

ANEXO 21

Procedimiento para la elaboración de mapas de peligro por el transporte de sustancias peligrosas por ductos

Un mapa de peligro debido al transporte de sustancias peligrosas por ductos debe incluir las trayectorias de los ductos, sus características principales, la sustancia transportada y las zonas de posible afectación.

El procedimiento para la elaboración de mapas de peligro por el transporte de sustancias peligrosas por ducto, que se presenta a continuación, fue desarrollado considerando que pueden existir las siguientes limitaciones:

- Carencia de registros sobre accidentes en ductos que transportan sustancias peligrosas; esto impide determinar las frecuencias de accidentes y realizar el análisis para obtener por ejemplo: tasas de falla para cada tipo de ducto, tasa de falla para ductos específicos o sus segmentos, probabilidades de liberación, probabilidades de liberación de acuerdo a la causa de falla, entre otros.
- Ausencia de información sobre la ubicación y trayectoria de los ductos en el área de interés.
- Carencia de información sobre condiciones de operación y el estado de conservación de los ductos que transportan sustancias peligrosas

Solo en caso de contar con la información anterior, y que ésta cumpla con ciertas características específicas, sería posible la aplicación de procedimientos más refinados para elaborar mapas de peligro de mayor calidad y que permitan elaborar mapas de riesgo.

Para la elaboración de mapas de peligro por el transporte de materiales peligrosos por ducto se consideran los siguientes pasos:

ANEXO 21

1. Identificación de los ductos y de la sustancia transportada en el municipio o zona de interés

- La identificación de las tuberías superficiales y subterráneas existentes en el municipio o zona de interés puede realizarse mediante el reconocimiento de los diferentes tipos de señalamientos y del color de identificación de las tuberías, para lo cual deberá revisarse lo contenido en las siguientes normas:
 - a) Para ductos que transportan y distribuyen hidrocarburos, gas natural y gas LP los señalamientos y colores de identificación deben estar de acuerdo a lo establecido en las siguientes normas, según corresponda a la sustancia transportada y a la actividad, ya sea transporte o distribución: **NRF-009-PEMEX-2012** Identificación de instalaciones fijas, **NRF-030-PEMEX-2009** Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos, **NOM-003-SECRE-2011** Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos, **NOM-EM-004-SECRE-2014** Transporte por medio de ductos de gas licuado de petróleo y otros hidrocarburos líquidos obtenidos de la refinación del petróleo y **NOM-026-STPS-2008** Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, o las que les sustituyan.

Las normas de referencia indicadas, pueden descargarse de la página electrónica www.pemex.com.

2. Ubicar los ductos en el mapa del municipio

- Ubicar la trayectoria de los ductos que conducen sustancias peligrosas: origen, puntos intermedios y destino. La trayectoria de un ducto puede determinarse en un plano guía por medio de la revisión visual del ducto y de los señalamientos existentes; otra manera más precisa será su ubicación mediante una revisión en sitio y el empleo de aparatos de geo-referenciación (GPS, Global Positioning System); sin embargo, para su representación y manejo es necesario el uso de sistemas de información geográfica.

ANEXO 21

- Determinar el diámetro para cada sección o segmento del ducto, lo anterior debido a que el diámetro de la tubería puede cambiar a lo largo de la trayectoria.
- Cuando sea posible se debe ubicar a lo largo de la trayectoria la siguiente información:
 - Extensión del derecho de vía, es posible que en un derecho de vía estén ubicados más de un ducto, cuando esto suceda se deberá identificar cada uno de los ductos.
 - Válvulas de seccionamiento.
 - Trampas de diablos.
 - Desvíos (bypass).
 - Cruces con: vías de ferrocarril, carreteras, cuerpos de agua (ríos, arroyos, pantanos, etcétera), caminos y otros.
 - Ramales: identificar y ubicar las tuberías y ramales y sus características.
 - Señalización: ubicar la señalización y sus características.
 - Estaciones de bombeo y compresión.
 - Estaciones de medición.

El mapeo del detalle de los ductos deberá hacerse en cartografía a escalas mayores de 1:20,000, ya que permite ubicar con detalle los elementos cartográficos que identifican diferentes rasgos de referencia y que le dan sentido espacial a la representación cartográfica de los ductos empleados para el transporte de sustancias peligrosas.

Asimismo, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) define una notación para cada tipo de ducto (ver el documento Guía cartográfica para el levantamiento de riesgos a nivel municipal) la cual deberá emplearse en la elaboración del mapa de peligro.

ANEXO 21

3. *Identificación de la sustancia transportada*

- El material transportado en cada ducto puede identificarse por medio del código de colores y otras medidas contenidas en la norma de referencia **NRF-009-PEMEX-2012**. Los ductos para la distribución de gas natural y gas licuado de petróleo deben estar señalizados de acuerdo a la norma **NOM-003-SECRE-2011**; para tuberías superficiales debe contemplarse lo indicado en la NOM anterior y lo indicado en la norma **NOM-026-STPS-2008**, las cuales fueron señaladas anteriormente.
- Para el caso de ductos que trasladan gas natural, determinar cuáles son para transporte y cuáles para distribución.
- Determinar las características del material transportado:
 - Estado físico del material: líquido, gas, dos fases (líquido y gas).
 - Presión de operación, reportada en libras sobre pulgada cuadrada o kilogramos sobre centímetro cuadrado.
 - Temperatura del material, reportada en grados centígrados.
- Operador: indicar la subsidiaria de Petróleos Mexicanos responsable de la operación del ducto, o la empresa privada propietaria y operadora del ducto.

4. *Determinación de la distancia de seguridad para el ducto*

Para determinar la distancia de seguridad de un ducto se utilizará la tabla 21.1, en la cual se indica dicha distancia de acuerdo al diámetro nominal de la tubería, la presión de operación y la sustancia transportada. La distancia se mide en ambos lados a lo largo del eje del ducto.

ANEXO 21

Tabla 21.1. Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos.

Diámetro, en pulgadas	Área de trampas de diablos	GASODUCTO		Oleoducto y gasolinoducto	GASODUCTO	
		100 > P ≥ 80 kg/cm ²	80 > P ≥ 50 kg/cm ²		50 > P ≥ 15 kg/cm ²	P < 15 kg/cm ²
48	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
36	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
30	250 m	200 m	150 m	150 m	100 m	50 m
24	200 m	150 m	150 m	100 m	100 m	50 m
20	200 m	150 m	100 m	100 m	100 m	50 m
18	150 m	100 m	100 m	100 m	75 m	35 m
16	150 m	100 m	100 m	75 m	75 m	35 m
14	150 m	100 m	75 m	75 m	75 m	35 m
12	150 m	100 m	75 m	75 m	75 m	35 m
10	100 m	75 m	75 m	75 m	50 m	35 m
8	100 m	75 m	75 m	50 m	50 m	35 m
6	75 m	75 m	75 m	50 m	35 m	35 m
4	75 m	50 m	50 m	35 m	35 m	35 m
3	50 m	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m
2	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m	35 m

m: metros

P: presión

Fuente: Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos, Hernández García C., Hernández Ortega J. A., Contreras Cruz J. C. 7º Congreso Internacional de Ductos, Puebla, Pue., noviembre, 2003.

Estas distancias de seguridad fueron desarrolladas a partir del análisis de diversos accidentes y del empleo de modelos de simulación. Para las simulaciones se emplearon los siguientes valores:

ANEXO 21

Tabla 21.2. Tipos de riesgo

Tipo de riesgo	Umbral
Radiación térmica (jet fire y pool fire)	1.4 Kw/m ²
Límite de Inflamabilidad (flash fire)	4 % (Límite Inferior de Inflamabilidad del gas)
Explosividad	0.5 lb/pulg ²

Fuente: Distancias de seguridad en ductos de transporte de hidrocarburos, Hernández García C., Hernández Ortega J. A., Contreras Cruz J. C. 7º Congreso Internacional de Ductos, Puebla, Pue., noviembre, 2003.

Cuando exista más de un ducto en el derecho de vía, debido a que no se tiene información suficiente sobre el posible impacto de la ruptura de un ducto a otro(s) se considerará la distancia mayor determinada para los ductos que se alojan en el derecho de vía.

5. *Trazar la zona de seguridad para los ductos que transportan sustancias peligrosas en el mapa de la localidad*

Una vez determinada la distancia de seguridad para cada uno de los ductos que transportan sustancias peligrosas, en el mapa del municipio o de la zona de interés, se trazan las zonas de seguridad (o zonas de peligro) a lo largo de la trayectoria para cada uno de los ductos. Dicha distancia se medirá con respecto al eje central de la tubería en ambos lados de la trayectoria. Estas zonas de peligro son áreas con posible afectación en caso de suceder una liberación de sustancias peligrosas.