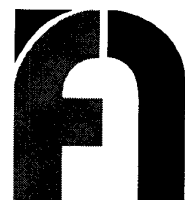


**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
3567:2000**

**CLASIFICACIÓN DE ÁREAS
POR LAS QUE ATRAVIESAN
GASODUCTOS, POR DENSIDAD
POBLACIONAL**



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma fue elaborada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT4 Petróleo, Gas y sus Derivados**, por el Subcomité Técnico **SC6 Gas** y aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior N° **2000-07** de fecha **26/07/2000**.

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes entidades: Ministerio de Energía y Minas; DELTAVEN; PDVSA-GAS; PDVSA-INTEVEP; PDVSA-M. y M.

**NORMA VENEZOLANA
CLASIFICACIÓN DE ÁREAS
POR LAS QUE ATRAVIESAN GASODUCTOS
POR DENSIDAD POBLACIONAL**

**COVENIN
3567:2000**

1 OBJETO

Esta Norma Venezolana establece la clasificación de áreas por las que atraviesan gasoductos, basándose en la cantidad de unidades habitacionales contenidas a lo largo de una franja del mismo.

La clasificación de áreas se toma como base para prescripciones de diseño, construcción y métodos de prueba en el caso de instalar gasoductos nuevos; o rediseño y reemplazo en el caso de gasoductos existentes. La unidad de medición será una indicación de la densidad poblacional.

Adicionalmente se indica en esta Norma, las consideraciones que se deben seguir para el cálculo de la Máxima Presión de Operación Admisible (MPOA) de un gasoducto, y los valores para las pruebas hidrostáticas.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Esta Norma es completa.

3 CLASIFICACIÓN

Para la determinación de la densidad poblacional en el recorrido de la ruta de una línea, se traza una franja de 200 metros de ancho a cada lado del eje del gasoducto, y se cuenta el número de unidades habitacionales existentes en 1600 metros de longitud. La longitud total del gasoducto se dividirá en tramos de 1600 metros de longitud.

3.1 Clases de localidad para diseño y construcción

3.1.1 Clase de Localidad 1

Franja de 1600 metros de longitud que tiene diez (10) o menos unidades habitacionales destinadas a la ocupación de personas. Esta clase está caracterizada por áreas tales como: terrenos despoblados, desiertos, zonas montañosas, tierras de pastoreo, granjas, zonas costeras, selvas vírgenes o combinación de las anteriores, o sea, de baja y escasa densidad poblacional.

3.1.1.1 Clase de Localidad 1, División 1: Localidad de clase 1 donde el factor de diseño de la tubería es mayor que 0,72 y menor o igual a 0,80 y donde la tubería ha sido probada hidrostáticamente a 1,25 veces la presión máxima de operación.

3.1.1.2 Clase de Localidad 1, División 2: Localidad de clase 1 donde el factor de diseño de la tubería es menor o igual a 0,72 y donde la tubería ha sido probada a 1.1 veces la presión máxima de operación.

3.1.2 Clase de Localidad 2

Franja de 1600 metros de longitud que tiene más de diez (10) y menos de cuarenta y seis (46) unidades habitacionales destinadas a ocupación humana. Esta clase de localidad está caracterizada por zonas de densidad poblacional comprendida entre la clase de localidad 1 y la clase de localidad 3, tales zonas pueden ser: alrededor de ciudades, pueblos, áreas industriales, granjas, etc.

3.1.3 Clase de Localidad 3

Franja de 1600 metros de longitud que tiene cuarenta y seis (46) o más unidades habitacionales destinadas a ocupación humana, excepto donde la clase 4 prevalece. Esta clase de localidad caracteriza áreas tales como desarrollos habitacionales, centros comerciales, áreas residenciales, áreas industriales y otras áreas que no cumplan los requisitos de la Clase 4.

3.1.4 Clase de Localidad 4

Esta clasificación incluye áreas donde prevalecen edificaciones de múltiples pisos, donde el tráfico es muy denso o pesado y donde existan numerosos servicios bajo tierra. Multiplicidad de pisos significa cuatro (4) o más pisos sobre el nivel del terreno incluyendo la planta baja. La profundidad del sótano y el número de ellos no se toma en cuenta.

En la tabla N° 1 se presenta la clasificación de áreas en función de la densidad poblacional.

Tabla 1. Clasificación de áreas

Clase de localidad	Número de unidades habitacionales
1	Menor de 10
2	Mayor de 10 - Menor de 46
3	Mayor de 46
4	Edificaciones de 4 o más pisos

3.2 Consideraciones referentes a concentraciones de personas en las clases de localidad 1 y 2

Deben tomarse consideraciones adicionales para prevenir las posibles consecuencias de una falla en la línea cerca de lugares donde hay concentraciones de personas, tales como iglesias, escuelas, unidades residenciales, hospitales o áreas recreacionales de carácter organizado que estén localizadas en áreas de clase 1 ó 2.

Si la construcción existente es usada con poca frecuencia, los criterios expuestos a continuación no necesitan ser aplicados:

- Tuberías ubicadas cerca de lugares de reuniones públicas, o sitios de concentración de personas tales como los nombrados anteriormente deben cumplir los requerimientos especificados para la Clase de Localidad 3. Véase la figura N° 1.
- Las concentraciones de personas referidas anteriormente no incluyen grupos de menos de veinte (20) personas por sitio o localidad, pero si intenta cubrir personas en un área exterior, así como en un edificio.

3.3 Criterios de diseño

3.3.1 Determinación de la Longitud de las franjas

Las dimensiones de la franja utilizada para determinar la densidad poblacional a lo largo de la ruta de un gasoducto, dependerán de la ubicación y extensión de centros poblados.

A continuación se indican los criterios a tomar para establecer la longitud de los tramos:

- La longitud de medición de una franja debe ser de 400 m de ancho (200 m a cada lado del eje del gasoducto) por 1600 m de longitud, con la tubería ubicada en el eje de la franja.
- Cuando un grupo de unidades habitacionales destinadas a ocupación humana indique que el área deba ser identificada como Clase 2 o Clase 3, esta clasificación debe llegar hasta una distancia de 200 metros medidos a partir de la última edificación. Véase la figura N° 2.

3.3.2 Determinación de espesores de tuberías

La selección del espesor de una tubería para ser operada como gasoducto viene dada por el establecimiento de la máxima presión admisible de operación que soportará el tubo. Para ello esta Norma detalla las limitaciones de las presiones de diseño en función de:

- Clasificación del área.
- Construcciones existentes a lo largo de la ruta.
- Especificaciones propias del acero utilizado.
- Tipo de junta de la tubería.
- Temperatura.

3.3.2.1 Fórmula de Barlow

El espesor de la pared de la tubería debe ser suficiente para soportar los esfuerzos que serán ejercidos sobre ella, tales como los producidos por la presión interna del gas y los provenientes de las fuerzas externas que actúan sobre la tubería, como lo son su propio peso, los esfuerzos geostáticos, los esfuerzos generados en el traslado, las fuerzas del viento, las fuerzas sísmicas, etc.

En tuberías de transmisión de gas, la presión interna generada produce los mayores componentes de esfuerzo, así que el espesor de la pared de la tubería requerida para operaciones a altas presiones se obtiene del cálculo con la fórmula de BARLOW, para el diseño de espesores de tuberías de acero sometidas a presión interna, utilizada en la transmisión y distribución de gas, la cual se define de la siguiente manera:

$$P = ((2 * S * t) / D) * F * E * T$$

Donde:

P = Presión de diseño, en lppcg

S = Esfuerzo de fluencia mínimo especificado, en lppc

D = Diámetro externo nominal de la tubería, en pulg

t = Espesor de pared nominal del tubo, en pulg

F = Factor de diseño (ver tablas N° 3 y N° 4)

E = Factor según el tipo de unión longitudinal

T = Factor de reducción por efecto de temperatura

- a) Esfuerzo de Fluencia S: Los valores de "S" están estipulados en las especificaciones bajo las cuales la tubería fue fabricada. Las tuberías de alta resistencia utilizadas para gasoductos, cumplen con las especificaciones indicadas en la Tabla 2:

Tabla 2. Esfuerzo de fluencia admisible por grado de tubería

Especificación	Grado de tubería	Tipo de Junta	Esfuerzo de fluencia (lppc)
API 5L	A25	BW, ERW, S	25 000
API 5L	A	ERW, S, DSA	30 000
API 5L	B	ERW, S, DSA	35 000
API 5L	X42	ERW, S, DSA	42 000
API 5L	X46	ERW, S, DSA	46 000
API 5L	X52	ERW, S, DSA	52 000
API 5L	X56	ERW, S, DSA	56 000
API 5L	X60	ERW, S, DSA	60 000
API 5L	X65	ERW, S, DSA	65 000
API 5L	X70	ERW, S, DSA	70 000
API 5L	X80	ERW, S, DSA	80 000
ASTM A 53	Tipo F	BW	25 000
ASTM A 53	A	ERW, S	30 000
ASTM A 53	B	ERW, S	35 000
ASTM A 106	A	S	30 000
ASTM A 106	B	S	35 000
ASTM A 106	C	S	40 000
ASTM A 134		EFW	
ASTM A 135	A	ERW	30 000
ASTM A 135	B	ERW	35 000
ASTM A 139	A	EFW	30 000
ASTM A 139	B	EFW	35 000
ASTM A 139	C	EFW	42 000
ASTM A 139	D	EFW	46 000

Especificación	Grado de tubería	Tipo de Junta	Esfuerzo de fluencia (lppc)
Continuación Tabla 2			
ASTM A 139	E	EFW	52 000
ASTM A 333	1	S, ERW	30 000
ASTM A 333	3	S, ERW	35 000
ASTM A 333	4	S	35 000
ASTM A 333	6	S, ERW	35 000
ASTM A 333	7	S, ERW	35 000
ASTM A 333	8	S, ERW	75 000
ASTM A 333	9	S, ERW	46 000
ASTM A 381	Clase Y-35	DSA	35 000
ASTM A 381	Clase Y-42	DSA	42 000
ASTM A 381	Clase Y-46	DSA	46 000
STM A 381	Clase Y-48	DSA	48 000
ASTM A 381	Clase Y-50	DSA	50 000
ASTM A 381	Clase Y-52	DSA	52 000
ASTM A 381	Clase Y-56	DSA	56 000
ASTM A 381	Clase Y-60	DSA	60 000
ASTM A 381	Clase Y-65	DSA	65 000
Abreviaturas:			
BW: Soldadura a tope en horno.			
ERW: Soldadura por electro-resistencia.			
S: Sin costura.			
FW: Soldadura por destello.			
EFW: Soldadura por fusión eléctrica.			
DSA: Soldadura de doble arco sumergido.			

- b) Factor de diseño F : Se determina en función de la clase de localidad y de las construcciones existentes a lo largo de la ruta, y se utiliza como un factor de seguridad para calcular el esfuerzo admisible de la tubería, cuyos valores son tomados de las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Factor de diseño básico F según la clase de localidad (Tabla 841.114A ASME B31.8)

Clase de localidad	Factor de diseño F
1 división 1	0,80
1 división 2	0,72
2	0,60
3	0,50
4	0,40

Tabla 4. Factor de diseño F en función de la clasificación de áreas, afectado por el tipo de construcción existente en la franja (Tabla 841.114B ASME B31.8)

Tipos de instalaciones	1 Div 1	1 Div 2	2	3	4
1. Tuberías principales. Líneas de transmisión	0,80	0,72	0,60	0,50	0,40
2. Cruces sin "casing" con:					
2.1 Vías privadas	0,80	0,72	0,60	0,50	0,40
2.2 Vías públicas no pavimentadas	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40
2.3 Carreteras, autopistas, vías férreas	0,60	0,60	0,50	0,50	0,40
3. Cruces con "casing" con:					
3.1 Vías privadas	0,80	0,72	0,60	0,50	0,40
3.2 Vías públicas no pavimentadas	0,72	0,72	0,60	0,50	0,40
3.3 Carreteras, autopistas, vías férreas	0,72	0,72	0,60	0,50	0,40

Tipos de instalaciones	1 Div 1	1 Div 2	2	3	4
4. Tubería paralelas a la vía dentro del derecho de paso de la misma					
4.1 Vías privadas	0,80	0,72	0,60	0,50	0,40
4.2 Vías públicas no pavimentadas	0,80	0,72	0,60	0,50	0,40
4.3 Carreteras, autopistas, vías férreas	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40
5. Ensamblajes fabricados	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40
6. Tuberías en suspensión paralelas a puentes	0,60	0,60	0,60	0,50	0,40
7. Plantas compresoras	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40
8. Cercanía a sitios de concentración pública en localidades 1 y 2	0,50	0,50	0,50	0,50	0,40

- c) Factor de Junta Longitudinal (E) para tubería de acero. Los valores del factor " E " en función del tipo de unión longitudinal de tubería, para varios tipos de soldadura y especificaciones de acero vienen dados en la Tabla 5:

Tabla 5. Factor de Junta Longitudinal E para tuberías (Tabla 841.115A ASME B31.8)

Especificación	Clase de tubería	Factor (E)
ASTM A-53	Sin costura	1,00
	Soldadura por resistencia eléctrica	1,00
	Soldadura a tope en horno - Soldadura continua	0,60
ASTM A-106	Sin costura	1,00
ASTM A-134	Soldadura por arco eléctrico	0,80
ASTM A-135	Soldadura por resistencia eléctrica	1,00
ASTM A-139	Soldadura por fusión eléctrica	0,80
ASTM A-211	Soldadura helicoidal	0,80
ASTM A-333	Sin costura	1,00
	Soldadura por resistencia eléctrica	1,00
ASTM A-381	Soldadura doble arco sumergido	1,00
ASTM A-671	Soldadura por fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43, 53	0,80
	Clases 12, 22, 32, 42, 52	1,00
ASTM A-672	Soldadura de fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43, 53	0,80
	Clases 12, 22, 32, 42, 52	1,00
API 5L	Sin costura	1,00
	Soldadura por electroresistencia	1,00
	Soldadura por electrodestello	1,00
	Soldadura por arco sumergido	1,00
	Soldadura a tope en horno	0,60

- d) Factor de reducción " T " por efectos de temperatura para varias temperaturas máximas de flujo en tuberías, hay que tomar en cuenta que toda operación normal en tuberías se hace por debajo de 250°F, de tal forma que el factor de reducción (T) será igual a 1 para temperaturas menores o iguales a 250°F.

Para temperaturas intermedias se interpola el valor de T en la tabla 6.

Tabla 6. Factor de Reducción T (Tabla 841.116ªA ASME B31.8)

Temperatura °F	Factor de reducción T
250 (107 °C) o menos	1,000
300 (135 °C)	0,967
350 (162 °C)	0,933
400 (190 °C)	0,900
450 (218 °C)	0,867

3.3.2.2 Requerimientos adicionales para espesores nominales

El espesor de pared mínimo requerido para soportar la presión, como se determina en el punto 3.3.2.1, puede no ser adecuado para resistir otras fuerzas a las cuales la tubería estará sometida, tales como cargas debido al transporte y manejo de los tubos durante la construcción, peso del agua usada durante la prueba hidrostática, esfuerzos geostáticos y otras cargas secundarias durante la operación.

El transporte, la instalación o las reparaciones del tubo en ningún caso deben reducir su espesor en algún punto a menos del 90% del espesor nominal determinado en el diseño para la presión a la cual el tubo va a estar sometido.

3.3.3 Información adicional de diseño

Para la selección del factor de diseño, se tomará en cuenta, en un principio, la clase de localidad calculada de acuerdo a la densidad poblacional, la cual conduce a buscar dichos factores en la tabla 3; ahora bien, en el caso de existir construcciones presentes a lo largo de la ruta, el factor de diseño se determinará de acuerdo con la tabla 4.

En lo referente al distanciamiento entre las estaciones de válvulas de seccionamiento de gasoductos y terceros, debe realizarse un análisis cuantitativo de riesgo.

3.3.3.1 Piezas ensambladas

Cuando el montaje o ensamblaje de elementos componentes de un gasoducto tales como conexiones para separadores, ensamblaje de estaciones de válvulas, interconexiones, cabezales en los cruces de ríos, etc. va a realizarse en áreas definidas como clase de localidad 1, se aplicara un factor de diseño de 0,6 a lo largo del ensamblaje hasta una distancia de cinco (5) veces el diámetro en cada dirección, más allá del último accesorio o tres (3) metros, cualquiera que sea menor. Ni las piezas de transición al final de los ensamblajes ni los codos usados en lugar de los dobleces de tubos son considerados como accesorios para los requisitos de este párrafo. Véase figura N° 3.

4 RECLASIFICACIÓN DE ÁREAS

4.1 General

Cuando las localidades se clasifican con la finalidad de determinar el factor de diseño para tuberías y las pruebas que deben ser prescritas, las consideraciones a tomar deben contemplar la posibilidad de un desarrollo futuro del área. En el caso de no haberse establecido este futuro desarrollo para gasoductos en operación o de haber sido superior a los tomados en cuenta en el diseño a mediano plazo, ya sea por incremento en la densidad poblacional en algunos sectores de la ruta o construcción de nuevas instalaciones a lo largo de la misma, se presenta la necesidad de estudiar la reclasificación de ese sistema de transmisión de gas con la finalidad de operar las tuberías a presiones que garanticen la seguridad del sistema, el suministro de gas necesario para satisfacer la demanda y estén conformes con la normativa actual.

4.2 Consideraciones a tomar para la reclasificación de áreas

Debe mantenerse una inspección periódica de las tuberías de acero existentes y que operen a niveles de presión que excedan el 40% de su esfuerzo de fluencia, con la finalidad de determinar si se han construido edificaciones destinadas a ocupación humana adicionales a las existentes. Se debe contar el número total de unidades habitacionales para determinar la clase de localidad actual mediante el método establecido en el capítulo de clasificación de áreas.

Cuando exista un incremento en el número de unidades habitacionales destinadas para ocupación humana cercano al límite superior del rango mostrado en la tabla 7 para cada clase de localidad, y sea probable un cambio en la clasificación del área, se debe realizar un estudio para determinar lo siguiente:

- Procedimientos de diseño, construcción y pruebas aplicados durante la instalación, y comparación de estos procedimientos con los indicados por esta Norma.
- Estado físico del segmento de tubería, el cual puede ser obtenido basándose en los registros y en la información disponible.
- Historial de operación y de mantenimiento de la tubería.
- Máxima presión admisible de operación actual y el correspondiente esfuerzo anular. El gradiente de presión puede ser tomado en cuenta en la sección de tubería afectada directamente por el incremento en el número de edificaciones.
- Área realmente afectada por el incremento en la densidad poblacional y las barreras físicas u otros factores que puedan limitar futuros desarrollos del área o crecimiento de la población.

Tabla 7. Reclasificación por aumento del índice de densidad poblacional (Tabla 854.1(c)ASME B31.8)

ORIGINAL (NOTA 1)		ACTUAL		MÁXIMA PRESIÓN DE OPERACIÓN ADMISIBLE M.P.O.A.
CLAS E	N° Unidades Habitacionales	CLASE	N° Unidades Habitacionales	
1 Div. 1	0 - 10	1	11 - 25	MPOA previa pero no mayor que 80% EA
1 Div.2 1	0 - 10	1	11 - 25	MPOA previa pero no mayor que 72% EA
1	0 - 10	2	26 - 45	0,800* Presión de prueba pero no mayor que 72% EA
1	0 - 10	2	46 - 65	0,667* Presión de prueba pero no mayor que 60% EA
1	0 - 10	3	> 66	0,667* Presión de prueba pero no mayor que 60% EA
1	0 - 10	4	NOTA 2	0,555* Presión de prueba pero no mayor que 50% EA
2	11 - 45	2	46 - 65	MPOA Previa pero no mayor que 60% EA
2	11 - 45	3	> 66	0,667* Presión de prueba pero no mayor que 60% EA
2	11 - 45	4	NOTA 2	0,555* Presión de prueba pero no mayor que 50% EA
3	>46	4	NOTA 2	0,555* Presión de prueba pero no mayor que 50% EA

NOTA 1: Al momento de diseño y construcción.

EA: Esfuerzo Admisible

NOTA 2: Prevalecen edificaciones de más de 4 pisos

4.3 Confirmación o revisión de la máxima presión de operación admisible ó permitida.

Si al realizar el estudio expuesto en el punto 4.1, se nota que la máxima presión de operación admisible en una sección de tubería no corresponde con las clases de localidad 2, 3 ó 4 existentes, y tal sección se encuentra en condiciones físicas satisfactorias, la máxima presión de operación de este segmento debe ser revisada dentro de los 18 meses siguientes al cambio de clase de localidad de la siguiente forma:

- a) Si la sección involucrada ha sido previamente probada en campo por un período no menor de 2 horas, entonces la máxima presión de operación admisible (MPOA) debe ser confirmada o reducida de manera que no exceda la indicada en la tabla N° 7.
- b) Si la presión de prueba anterior no fue lo suficientemente alta para permitir a la tubería retener su MPOA u obtener una MPOA aceptablemente baja en la clase de localidad de acuerdo con el punto anterior, la tubería podría retener su MPOA o ser calificada para una MPOA aceptablemente baja si ésta es probada nuevamente a una presión de prueba más alta por un período no menor de 2 horas. Si la nueva prueba de

esfuerzo no es realizada durante el período de 18 meses siguientes al cambio de clase de localidad, la MPOA debe ser reducida a un valor que no exceda el de la presión de diseño al final de dicho período.

- c) Una MPOA que haya sido confirmada o revisada de acuerdo con los puntos a y b, no debe exceder la establecida por esta Norma. La confirmación o revisión de la MPOA no excluirá la aplicación del procedimiento para aumento de la MPOA (Uprating) que se describe en el punto 5.3 de esta Norma.
- d) Cuando las condiciones de operación requieran que la máxima presión de operación admisible existente sea mantenida, y la tubería no pueda cumplir con lo establecido en los puntos anteriores, la sección de tubería que esté dentro del área cuya clase de localidad cambie debe ser reemplazada por una tubería que cumpla con los requisitos de diseño correspondientes a la clasificación de áreas.

4.4 Válvulas de seccionamiento

Cuando el estudio requerido en el punto 4.3, indique que la máxima presión de operación admisible establecida de una tubería no corresponde con la permitida por esta Norma para las clases de localidad nuevas, el espaciamiento entre las válvulas de seccionamiento debe ser revisado como se indica a continuación.

- a) Si la sección de tubería está calificada para servicio continuo, según la primera prueba, como se señala en el punto 4.3 aparte a, o se puede reducir la máxima presión de operación admisible, de acuerdo con el punto 4.3 aparte b, no se requerirán válvulas adicionales.
- b) Donde deba ser reemplazado un segmento de tubería para mantener la máxima presión de operación admisible, se debe tomar en consideración lo siguiente con relación al espaciamiento entre las válvulas.
 - b.1 Donde se reemplace una sección corta de tubería no se requerirán válvulas adicionales.
 - b.2 Donde el reemplazo involucre 1600 metros de tubería o más, se debe considerar la instalación de válvulas adicionales para cumplir con el espaciamiento requerido indicado en el punto 5.4.

4.5 Consideraciones referentes a concentraciones de personas en las clases de LOCALIDAD 1 y 2

Donde una construcción existente tal como un hospital, escuela, hotel, área recreacional de carácter organizado, tal como un estadio deportivo o parque de atracciones, se halle cerca de una línea de transmisión de gas en localidades de clases 1 y 2, se deben establecer ciertas consideraciones debido a las consecuencias que ocasionaría una posible falla del sistema, aunque la probabilidad de tal ocurrencia sea muy pequeña si la línea está diseñada, construida y operada de acuerdo a las normativas actuales. En caso de que sean frecuentes las concentraciones de personas en tales instalaciones, las líneas de gas deben cumplir con los requisitos presentados a continuación; en caso contrario, si el uso de estas instalaciones es poco frecuente, las líneas de gas no necesitarán cumplir con estos requisitos, ya que su poco uso, combinado con la muy remota posibilidad de una falla en ese punto particular de la tubería elimina prácticamente la posibilidad de un accidente.

4.5.1 Requisitos

a. En las tuberías cerca de construcciones existentes como las mencionadas en el punto anterior los esfuerzos anulares máximos permitidos no excederán el 50% del esfuerzo de fluencia de la tubería, en caso contrario se debe realizar el estudio de reclasificación de áreas descrito en el punto 4 y determinar que la tubería cumple con lo siguiente en un nivel de seguridad adecuado:

a.1 El segmento de tubería debe ser probado hidrostáticamente durante un período no menor de 2 horas a un nivel mínimo de esfuerzo de:

- 100% de su esfuerzo de fluencia, si la tubería opera a niveles comprendidos entre 60% y 72% de su esfuerzo de fluencia.
- 90% de su esfuerzo de fluencia, si la tubería opera a niveles comprendidos entre 50% y 60% de su esfuerzo de fluencia, a menos que el segmento haya sido probado previamente a una presión de por lo menos 1,5 veces su MPOA.

Si el segmento contiene tubos que operan a varios niveles de esfuerzo, el nivel mínimo de esfuerzo de prueba establecido arriba debe estar basado en el esfuerzo de fluencia del tubo que trabaje al nivel de esfuerzo de operación más alto.

a.2 El patrullado y la inspección de fugas serán realizados a intervalos consecuentes con lo establecido para una clase de localidad 3.

a.3 Cuando el esfuerzo anular máximo permitido exceda el 60% del esfuerzo de fluencia, se deben realizar inspecciones visuales periódica con el empleo de una técnica de muestreo o inspección instrumentada capaz de detectar grietas y daños debidos a corrosión para confirmar que la condición física de la tubería sea satisfactoria.

b. Si las construcciones existentes cercanas a la tubería aparentan propiciar actividades adicionales de construcción, se deben colocar marcadores de tuberías adecuados.

5 TÓPICOS Y DEFINICIONES RELACIONADOS CON LOS ESTUDIOS DE CLASIFICACIÓN Y RECLASIFICACIÓN DE ÁREAS POR DENSIDAD POBLACIONAL

5.1 Definición de instalaciones o facilidades a lo largo de la ruta

Los términos "instalaciones" y "facilidades" se refieren a todas aquellas construcciones ubicadas a lo largo de la ruta del gasoducto y que influyen sobre el factor de diseño a emplear para el cálculo del espesor de la tubería, dependiendo de la clasificación del área donde se encuentran. Como ejemplo de instalaciones o facilidades podemos citar:

- Cruces de vías públicas y privadas.
- Vías férreas.
- Sitios de concentración pública.

5.2 Máxima presión de operación admisible (MPOA)

Esta presión es por definición la máxima presión de operación a la cual puede ser sometida una tubería de gas de acuerdo con los requisitos de esta Norma y del código ASME B31.8. Para una tubería, la máxima presión de operación admisible no debe exceder el menor de los siguientes valores:

- a) La presión de diseño del elemento más débil de la tubería. Asumiendo que todos los accesorios y válvulas de la línea tienen un adecuado rating de presión, la máxima presión de operación admisible para tuberías de acero se determinará según lo indicado en el punto 3.3.2.1.
- b) La presión obtenida al dividir el valor de la presión a la que se realizó la prueba de la tubería después de instalada y el factor correspondiente a la clase de localidad en que se encuentra la línea, según la tabla 8:

Tabla 8. Máxima presión de operación admisible

Clase de localidad	M.P.O.A.
1 división 1	Presión de prueba / 1,25
1 división 2	Presión de prueba / 1,10
2	Presión de prueba / 1,25
3	Presión de prueba / 1,40
4	Presión de prueba / 1,40

- c) La máxima presión a la cual la tubería debe ser sometida de acuerdo con su historial de operación y mantenimiento.

5.3 Aumento de la máxima presión de operación admisible (Uprating)

A continuación se describen los requisitos mínimos para aumentar el valor de la máxima presión de operación admisible en una tubería.

- a) El nuevo valor de máxima presión de operación admisible no puede exceder la presión de diseño del elemento más débil dentro del segmento de tubería al cual se le vaya a aumentar la MPOA.

- b) Se debe preparar un plan para aumentar la MPOA, el cual debe incluir un procedimiento escrito que asegure el cumplimiento de todos los requisitos aplicables al aumento de la MPOA.
- c) Antes de incrementar la MPOA de un segmento que haya estado operando a una presión menor que la presión de diseño determinada según el punto 5.2, se deben tomar las siguientes medidas:
 - c.1 El diseño, instalación inicial, método y fecha de la prueba anterior, clase de localidad, materiales y equipos, deben ser revisados para determinar que el incremento propuesto es seguro y consistente con los requisitos de esta Norma.
 - c.2 Se debe determinar la condición actual de la línea mediante revisión de fugas, otras inspecciones de campo, y por evaluación de los registros de mantenimiento.
 - c.3 Se deben realizar las reparaciones y reemplazos que sean necesarios después de obtener los resultados de las evaluaciones previas.
 - d) Se debe considerar realizar una nueva prueba de presión si no hay evidencias satisfactorias disponibles para garantizar la seguridad de operación a la MPOA propuesta.
 - e) Cuando esté permitido el aumento de la MPOA, éste debe realizarse por intervalos, revisando las posibles fugas de gas en la línea después de realizar cada incremento de presión. El número de incrementos debe ser determinado por el operador después de considerar el incremento total de presión, el nivel del esfuerzo a la MPOA final, la condición de la tubería, y la proximidad de la misma a otras estructuras. El número de incrementos será suficiente para asegurar que cualquier fuga sea detectada antes que pueda crear un riesgo potencial. Las fugas descubiertas potencialmente peligrosas deben ser reparadas antes de realizar los siguientes incrementos de presión. Se debe realizar una evaluación de fuga de gas en la línea a la MPOA final.
 - f) Deben mantenerse registros de los aumentos de MPOA, incluyendo cada investigación requerida para realizarlos, las medidas correctivas tomadas y las pruebas de presión realizadas durante el tiempo que permanezcan en servicio las instalaciones involucradas.
 - g) Los incrementos de presión de operación a un valor que produzca un esfuerzo anular igual o mayor al 30% del esfuerzo admisible, deben cumplir con lo expuesto en los puntos anteriores y alguno de los siguientes:
 - g.1 Si la evaluación física de la tubería indica que es capaz de soportar la presión de operación deseada, si los requisitos de diseño están de acuerdo con los indicados anteriormente, y si ha sido probada previamente a una presión igual o mayor a la requerida por una tubería nueva para la MPOA propuesta, la tubería podrá ser operada a una MPOA más alta.
 - g.2 Si la evaluación física indica que la capacidad de la línea para soportar una presión de operación más alta no ha sido comprobada satisfactoriamente, o que la tubería no ha sido probada a los niveles de presión requeridos por una tubería nueva para la MPOA propuesta, la línea podría ser operada a una MPOA más alta si ésta soporta satisfactoriamente la prueba de presión requerida para una tubería nueva que vaya a operar en las mismas condiciones.
 - g.3 Si la evaluación física de la línea verifica su capacidad para operar a una presión más alta, una MPOA más alta podrá ser establecida de acuerdo con lo indicado en el punto 5.2, usando como prueba de presión, la presión más alta a la cual la línea será sometida, ya sea en una prueba de resistencia o en operación.
 - g.4 Si es necesario probar una tubería antes de aumentar su MPOA, y si no es factible probar la línea, ya sea por los costos o dificultades creadas al sacarla de servicio o debido a otras condiciones operacionales, la MPOA más alta podrá ser establecida en localidades de clase 1 de la siguiente manera:
 - Siguiendo los requisitos indicados en el aparte c del punto 5.3.
 - Seleccionando una nueva MPOA consistente con la condición de la tubería y los requerimientos de diseño, siempre que en ningún caso la nueva MPOA exceda el 80% de la MPOA permitida para una línea nueva bajo las mismas condiciones y que el aumento de presión se realice por incrementos, de acuerdo con el aparte e) del punto 5.3.

5.4 Espaciamiento requerido entre válvulas

Los valores que se tomarán en cuenta para determinar el espaciamiento entre estaciones, están dados en función de la clase de localidad y serán definidos a nivel de ingeniería básica.

5.4.1 Líneas de transmisión

Las válvulas de seccionamiento deben instalarse durante la construcción de las líneas de transmisión. Al momento de determinar el espaciamiento entre válvulas deben considerarse los lugares que permitan acceso en forma continua a dichas válvulas. Otros factores a considerar son el tiempo de corte del suministro a un área aislada, la continuidad del servicio, la flexibilidad de operación necesaria, el desarrollo futuro esperado en el área de espaciamiento entre las válvulas y las condiciones naturales de la zona, los cuales podrían afectar en forma adversa la operación y seguridad de la línea.

Independientemente de las consideraciones anteriores, la distancia entre las válvulas en líneas de transmisión nuevas, no debe exceder los valores indicados en la tabla N° 9.

Tabla 9. Separación máxima entre estaciones de válvulas

Clase de localidad	Espaciamiento requerido
1	32 km
2	24 km
3	16 km
4	8 km

La distancia definida en la Tabla 9, podrá ser ligeramente modificada para permitir la instalación de las válvulas en lugares de mayor accesibilidad, siendo el acceso en forma continua la consideración primaria al ubicar válvulas de seccionamiento. Véanse las figuras N° 4, 5, 6 y 7.

5.5 Prueba de presión

Todos los sistemas de tuberías deben ser probados hidrostáticamente después de ser instalados, exceptuando las piezas ensambladas, y las conexiones a futuro (tie-in), que hayan sido probadas previamente.

Las soldaduras circunferenciales y las conexiones a futuro soldadas que no hayan sido probadas después de la construcción, deben ser inspeccionadas radiográficamente o por algún otro método no destructivo aceptado. A las conexiones a futuro que no sean soldadas y que no hayan sido probadas después de la construcción, se les debe realizar una prueba para determinar fugas a una presión no menor que la presión a la cual operará la instalación.

Todas las pruebas deben ser realizadas tomando las medidas de precaución razonables y necesarias para la protección de los empleados y del público en general durante dichas pruebas. Cuando el esfuerzo anular aumente desde un 50% del esfuerzo admisible hasta el máximo, se deben tomar las medidas necesarias para mantener alejadas del área de prueba, a las personas que no estén trabajando en dicha prueba hasta que la presión sea reducida a su nivel de operación.

En las clases de localidad 1 y 2 toda estación compresora o de válvulas debe ser probada como mínimo de acuerdo a los requisitos establecidos para la clase de localidad 2.

5.5.1 Prueba de resistencia requerida para tuberías sometidas a un esfuerzo anular mayor o igual al 30% del esfuerzo de fluencia de la tubería

A todas las tuberías que vayan a ser sometidas a un esfuerzo anular mayor o igual al 30% del esfuerzo de fluencia, se les debe realizar la prueba de presión por un período no menor de 2 horas, para probar su resistencia después de la construcción y antes de ser puestas en servicio.

- a) Las tuberías ubicadas en localidades de clase 1 división 1 deben probarse hidrostáticamente a una presión igual a 1,25 veces la presión de diseño si la máxima presión de operación es mayor al 72% del esfuerzo de fluencia.
- b) Las tuberías ubicadas en localidades de clase 1 división 2 deben ser probadas, con aire o gas a 1,1 veces la máxima presión de operación, o hidrostáticamente a una presión igual o mayor a 1,1 veces la máxima presión de operación si ésta es menor o igual a 72% el esfuerzo de fluencia.
- c) Las tuberías ubicadas en localidades de clase 2 deben ser probadas con aire a 1,25 veces la máxima presión de operación, o hidrostáticamente a una presión igual o mayor a 1,25 veces la máxima presión de operación.
- d) Las tuberías ubicadas en localidades de clase 3 y 4 deben ser probadas a una presión no menor a 1,4 veces la máxima presión de operación.
- e) Los requisitos expuestos anteriormente se presentan en la tabla N° 10.
- f) Al seleccionar el nivel de la prueba deben tenerse en consideración los cambios de clase de localidad y la relación que existe entre la prueba hidrostática y la presión de operación cuando ocurra un incremento en la densidad poblacional.

Las tuberías que crucen autopistas y vías férreas, podrán ser probadas de la misma manera y bajo las mismas condiciones de presión que las tuberías a cada lado de los cruces.

Las piezas ensambladas, conexiones de cruces, cruces de ríos, etc. que estén instaladas en localidades de clase 1 y estén diseñadas con un factor de diseño igual a 0,6 deben ser probadas según los requerimientos de la clase de localidad 1. En localidades de clase 3 y 4 se podrá usar la prueba de aire siempre que el esfuerzo anular máximo sea menor de 50% para localidades de clase 3 y menor del 40% para localidades de clase 4, que la máxima presión de operación de la tubería no exceda el 80% de la presión de prueba usada, y que la tubería involucrada sea nueva y con un factor de junta longitudinal E igual a 1.

Deben mantenerse registros que muestran los procedimientos utilizados y la información desarrollada para establecer la MPOA de cada tubería.

Tabla 10. Presión de la prueba hidrostática (Tabla 841.322(f) ASME B31.8)

Clase de localidad	Medio de prueba	Presión de prueba mínima	Presión de prueba máxima	MPOA La menor entre
1 División 1	Agua	1,25 x M.P.O.A.	Ninguna	PP/1,25
1 División 2	Agua	1,10 x M.P.O.A.	Ninguna	PP/1,10 ó PD
1 División 2	Aire	1,10 x M.P.O.A.	1,10 x PD	PP/1,10 ó PD
1 División 2	Gas	1,10 x M.P.O.A.	1,10 x PD	PP/1,10 ó PD
2	Agua	1,25 x M.P.O.A.	Ninguna	PP/1,25 ó PD
2	Aire	1,25 x M.P.O.A.	1,25 x PD	PP/1,25 ó PD
3 y 4	Agua	1,40 x M.P.O.A.	Ninguna o PD	PP/1,40 ó PD
PD: Presión de Diseño				
PP: Presión de Prueba				

5.5.2 Prueba de resistencia requerida para tuberías sometidas a un esfuerzo anular mayor o igual al 30% del esfuerzo de fluencia de la tubería y una presión mayor a 100 lppc

A todas las tuberías que operen a niveles de esfuerzo menores al 30% del esfuerzo de fluencia en localidades de clase 1 se les debe realizar como mínimo una prueba de fuga. En localidades de clase 1 se les debe realizar como mínimo una prueba de fuga. En localidades de clase 2, 3 y 4 las tuberías se probarán según la tabla N° 10, excepto cuando se pueda utilizar gas o aire como medio de prueba dentro del límite máximo mostrado en la tabla N° 11.

Tabla 11. Máximo esfuerzo anular permitido durante la prueba (Tabla 841.33 ASME B31.8)

Medio de pruebas	% del esfuerzo de fluencia		
	Clase 2	Clase 3	Clase 4
Aire	75	50	40
Gas	30	30	30

5.6 Zonas de protección y seguridad con relación a terceros

A objeto de resguardar los gasoductos así como otras instalaciones contra posibles invasiones de terceros bajo un marco legal, se incluyó a los sistemas de gasoductos bajo la figura de Área de Protección de Obra Pública, lo cual establece las demarcaciones y regula el uso de:

- Una franja de máxima seguridad de 15 metros de ancho para tuberías superficiales y 6 metros de ancho para tuberías enterradas, a cada lado de la tubería y medidos a partir del eje de la mismas, donde se prohíbe toda forma de ocupación y uso del suelo, excepto para la conservación y mantenimiento de la instalación.
- Una franja de resguardo de 15 metros de ancho, medidos a partir del límite de la franja de máxima seguridad a ambos lados del eje de la tubería; donde se permite la explotación agrícola y el pastoreo de animales, prohibiéndose la construcción de edificaciones, excavaciones y perforación con fines distintos a la operación del gasoducto.
- Una franja de 200 metros de ancho donde se prohíbe el uso de explosivos.

La utilización de las franjas de seguridad también es aplicada a las estaciones de válvulas.

5.7 Patrullado e inspección de las líneas de transmisión

En toda línea de transmisión se debe tener un programa de patrullado periódico para observar las condiciones superficiales en el derecho de paso de la tubería, posibles señales de escape de gas, actividades de construcción ajenas a la línea y cualquier otro factor que pueda afectar la seguridad y la operación de la tubería.

El clima, terreno, tamaño de la tubería, presión de operación y otras condiciones serán factores que determinen la necesidad de un patrullaje más frecuente. Los cruces de vías, autopistas, vías férreas deben ser inspeccionadas con más frecuencia y más detalladamente que aquellos ubicados en campo traviesa.

El patrullado debe realizarse como mínimo según lo indicado en la tabla 12:

Tabla 12. Intervalo de tiempo máximo entre inspecciones

Clase de localidad	Cruces de vías, autopistas y ferrovías	Todos los demás sitios
1 - 2	6 meses	12 meses
3	3 meses	6 meses
4	2 meses	3 meses

BIBLIOGRAFÍA

ASME B31.8 Gas transmission and distribution piping system, 1995 Edition, capítulos IV y V.

Participaron en la elaboración de esta Norma: Gómez, Redescal; Moreno, Teresita; Ochoa, Pedro; Soto, Gustavo; Tahán, Richard.

Sitios de concentración pública (Iglesias, Escuelas, etc.)

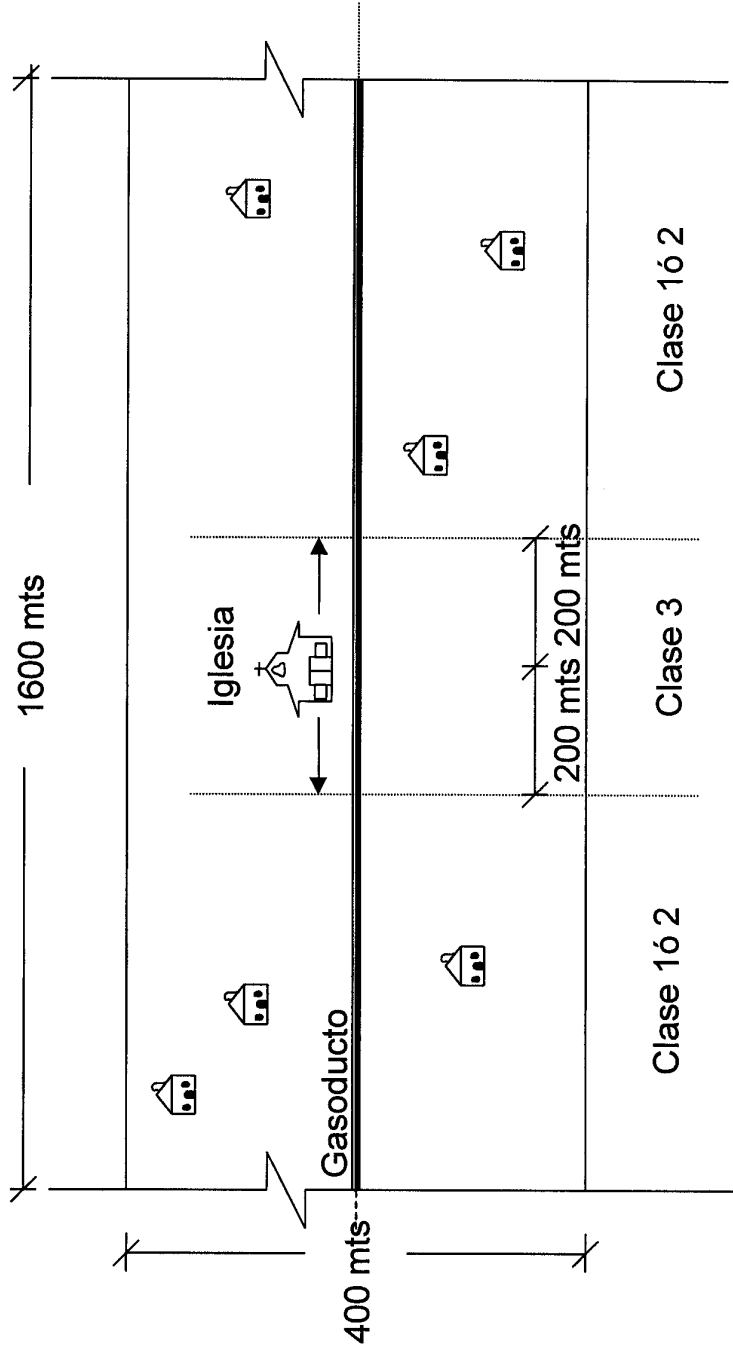


FIGURA N° 1

Límites de localidades de Clase 2 ó 3

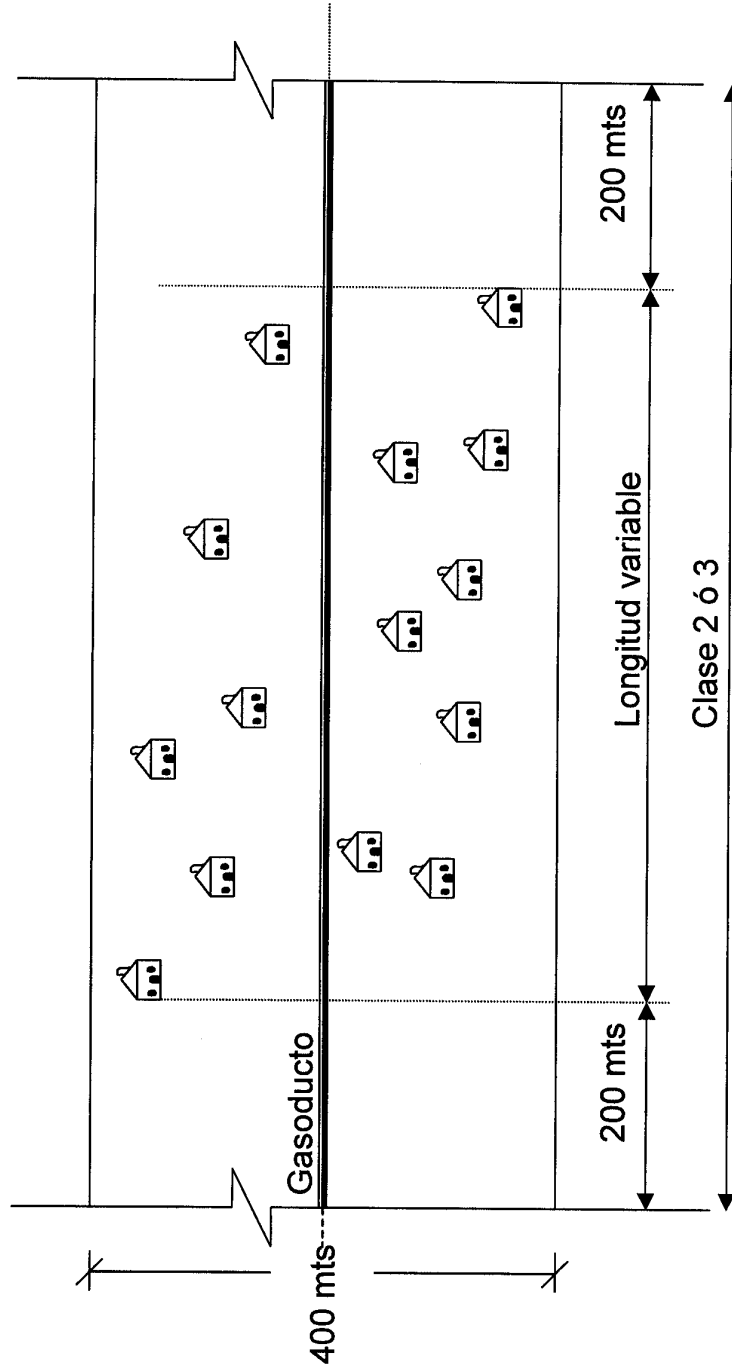


FIGURA N° 2

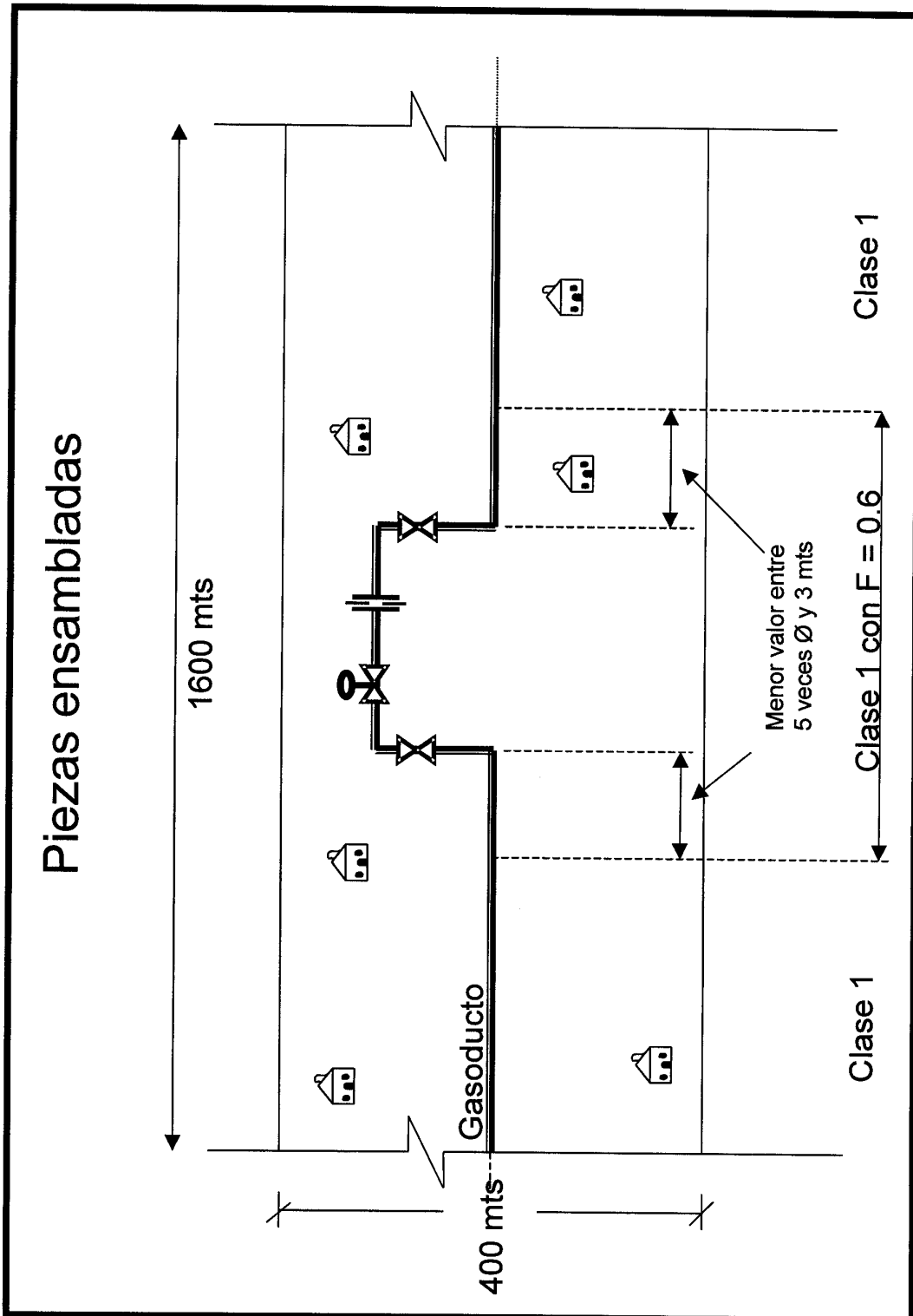


FIGURA N° 3

Separación entre Estaciones de Seccionamiento

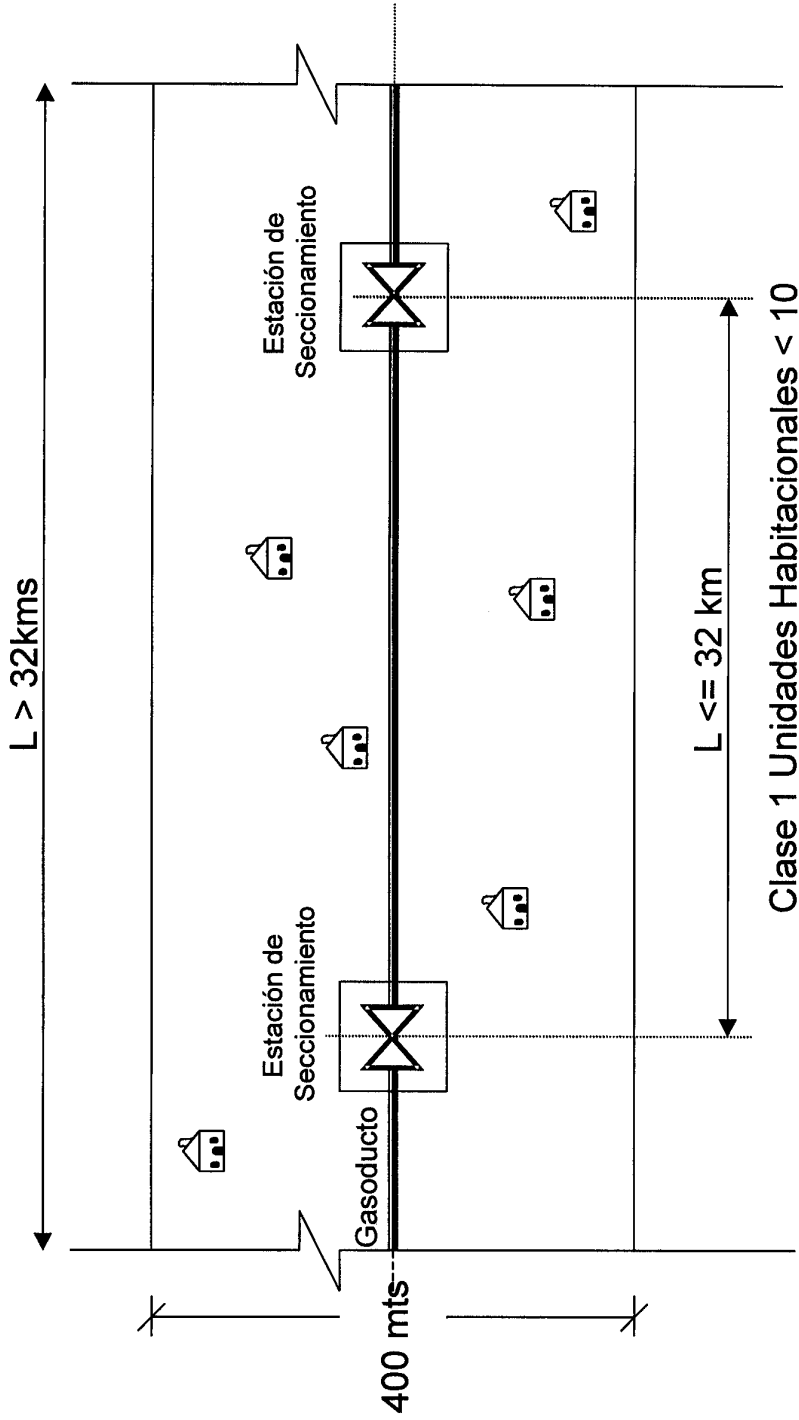


FIGURA N° 4

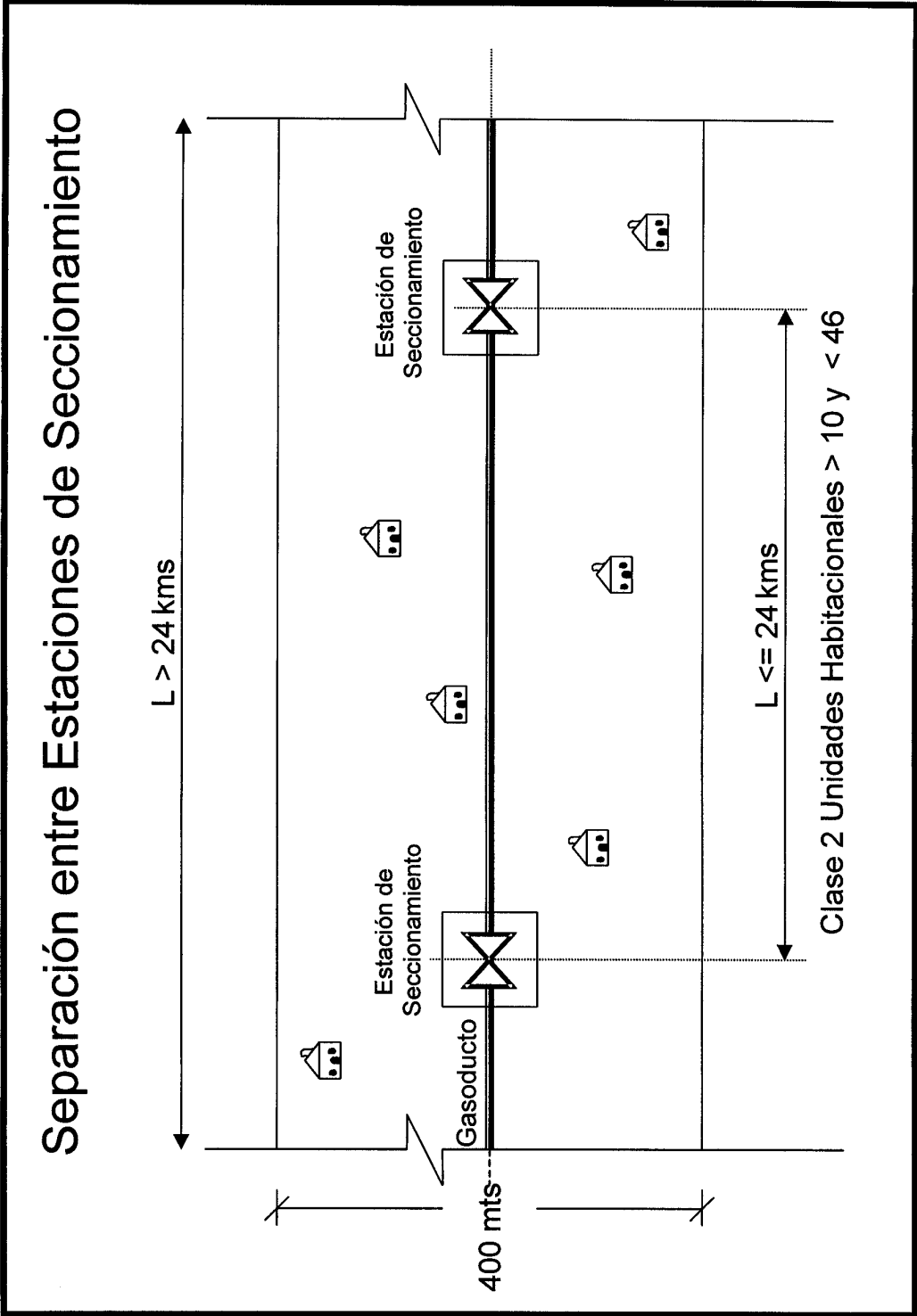


FIGURA N° 5

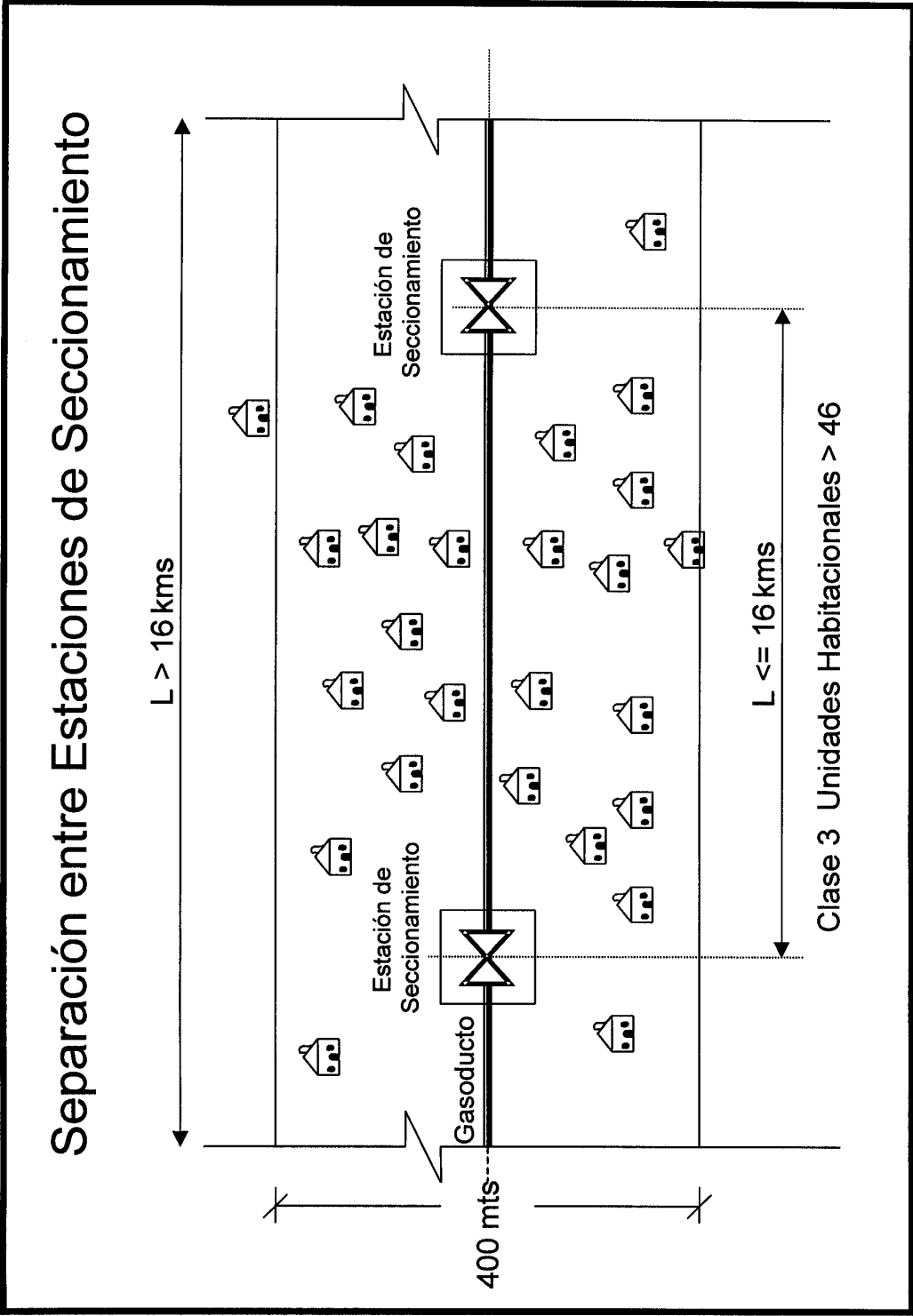


FIGURA N° 6

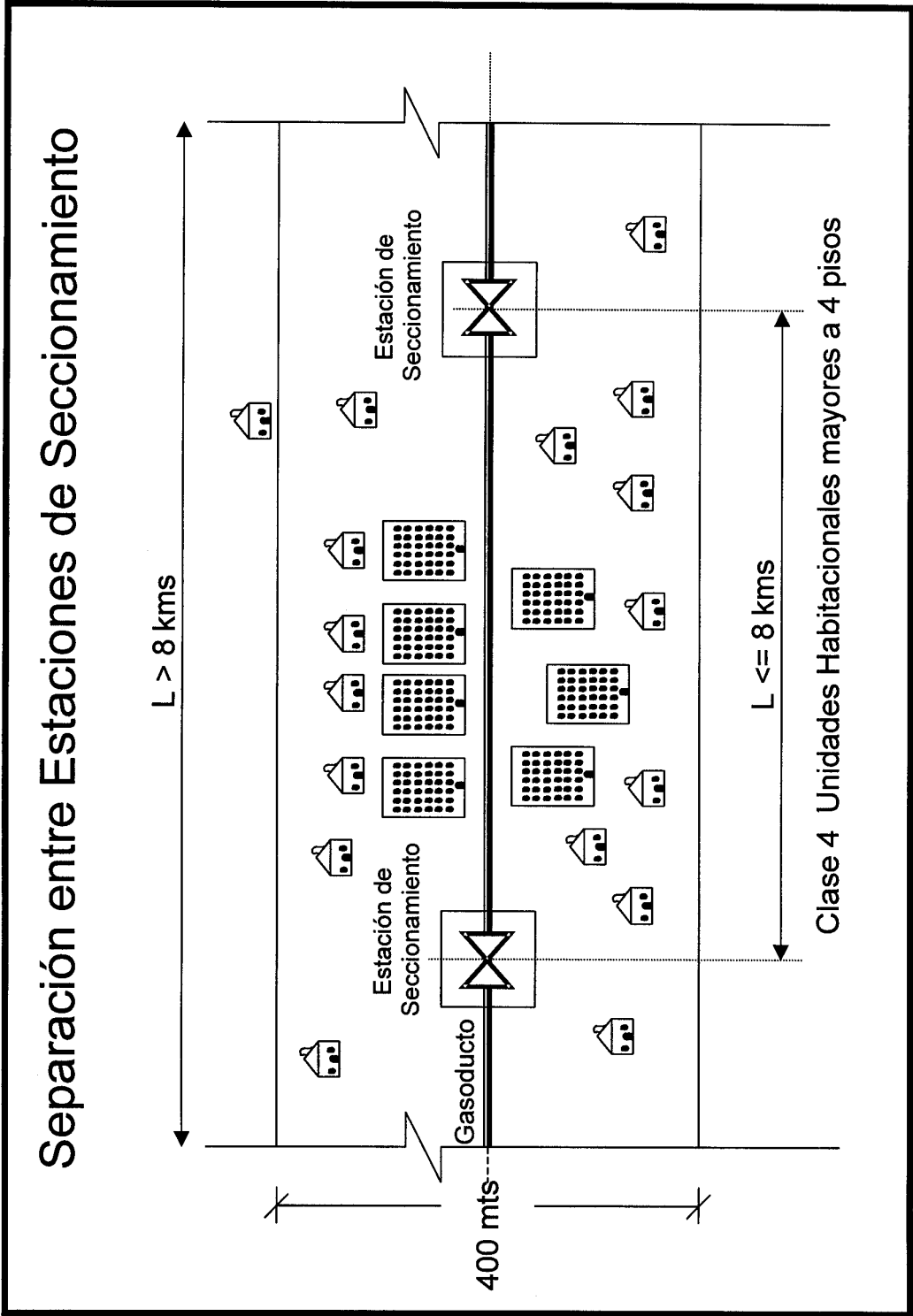


FIGURA N° 7

**COVENIN
3567:2000**

**CATEGORÍA
D**

FONDONORMA
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

publicación de:



FONDONORMA

I.C.S: 75.060

ISBN: 980-06-2548-8

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Gas natural, gasoducto.