a la tracción de fluencia en probeta anular
- Resistencia a la presión hidrostática a 20 ° C ± 2 ° C; 1.000 h con línea de regresión mínima
- Estrangulación
- Estabilidad térmica
- Resistencia a la presión interna a elevada temperatura en probeta entallada

A.5. REALIZACION DE LOS ENSAYOS

Todos los ensayos indicados se realizarán en laboratorios que cuenten con la previa aceptación por escrito de Gas del Estado, a cuyos efectos cada firma formalizará el correspondiente contrato ( u otro instrumento alternativo) con ese laboratorio.

En el contrato deberá dejarse constancia de que la firma comitente autoriza al laboratorio a hacer conocer a Gas del Estado los resultados de todos los ensayos realizados, así como también la interpretación del laboratorio sobre dichos resultados, sin cargo alguno para Gas del Estado.

#### A.6. EXTRACCION DE MUESTRAS PARA REALIZACION DE ENSAYOS

En todos los casos estarán a cargo de representantes del laboratorio encargado de los ensayos, en presencia de personal de Gas del Estado.

La extracción de las muestras de las resinas se efectuará en la planta petroquímica durante su proceso de producción, tanto si la planta está ubicada en el país como en el extranjero. En este último caso, Gas del Estado se reserva el derecho de extraer las muestras una vez arribadas al país, de "bulto cerrado", en el que deberá constar, a satisfacción de Gas del Estado, la identificación de la resina.

Para los ensayos que deban realizarse sobre tubos, la extrusión correspondiente tendrá lugar en presencia de representantes del laboratorio encargado de los ensayos y de personal de Gas del Estado.