

**Anexo****SECCIÓN 325 — ESPACIAMIENTO ENTRE ESTRUCTURAS Y OTRAS DISTANCIAS****1. CONSIDERACIONES GENERALES**

- a) Todas las líneas de transmisión y distribución deben cumplir las pautas que se indican a continuación:
  - i. El trazado de las líneas debe permitir el fácil acceso y suficiente área de trabajo en la superficie, tanto en condiciones normales, como de emergencia. Esta área debe estar libre de árboles e instalaciones, o estructuras fijas superficiales.
  - ii. La instalación debe permitir que el operador gestione y opere la línea, de forma de preservar la seguridad pública y el medio ambiente.
  - iii. Las líneas deben instalarse alejadas de toda fuente de calor o aisladas térmicamente, de modo de impedir que dicha fuente perjudique su integridad mecánica.
- b) A los efectos de permitir un mantenimiento adecuado y protegerlas contra daños que pudieran derivarse de la proximidad a otras estructuras, todas las líneas de transmisión y las instalaciones de los sistemas de distribución que operan a alta presión deben instalarse con una luz mínima de 0,5 m, mientras que las líneas de distribución que operan a baja o media presión deben instalarse con una luz mínima de 0,3 m respecto de cualquier otra estructura subterránea.
- c) En la instalación de las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión superior al 30 % de la TFME, se deben considerar los posibles futuros desarrollos urbanos e industriales en las inmediaciones.
- d) Si una línea de transmisión que opera a una presión que genera un nivel de tensión superior al 30 % de la TFME contiene viviendas o sitios aptos para el transporte de seres humanos dentro del **Círculo de Impacto Potencial (CIP)**, se debe realizar un **Informe de Evaluación de Seguridad**, calculando el riesgo generado por la operación de la línea sobre la vida de los habitantes y se deben tomar las medidas necesarias para identificar, prevenir, controlar y mitigar ese riesgo. Dicho Informe debe conservarse y actualizarse ante cambios en las condiciones del ducto o su entorno.
- e) Las líneas de distribución de polietileno deben cumplir con las distancias de seguridad establecidas en la norma NAG-140 Parte 6.

- f) Cada envase tipo caño o tipo botella se debe instalar con una luz mínima respecto de cualquier otro envase, según la Sección 175 b).

## 2. LÍNEAS BAJO SERVIDUMBRE O PERMISO DE PASO

Las líneas de transmisión y distribución dentro de servidumbre o permiso de paso, en predios de dominio privado de particulares, o del Estado deben cumplir con lo que se indica a continuación:

- a) El ancho del área libre de instalaciones y estructuras fijas de la zona de trabajo en la superficie debe cumplir lo indicado en el Cuadro 325-i. Dicho ancho podrá disponerse de forma asimétrica respecto del eje longitudinal de la línea de transmisión o distribución de gas, respetando la distancia mínima establecida en 3 a) y b).

Diámetro de cañería	Ancho área libre [m]
$\varnothing < 152$ mm (6")	9,5
$152 \leq \varnothing < 355$ mm (14")	11
$355 \leq \varnothing < 558$ mm (22")	13
$558 \leq \varnothing < 762$ mm (30")	15
$\varnothing \geq 762$ mm	16

Cuadro 325-i

- b) Las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión inferior o igual al 30 % de la TFME y todas las líneas de distribución se deben instalar a una distancia mínima de 1,5 m de estructuras fijas y a 3 m de edificaciones para ocupación humana.
- c) Las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión superior al 30 % de la TFME se deben instalar a una distancia mínima de 7,5 m de estructuras fijas y edificaciones para ocupación humana.

## 3. LÍNEAS EN VÍA PÚBLICA

Las líneas de transmisión y distribución en la vía pública deben cumplir con lo que se indica a continuación:

- a) Las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión circunferencial inferior o igual al 30 % de la TFME y las líneas de distribución de acero que operen a alta presión se deben instalar a una distancia mínima de 3 m de las edificaciones para ocupación humana.

- b) Las líneas de transmisión que operen a una presión que genere un nivel de tensión superior al 30 % de la TFME se deben instalar a una distancia mínima de 7,5 m de estructuras fijas y edificaciones para ocupación humana.
- c) Las líneas de distribución que operen a una presión inferior o igual a 4 bar, se deben instalar en vereda y en la franja comprendida entre 1,50 m y 3 m, medida desde la Línea Municipal.

#### 4. OTRAS DISTANCIAS

En el cuadro 325ii, se determinan otras distancias que deben respetarse.

DESDE	HASTA	Diámetro nominal (milímetros)		
		Dn < 203 (8")	203≤ Dn < 305 (8"-12")	Dn ≥ 305 (12")
Líneas de Transmisión (cualquier clase de Trazado).	Cañerías paralelas de Gasoductos, Propanproductos, Oleoductos, Poliductos, etc.	10 m (*)		
	Cañerías paralelas de Gasoductos, Propanproductos, Oleoductos, Poliductos, etc. en cruces de ríos.	15 m (*)	20 m (*)	30 m (*)
	Zona de compresores de la Planta compresora.	---	100 m (***)	
Válvula de Bloqueo, entrada y salida de Planta compresora.	Zona de compresores de la Planta compresora.	---	150 m (***)	
Líneas de Transmisión y Distribución (cualquier clase de Trazado).	Línea paralela de Alta Tensión Aérea (Tensión $\geq$ 66kV). (**) (****)	5 m	10 m	
	Línea de tensión eléctrica Subterránea (Tensión $\geq$ 33 kV). (****)	1 m		
	Puesta a tierra de líneas eléctricas de Alta Tensión (Tensión $\geq$ 66kV). (****)	0,5 m c/10 kV Mín. 10 m	1 m c/10 kV Mín. 10 m	1 m c/10 kV Mín. 10 m

Cuadro 325-ii

(\*) Estas distancias pueden reducirse en casos especiales con la realización de un Informe de Interferencia entre Ductos, debiendo mantener una distancia mínima que garantice una operación segura y el adecuado mantenimiento de las instalaciones.

(\*\*) Estas distancias se miden desde el eje de la línea de transmisión o distribución de gas hasta la proyección en el suelo del conductor eléctrico más cercano en su movimiento pendular, correspondiente a la hipótesis de viento máximo.

(\*\*\*) Estas distancias pueden reducirse en casos especiales con la realización del análisis de riesgo cuantitativo contemplado en la NAG-126.

(\*\*\*\*) Estas distancias pueden modificarse mediante la realización de un Estudio de Interferencia Electromagnética (EMI).

## **MATERIAL DE GUÍA**

### **1. LUZ**

Si en el momento de la instalación de líneas de transmisión o distribución existieran impedimentos técnicos insalvables (condiciones excepcionales u obstáculos) que no permiten respetar la luz mínima establecida respecto de otras estructuras subterráneas, la protección contra los daños que pudieran derivarse de la proximidad con otra estructura puede obtenerse mediante la ejecución de medidas adecuadas para evitar el contacto entre la tubería y la estructura subterránea.

Para sistemas de distribución de gas natural, se debe aplicar la “Guía para Trabajos en proximidad de tuberías conductoras de gas”, puesta en vigencia por la Resolución ENARGAS N.º I-2135/12.

### **2. ESTRUCTURAS SUBTERRÁNEAS ADYACENTES**

Al instalar nuevas líneas de distribución o reemplazar las existentes, se debe considerar la proximidad y el estado de conductos, ductos, líneas cloacales y similares estructuras existentes, incluyendo estructuras abandonadas, puesto que son una vía potencial para la migración del gas que se fuga.

### **3. INFORME DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD**

El círculo de impacto potencial debe ser calculado de acuerdo con la Parte O de la norma NAG 100.

Todos los sitios aptos para el transporte de seres humanos, deben ser considerados, según lo establecido en la sección 325, excepto en aquellos casos (sitios) en donde el Operador, sobre la base de análisis particulares, determine no necesaria su inclusión en la estimación de riesgo. Dichos estudios deben quedar debidamente justificados, evidenciados y documentados.

Ver Apéndice G-20 del Material de Guía.

#### **4. CENTROS URBANOS PRIVADOS**

Las líneas de transmisión y distribución en centros urbanos privados (*countries*, clubes de campo, barrios cerrados, parques industriales, etc.), son consideradas como instaladas en la Vía Pública para los propósitos de esta Sección.

#### **5. DISTANCIAS MÍNIMAS**

Para casos en los que circunstancias insalvables no permitan cumplir con las distancias mínimas de instalación establecidas en los puntos 2 b), 3 a) y 3 c), de la Sección 325 — Espaciamiento entre Estructuras y Otras Distancias, se deben realizar las medidas indicadas, según corresponda:

- a) Para las líneas detalladas en los puntos 2 b) y 3 a), el Operador debe realizar las evaluaciones necesarias y ejecutar las medidas suficientes para reducir los riesgos que pudieran representar esas líneas, y confeccionar, además, un informe técnico detallado, describiendo la naturaleza de los impedimentos encontrados y que contenga los resultados de las evaluaciones y medidas adoptadas. Dicho informe debe ser aprobado por los responsables Técnicos y de Seguridad autorizados por el Operador, y conservado durante toda la vida útil de la línea.
- b) Para las líneas detalladas en el punto 3 c), el Operador puede autorizar, como excepción, alterar las distancias establecidas o permitir la instalación de la tubería en calzada. En caso de ser necesario, instalar la línea a menos de 0,80 m de la línea municipal; se debe analizar y evaluar la necesidad de tomar medidas para direccionar las posibles fugas de gas, a fin de minimizar la probabilidad de migración de gas a los edificios adyacentes.

#### **6. Estudio de Interferencia Electromagnética (EMI)**

Este estudio deberá analizar los riesgos de acoplamiento capacitivo, inductivo y conductivo en régimen permanente (50/60 Hz) y en condición de falla (transitorios de baja frecuencia).

Adicionalmente, y debido a que las líneas aéreas son fuentes de atracción de descargas atmosféricas, el estudio debe incorporar un análisis de transitorio de alta frecuencia. Este análisis debe evaluar la respuesta del sistema ante descargas atmosféricas y determinará si las distancias planteadas en el diseño son seguras frente a estos fenómenos.

Si se exceden los límites, el estudio debe incluir el diseño de sistemas de mitigación para cumplir, como mínimo, con:

- Seguridad del personal (régimen permanente): tensión de toque < 15 V AC. Referencia: NACE SP0177.
- Seguridad del personal (condición de falla): tensiones de paso y toque dentro de los límites tolerables para la duración de la falla. Referencia: IEEE Std. 80.
- Integridad del gasoducto (régimen permanente): densidad de corriente AC en defectos del revestimiento < 30 A/m<sup>2</sup> (umbral de corrosión orientativo).
- Referencia: CIGRE TB 290, NACE SP0169. Integridad del gasoducto (condición de falla y descargas atmosféricas): tensión gasoducto-suelo (estrés del revestimiento) inferior a la rigidez dieléctrica del recubrimiento (1-5 kV) y efecto Joule (perforación de la pared del gasoducto).

Referencia: NACE SP0177, CIGRE BT 95.

El estudio podrá aplicarse a toda instalación eléctrica (línea aérea, subterránea o subestación) de Media tensión, Alta tensión o Extra Alta tensión y puesta a tierra.

**APÉNDICE G-20 DEL MATERIAL DE GUÍA**

(Ver material de guía de la Sección 325)

**INFORME DE EVALUACIÓN DE SEGURIDAD**

El Informe de Evaluación de Seguridad es un informe preparado por el operador de una Línea de Transmisión y es un elemento clave para identificar, prevenir, controlar y mitigar los riesgos de accidentes que podrían tener consecuencias sobre terceros ubicados en las cercanías de la línea. Las evaluaciones de seguridad deben demostrar que el ducto se diseña, construye, opera y mantiene con el objeto de minimizar el riesgo al público en general.

El Informe de Evaluación de Seguridad debe ser aprobado y suscripto por los responsables Técnicos y de Seguridad autorizados por el operador del ducto.

La figura G-20-A presenta un esquema base de evaluación de riesgos:

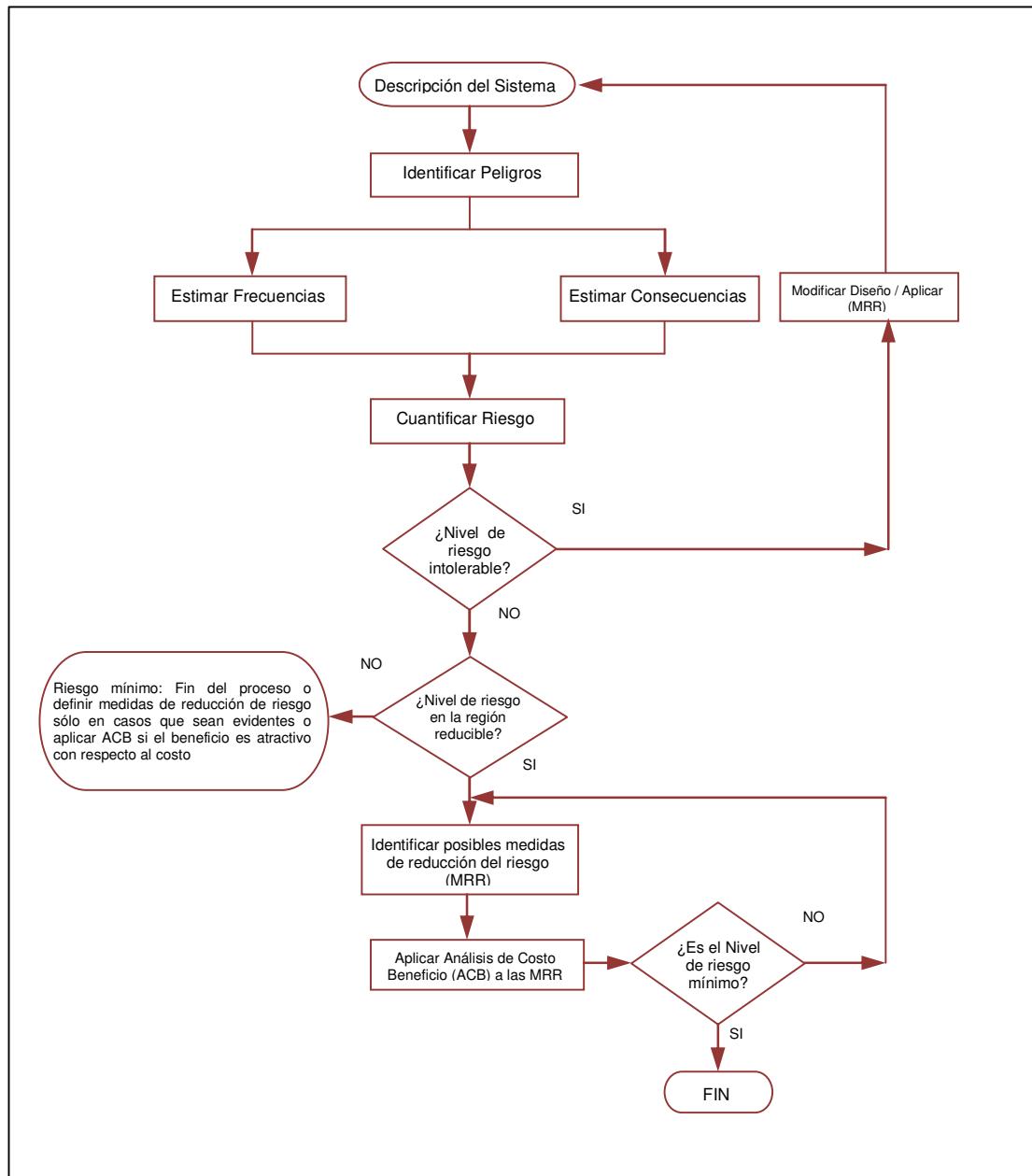


Figura G-20-A

El informe debe contener suficiente detalle de forma que permita:

- Sustentar la toma de decisiones que permitan disminuir el nivel de riesgo de las instalaciones a través de medidas de mitigación y control.
- Identificar todas las causas primarias y secundarias que pueden causar una falla de la línea.
- Cuantificar y evaluar los riesgos derivados de estas causas.
- Comparar los niveles de riesgos del ducto con los criterios de tolerancia de riesgo individual y social definidos por la empresa operadora, los cuales, como mínimo, deben cumplir con el criterio ALARP.
- Evaluar las distancias de seguridad a lo largo de la traza.
- Preparar planes de emergencia y contingencias.

Para cumplir con los puntos anteriores, se deben ejecutar las siguientes acciones y cálculos:

#### **a) Definir el alcance y recopilar los datos**

Se debe definir el alcance del informe y recopilar los datos del ducto y su ubicación; las actividades de mantenimiento e inspección; la población en los alrededores, etc.

El alcance de la evaluación debe ser definido y formulado para proporcionar la base del informe de seguridad. El alcance debe incluir, como mínimo:

- Razones para llevar a cabo la evaluación y objetivos específicos del caso.
- Características del ducto a ser evaluado.
- Características del entorno; por ejemplo, actividades y poblaciones cerca del ducto.
- Identificación de las medidas que pueden ser prácticas y eficaces para eliminar o mitigar los efectos adversos sobre seguridad pública.
- Descripción de las hipótesis y limitaciones que rigen la evaluación.

#### **b) Identificar las causas de falla o peligros**

En el sitio donde el CIP contenga viviendas, se deben identificar las causas de falla o peligros.

La falla de la línea puede tener varias causas:

- Interferencia externa.
- Corrosión (interna y externa, incluido SCC, corrosión inducida por corriente alterna o continua, etc.).
- Defectos en la construcción de la línea o en los materiales utilizados.
- Movimientos del suelo.
- Otras causas, como fatiga, errores operacionales, etc.

### **c) Evaluación inicial de los peligros identificados**

Basándose en la probabilidad de su aparición y estimación de las posibles consecuencias, este paso de la evaluación debe resultar en uno de los siguientes cursos de acción para cada uno de los riesgos identificados:

- Eliminación o reducción de la evaluación porque la probabilidad de ocurrencias o consecuencias del riesgo es insignificante.
- Medidas recomendadas para eliminar o reducir el riesgo a un nivel tolerable.
- Apreciación del riesgo.

Los modos de falla que deben ser considerados en el análisis incluyen la ruptura de la línea, así como las fugas que se producen en ella.

### **d) Predicción de la probabilidad de falla**

Se debe predecir la probabilidad de falla de cada una de las causas identificadas como creíbles mediante la selección de frecuencias a partir de bases de datos pertinentes o la aplicación de otras herramientas como, por ejemplo, Análisis de Efectos y Modos de Falla (Failure Modes and Effects Analysis: FMEA); Análisis de Árbol de Falla (Fault Tree Analysis: FTA) o Análisis de Árbol de Eventos (Event Tree Analysis: ETA), entre otras.

La predicción de la probabilidad de falla debe producir una medida del nivel de efecto en seguridad pública de cada peligro en particular. Las estimaciones deben ser expresadas cuantitativamente. El efecto sobre la seguridad pública de todos los peligros identificados como relevantes en la fase de identificación deben ser examinados, y deben determinarse los beneficios de las medidas de mitigación identificadas para reducir estos efectos.

### **e) Predicción de consecuencias**

Se deben predecir las consecuencias para las distintas posibles fallas. Esta predicción debe ser llevada a cabo mediante programas computarizados que utilicen una metodología de cálculo apropiada, que contemple modelos matemáticos para estimar el área afectada por los peligros potenciales definidos previamente.

Los escenarios aplicables deben ser definidos y clasificados bajo los siguientes:

- Fugas.
- Incendios.
- Explosiones de nubes de vapor.

Para luego analizar:

- Tipo, tasas, duración y otros parámetros de descarga.
- Probabilidad de ignición.
- Cálculo de la radiación térmica emitida por fuego.
- Cuantificación de los efectos que genera la radiación térmica emitida a la población de los alrededores y a las construcciones.

A continuación, se presenta la información mínima requerida para determinar las zonas o áreas que pueden estar potencialmente expuestas a condiciones peligrosas:

- Composición, temperatura y presión del fluido antes del escape.
- Propiedades físicas, químicas y termodinámicas de los componentes del gas.
- Ubicación y orientación del escape.
- Flujo normal de operación.
- Tiempo de cierre de válvulas.
- Condiciones ambientales (velocidad del viento, estabilidad atmosférica, humedad relativa, temperatura del aire/suelo).
- Características del terreno, así como del área circundante.

### **Cuantificación de la magnitud de la fuga**

Los diámetros de los orificios de fuga afectan fuertemente los resultados de las consecuencias finales; es por ello que se debe establecer un tamaño de fuga que represente casos o fugas menores, mayores y rupturas.

Debido a la infinidad de diámetros de defectos sobre las tuberías, se necesita simplificar para llegar a un resultado conciso que presente la exactitud suficiente como para tomar decisiones.

La clasificación por utilizar es la siguiente:

- **Fuga menor:**  
Orificios de 6,25 hasta 25 mm de diámetro (1/4" – 1") asociadas a fugas a través de pequeñas pinchaduras, corrosión y otros.
- **Fuga mayor:**  
Orificios de 25 hasta 50 mm de diámetro (1" – 2") asociada a perforación de tuberías, defectos de fabricación y otros.
- **Ruptura:**  
Orificios de 50,8 mm (2") hasta el seccionamiento total del ducto.

### **f) Estimación de daño**

Los modelos de estimación de consecuencias se basan en el principio general de que la severidad de una consecuencia es función de la distancia a la fuente de descarga.

La consecuencia también depende del objeto de estudio: si el propósito es evaluar efectos sobre el ser humano, las consecuencias pueden ser expresadas como fatalidades o lesiones, mientras que, si el objeto es evaluar el daño a las propiedades, tales como estructuras y edificios, las consecuencias pueden ser pérdidas económicas.

Para estimar riesgos, se debe usar una unidad común de medida de consecuencias para cada tipo de efectos (muerte, lesión o pérdida monetaria). La dificultad en comparar diferentes tipos de efectos ha conducido al uso de las fatalidades (muertes) como el criterio de comparación predominante.

Un método para evaluar la consecuencia de la resultante de un accidente es el modelo de efecto directo, el cual predice efectos sobre personas o estructuras basados en criterios predeterminados (por ejemplo, si un individuo es expuesto a una determinada situación, entonces se supone su muerte).

### **Efectos de radiación térmica**

Los modelos de efectos de radiación térmica son bastante simples y están sólidamente basados en trabajos experimentales sobre seres humanos, animales y estructuras. Su principal debilidad surge cuando la duración de la exposición no es considerada. Los criterios de daños para radiación sobre seres humanos consideran los efectos sobre la piel descubierta.

Los criterios de daños más comúnmente utilizados se muestran en la siguiente tabla.

Intensidad de radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Efecto observado
1,39	La piel humana puede estar expuesta por un período largo de tiempo sin producirse efectos adversos serios. Buettner [1951].
5,00	Quemaduras de segundo grado en la piel después de una exposición de 30 segundos. Stoll and Greene [1959].
9,5	Umbral de dolor alcanzable en 6 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.
11,0	Quemaduras de segundo grado en la piel después de una exposición de 10 segundos. Stoll and Greene [1959].
12	Fusión de plásticos. Gelderblom [1980].
13,5	Energía mínima requerida para dañar materiales de bajo punto de fusión (aluminio, soldadura, etc.) Este valor es el criterio usado para separar tanques de techo cónico.
18	Degradación del aislamiento de cables eléctricos. EPRI [1979].
21,1	No causará la ignición espontánea de la madera, a pesar del tiempo de exposición. Koohyar [1967].
22,1	Límite de exposición segura de los recipientes horizontales para almacenamiento de GLP, que no cuenten con protección térmica. Martinsen, Johnson, and Millsap [1989].
31,5	Las estructuras hechas de madera arderán espontáneamente después de una exposición de 15 a 20 minutos. U.S. Department of Housing and Urban Development (HUD).
37,5	Daño a los equipos de proceso. BS 5980 [1990].

## Efectos de explosiones

Las explosiones de gases inflamables generan un frente de llama que se mueve a través de la nube desde la fuente de ignición, lo que provoca una onda de choque o frente de presión. Después de que el material combustible es consumido, aunque el frente de llama cesa, la onda de presión continúa su movimiento hacia afuera. Una onda expansiva está conformada por la onda de presión y el viento, siendo la onda de presión la que causa el mayor daño. El daño está basado en una sobrepresión pico, resultante del impacto de la onda expansiva sobre una estructura, siendo también función de la tasa de incremento de presión y de la duración de la onda.

A continuación, se muestran los daños estimados por sobrepresión.

Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> man)	Daños
0,0021	0,03	Rotura ocasional de los vidrios de ventanas grandes sometidas a tensión.
0,0028	0,04	Nivel de ruido alto (143 dB), falla de vidrios por golpe sónico.
0,0070	0,1	Rotura de ventanas pequeñas, sometidas a tensión.
0,0105	0,15	Presión típica para rotura de vidrios.
0,0211	0,3	"Distancia segura" (probabilidad de 0.95, de que no habrá daños serios por debajo de este valor).
0,0281	0,4	Límite de daños estructurales menores.
0,0352	0,5	Ventanas pequeñas y grandes, generalmente destrozadas; daño ocasional a marcos de ventanas.
0,0492	0,7	Daño menor a estructuras de viviendas.
0,0527	0,75	Rotura de ventanas pequeñas que no estén sometidas a tensión.
0,0703	1,0	Demolición parcial de estructuras convencionales haciéndolas inhabitables.
0,0844	1,2	Láminas de asbestos, acero o aluminio corrugados fallan y se doblan. Panales de madera (de construcción de casas) destrozados.
0,0914	1,3	Marcos de acero de edificaciones ligeramente distorsionados.
0,1406	2,0	Colapso parcial de paredes y techos.
0,1617	2,3	Paredes de concreto, no reforzados, destrozados.
0,1617	2,3	Límite inferior de daño estructural serio.
0,1758	2,5	50 % de destrucción de los ladrillos de una casa.
0,2109	3,0	Edificaciones, con marcos de acero, deformadas y arrancadas de sus bases.
0,2390	3,4	Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.
0,2812	4,0	Cemento roto de edificaciones industriales ligeras.
0,3515	5,0	Postes de madera arrancados (ej. postes de electricidad).

Presión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Presión (lb/pulg <sup>2</sup> man)	Daños
0,4007	5,7	Destrucción total de las viviendas.
0,4921	7,0	Vagones de tren cargados, volteados.
0,49-0,56	7,0 - 8,0	Daños y fallas por flexión en paneles de ladrillo con espesor de 8" a 12".
0,7031	10,0	Probable destrucción total de edificaciones. Desplazamiento y daños serios a máquinas y herramientas pesadas.
0,8437	12,0	Valor umbral para daño pulmonar.
1,05-2,46	15,0-35,0	Rotura del tímpano en el 50 % de la población.
1,7577	25,0	Daño pulmonar severo.
19,9-21,1	283 - 300	Límite de abertura de cráteres.

### **g) Cálculo de riesgos**

Las medidas de cuantificación de riesgo más utilizadas en la industria son las llamadas riesgo individual y riesgo social. Estas combinan la información de posibilidad y magnitud de las pérdidas, o lesiones provenientes de un peligro. La medida del riesgo individual considera el riesgo de un ser humano que pueda estar en cualquier punto de la zona de efectos del accidente, y la medida del riesgo social considera el riesgo a las poblaciones que están en tales zonas de efectos.

#### **Estimación del riesgo individual**

Se debe considerar el riesgo al que está expuesta una persona en la proximidad de un peligro, considerando la naturaleza de la lesión al individuo; la posibilidad de que ocurra y el período de tiempo en que puede ocurrir.

El riesgo individual puede ser estimado para los individuos más expuestos, para grupos de individuos en lugares determinados o para un individuo promedio en una zona de efectos.

El riesgo individual para un nivel específico de daño se calcula tomando en consideración las siguientes variables:

- a. La frecuencia del evento.
- b. La probabilidad de que el efecto del evento llegue a la ubicación específica (esto incluye las variables climáticas y de dirección del viento, con el consiguiente cambio de dispersión).
- c. La probabilidad de que una persona esté en el lugar.

d. La probabilidad de fatalidad, dada la dosis de exposición específica.

La representación del riesgo individual son los dibujos y gráficos de contorno de riesgo y los perfiles de riesgos individuales.

### **Estimación del riesgo social**

El riesgo social es una relación entre la frecuencia y el número de personas de una población sometidas a un nivel específico de lesiones y daños debido a la ocurrencia de un accidente.

En caso de accidentes mayores con potencial para afectar a grupos de personas, el riesgo social constituye una medida del riesgo a tal grupo de personas y es expresado frecuentemente en términos de distribución de frecuencia de eventos, de resultantes múltiples.

El cálculo del riesgo social requiere la misma información de frecuencia y consecuencias que el riesgo individual, pero, además, requiere una definición de la población en riesgo alrededor del ducto o instalación. Esta definición puede incluir el tipo de población (por ejemplo: residencial, industrial, escolar) y la probabilidad de que las personas estén presentes y desprotegidas al momento de ocurrir el accidente.

El riesgo social para un nivel específico de daño se calcula tomando en consideración los siguientes factores:

- a. Frecuencia del evento.
- b. La probabilidad de que el evento llegue a una ubicación específica, considerando las variables climáticas y la dirección del viento, con el consiguiente cambio de dispersión.
- c. La probabilidad de que una o varias personas estén en el lugar.
- d. La probabilidad de fatalidad, dada la dosis de exposición específica.
- e. El número de personas afectadas por el evento.

El riesgo social se representa mediante el cálculo de Gráficos F-N que representan la frecuencia (por año) de los eventuales eventos, en función del número de fatalidades que causaría. El resultado de esta representación es una serie de puntos discretos a partir de los cuales se construye la curva (FN).

### **h) Evaluación del riesgo**

La evaluación del riesgo se realizará comparándolo con el criterio ALARP, que establece lo siguiente:

Para riesgo individual:

- **REGIÓN INTOLERABLE:** Si el riesgo está en la región intolerable, no puede ser justificado. Se considera región de riesgo intolerable si el valor de riesgo individual es superior a  $1 \times 10^{-4}$ .
- **REGIÓN REDUCIBLE:** Si el riesgo está en la región reducible, es tolerable solo si una reducción adicional del riesgo es impracticable o si se requiere una acción desproporcionada en tiempo y esfuerzo respecto de la reducción alcanzada (criterio ALARP, As Low As Reasonably Practicable). Esta región está definida por valores de riesgo individual desde  $1 \times 10^{-4}$  hasta  $1 \times 10^{-6}$ .
- **REGIÓN ACEPTABLE:** Si el riesgo está en la región aceptable, el nivel del riesgo residual es considerado insignificante. Se considera región de riesgo aceptable si el valor de riesgo individual es inferior a  $1 \times 10^{-6}$ .

Para riesgo social:

En el gráfico LogF v. LogN, la región inaceptable es aquella por encima de la recta con pendiente -1 que pasa por el punto correspondiente a 100 muertes con una probabilidad de  $1 \times 10^{-4}$ .

La región ampliamente aceptable está por debajo de una línea dos órdenes de magnitud por debajo y paralela a la recta con pendiente -1 mencionada en el párrafo anterior.

La región ALARP (riesgo reducible) se ubica entre estas dos rectas (Figura G-20-B).

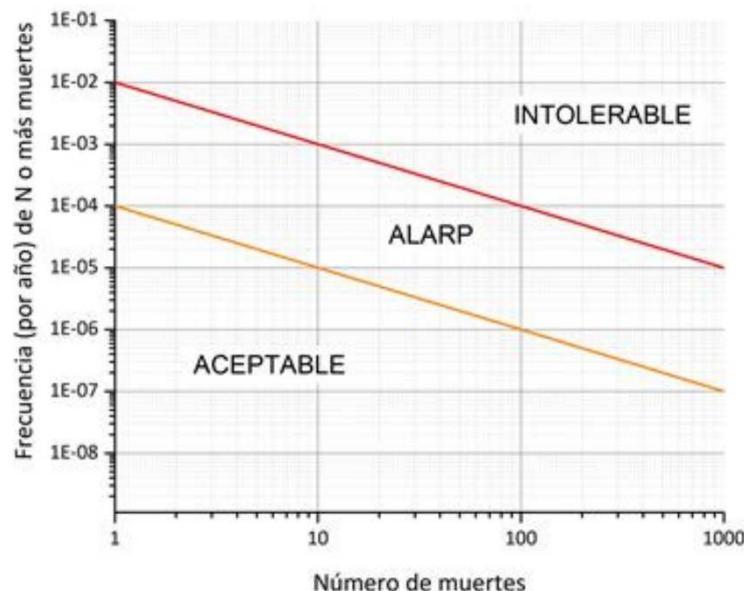


Figura G-20-B

Los límites descriptos en esta sección corresponden al riesgo social de una sección de ducto de 1000 m de longitud. En caso de evaluar secciones de longitud distinta, se deberá aplicar un factor de conversión a los límites planteados igual al cociente entre 1000 m y la longitud del ducto considerada.

En los casos en que el estudio de riesgo arroje resultados que sitúen el punto bajo evaluación de la cañería dentro de la zona ALARP, tal riesgo será tolerable solo si una reducción adicional de este es impracticable o si se requiere una acción desproporcionada en tiempo y esfuerzo respecto de la reducción alcanzada. Tales órdenes de magnitud deben ser evaluados por el Operador, y todos los registros de tal evaluación deberán ser conservados.

### **i) Sitios para mitigar el riesgo**

Se debe llevar a cabo la identificación de sitios específicos para la toma de medidas, para mitigar el riesgo.

Se debe desarrollar con el mayor detalle posible el establecimiento de las medidas de mitigación, prevención, monitoreo y control de cada uno de los riesgos. Todas las medidas de mitigación y prevención propuestas deben ser específicas, concretas, medibles y supervisables, evitando todo tipo de generalidades.

Entre las medidas que pueden utilizarse, se encuentran la siguientes:

- Reubicar la traza del ducto.
- Aumentar la profundidad de tapada.
- Aumentar el espesor del caño.
- Disminuir el factor de diseño.
- Utilizar metodologías de protección mecánica (losetas de hormigón o equivalentes (\*)).
- Reducir la MAPO.
- Odorizar el gas.
- Instalar cupones.
- Aumentar la frecuencia de vigilancia.
- Aumentar la frecuencia del pasaje de Scraper Instrumentado.
- Combinar las anteriores.
- Otras medidas fundamentadas en la normativa de referencia para el cálculo.

(\*) En el caso de que se utilicen protecciones mecánicas, el operador deberá mantener en sus archivos, durante toda la vida útil de las instalaciones, las especificaciones mecánicas del material y los ensayos realizados a los materiales correspondientes, que demuestren la equivalencia de protección y fundamenten el impacto de la medida de mitigación sobre el mencionado cálculo de riesgo.

#### j) Normativa de referencia para el cálculo

Todos los cálculos relacionados con la cuantificación del riesgo y su mitigación deben responder a lo establecido por la siguiente normativa:

- Norma Europea EN 14161:2011 “Industrias del petróleo y del gas natural. Sistemas de transporte por tuberías. (ISO 13623:2009 modificada)”. Anexo A: Safety evaluation of pipelines.
- Norma IGE/TD/1 “Steel pipeline and associated installations for high pressure gas transmission”.
- Norma IGEM/TD/2 “Application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of high pressure Natural Gas pipeline”.
- British Standard PD 8010 “Code of practice for pipelines – Part 3: Steel pipelines on land – Guide to the application of pipeline risk assessment to proposed developments in the vicinity of major accident hazard pipelines containing flammables”.
- Gesip Rapport n° 2008/01 “GUIDE MÉTHODOLOGIQUE POUR LA RÉALISATION D'UNE ÉTUDE DE DANGERS CONCERNANT UNE CANALISATION DE TRANSPORT (HYDROCARBURES LIQUIDES OU LIQUÉFIÉS, GAZ NATUREL OU ASSIMILÉ ET PRODUITS CHIMIQUES)”. A8 – 2.1 Facteur de risque "travaux de tiers", tableau mesures permettant de réduire le risque "travaux tiers".

#### k) Documentación

La documentación en las evaluaciones de seguridad de ductos debe incluir, como mínimo, lo siguiente:

- Tabla de contenidos.
- Resumen.
- Objetivos y alcance.
- Requerimientos de seguridad.
- Limitaciones, asunciones y justificación de hipótesis.
- Descripción del sistema.
- Metodología de análisis.

- Resultados de la identificación de peligros.
- Datos y sus fuentes.
- Efectos en seguridad pública.
- Discusión de resultados.
- Conclusiones.
- Referencias.

### **Formulario para observaciones**

Véase el instructivo en la página siguiente.

#### **Observaciones propuestas**

#### **Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañería**

**Empresa:** **Rep. Técnico:**

**Dirección:** **C. P.:** **TEL.:**

**Página:** **Apartado:** **Párrafo:**

**Donde dice:**

**Se propone:**

**Fundamento de la Propuesta:**

**Firma:**

**Aclaración:**

**Hoja de**

**Cargo:**

**Instrucciones para completar el formulario de observaciones**

1. En el espacio identificado "**Donde dice**", transcribir textualmente la versión en vigencia que se propone modificar, o suavemente, siempre que no quede posibilidad de duda o ambigüedad del texto a que se refiere.
2. En el espacio identificado "**Se propone**", indicar el texto exacto que se sugiere.
3. En el espacio identificado "**Fundamento de la Propuesta**", se debe completar la argumentación que motiva la propuesta de modificación, mencionando en su caso la bibliografía técnica en que se sustente, que debe ser presentada en copia, o bien, detallando la experiencia en la que se basa.
4. Dirigir las observaciones al ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS) Suipacha 636, (C1008AAN) Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
5. Las observaciones relacionadas con el asunto normativo especificado en el formulario deben ser remitidas al ENARGAS por medio de una nota dedicada exclusivamente a tal fin, ya sea de manera física o virtual, adjuntando una impresión doble faz, firmada en original del cuadro elaborado y la versión en soporte digital con formato editable (Word).



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional  
AÑO DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA

**Hoja Adicional de Firmas**  
**Anexo**

**Número:**

**Referencia:** EX-2025-109837651- -APN-GIYN#ENARGAS - Modificación Sección 325 y Apéndice G-20 de la Adenda N.º 2 de la norma NAG-100 “Normas Argentinas Mínimas de Seguridad para el Transporte y Distribución de Gas Natural y otros Gases por Cañerías”

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 22 pagina/s.