



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES, ARAGÓN**

**“LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD  
PARA GAS NATURAL EN MÉXICO”**

**TESIS**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA,  
ÁREA MECÁNICA

**P R E S E N T A:**

BAUTISTA MATIAS MARIA DE JESUS

Asesor: M. en I. Reyes Solís Alberto



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	I
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	III
RESUMEN	IV
	Página
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	2
HIPÓTESIS	2
JUSTIFICACIÓN	2
CAPÍTULO 1                    ANTECEDENTES	3
1.1    Ley Federal sobre Metrología y Normalización	3
1.2    El gas natural	6
1.3    Complejos procesadores de gas natural	7
1.3.1    Endulzamiento del gas natural	8
1.3.2    Endulzamiento de líquidos	9
1.4    Sistema Nacional de Ductos, (SND)	9
CAPÍTULO 2                    LAS NORMAS DE GAS NATURAL	12
2.1    Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2003. Calidad del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural).	14
2.1.1    Objetivo	14
2.1.2    Campo de aplicación	14
2.1.3    Contenido	15
2.2    Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2003. Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-1997, Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural).	16
2.2.1    Objetivo	16
2.2.2    Campo de aplicación	16
2.2.3    Contenido	16
2.3    Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos (Cancela y sustituye a la NOM-003-SECRE-1997, Distribución de gas natural).	17
2.3.1    Objetivo	17
2.3.2    Campo de aplicación	17
2.3.3    Contenido	18
2.4    Norma Oficial Mexicana NOM-006-SECRE-1999. Odorización del gas natural.	19
2.4.1    Objetivo	19
2.4.2    Campo de aplicación	19
2.4.3    Contenido	19
2.5    Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-1999. Transporte de gas natural.	20
2.5.1    Objetivo	20
2.5.2    Campo de aplicación	20
2.5.3    Contenido	22
2.6    Norma Oficial Mexicana NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.	23
2.6.1    Objetivo	23

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS:

	Página
Tabla 1.1 Producción de Procesos industriales.	8
Tabla 1.2 Longitud del ductos del SND.	10
Tabla 1.3 Potencia instada en Estaciones.	10
Tabla 2.1 Zonas geográficas.	13
Tabla 2.2 Propiedades del gas natural.	15
Tabla 4 Formato de lista de verificación	39
Tabla 4.1 Análisis NOM-001-SECRE-2003.	40
Tabla 4.2 Análisis NOM-002-SECRE-2003.	42
Tabla 4.3 Análisis de la NOM-003-SECRE-2002	43
Tabla 4.4 Análisis de la NOM-006-SECRE-1999	45
Tabla 4.5 Análisis de la NOM-007-SECRE-1999	46
Tabla 4.6 Análisis de la NOM-008-SECRE-2002	49
Tabla 4.7 Análisis de la NOM-010-SECRE-2002	50
Tabla 4.8 Análisis de la NOM-011-SECRE-2002	

### FIGURAS:

Figura 1.1 Componentes del gas natural	6
Figura 1.2 Procesos Industriales en los complejos procesadores de gas.	7
Figura 1.3 Endulzamiento de gas.	8
Figura 1.4 Endulzamiento de líquidos.	9
Figura 2.1 Campo de aplicación de la norma	18
Figura 2.2 Instalaciones y tuberías del sistema de transporte de gas natural normalizado	21
Figura 3.1 Toma de servicio	37

## **OBJETIVO**

Determinar si la evaluación de la conformidad corresponde al campo de aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas que regulan el gas natural.

## **HIPÓTESIS**

Al establecer una comparación entre los puntos de evaluación de las NOM's, de los PEC's y de las listas de verificación se ratificará el cumplimiento real de las normas.

## **JUSTIFICACIÓN**

Debido a que el Gas Natural es un combustible, es necesario tomar con absoluta seriedad los riesgos que conllevan su transporte, distribución y la calidad del mismo. Por tal razón actualmente México, ha producido cambios en la normatividad para el uso y consumo de este combustible.

La falta de regulación en el cumplimiento de los parámetros de diseño, construcción y uso de materiales en líneas de distribución, dan como resultado un incremento en fugas y posibles explosiones, que pueden cobrar grandes daños humanos y materiales.

La seguridad de los consumidores finales, que en su mayoría son de uso residencial, implica que las empresas distribuidoras deben estar bajo un constante monitoreo de supervisión, que permita verificar el funcionamiento adecuado en sus líneas de distribución, sobre todo en un Conjunto habitacional.

## INTRODUCCIÓN

México es un país que está en un proceso de adopción de estándares para evaluar y validar la calidad de productos y procesos industriales, a fin de certificarlos y acreditarlos; este proceso surge como una necesidad a partir de la incorporación de México al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos de América y Canadá.

Posterior a la incorporación al mercado mundial, surge la necesidad de optimizar y controlar la metodología de la producción, es por esto que se requiere de una ley que regule y establezca los parámetros de referencia. Con la finalidad de dar respuesta a tal situación, se crea la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y el Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Al tener el marco legal necesario para regular la evaluación de la conformidad (grado de cumplimiento de las Normas Mexicanas Oficiales, NOM), se requirió de la creación de una dependencia descentralizada e imparcial, que evalué la competitividad de los Organismos de Inspección que dan fe del cumplimiento de las NOM's.

En 1998, se crea la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA. S.A. de CV.), organismo único, reconocido para otorgar la acreditación a personas físicas o morales que cuentan con la capacidad técnica y los medios adecuados para llevar a cabo su trabajo y además tienen la objetividad para ser imparciales, en la evaluación del cumplimiento de las NOM's

En México se reconocen a los Organismos de Inspección (Unidades de Verificación), como los encargados de supervisar que se de cumplimiento a las NOM. La importancia de corroborar el apego a los parámetros que se establecen, es garantizar la seguridad de los usuarios o consumidores de los productos que se verifiquen.

A raíz de las concesiones otorgadas por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), para la distribución del Gas Natural en el territorio nacional surge la necesidad de normalizar todo lo relacionado al proceso de distribución de dicho fluido, ya que su empleo a nivel industrial y domestico implica un riesgo muy grande.

La normalización del Gas Natural es vital, debido a que se trata de un combustible, que en caso de presentar una fuga por el empleo de materiales inadecuados en una instalación puede producir una explosión, la cual cobraría la vida de muchas personas.

## RESUMEN

Debido a que actualmente México esta utilizando el gas natural como combustible para la industrial y para uso residencial. La normalización de la distribución, instalación y consumo de natural en México, involucra: el sustento legal que ha dado el gobierno de nuestro país, y las metodologías de evaluación que se han establecido para poder llevar a cabo la supervisión del cumplimiento de dichas normas.

El concepto de evaluación de la conformidad, se refiere al grado de cumplimiento de una norma, lo cual involucran una diversidad de temas de investigación que pueden ser aspectos: técnicos, administrativos o legales. Sin embargo es importante presentar un panorama general que sea introductorio a todo lo que se puede desarrollar en un futuro.

Los apartados que conforman este trabajo, son los elementos principales del concepto de evaluación de la conformidad. El capítulo 1, presenta el sustento legal de la normatividad y una presentación general de los componentes y tratamientos químicos del gas natural, hablar de un combustible nos refiere ha conocer su composición química, sus propiedades y los tratamientos que se le dan para su uso.

El capítulo 2 expone el formato de las normas de gas natural y los temas que conforman su campo de evaluación. Debido a que cada área de la ingeniería tiene su terminología particular, el capítulo 3 presenta los conceptos técnicos más utilizados por el área de gas natural. El capítulo 4 muestra de manera ilustrativa y representativa, algunos de los puntos de evaluación que establecen las normas y la comparativa con el contenido de las listas de verificación, herramienta de apoyo, que utilizan las Unidades de verificación en su trabajo.

## **CAPITULO 1. ANTECEDENTES**

Para poder supervisar y verificar el cumplimiento de las NOM's, fue necesario tener una institución de carácter gubernamental, que se avocara a este tema. Esta institución tendría como objetivo ser la comunicación entre el productor PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) y los distribuidores.

En 1995 se crea la Comisión Reguladora de Energía (CRE), institución encargada de otorgar los permisos de consumo de Gas Natural. En conjunto con la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA, S.A. de CV.), se encargan de supervisar que los organismos de inspección (Unidades de Verificación, UV) cumplan con objetividad e imparcialidad su trabajo de supervisión.

La CRE y la EMA, S.A. de CV., estipulan sus lineamientos de evaluación y vigilancia de las UV, en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Esta ley es el marco jurídico que se creó para poder reglamentar el trabajo de las Unidades de Verificación.

En caso de cometer alguna anomalía la CRE y la EMA, S.A. de CV., por mutuo acuerdo pueden establecer alguna sanción, de acuerdo con el Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización que establece en su Título Cuarto, De la acreditación y del cumplimiento y Título Quinto, De la verificación. La sanción puede ser la suspensión de labores por un tiempo determinado, ó la cancelación de la acreditación.

### **1.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización**

El concepto de evaluación de la conformidad, nos refiere a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1<sup>o</sup> de julio de 1992 y reformada por Decreto por el que se reformaron, adicionaron y derogaron diversas disposiciones de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en su Título Primero y Capítulo Único, en el Artículo 2<sup>o</sup>, Fracción I. En materia de Metrología; y Fracción II. En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación; hace mención a lo siguiente:

- a) Fomentar la transparencia y eficiencia en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
- b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización para que coadyuve en las actividades que sobre normalización corresponde realizar a las distintas dependencias de la administración pública federal;
- c) Establecer un procedimiento uniforme para la elaboración de normas oficiales mexicanas por las dependencias de administración pública federal;



- d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de normas oficiales mexicanas y normas mexicanas;
- e) Coordinar las actividades de normalización, certificación, verificación y laboratorios de pruebas de las dependencias de administración pública federal;
- f) Establecer el sistema nacional de acreditamiento de organismos de normalización y de certificación, unidades de verificación y de laboratorios de prueba y de calibración.
- g) En general, divulgar las acciones de normalización y demás actividades relacionadas con la materia.

En el Artículo 3º, Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

- I. **Acreditación:** el acto por el cual una entidad de acreditación reconoce la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para la evaluación de la conformidad;
- II. **Calibración:** el conjunto de operaciones que tiene por finalidad determinar los errores de un instrumento para medir y de ser necesario, otras características metrológicas;
- III. **Certificación:** procedimiento por el cual se asegura que un producto, proceso, sistema o servicio se ajusta a las normas o lineamientos o recomendaciones de organismos dedicados a la normalización nacionales o internacionales.
- IV. **Dependencias:** las dependencias de la administración pública federal;
- IV-A **Evaluación de la conformidad:** la determinación del grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.
- X. **Norma mexicana:** la que elabore un organismo nacional de certificación y normalización, o la Secretaría, en los términos de esta Ley, que prevé para un uso común y repetido reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado;
- X-A **Norma o lineamiento internacional:** la norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro

organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos de derecho internacional.

- XI. **Norma oficial mexicana:** la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias federales competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.
  
- XV-A **Personas acreditadas:** los organismos de certificación, laboratorios de prueba, laboratorios de calibración y unidades de verificación reconocidos por una entidad de acreditación para la evaluación de la conformidad;
  
- XVI. **Proceso:** el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, acondicionamiento, envasado, manipulación ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento y expendio o suministro al público de productos y servicios.
  
- XVII. **Unidad de verificación:** la persona física o moral (acreditada y aprobada) que realiza actos de verificación; y
  
- XVIII. **Verificación:** la constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

El título tercero, Normalización, en su capítulo II, sección I De las Normas Oficiales Mexicanas, del Artículo 40 al Artículo 50, se establecen los elementos que deben conformar una NOM, los requisitos que se deben presentar si se desea hacer un proyecto de elaboración ó modificación de una NOM y los lineamientos bajo los cuales se deberá dar cumplimiento a las normas

El título cuarto, De la acreditación y determinación del cumplimiento, en su Capítulo I, conformado del Artículo 68 al Artículo 72, se establecen los requisitos que deben cumplir los aspirantes a Organismos de Inspección (Unidades de Verificación), y las condiciones bajo las cuales se les otorgara su acreditación. En el artículo 74 se establece que la verificación se puede llevar a cabo según corresponda a la materia a evaluar, pueden ser lotes, partidas productos o sistemas, así como auxiliarse de terceros, que sean expertos en la materia que corresponda.

En el capítulo VI, De las Unidades de Verificación, en los Artículos 84 al Artículo 87, se mencionan las responsabilidades y facultades de reconocimiento que tendrán los dictámenes, expedidos por las UV, ante las dependencias competentes. El título quinto, De la verificación, en su Capítulo único, del Artículo 88 al Artículo 109, establece los datos que deben contener las actas de verificación ó dictámenes, así como las acciones que se deberán acatar ante condiciones inesperadas en la evaluación.

## 1.2 El gas natural

El gas natural es una mezcla de diversos hidrocarburos gaseosos y livianos, los cuales se encuentran en el subsuelo, es una fuente de energía primaria tal como el carbón y el petróleo. Su componente principal es el metano, ver Figura 1.1, en la cual se muestra de manera grafica la composición del gas natural.

### Propiedades

- Se encuentra en estado gaseoso, en condiciones ambientales normales de presión y temperatura.
- El gas natural comercial está compuesto aproximadamente en un 95% de metano ( $\text{CH}_4$ ), que es la molécula más simple de los hidrocarburos.
- Es un combustible fósil.
- Es incoloro e inodoro.
- Es menos contaminante a comparación del gas licuado de petróleo.
- Es un gas liviano, más ligero que el aire.
- Su poder calorífico es el doble del gas manufacturado.
- Es un gas seco.

Además, puede contener pequeñas cantidades de etano, propano y otros hidrocarburos más pesados, también se pueden encontrar trazas de nitrógeno, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico y agua.

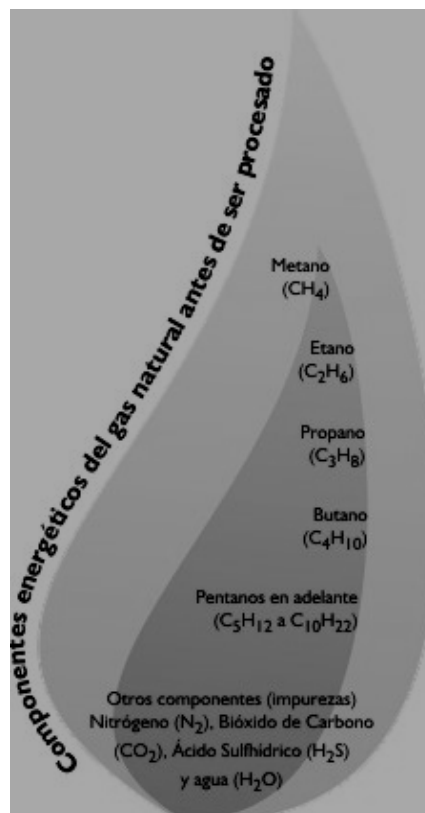


Figura 1.1 Componentes del gas natural,  
[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

### 1.3 Complejos procesadores de gas natural

El gas natural es un hidrocarburo que se encuentra y se extrae de los mantos petrolíferos, cabe mencionar que existen diferentes fuentes de gas natural según sea el campo productor, las cuales son:

- *Gas seco*, se encuentra en campos productores de gas.
- *Gas asociado*, que se encuentra en campos productores de crudo.
- *Gas amargo*, contiene una alta concentración de ácido sulfhídrico  $H_2S$  (contaminante). Este tipo de gas es enviado a las plantas procesadoras, en donde se le da un tratamiento de endulzamiento.

La diversidad de componentes que se encuentran en los diferentes tipos de gas natural, requiere de una estandarización en las características que debe contener el gas natural comercial, por tal motivo se requiere de procesos químicos, que permitan realizar estos ajustes, ver Figura 1.2, en la cual se muestra de manera representativa y general los procesos que se realizan para procesar el gas natural.

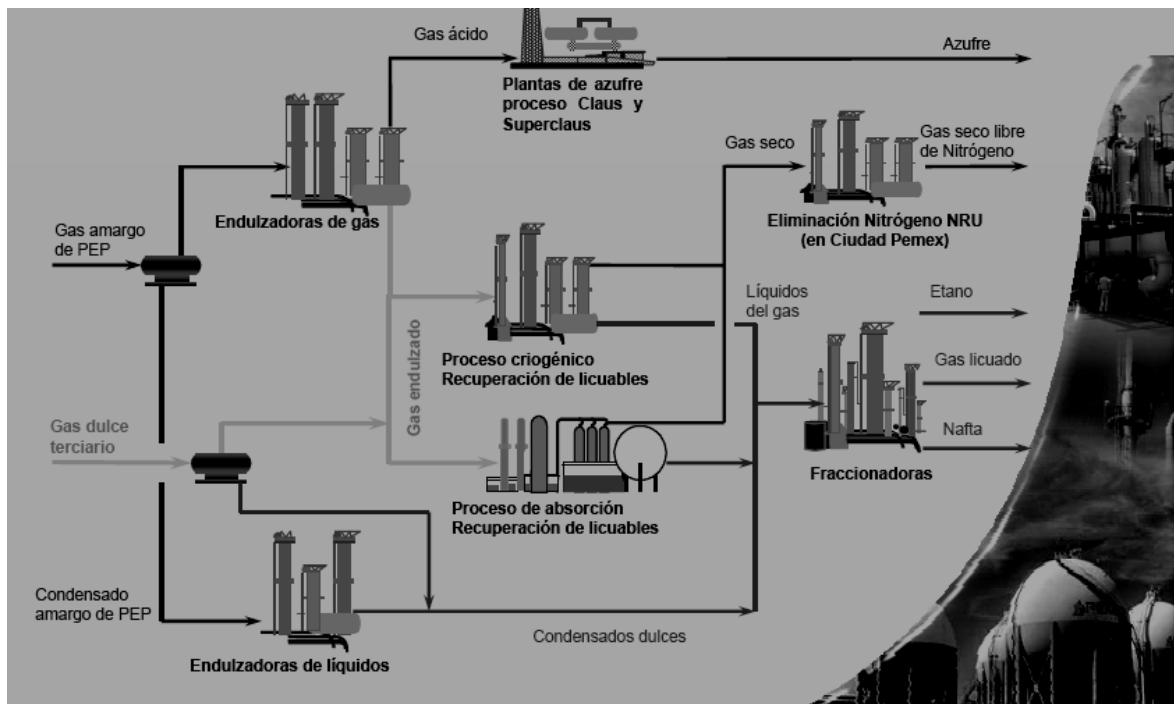


Figura 1.2 Procesos Industriales en los complejos procesadores de gas.

[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

PEMEX Gas cuenta con diez complejos procesadores de gas; de los cuales, ocho están ubicados en la región sur-sureste del país (Chiapas, Tabasco y Veracruz) y dos en la región noreste (Tamaulipas). En dichos complejos existen un total de 71 plantas procesadoras, en las que se llevan a cabo los diferentes tratamientos químicos del gas natural. La capacidad instalada de estas plantas se muestra en la Tabla 1.1, en la cual se ve un resumen de la producción de cada proceso industrial.

Tabla 1.1 Producción de Procesos industriales.

Proceso industrial	Producción en:
	Miles de Millones de pies cúbicos diarios, (MMpcd) Miles de barriles diarios (Mbd)
Endulzamiento de gas	4503 MMpcd
Recuperación de líquidos	5392 MMpcd
Recuperación de azufre	219 MMpcd (3256 td)
Endulzamiento de condensados	144 Mbd
Fraccionamiento	586.6 Mbd
Absorción	350 MMpcd
Eliminación de nitrógeno	630 MMpcd

[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

Ciudad PEMEX, Cactus y Nuevo PEMEX son los complejos más grandes de PGPB. En ellos se lleva a cabo la mayoría del endulzamiento de gas amargo, (92%); 69% del procesamiento del gas dulce (recuperación de líquidos) y 96% de la recuperación de azufre.

### 1.3.1 Endulzamiento del gas natural

El proceso de endulzamiento de gas, ver Figura 1.3, consiste en remover los contaminantes, H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) y CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono), del gas húmedo amargo recibido de los pozos productores. Este proceso consiste en la absorción selectiva de los contaminantes mediante una solución acuosa, a base de una formulación de amina, la cual circula en un circuito cerrado donde es regenerada para su continua utilización.

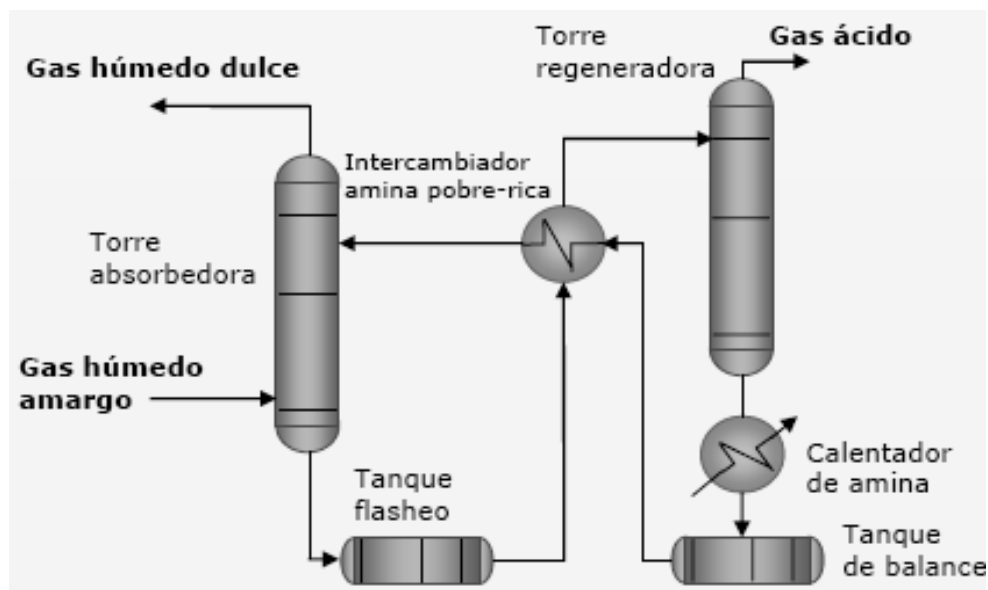


Figura 1.3 Endulzamiento de gas.

[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

### 1.3.2 Endulzamiento de líquidos

El condensado sin contaminantes se denomina condensado dulce, ver Figura 1.4, el cual es el producto principal que sirve para la carga de las fraccionadoras. Adicionalmente se obtiene una corriente compuesta por el H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) y CO<sub>2</sub> (bióxido de carbono), la cual se llama gas ácido, subproducto que sirve para la carga en el proceso para la recuperación de azufre.

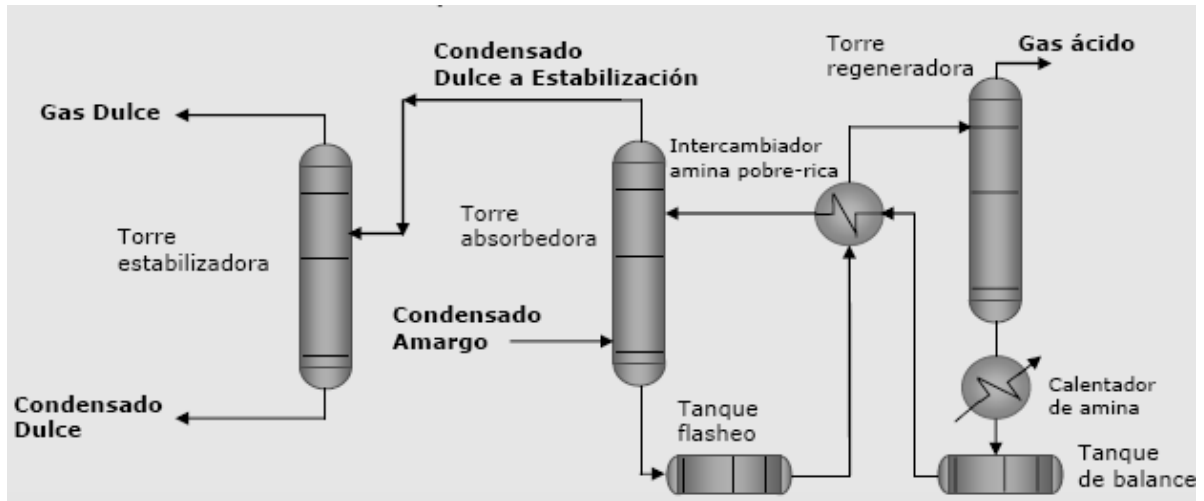


Figura 1.4 Endulzamiento de líquidos.

[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

Por lo que respecta a los condensados, casi la totalidad de su endulzamiento se realiza en los complejos de Cactus y Nuevo PEMEX, mientras que gran parte del fraccionamiento se lleva a cabo en los complejos de Cactus, Nuevo PEMEX y Área Coatzacoalcos. El proceso de absorción, con una capacidad instalada de 350 MMpcd, se realiza en el complejo de Reynosa. En el complejo Ciudad PEMEX, el tren No. 1 de la Unidad de Eliminación de Nitrógeno entró en operación el 29 de marzo del 2008.

Como medida de seguridad, en la regulación de la distribución del gas natural, se estipula que los distribuidores deberán adicionar un odorizante al gas natural para que se pueda percibir su presencia en caso de posibles fugas durante, su manejo y distribución al consumidor final.

### 1.4 Sistema Nacional de Ductos, (SND)

El sistema de transporte por ductos de PEMEX Gas tienen una longitud de 12,067 km, distribuidos como se muestra en la Tabla 1.2, en la cual se especifica la longitud en kilómetros de los diferentes ductos que transportan gas o petroquímicos.

Tabla 1.2 Longitud del ductos del SND.

<b>Producto</b>	<b>Longitud (km.)</b>
Gas natural	9,034.133
Gas licuado	1,814.608
Petroquímicos básicos	1,829.093
Producto	12,677.834

[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

Para asegurar el abasto oportuno de gas natural y gas licuado en todo el territorio nacional, PEMEX Gas cuenta con 15 estaciones de compresión, así como 5 estaciones de bombeo, ver tabla 1.3, en la cual se muestra la potencia instalada en las estaciones.

Tabla 1.3 Potencia instalada en Estaciones.

<b>Tipo de estación</b>	<b>Potencia Instalada (PH)</b>
Estación de bombeo	49,000
Estación de compresión	427,160
Producto	476,160

[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)

Con esta infraestructura se transporta un promedio diario de 4,000 MMpcd de gas natural y 182 Mbd de gas licuado, ver Mapa del Sistema Nacional de Gas (SNG), anexo 1 Mapas.

Para mantener y operar con seguridad los sistemas de transporte por ductos, se tienen distribuidos a lo largo de todo el país 15 sectores, los cuales cuentan con la tecnología de vanguardia, equipos y herramientas para optimizar recursos, reducir costos operativos e incrementar la seguridad.

Entre 1998 y 2005 el transporte promedio aumentó 27.6%, lográndose picos superiores a 4.0 MMMpcd. El crecimiento se sustentó en incrementos anuales de 13% en la compresión, ya que la extensión del SNG se mantuvo constante, con la excepción del sistema San Fernando (115 km), construido conjuntamente con Gasoductos de Chihuahua.

Durante el 2005, la inyección en la zona sur alcanzó 2,054 MMpcd, cifra similar a la registrada en 1998. Esto se debió al incremento en inyección en Veracruz y Poza Rica, cuyo valor promedio fue 505 MMpcd.

PEMEX Gas realizó un Benchmark (*comparativa*.) entre 9 empresas transportistas de gas natural en Canadá, Estados Unidos y Argentina, para identificar áreas de oportunidad y competitividad. De este estudio se identificó que, PEMEX Gas cuenta con un Sistema Nacional de Gasoductos (SNG) de clase mundial, en base a:

- El SNG es operado a través de su sistema **SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition** (en español, Registro de Datos y Control de Supervisión), que permite monitorear en tiempo real y controlar en forma remota sus instalaciones críticas.
- Se ha determinado el nivel de riesgo, incluyendo un índice de probabilidad de falla y un índice de consecuencia en su entorno a la totalidad de los ductos de gas natural, gas licuado y petroquímicos básicos.
- Se cuenta con un atlas de riesgo como una representación geográfica de las instalaciones y activos del SNG y sus índices de riesgo.
- A partir de 1995 se inicio el proceso de inspección del 84% de los 12,000 km totales de ductos del SNG. El 56% de los ductos están certificados por empresas internacionales.
- Se cuenta con un sistema para medir la capacidad utilizada de los ductos y las estaciones de compresión y bombeo, denominado Uptime®<sup>1</sup> (disponibilidad), así como un sistema permanente de eliminación de detractores que limitan el aprovechamiento de la capacidad instalada.
- El 94% de las inyecciones y el 87% de las extracciones se miden en forma electrónica y se encuentran integradas al SCADA.
- Los grandes usuarios industriales, comerciales y distribuidores, pueden consultar sus consumos de gas natural en tiempo real vía Internet por medio del ScadaNet.
- La administración de la operación, mantenimiento y la comercialización del servicio de transporte por ductos, se realiza a través de una solución integral de negocios SAP ERP<sup>2</sup>.
- Se cuenta con un modelo de negocios (IAP + Uptime® = ▲EVA) y una estrategia Balanced Scorecard<sup>3</sup>, para generar un mayor EVA (Economic Value Added), Valor Económico Agregado a PEMEX Gas.

---

<sup>1</sup> uptime es la capacidad de un ordenador o sistema de ordenadores que funcione completamente sin interrupciones

<sup>2</sup> **SAP** (Sistemas, Aplicaciones y Procesamiento de datos); **ERP**, Enterprise Resource Planning, (Planificación de Recursos de la Empresa).

<sup>3</sup> Balanced Scorecard (BSC) ó Cuadro de Mando Integral, (CMI)



## **CAPITULO 2. LAS NORMAS DE GAS NATURAL**

Previo a que existiera la normalización en materia de gas natural, Petróleos Mexicanos, extraía, procesaba, transportaba y distribuía el gas natural. A partir de 1992, PEMEX se reestructuró en cuatro filiales y un corporativo:

- *PEMEX CORPORATIVO*
- *PEP*: PEMEX Exploración Y Producción
- *PR*: PEMEX Refinación
- *PGPB*: PEMEX Gas Y Petroquímica Básica.
- *PP*: PEMEX Petroquímica

Actualmente PGPB extrae, procesa, transporta y comercializa el gas natural, en el territorio nacional.

Con la creación en 1995 de la Comisión Reguladora de Energía (CRE), se regula el transporte y la distribución del gas natural, surgiendo las diferentes modalidades de transporte, las cuales deben tener un título de permiso para realizar los usos de:

- *Transporte de usos propios*: uso particular.
- *Transporte de acceso abierto*: uso comercial.
- *Sociedad de auto consumo*: zona geográfica, controlada por un distribuidor.

Para la comercialización del gas natural, la CRE definió unas localidades de la república como zonas geográficas (áreas de distribución de gas natural), las cuales son otorgadas, mediante exclusividades, a través de licitaciones, a empresas, distribuidoras de gas natural en México. Las zonas que actualmente conforman el territorio nacional, se presentan en la Tabla 2.1

Estas zonas geográficas, son responsabilidad de los distribuidores, los cuales construyen sus líneas de comercialización, que deben ser evaluadas por los Organismos de Inspección, para verificar que se da cumplimiento a la normatividad en el diseño, construcción y calidad del gas natural, que se distribuye para el consumo.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's), cuentan con un formato de presentación, es decir, los primeros puntos se refieren a la presentación de: objetivos, campo de aplicación, referencias, definiciones, puntos de evaluación, bibliografía, concordancia con normas internacionales, vigilancia, vigencia y en algunos casos Procedimiento de Evaluación de la Conformidad (PEC).

La normatividad del gas natural en México, se conforma de ocho normas acreditadas por la EMA, S. A. de C.V. que de manera conjunta con la CRE otorgan el reconocimiento a las UV que cuentan con la confiabilidad de ser y asumir la responsabilidad de dictaminar que las instalaciones de distribución de gas natural son adecuadas para su funcionamiento.

Tabla 2,1 Zonas geográficas.

<b>Zona geográfica</b>	<b>Concesionario</b>	<b>Mapa</b>
<b>Veracruz:</b> las zonas conurbadas de Córdoba (excepto el Mpio. Camerino Z. Mendoza), Orizaba, Veracruz, Xalapa y los municipios de Poza Rica y Tihuatlán.	En licitación	Ver Anexo 1
<b>Guadalajara:</b> El salto, Ixtlahuacán de los Membrillos, Juanacatlán, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga y Zapopan.	Tractebel	Ver Anexo 1
<b>Puebla-Tlaxcala:</b> 16 Municipios de Puebla y 35 de Tlaxcala.	Gaz de France Internacional	Ver Anexo 1
<b>Bajío Norte:</b> Aguascalientes-Jesús María-San Francisco de los Romo, Aguascalientes; San Luis Potosí-Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí.	Gas Natural de México.	Sin mapa
<b>La Laguna- Durango:</b> Torreón, Coahuila y Gómez Palacio, Ciudad Lerdo y Victoria de Durango, Durango.	DGN (Sempra Energy)	Ver Anexo 1
<b>Bajío:</b> Celaya, Salamanca, Irapuato, Silao y León, Guanajuato.	Gas Natural de México.	Ver Anexo 1
<b>Querétaro:</b> Querétaro, Corregidora, El Marqués, Huimilpan y San Juan del Río, Querétaro.	Tractebel	Ver Anexo 1
<b>Valle de México:</b> Distrito Federal y los 28 municipios conurbados del Estado de México.	Diganamex (Metrogas)	Ver Anexo 1
<b>Monterrey:</b> Monterrey, San Nicolás de los Garza, Apodaca, Guadalupe, San Pedro Garza García, Santa Catarina, General Escobedo, García y Juárez.	Gas Natural de México.	Ver Anexo 1
<b>Norte de Tamaulipas:</b> Reynosa-Río Bravo, Matamoros y Valle Hermoso, Tamaulipas.	Gaz de France Internacional	Ver Anexo 1
<b>Río Panuco:</b> Tampico-Ciudad Madero y Altamira, Tamaulipas.	NorAm y GUTSA	Ver Anexo 1
<b>Toluca:</b> Toluca, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Xonacatlán, y Zinacantepec, Estado de México.	Repsol México	Ver Anexo 1
<b>Hermosillo:</b> Hermosillo, Guaymas, Empalme y Sonora.	KN Energy	Ver Anexo 1
<b>Chihuahua:</b> Chihuahua, Cuauhtémoc-Anáhuac y Delicias, Chihuahua.	DGN de Chihuahua	Ver Anexo 1
<b>Mexicali:</b> Mexicali, Baja California.	DGN de Mexicali	Ver Anexo 1

A continuación se presentan las ocho normas que se verifican, se muestra un panorama general de su contenido y de sus puntos de evaluación. El capítulo 4, se enfocará más a los puntos de evaluación y su relación con el PEC, en caso de tenerlo.

## **2.1 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SECRE-2003. Calidad del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-1997, Calidad del gas natural)**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron, entre otras las instituciones y empresas, siguientes: Secretaría de Energía, Comisión Reguladora de Energía, PEMEX-Gas y Petroquímica Básica, Comisión Federal de Electricidad, Gas Natural México, Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN), Petróleos Mexicanos (Dirección General Corporativa de Operaciones).

### **2.1.1 Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana (en lo sucesivo la **Norma**) tiene como finalidad establecer las características y especificaciones que debe cumplir el gas natural que se conduzca en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, para preservar la seguridad de las personas, medio ambiente e instalaciones de los permisionarios y de los usuarios.

### **2.1.2 Campo de aplicación.**

Esta Norma es aplicable al gas natural que se utiliza como combustible y se conduce desde las líneas de batería de las plantas de procesamiento, puntos de importación o puntos de entrega de las plantas de gas natural licuado y se entrega en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de gas natural, es decir, el productor, procesador o importador de gas natural es responsable de la calidad del gas natural que entregue en los sistemas de transporte, almacenamiento o distribución.

El transportista es responsable de la calidad del gas que reciba, así como de mantener sus sistemas en condiciones adecuadas para entregar el gas con la calidad que se establece en esta Norma; y los distribuidores son responsables de la calidad del gas que se conduce por sus sistemas y de mantener éstos en condiciones adecuadas para entregar el gas con la calidad que se establece en esta Norma.

La Norma no aplica al gas natural conducido directamente desde las fuentes de producción a las plantas de procesamiento y al gas natural que se conduce desde los buques tanque a las plantas de almacenamiento de gas natural licuado. Tampoco se aplica al gas transportado y almacenado en sistemas que interconectan su explotación, extracción y elaboración dentro de la industria petrolera, conforme ésta se define en el artículo 3 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo.

### 2.1.3 Contenido

Los parámetros de calidad del gas natural, describen las propiedades físicas y químicas del gas natural, así como los estudios mediante los cuales se deben de corroborar las especificaciones establecidas. En el punto 5 (cinco) de esta norma, se establecen los parámetros que deben evaluarse, los cuales se resumen con el contenido de la Tabla 2.2, en la cual se establecen las propiedades que se deben considera al momento de evaluar.

En la NOM-001-SECRE-2003, en el punto 5.4, Las propiedades del gas natural, se muestran los valores establecidos, los cuales se encuentran en condiciones base de presión y temperatura, el factor de corrección es de 1 metro cúbico de gas natural en condiciones estándar equivale a 1,05 metros cúbicos de gas en condiciones base.

Tabla 2.2 Propiedades del gas natural.

Propiedad	Unidades	Especificación			
		Mínimo	Máximo	Máximo Dic./2005	Máximo Dic./2007
Oxígeno	% Vol.	---	0.2		
Inertes:					
Nitrógeno (N <sub>2</sub> )	% Vol.	---	5.0		
Bióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> )	% Vol.	---	3.0		
Total de inertes	% Vol.	---	5.0		
Contenido de licuables a partir del propano (C <sub>3</sub> +) ó bien, temperatura de rocío de hidrocarburos de 1 a 8000 kPa.	l/m <sup>3</sup> K (°C)	---	0.059 271.15 (-2)	0.050	0.045
Humedad (H <sub>2</sub> O)	mg /m <sup>3</sup>	---	112		
Poder calorífico superior	MJ /m <sup>3</sup>	35.42	41.53		
Índice Wobbe	MJ /m <sup>3</sup>	45.8	50.6		
Acido sulfhídrico (H <sub>2</sub> S)	mg /m <sup>3</sup>	---	6.1		
Azufre total (S)	mg /m <sup>3</sup>	---	150.0		
Material sólido	---	Libre de polvos, gomas y cualquier sólido que pueda ocasionar problemas en los ductos t sus instalaciones, así como en cantidades que provoquen deterioro en los materiales que normalmente se encuentran en dichas instalaciones y que afecten su utilización.			
Líquidos	---	Libre de agua, aceite e hidrocarburos líquidos.			

NOM-001-SECRE-2003

Donde:

MJ /m <sup>3</sup>	Mega Joules por metro cúbico
mg /m <sup>3</sup>	miligramos por metro cúbico
% Vol.	por ciento en volumen
K	grados Kelvin
kPa	kiloPascal
m <sup>3</sup>	metro cúbico en condiciones base

Los últimos incisos de evaluación que se establecen en el punto 5 de la NOM-001-SECRE-2003, implantan las condiciones físicas de entrega del gas natural en los sistemas de transporte, distribución y/o usuarios finales y las circunstancias bajo las cuales pueden variar las especificaciones determinadas y se aclaran los rangos de variación.

## **2.2 Norma Oficial Mexicana NOM-002-SECRE-2003. Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-1997, Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural).**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las instituciones siguientes: Secretaría de Energía, Comisión Reguladora de Energía, Comisión federal de Electricidad, Asociación Mexicana de Gas Natural, A.C., Comercializadora Metro Gas, S.A. de CV. Consorcio Mexi-Gas, S.A. de CV. y Gas Natural México.

### **2.2.1 Objetivo**

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplirse en los materiales, construcción, operación, mantenimiento y seguridad de las instalaciones de aprovechamiento de gas natural.

### **2.2.2 Campo de aplicación**

Esta Norma es aplicable a las instalaciones que conduzcan gas natural desde la salida del medidor o de una estación de regulación y medición, hasta la válvula de seccionamiento anterior a cada uno de los aparatos de consumo, para lo cual, el usuario o responsable de la instalación deben cumplir los requisitos establecidos en esta Norma.

### **2.2.3 Contenido**

Los puntos de verificación que contiene esta norma son diez, los cuales en conjunto evalúan los diferentes componentes que conforman una instalación de aprovechamiento. Los elementos a verificar son:

- Clasificación de las instalaciones de aprovechamiento.
- Requisitos para el diseño de instalaciones de aprovechamiento.
- Tuberías.
- Prueba de hermeticidad.
- Componentes.
- Protección contra la corrosión.
- Equipos de consumo.
- Reguladores de presión.
- Plan integral de seguridad en instalaciones industriales.
- Operación y mantenimiento de las instalaciones industriales.

Los diez puntos evalúan diferentes condiciones que van desde el cumplimiento de diámetros en tuberías y accesorios, especificaciones técnicas de materiales, clasificación de consumo, así como la especificación de condiciones de seguridad en los equipos y la protección contra el deterioro de las mismas.

### **2.3 Norma Oficial Mexicana NOM-003-SECRE-2002. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos (Cancela y sustituye a la NOM-003-SECRE-1997, Distribución de gas natural)**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participo la Comisión Reguladora de Energía, y con fecha del 6 de febrero de 2003, se publico en el diario oficial de la federación.

#### **2.3.1 Objetivo**

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir los sistemas de distribución de gas natural y gas Licuado de Petróleo por medio de ductos.

#### **2.3.2 Campo de aplicación**

Esta Norma es aplicable al diseño, construcción, pruebas, inspección, operación y mantenimiento de los sistemas de distribución de gas natural y de gas LP por medio de ductos (en lo sucesivo gas), desde el punto de entrega del proveedor o transportista hasta el punto de recepción del usuario final, ver Figura 2.1, en la cual de manera esquemática se muestra el trayecto que abarca la verificación de esta Norma.

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad para un sistema de distribución de gas. No pretende ser un manual de ingeniería. En lo no previsto por la presente Norma, se deberá aplicar las prácticas internacionales reconocidas.

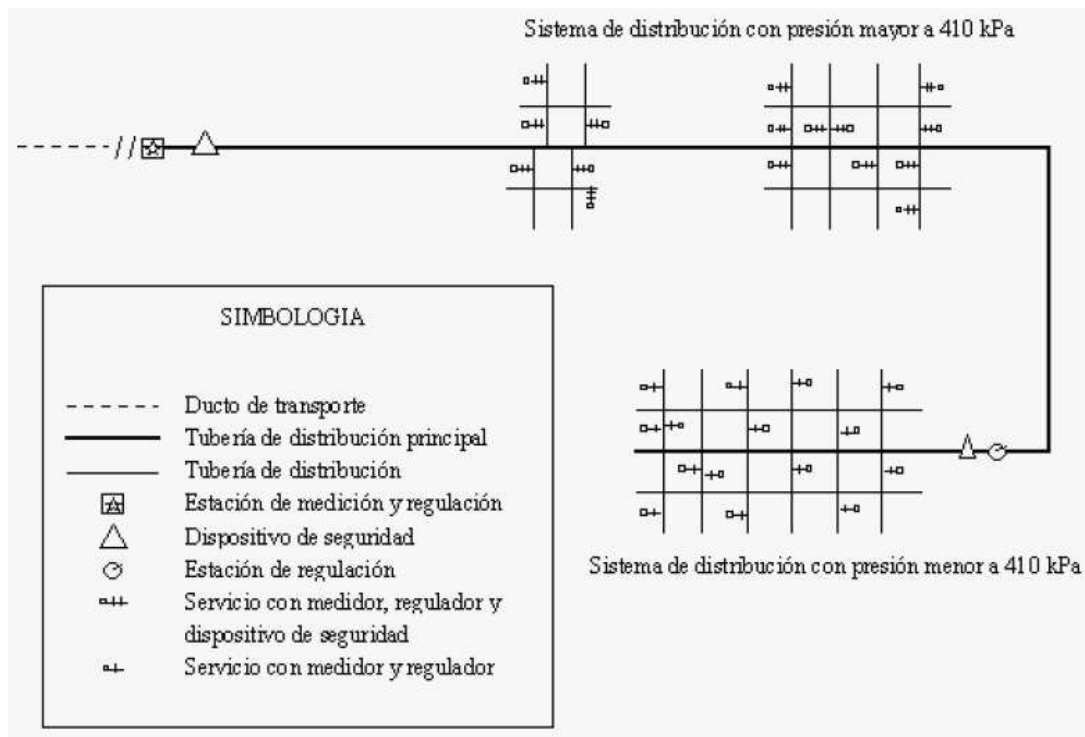


Figura 2.1 Campo de aplicación de la norma  
NOM-003-SECRE-2002

### 2.3.3 Contenido

El contenido de evaluación de esta norma, se conforma de diez puntos a verificar, los cuales se presentan a continuación:

- Criterios de diseño de tuberías.
- Materiales y equipos.
- Instalaciones.
- Construcción de la red de distribución.
- Tomas de servicio.
- Inspección y pruebas.
- Puesta en servicio.
- Mantenimiento del sistema de distribución.
- Programa interno de protección civil.
- Distribución de Gas Licuado de Petróleo.

Estos puntos evalúan todo el proceso de distribución, pues el tener una instalación de aprovechamiento, requiere en su inicio de una obra civil, la cual incluye excavación de zanjas, señalización del sistema de distribución y una protección contra la corrosión.

A lo largo de las redes de distribución se evalúa el uso de diferentes materiales como, el acero, el polietileno o el cobre, y sus componentes por ejemplo, conexiones y válvulas requieren de una verificación acorde al material que se utilice.

Las instalaciones de cobre o polietileno requieren de una regulación y medición. Las válvulas de control y seccionamiento son un elemento indispensable para tal objetivo.

Mantener un sistema de distribución en optimas condiciones, requiere de un programa de mantenimiento, inspección y de pruebas así como de un programa de protección civil. Es por eso que esta norma tiene un basto campo de aplicación y alcance.

## **2.4 Norma Oficial Mexicana NOM-006-SECRE-1999. Odorización del gas natural**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las instituciones siguientes, Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía.

### **2.4.1 Objetivo**

Esta Norma tiene por objeto establecer los lineamientos técnicos mínimos que deben cumplir los sistemas de odorización del gas natural, las características del agente odorizante y las medidas de seguridad en el manejo y aplicación del odorizante a los sistemas de distribución de gas natural en concordancia con el artículo 40 fracciones I, XIII y XVII de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

### **2.4.2 Campo de aplicación**

Esta Norma es aplicable a los sistemas de distribución de gas natural por ductos. El gas natural no posee un olor distintivo, por lo que en los sistemas de distribución se deberá dosificar un odorizante para detectar la presencia del gas natural. El gas natural que se utilice en procesos catalíticos u otro donde el producto final se vea afectado no deberá odorizarse.

Cuando exista alguna variación entre los requerimientos de esta Norma con respecto a otras publicaciones, los requerimientos de esta Norma prevalecerán y se considerarán obligatorios.

Los preceptos de esta Norma no deben limitar el desarrollo de tecnología, equipos y prácticas de ingeniería.

### **2.4.3 Contenido**

En esta norma se cuenta con seis puntos para verificar todos relacionados a las características y proceso para poder llevar a cabo la odorización del gas natural, cabe aclarar que PGPB, no odoriza el gas natural, el realiza sólo el proceso de endulzamiento.



Los puntos que conforman esta evaluación son:

- Odorizantes.
- Tipo y cantidad de odorizante a utilizar.
- Sistemas de odorización.
- Control del proceso de odorización.
- Medidas generales de seguridad para el manejo de los odorizantes.
- Vigilancia.

Es necesario que los distribuidores del gas natural, pongan especial atención en esta norma, pues de no contener las cantidades adecuadas de odorizante se pueden presentar situaciones drásticas, por ejemplo:

- a) En caso de tener un exceso de odorizante, se afecta la calidad del gas por ejemplo, su poder calorífico.
- b) En caso de no contener una cantidad suficiente, para poder ser percibido por los usuarios, una fuga resultaría catastrófica.

Aunque la evaluación del cumplimiento de esta normas es teóricamente simple, las consecuencias de no tener regulado este cumplimiento serían sin lugar a dudas caóticas.

## **2.5 Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-1999. Transporte de gas natural**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las instituciones siguientes, Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía.

### **2.5.1 Objetivo**

Esta Norma tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales, tuberías, equipos, instalaciones principales y accesorias y dispositivos que son necesarios para el diseño, construcción, operación, mantenimientos e inspección de los sistemas de transporte de gas natural, así como los requisitos mínimos que deben satisfacer las medidas de seguridad y los planes de atención a emergencias.

### **2.5.2 Campo de aplicación**

Esta Norma es aplicable a los ductos de transporte de gas natural por medio de ductos que se construyen en el territorio nacional y aquellos sistemas de transporte que ya estando construidos se modifiquen en su diseño original por reparaciones mayores, cambios de trazo o de especificaciones y/o códigos técnicos originales o por cualquier otra causa análoga a las anteriores.

Cuando se esté en presencia de cualquiera de los supuestos de modificación previstos en el párrafo anterior, se deberá detallar en la forma y términos que se establecen en la presente Norma y según sea el caso, las modificaciones al diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección del sistema de transporte de gas natural por medio de ductos de que se trate, y las modificaciones a las medidas de seguridad y a los planes de atención a emergencias correspondientes.

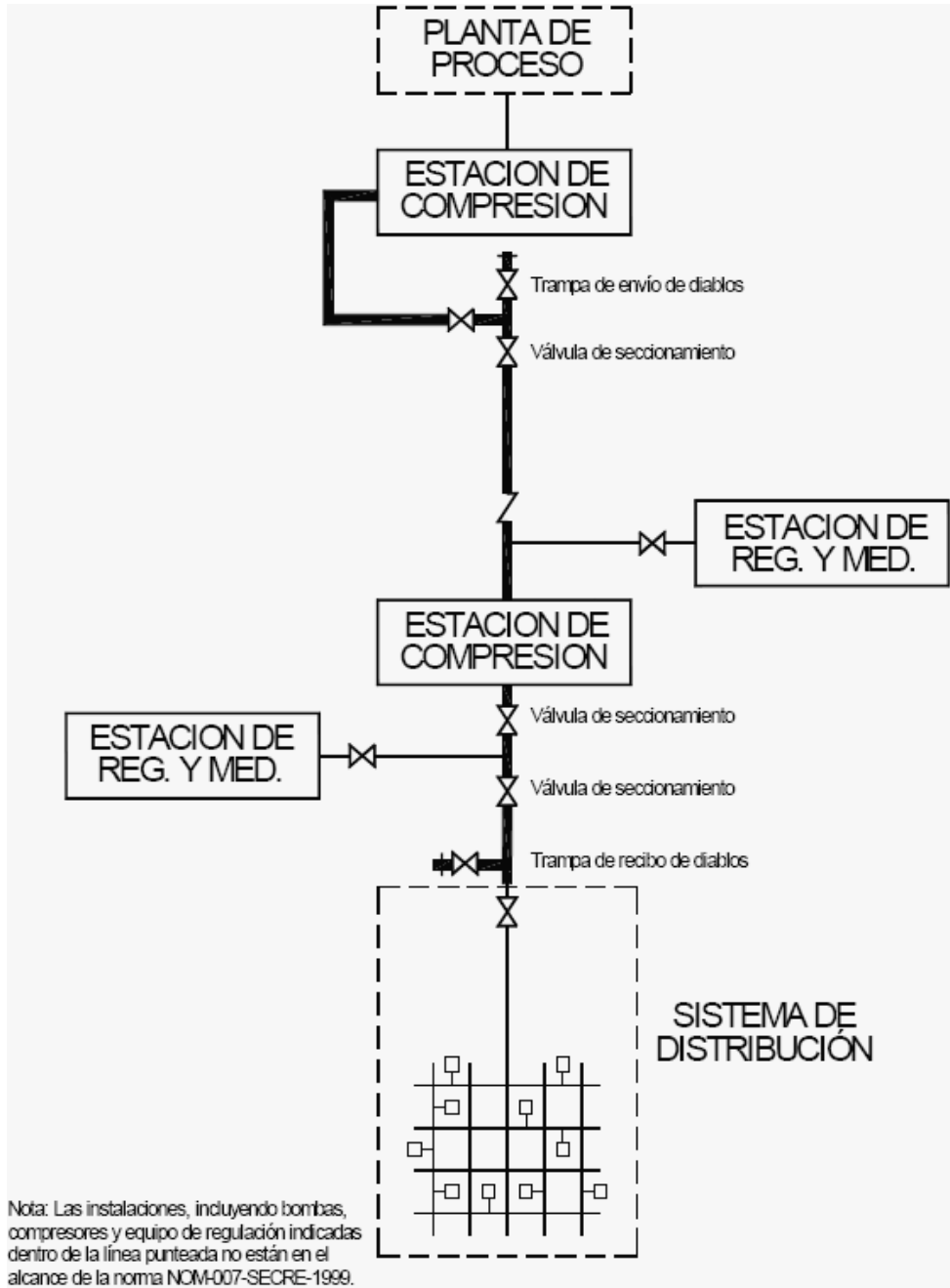


Figura 2.2 Instalaciones y tuberías del sistema de transporte de gas natural normalizado NOM-007-SECRE-1999

La aplicación de la Norma a los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos que se construyan en territorio nacional, comprende desde el punto de origen del ducto hasta las estaciones de medición y regulación del distribuidor o instalaciones del usuario final en su caso, ver Figura 2.2, se muestra manera grafica y general el alcance de la Norma, también se especifica cuales instalaciones quedan fuera del alcance de evaluación.

Esta Norma no es aplicable a los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos indispensables y necesarios para interconectar la explotación y producción de gas natural.

Para los efectos de la presenta Norma, el término transporte comprenderá también al transporte para usos propios que se establece en los artículos 94, 95 y siguientes del Reglamento de Gas Natural.

Esta Norma es aplicable a los materiales, tuberías, equipos, instalaciones principales y accesorias y dispositivos que son necesarios para el diseño, construcción, operación, mantenimientos e inspección de los sistemas de transporte de gas natural, así como los requisitos mínimos que deben satisfacer las medidas de seguridad y los planes de atención a emergencias. Esta Norma no pretende ser un manual técnico y se debe aplicar con un criterio apoyado en prácticas reconocidas de ingeniería y de la industria del gas natural.

El alcance de esta Norma abarca todas las tuberías destinadas a operar a esfuerzos mayores o iguales al 30% (treinta por ciento) de la RMC. (Resistencia mínima de cedencia)

Esta Norma es aplicable a tuberías dentro de las estaciones de regulación y medición, así como a las tuberías que operan a menos de 685kPa.

Cuando exista alguna variación entre los requerimientos de esta Norma con respecto de otras publicaciones, los requerimientos de esta Norma prevalecerán y se considerarán obligatorios.

Los preceptos de esta Norma no deben limitar el desarrollo de tecnología, equipos y prácticas de ingeniería.

### **2.5.3 Contenido**

Los puntos de verificación que se supervisan en esta norma son:

- Disposiciones generales
- Materiales
- Diseño
- Soldadura
- Construcción de los ductos de transporte
- Pruebas de presión

- Operación, mantenimiento y reclasificación
- Plan Integral de Seguridad y Protección Civil
- Vigilancia

Los nueve puntos anteriores, abarcan desde la entrega del producto, gas natural, hasta la llegada a la zona de distribución, cabe aclarar que aunque el título de algunos puntos de verificación es reiterativo con los de otras normas, no aplica para las mismas instalaciones o tuberías.

El alcance que se tiene por objeto si involucra diferentes áreas como son, especificaciones de tuberías, calidad en la soldadura y en el personal que lo efectúa, pruebas de presión y condiciones para llevarlas a cabo, operación y mantenimiento del sistema y un plan de seguridad y protección civil, todo esto con la finalidad de salvaguardar la seguridad de las zonas urbanas, que puedan estar dentro del alcance del sistema de distribución.

## **2.6 Norma Oficial Mexicana NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las instituciones siguientes, Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía.

### **2.6.1 Objetivo**

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos mínimos para la implementación, instalación, operación, mantenimiento y seguridad para el control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.

### **2.6.2 Campo de aplicación**

Esta Norma es aplicable en la implementación, instalación, operación, mantenimiento y seguridad para el control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas. Esta Norma no es aplicable a las tuberías instaladas en el lecho marino.

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad para el control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas. No pretende ser un manual técnico y debe aplicarse con un criterio apoyado en prácticas de ingeniería internacionalmente reconocidas.

Cuando exista alguna variación entre los requerimientos de esta Norma con respecto a otras publicaciones, los requerimientos de esta Norma prevalecerán y se considerarán obligatorios.

### **2.6.3 Contenido**

Los puntos a verificar en esta norma, sólo son dos: *Control de la corrosión externa en tuberías de acero* y *Vigilancia*. El primero esta conformado por trece incisos, con sus respectivos subincisos, todos ellos referidos a la protección catódica anticorrosiva.

El alcance de verificación de esta norma, comprende desde la identificación de la tubería y la elección adecuada de protección catódica, los criterios de evaluación, las mediciones de corriente eléctrica, las pruebas de funcionalidad del sistema, los recubrimientos, las pruebas de seguridad y un registro de todo el sistema realizado.

El tiempo de vida útil de las tuberías, puede verse afectado si no se cuenta con algún tipo de protección anticorrosiva, por lo cual es importante hacer adecuado sistema de protección para retardar deterioros o pérdidas de materiales.

## **2.7 Norma Oficial Mexicana NOM-010-SECRE-2002. Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio.**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron las instituciones siguientes, Secretaría de Energía y la Comisión Reguladora de Energía. La presente cancela y sustituye en la parte correspondiente a la Norma Oficial Mexicana NOM-031-SCFI-1994, Gas natural comprimido para uso automotor.- Requisitos de seguridad para estaciones de servicio e instalaciones vehiculares.

### **2.7.1 Objetivo**

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las estaciones de servicio, instaladas en la República Mexicana con el fin de suministrar gas natural comprimido para los vehículos automotores que lo utilizan como combustible.

### **2.7.2 Campo de aplicación**

Esta norma aplica a los equipos, componentes y materiales utilizados para dar las condiciones requeridas al gas natural comprimido para su uso, desde el punto de recepción de un sistema de transporte o distribución de gas natural hasta el conector de llenado de gas natural comprimido.

### 2.7.3 Contenido

La verificación de esta norma está formada por cuatro puntos de evaluación que son:

- Clasificación.
- Especificaciones y requisitos de seguridad.
- Métodos de prueba.
- Procedimientos de seguridad en la operación de una estación de servicio.

La evaluación de esta norma, se realiza dentro de las instalaciones de servicio, de gas natural comprimido. En caso de no estar odorizado el gas, la estación deberá de realizar el proceso de odorización; y por lo tanto se verificará también el cumplimiento de la NOM-006-SECRE-1999.

El gas natural comprimido (GNC), deberá dar cumplimiento a la NOM-001-SECRE-1997, y se verificarán la distribución, equipo y material con el que cuentan las instalaciones.

Se requiere de señalización, en la estación de servicio, la cual debe de dar cumplimiento a las normas de la Secretaría del Trabajo y Prevención Social (STPS). La tubería que vaya enterrada, debe de cumplir con la protección anticorrosiva que se plantea en la NOM-008-SECRE-1999 y a la norma de tuberías, NOM-002-SECRE-2003.

Por ser una estación de servicio, en donde se almacena GNC, la presencia de la energía eléctrica, estática y de un sistema adecuado de tierra, son de suma importancia. Por tal razón en esta norma, se establece que se debe de dar cumplimiento a la norma: NOM-001-SEDE-1999.

El contenido de evaluación de esta norma es muy amplio, involucra cuatro normas de gas natural, métodos de prueba de los equipos y normas de otras secretarías. La razón del porque de este campo tan extenso de evaluación, es el grado de riesgo que implica una estación de servicio, en donde se almacena, se abastece a vehículos y se comprime el gas natural.

## **2.8 Norma Oficial Mexicana NOM-011-SECRE-2000. Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad en instalaciones vehiculares.**

### **2.8.1 Objetivo**

Esta Norma establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones vehiculares para uso de gas natural comprimido.

### **2.8.2 Campo de aplicación**

Esta Norma aplica a los sistemas de gas natural comprimido en los vehículos automotores que lo utilizan como combustible.

### **2.8.3 Contenido**

Los puntos que conforman la evaluación de esta norma son:

- Clasificación
- Características de las instalaciones
- Métodos de prueba
- Certificado.

El alcance de esta norma, tiene relación con la NOM-010-SECRE-2002, sin embargo, la diferencia central, es que esta norma se enfoca a evaluar características de equipos y accesorios que se utilizan para brindar el servicio de llenado, a diferencia de la anterior que evaluaba aspectos técnicos de la instalación, de la estación de servicio.

Las pruebas que se solicitan en esta norma, se enfocan a evaluar el estado de los componentes que conforman el equipo, para llenado de tanques de GNC, para asegurar que no haya fugas y que todos los parámetros de seguridad se cumplen.

### **CAPÍTULO 3. CONCEPTOS TECNICOS**

En este capítulo se presentan conceptos que por su aplicación dentro de la industria petrolera y del gas natural, pueden no ser del dominio y conocimiento de la ingeniería mecánica eléctrica. Por lo que se considera de interés fundamental el explicarlos a fin de que se entienda su participación dentro del texto.

El tener una definición errónea o ambigua de alguno de los siguientes conceptos, puede crear una incertidumbre al momento de efectuar una verificación. Las UV cuentan con verificadores, ingenieros aprobados por la CRE, en sus conocimientos teóricos de la(s) norma(s) que verifiquen, los cuales deben de conocer, este tipo de vocabulario; ya que tienen bajo su responsabilidad el otorgar dictámenes aprobatorios ó no aprobatorios, del cumplimiento de las NOM's, que regulan el gas natural.

Sin embargo, es importante aclarar que la revisión que realiza un verificador es meramente documental y visual, es decir, las UV's no realizan ni tienen porque realizar pruebas físicas que corroboren lo que declare el constructor, mediante reportes, expedidos por laboratorios o expertos en alguna técnica de análisis, por ejemplo, pruebas destructivas.

**Almacenamiento:** conjunto de recipientes que contienen el GNC destinado para la carga a vehículos automotores y plataformas

**Alta presión:** en las estaciones de servicio es la presión a la que se encuentra el gas natural a partir de la primera etapa de compresión. En los vehículos es la presión a la que el GNC se encuentra desde el cilindro de almacenamiento hasta la última etapa de regulación de presión, inclusive.

**Alta presión:** presión igual o superior a 689,48 kPa.

**Análisis de riesgo:** actividades realizadas para conocer, a partir del análisis de las acciones proyectadas de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representan para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas tendientes a mitigar o minimizar los efectos en caso de un posible accidente.

**Ánodo:** elemento emisor de corriente eléctrica; es el electrodo de una celda en el cual ocurre el fenómeno de oxidación.

**Ánodo galvánico o de sacrificio:** metal con potencial de oxidación más electronegativo que el de la tubería por proteger y que al emitir corriente eléctrica de protección, se consume.

**Ánodo inerte:** electrodo auxiliar metálico o no metálico que forma parte del circuito de protección catódica y que se conecta a la terminal positiva de una fuente externa de corriente eléctrica directa.



**Área unitaria:** porción de terreno que teniendo como eje longitudinal la tubería de gas, mide 1600 metros de largo por 400 metros de ancho.

**Aterrizamiento:** conexión eléctrica, intencional o no, entre un conductor y tierra (suelos y cuerpos de agua).

**Caída de voltaje:** cambio de potencial debido al paso de una corriente eléctrica “I” en un circuito de resistencia “R”. Esta caída debe ser considerada para una interpretación válida en la medición de potenciales en los sistemas de protección catódica.

**Caída de presión:** pérdida de presión ocasionada por fricción u obstrucción al pasar el gas a través de tuberías, válvulas, accesorios, reguladores y medidores.

**Calidad del gas natural:** la composición y el conjunto de características físico-químicas que posee el gas natural de acuerdo con las propiedades siguientes:

- *Poder calorífico*, Índice Wobbe.
- *Densidad*, factor de compresibilidad.
- *Densidad relativa y puntos de rocío*.

**Cama anódica:** grupo de ánodos, ya sea inertes o galvánicos que forman parte del sistema de protección catódica.

**Camisa:** ducto en el que se aloja una tubería conductora de gas para protegerla de esfuerzos externos.

**Canal de venteo:** ducto o tubería que conduce hacia la atmósfera los desfogues de los dispositivos de relevo de presión.

**Cátodo:** electrodo de una celda en el que ocurren las reacciones electroquímicas de reducción en un sistema de protección catódica.

**Cilindro:** recipiente que se instala en el vehículo automotor para almacenar GNC.

**Combustión:** proceso químico de oxidación entre un combustible y un comburente que produce la generación de energía térmica y luminosa acompañada por la emisión de gases de combustión y partículas sólidas.

**Corriente de protección catódica:** corriente eléctrica directa necesaria para obtener los valores del potencial de protección de una estructura metálica enterrada o sumergida en un electrolito.

**Corriente parásita:** corriente eléctrica directa o alterna que proviene de otra fuente de energía distinta al circuito previsto y que llega a la tubería a través del electrolito o por contacto directo. Cuando en una tubería metálica entra una corriente eléctrica parásita se produce corrosión en aquellas áreas donde dicha corriente eléctrica abandona la tubería metálica para retornar a su circuito de origen.

**Corrosión:** la destrucción del metal por acción electroquímica de ciertas sustancias.

**CSST:** tubería de acero inoxidable corrugado (Corrugated Stainless Steel Tubing).

**Comisión:** la Comisión Reguladora de Energía.

**Composición molar:** el término utilizado para expresar la fracción mol o por ciento mol de una mezcla gaseosa (fracción  $x_i$ ) del componente  $i$ . La fracción mol es la relación de las moles del componente  $i$ , con respecto al número de moles totales (o por ciento mol) es igual a la fracción de volumen. Sin embargo, esta relación debe ajustarse por el comportamiento de los gases reales, utilizando el factor de compresibilidad.

**Condiciones base:** condiciones bajo las que se mide el gas natural correspondientes a la presión absoluta de 98,07 kPa y temperatura de 293,15 K.

**Condiciones estándar:** condiciones bajo las que se mide el gas natural correspondientes a la presión absoluta de 101,33 kPa y temperatura de 288,71 K.

**Conector de llenado:** aditamento del surtidor de GNC de la estación de servicio, que se conecta a la boquilla de recepción del vehículo automotor para cargar GNC en los cilindros de dicho vehículo automotor.

**Densidad relativa (gravedad específica) del gas,  $\rho$ :** la relación de la densidad de un gas con respecto a la densidad del aire seco a las mismas condiciones de presión y temperatura.

**Dictamen de verificación:** el documento que emite la Unidad de Verificación en el que se hace constar la evaluación de la conformidad de la norma.

**Disco de ruptura:** elemento cuya función es desfogar en su totalidad el contenido de un cilindro, recipiente o sistema de GNC al excederse la presión de operación máxima permitida, que puede estar integrado a las válvulas o puede estar instalado solo.

**Distribuidor:** el titular de un permiso de distribución en los términos del Reglamento de Gas Natural.

**Dispositivo de seguridad:** elemento protector contra sobrepresión o baja presión en un sistema de distribución, por ejemplo: válvulas de seguridad, reguladores en monitor, entre otros.

**Dispositivo de relevo de presión:** elemento activado por presión usado para prevenir el exceso de presión arriba del máximo predeterminado.

**Ducto:** tuberías, conexiones y accesorios para la conducción del gas natural.

**Ducto eléctrico:** elemento por donde se conducen los cables eléctricos.

**Ducto de ventilación:** ducto o tubería que permite desalojar hacia la atmósfera el gas acumulado dentro de un registro o camisa subterránea.

**Electrodo de referencia:** media celda electroquímica cuyo potencial es constante. Es un electrodo no polarizable.

**Electrofusión:** método para unir tubería de polietileno mediante el calor generado por el paso de corriente eléctrica a través de una resistencia integrada en un accesorio de unión.

**Electrolito:** conductor iónico de corriente eléctrica directa. Se refiere al subsuelo o al agua en contacto con una tubería metálica enterrada o sumergida.

**Equipos o sistemas de consumo:** los equipos, máquinas, aparatos, enseres e instrumentos, ya sean industriales, comerciales o residenciales, que utilizan gas natural como combustible.

**Esfuerzo tangencial:** esfuerzo producido por la presión de un fluido en una pared de un tubo que actúa circunferencialmente en un plano perpendicular al eje longitudinal de la tubería.

**Estación de medición y regulación:** la instalación destinada a medir, reducir y regular la presión del gas natural que se suministra a un distribuidor o a un permisionario de transporte para usos propios.

**Estación de regulación:** la instalación destinada a reducir y controlar la presión del gas natural a una presión determinada.

**Estación dual:** estación de servicio en la que se pueden suministrar al mismo tiempo gas natural comprimido e hidrocarburos líquidos, principalmente gasolina y diesel.

**Estación residencial:** estación de llenado lento, de baja capacidad, cuyo sistema de compresión contiene todos sus componentes en una sola unidad.

**Estación de servicio:** instalación para suministrar GNC a vehículos automotores.

**Explosión:** reacción fisicoquímica de una mezcla combustible de gas iniciada por un proceso de combustión, seguida de la generación violenta y propagación rápida de la flama y de una onda de presión confinada, misma que al ser liberada produce daños al recipiente, estructura o elemento en el que se encontraba contenida dicha mezcla.

**Fuente de ignición:** dispositivo, objetos o equipos capaces de proveer suficiente energía térmica para encender mezclas inflamables de aire-gas.

**Fusible térmico:** dispositivo de seguridad accionado por temperatura, que permite desfogar el gas en caso de incendio. Debe fundir cuando se alcanza una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ .

**Franja de desarrollo del sistema (antes derecho de vía):** franja de terreno donde se alojan las tuberías del sistema de distribución.

**Gas inerte:** gas no combustible, no tóxico, no corrosivo.

**Gas Licuado de Petróleo (gas LP):** mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por butano y propano.

**Gas natural:** la mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano.

**Gas natural comprimido (GNC):** gas natural que ha sido sometido a un proceso de compresión.

**Gas natural licuado:** la mezcla de hidrocarburos en estado líquido compuesta primordialmente por metano.

**Gravedad específica:** relación de la densidad de un gas con la densidad del aire seco a las mismas condiciones de presión y temperatura.

**Índice Wobbe:** la relación del poder calorífico superior ( $H_s$ ) en base volumétrica, con respecto a la raíz cuadrada de la densidad relativa, de acuerdo con:

$$W = \frac{H_s}{\sqrt{\rho}}$$

Donde:

$H_s$ : poder calorífico superior

$\rho$  : densidad relativa

**Instalación de aprovechamiento (la instalación):** el conjunto de tuberías, válvulas y accesorios apropiados para conducir gas natural desde la salida del medidor hasta la válvula de seccionamiento anterior a cada uno de los equipos de consumo.

**Instalación de aprovechamiento residencial:** la que suministra gas natural a los aparatos de consumo en instalaciones que dan servicio a casa habitación.

**Instalación de aprovechamiento comercial o industrial:** la que tiene un consumo menor o igual a 360 Gcal/año, o el consumo equivalente, en términos anualizados.

**Instalación de aprovechamiento comercial o industrial:** la que tiene un consumo mayor que 360 Gcal/año.

**Instalación en estación de servicio:** equipo que se encuentra fijo en una estación de servicio, por ejemplo equipo de medición y regulación, recipientes de GNC, sopladores, compresores, válvulas, tuberías y conexiones necesarias para llenar recipientes para GNC, y transferirlo a los vehículos.

**Interfaces:** transición a la que se somete la tubería al cambiar de electrolito, pudiendo ser ésta tierra-aire, tierra-concreto-aire, aire-agua, tierra-agua, etc.

**Intercambiabilidad:** el grado de sustitución de las características de combustión de un gas con respecto a otro gas, es decir, se dice que dos gases son intercambiables cuando las características del gas A se parecen a las del gas B, por lo que, un gas puede sustituir al otro, o en su caso mezclarse, sin afectar la operación de los equipos e instalaciones.

**Junta de aislamiento:** accesorio constituido de un material aislante que se intercala en el sistema de tubería para separar eléctricamente a la tubería a proteger.

**Límite inferior de explosividad (LIE):** valor inferior de la concentración de gas disperso en el aire, debajo del cual no se presenta una mezcla explosiva. En el gas natural el límite inferior de explosividad es del 5% (cinco por ciento) en volumen de gas en aire.

**Límite superior de explosividad (LSE):** valor superior de la concentración de gas natural disperso en el aire, arriba del cual no se presenta una mezcla explosiva. Para el gas natural el límite superior de explosividad es del 15% (quince por ciento) en volumen de gas de aire.

**Límites de explosividad:** valores, superior e inferior, de la concentración de gas combustible disperso en el aire, entre los cuales se presenta una mezcla explosiva.

**Línea de combustible:** tubería, tubo flexible, mangueras y conexiones que cumplen con las especificaciones para alimentación de GNC.

**Línea de transporte:** tubería instalada con el propósito de conducir y entregar gas natural.

**Línea de desvío o puenteo:** la tubería que rodea a un instrumento o aparato para desviar el flujo de gas, con el objeto de repararlo o reemplazarlo.

**Mantenimiento mayor:** actividades de sustitución o modificación de partes de los sistemas de tuberías para el transporte de gas natural.

**Manguera de alta presión:** manguera diseñada para soportar la presión de operación máxima permitida. Puede tener tramado metálico y/o cubiertas de otro material.

**Material de relleno:** mezcla de materiales sólidos que envuelven al ánodo para incrementar su conductividad eléctrica en el terreno donde se alojan.

**Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP):** es la máxima presión a la cual se puede permitir la operación de una tubería o segmento del sistema de distribución.

**Medidor:** el instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural que fluye a través de una tubería.

**Memoria técnico descriptiva:** documento que contiene la información del diseño de la estación del servicio basado en el cálculo de las presiones que soportan la estación de regulación y medición; el sistema de compresión, almacenamiento, surtidor y el sistema de seguridad contra incendio.

**Mercaptanos:** compuestos orgánicos sulfurados de olor característico desagradable, tóxico e irritante en altas concentraciones. También conocidos como Tioles.

**Metro cúbico estándar:** un metro cúbico de gas a presión absoluta de 101.32 kPa y temperatura de 288.15 K.

**Odorización:** proceso mediante el cual se le aplica un odorizante a una sustancia inodora.

**Odorizante:** sustancia química compuesta por mercaptanos que se añade a gases esencialmente inodoros para advertir su presencia.

**Poder calorífico:** se divide en dos tipos, poder calorífico superior (bruto en base seca) y poder calorífico inferior (neto).

**Poder calorífico superior real ( $H_s$ ):** es la cantidad de energía producida por la combustión completa a presión constante de una unidad de volumen de gas natural seco con aire, a condiciones base de presión y temperatura. En la determinación del poder calorífico, los productos de la combustión se mantienen a una temperatura de 293,15 K y la entalpía del agua formada durante el proceso de combustión se determina en fase líquida.

**Poder calorífico inferior real ( $H_i$ ):** es la cantidad de energía producida en forma de calor por la combustión completa de gas natural en aire seco a condiciones base de presión y temperatura; los productos de combustión se mantienen a la misma temperatura (condición base) en estado gaseoso.

**Polietileno:** el plástico basado en polímeros hechos con etileno como monómero esencial.

**Poste:** dispositivo utilizado para transferir GNC en las estaciones de llenado lento, consta de una válvula de corte a través de la cual se derivan una o más mangueras de alta presión para cargar simultáneamente el GNC.

**Potencial crítico:** voltaje de protección catódica de valor inferior en relación al valor de cualquiera de los criterios de protección catódica.

**Potencial natural:** potencial espontáneo (sin impresión de corriente eléctrica directa) que adquiere una estructura metálica al estar en contacto con un electrolito. También denominado potencial de corrosión.

**Potencial tubo/suelo:** diferencia de potencial entre una tubería de acero enterrada y/o sumergida protegida catódicamente y un electrodo de referencia en contacto con el electrolito.

**Presión:** la fuerza de un fluido ejercida perpendicularmente sobre una superficie.

**Presión absoluta:** suma de la presión manométrica más la presión atmosférica del lugar.

**Presión atmosférica:** la presión que ejerce una columna de aire sobre la superficie de la tierra en cualquier punto del planeta. Al nivel medio del mar esta presión es de aproximadamente 101,33 kPa.

**Presión de diseño:** es el valor de la presión que se utiliza para determinar el espesor de pared de las tuberías. Esta presión debe ser igual o mayor a la MPOP de dichas tuberías

**Presión de entrega:** la presión requerida por el usuario para la operación de sus aparatos de consumo.

**Presión de llenado:** la presión alcanzada en los cilindros al momento de llenado debe ser de 20 MPa (200 bar) para las estaciones sin sistema de compensación de temperatura.

**Presión manométrica:** la presión que ejerce un gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene, expresada en Pascales.

**Presión de operación:** presión de GNC de 20 MPa (200 bar) a 25 MPa (250 bar) a una temperatura de 288.15 K (15°C).

**Presión de operación máxima permitida:** presión máxima a la cual puede operar un sistema de GNC de acuerdo con las especificaciones de diseño, bajo condiciones de operación.

**Presión de prueba:** la presión a la cual es sometida la instalación de aprovechamiento antes de entrar en operación con el fin de garantizar su hermeticidad.

**Presión de trabajo:** la presión a la que operan normalmente las tuberías, accesorios y componentes que están en contacto con el gas natural en la instalación de aprovechamiento y en los equipos de consumo en condiciones de máxima demanda.

**Presión de vapor:** presión característica a una determinada temperatura del vapor de una sustancia en equilibrio con su fase líquida.

**Protección catódica:** procedimiento eléctrico para proteger las estructuras metálicas enterradas o sumergidas contra la corrosión exterior, el cual consiste en establecer una diferencia de potencia para que convierta a las estructuras metálicas en cátodo,

mediante el paso de corriente eléctrica directa proveniente del sistema de protección seleccionado.

**Prueba de hermeticidad:** procedimiento utilizado para asegurar que un sistema de distribución o una parte de él, cumple con los requerimientos de no fuga y resistencia definidos en esta Norma.

**Prueba de requerimiento de corriente:** aplicación de corriente eléctrica directa a la tubería por proteger católicamente, con el fin de cuantificar la corriente eléctrica de protección y determinar los alcances de protección para cada uno de los puntos de drenaje eléctrico.

**Prueba hidrostática:** ensayo al que se somete la instalación o sus componentes a un valor de presión predeterminado, utilizando agua neutra y libre de partículas en suspensión como elemento de prueba.

**Prueba neumática:** ensayo al que se somete la instalación o componente a un valor de presión predeterminado, utilizando aire, un gas inerte o GNC como elemento de prueba.

**Puenteo eléctrico:** conexión eléctrica entre tuberías mediante un conductor eléctrico y terminales fijas, con el fin de integrar en circuitos conocidos las tuberías adyacentes.

**Punto de rocío a la presión del recipiente:** temperatura a la cual el vapor de agua empieza a condensarse, referida a la presión de servicio del recipiente.

**Punto de transferencia:** punto donde se efectúa la conexión entre la boquilla de recepción del vehículo y el conector de llenado del surtidor para transferir GNC de la estación de servicio al cilindro del vehículo.

**Ramal:** tubería secundaria conductora de gas que se deriva de la tubería principal, formando las redes o circuitos que suministran gas a las tomas de servicio de los usuarios.

**Recipiente:** contenedor estacionario, cilíndrico o esférico para almacenar GNC.

**Recubrimiento:** material que se aplica y adhiere a las superficies externas de una tubería metálica para protegerla contra los efectos corrosivos producidos por el medio ambiente.

**Regulador de presión:** instrumento cuya función es reducir y controlar la presión del gas natural a un valor determinado a la salida, manteniéndolo dentro de límites previamente definidos.

**Regulador de servicio:** regulador de presión instalado en la toma de servicio del usuario para el suministro de gas a la presión contratada con el Distribuidor.

**Regulador en monitor:** dispositivo de seguridad que consiste en un regulador instalado en serie al regulador principal y calibrado a una presión ligeramente superior a la de



salida de éste, para proteger a la instalación de una sobrepresión debida a una falla del regulador principal.

**Reparación definitiva:** sustitución o reemplazo del tramo de tubo que contiene una imperfección, por otro de especificación similar o superior al del ducto original y de una longitud no menor de un diámetro del tubo.

**Reparación permanente:** refuerzo de una sección de ducto que tiene un defecto o daño. Consiste en la colocación de una envolvente metálica soldada longitudinalmente o corte y reemplazado por un carrete de tubería.

**Reparación provisional:** colocación de dispositivos, como grapas atornilladas, en la sección del ducto que tiene un daño o defecto o por la presencia de fuga de gas natural y que deba ser reparada en forma definitiva o permanente lo más pronto posible.

**Resistencia mínima de cedencia (RMC):** valor mínimo de resistencia a la cedencia o fluencia, especificado por el fabricante de la tubería.

**Resistividad:** resistencia eléctrica por unidad de volumen del material. Las mediciones de esta propiedad indican la capacidad relativa de un medio para transportar corriente eléctrica.

**SDR:** en tubos de polietileno, es la relación del diámetro exterior promedio especificado entre el espesor de pared mínimo especificado.

**Señalamientos diversos:** letreros con indicaciones informativas, preventivas o restrictivas.

- *SI:* los señalamientos informativos.
- *SP:* los señalamientos preventivos.
- *SR:* los señalamientos restrictivos.

**Sistema de distribución:** el conjunto de ductos, compresores, reguladores, medidores y otros equipos para recibir, conducir y entregar gas por medio de ductos.

**Sistema de protección catódica:** conjunto de elementos como: ánodos galvánicos o inertes, rectificadores de corriente eléctrica, cables y conexiones; que tienen por objeto proteger catódicamente una tubería de acero.

**Sistema de transporte:** todos los componentes o dispositivos físicos a través de los cuales el gas natural fluye y que incluye, además de la tubería, válvulas, accesorios unidos al tubo, estaciones de compresión, medición, regulación y ensambles fabricados.

**Temperatura de rocío del agua:** temperatura arriba de la cual no se produce condensación de agua a una presión especificada. Para cualquier presión por debajo de la presión especificada no ocurrirá condensación a esta temperatura.

**Temperatura de rocío de hidrocarburos:** temperatura arriba de la cual no se produce condensación de hidrocarburos a una presión especificada.

**Toma o acometida de servicio:** tramo de tubería a través del cual el distribuidor suministra gas a los usuarios, como se muestra en el esquema de la Figura 3.1, en la cual se indican los elementos que la conforman.

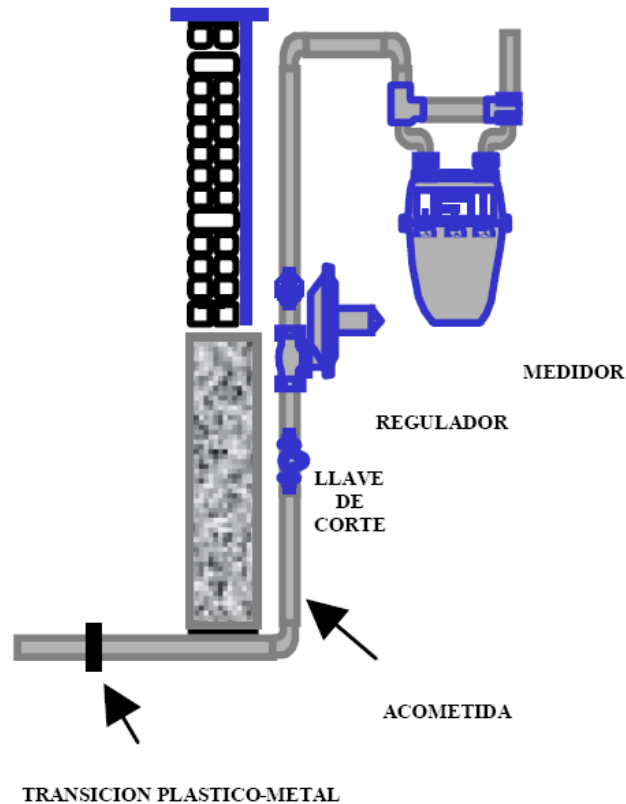


Figura 3.1 Toma de servicio  
NOM-003-SECRE-2002, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos

**Transporte:** actividad que consiste en recibir, conducir y entregar gas natural por medio de ductos a personas que sean usuarios finales localizados dentro o fuera de una zona geográfica, en los términos del Reglamento de Gas Natural y la Directiva de Zonas Geográficas. Para efecto de esta Norma, el término transporte se utiliza indistintamente para transporte y transporte para usos propios.

**Trinchera:** canal de concreto con dimensiones adecuadas para alojar tubería con espacio suficiente para mantenimiento; debe contar con rejilla capaz de soportar el tráfico vehicular, asimismo, debe tener drenes para evitar que se acumulen líquidos en su interior.

**Tubería enterrada o sumergida:** es aquella tubería terrestre que está alojada bajo la superficie del terreno o en el lecho de un cuerpo de agua (pantano, río, laguna, lago, etc.). No se refiere a tuberías instaladas en el lecho marino.

**Tubería en trinchera:** es la que se aloja en el interior de la trinchera y cuyo punto superior debe estar a no menos de 0.1m de la parte más baja del interior de la cubierta removible de la trinchera.

**Tubería principal de distribución:** tubería a través de la cual se abastecen los ramales del sistema de distribución de gas.

**Turbina generadora:** equipo de combustión interna que genera corriente eléctrica directa para proporcionar protección catódica a la tubería.

**Válvula:** el dispositivo colocado en la tubería para controlar o bloquear el suministro de gas hacia cualquier sección de una instalación o de un aparato de consumo.

**Válvula de bloqueo:** dispositivo de cierre rápido para suspender el flujo de gas.

**Válvula de seccionamiento:** dispositivo instalado en la tubería para controlar el flujo de gas hacia cualquier sección del sistema.

**Válvula de relevo de presión:** dispositivo que desfoga el exceso de presión, cuando ésta sobrepasa el nivel máximo predeterminado para los recipientes y para el sistema de compresión o despacho.

**Válvula supresora de flujo:** dispositivo que impide el paso de GNC cuando existe una pérdida brusca de presión o un exceso de flujo.

## **CAPITULO 4.**

### **ANALISIS DEL ALCANCE REAL DE LAS NORMAS DE GAS NATURAL**

Las normas de gas natural, cuentan con un anexo denominado: “Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC)”, el cual tiene por objetivo establecer la metodología que facilite y oriente a las Unidades de Verificación y a los usuarios de las normas para determinar el grado de cumplimiento de las mismas. Sin embargo, es importante aclarar que la extracción y el transporte, del gas natural, hasta la planta procesadora no están regulados, así como los ductos que se encuentran en el lecho marino, esta parte se denomina industria petrolera y es responsabilidad de PGPB.

La lista de verificación que presenta la UV, como referencia o guía en la evaluación del cumplimiento de la(s) norma(s), debe contener todos y cada uno de los puntos de inspección que se señalan en la misma. El formato de numeración de las listas, se mantiene igual al que contiene la norma, como se aclaró en el capítulo 2, los puntos de evaluación inician a partir del número cinco (5).

La información recabada por el verificador se resume al hacer uso del formato de las listas de verificación, las cuales son de rápido llenado y contiene de manera compacta la información de la situación que presenten las instalaciones que evalúen, ver Tabla 4.

Tabla 4. Formato de lista de verificación

DATOS DE LA UNIDAD DE VERIFICACIÓN					NOMBRE DE LA NOM			
PUNTO DE LA NORMA	PREGUNTA	FECHA DE VERIFICACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE	NA	EVIDENCIA		ANOTACIONES
						DOCUMENTAL	CAMPO	

La verificación del acatamiento de los puntos que solicitan: la realización de pruebas, supervisión de métodos adecuados en la realización de un proceso, personal calificado o el cumplimiento de especificaciones técnicas en los materiales; sólo se revisa de manera documental, los reportes aprobatorios expedidos por especialistas en la materia, es decir, el verificador no puede ser el que realice exámenes o pruebas físicas a las instalaciones.

En el presente capítulo se presenta, mediante cuadros comparativos, la relación que existe entre: los puntos de evaluación que establecen las NOM's en materia de gas natural, los Procedimientos de Evaluación de la Conformidad de las normas de gas natural y las listas de verificación que presentan las Unidades de Verificación.

## 4.1 Análisis de la NOM-001-SECRE-2003. Calidad del gas natural.

### 4.1.1 Alcance en campo.

Aplica al gas natural que se inyecta a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución. Abarca la revisión de documentos, como: resultados de análisis de laboratorios, certificados de calibración y certificados de calidad así como de una evaluación en sitio.

### 4.1.2 Análisis

El PEC, establece la documentación que los verificadores, deben revisar, así como los requisitos mínimos de aprobación que deben contener, para poder dar cumplimiento a la normatividad.

A continuación se presenta la comparativa entre: la norma, el PEC y la lista de verificación, ver Tabla 4.1, los puntos que se muestran, pretenden dar un panorama general del contenido de la norma.

Tabla 4.1 Análisis NOM-001-SECRE-2003.

Puntos de evaluación de la norma	Aspectos técnicos que debe verificar la Unidad de Verificación, PEC	Lista de verificación
5.1 Composición del gas	5.1 La UV revisará la información documental e inspeccionará los equipos, materiales y componentes utilizados en la evaluación de la calidad del gas natural	5. Parámetros de calidad del gas natural. 5.1 Composición del gas natural
5.5 Determinación de la temperatura de rocío por análisis cromatográfico, hasta heptano (C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> ).	Equipos e instalaciones 5.5 La UV debe verificar que se cuenta con los métodos de prueba para determinar las especificaciones indicadas en la tabla 1 de la NOM-001-SECRE-2003.	5.5 Para determinar la temperatura de rocío por análisis cromatográfico se considero hasta heptano (C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> ).
5.6 El gas natural que se inyecte en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución proveniente de las plantas de gas natural licuado, debe cumplir con la temperatura de rocío indicada en la Tabla 1 de la NOM-001-SECRE-2003.	5.6 La UV debe contar con resultados de las especificaciones del gas natural, emitido por un laboratorio de prueba acreditado, en los términos de la LFMN, por lo menos cada mes.	5.6 El gas natural que se inyecta en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución proveniente de las plantas de gas natural licuado, cumple específicamente con la temperatura de rocío indicada en la Tabla 1 de la NOM-001-SECRE-2003.
5.8 El rango de temperatura de entrega del gas natural en los sistemas de transporte, distribución y/o usuarios finales. Puede entregarse a una temperatura inferior al mínimo establecido, si no afecta la operación del sistema y con previa autorización por escrito del transportista	5.8 La UV debe verificar que existan manuales escritos en idioma español, y con memoria de cálculo para determinar la temperatura de rocío de hidrocarburos.	5.8 El rango de temperatura de entrega del gas natural en los sistemas de transporte, distribución y/o usuarios finales, es de 283.15 a 323.15 K

Puntos de evaluación de la norma	Aspectos técnicos que debe verificar la Unidad de Verificación, PEC	Lista de verificación
5.10 Parámetro de emergencia. En caso de emergencia operativa en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución, se permite la entrega de gas natural con $\pm 5\%$ del Índice de Wobbe, de los valores indicados en la tabla 1, por un máximo de 12 horas. Estos casos deberán ser notificados a los usuarios y autoridades competentes.	Operación y mantenimiento 5.10 La UV debe verificar que existan manuales escritos en idioma español, y con formatos de la empresa cálculo para determinar el poder calorífico, Índice Wobbe	5.10 En caso de emergencia operativa en los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución, se entrego el gas natural con $\pm 5\%$ del Índice de Wobbe, de los valores indicados en la tabla 1 de la NOM-001-SECRE-2003.

Al contrastar lo que requiere el punto de la norma, con lo que el PEC establece para evaluarlo y lo que las Unidades de Verificación evalúan, se demuestra un total apego, de manera teórica, en el cumplimiento de la norma.

Las evidencias objetivas que el distribuidor presente para dar fe del cumplimiento de la evaluación de la calidad del gas natural, de una adecuada calibración del equipo y de las memorias de cálculo, obtienen una aprobación en un sentido teórico, pero ante la posible insatisfacción del cliente (consumidor) o una probable situación catastrófica, la responsabilidad recaerá sólo en aquellos que en su momento dieron su consentimiento.

## **4.2 Análisis de la NOM-002-SECRE-2003. Instalaciones de aprovechamiento de gas natural.**

### **4.2.1 Alcance en campo**

Aplica a todas las instalaciones de gas natural. Abarca la revisión de documentos administrativos, técnicos, de operación de mantenimiento, de diseño, de construcción, de seguridad y de protección ambiental.

### **4.2.2 Análisis**

Los puntos de evaluación que se señalan en esta norma y la metodología que se establece en el PEC, no coinciden punto a punto, debido a las diferentes áreas técnicas que se evalúan. Sin embargo, la norma y la lista de verificación, mantienen un apego total, ver Tabla 4.2.

Esta norma hace referencia a: NMX's y normas internacionales, que regulan la calidad de la soldadura, los tipos de soldadura, los materiales y las disposiciones de seguridad. Por esta razón los constructores pueden solicitar la evaluación de expertos nacionales o internacionales, pues existe una concordancia.

Tabla 4.2 Análisis NOM-002-SECRE-2003.

Puntos de evaluación de la norma	Aspectos técnicos que debe verificar la Unidad de Verificación, PEC	Lista de verificación
7.2.3.1 Las uniones en cobre rígido deben ser soldadas por capilaridad con soldadura de punto de fusión no menor a 513 K.	Referencia de las normas: NMX-W-101/1-1995, NMX-W-101/2-1995 y el punto 236.5 de la USAS B-31.2	¿Las uniones en cobre rígido deben ser soldadas por capilaridad con soldadura de punto de fusión no menor a 513 K?
8.3 Para efectuar las pruebas de hermeticidad se debe utilizar agua, aire o gas inerte. No se debe usar oxígeno como fluido de prueba. Sólo el Distribuidor puede realizar estas pruebas con gas natural.	Se hace referencia a las normas: NFPA 54-1999 punto 4.1 y la USAS B-31.2 Capítulo VI	¿Para efectuar las pruebas de hermeticidad se debe utilizar agua, aire o gas inerte?. No se debe usar oxígeno como fluido de prueba. ¿Sólo el Distribuidor puede realizar estas pruebas con gas natural?
10.2 En caso de requerirse, las tuberías de acero enterradas y/o sumergida deben tener protección catódica de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma NOM-003-SECRE-2003, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.	Referencia de Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma NOM-003-SECRE-2002.	¿ En caso de requerirse, las tuberías de acero enterradas y/o sumergida deben tener protección catódica de acuerdo con lo establecido en el Apéndice II, Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas, de la Norma NOM-003-SECRE-2003, Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos?
12.2 En instalaciones residenciales, incluidos los edificios, los reguladores con válvula de alivio se deben localizar en el exterior.	Referencia de los puntos 8.10.2 a 8.10.5 de la NOM-003-SECRE-2002	¿En instalaciones residenciales, incluidos los edificios, los reguladores con válvula de alivio se deben localizar en el exterior?
12.3 La capacidad y ajuste de cada regulador de presión debe ser la apropiada al servicio que presten	Referencia de los puntos 8.10.2 a 8.10.5 de la NOM-003-SECRE-2002	¿La capacidad y ajuste de cada regulador de presión debe ser la apropiada al servicio que presten?

La comparativa demuestra que además de existir una concordancia con normas internacionales, también se requiere de la evaluación de la NOM-003-SECRE-2002 en algunos puntos. El campo de aplicación de esta norma es muy basto pero la evaluación técnica no esta en el alcance de verificación de las UV's, y tampoco es regulado por la CRE, los verificadores sólo revisan los informes que declaran, el cumplimiento satisfactorio de pruebas, por ejemplo: pruebas no destructivas a la calidad de soldadura.

La competitividad del personal que realice los trabajos o las pruebas se avala, sólo mediante el respaldo documental que presenta el constructor, el verificador es el que establece su juicio, para darle veracidad a la evidencia presentada.

### 4.3 Análisis de la NOM-003-SECRE-2002. Distribución del gas natural y gas licuado de petróleo por ductos.

#### 4.3.1 Alcance en campo

Es aplicable para la evaluación del diseño, construcción, pruebas, inspección, operación y mantenimiento de los sistemas de distribución de gas natural y de gas licuado de petróleo por medio de ductos, desde el punto de entrega del proveedor o transportista hasta el punto de recepción del usuario final.

#### 4.3.2 Análisis

La verificación de esta norma, requiere la referencia y evaluación de las siguientes normas de gas natural:

- NOM-001-SECRE-2003. Calidad del gas natural
- NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosivo externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas
- NOM-009-SECRE-1999. Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P. en ductos.

La "NOM-009-SECRE-1999 Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P. en ductos", no es acreditada por la EMA, S.A. de CV., pero se le tiene que dar cumplimiento, primero porque es una norma oficial y segundo porque se solicita como parte del cumplimiento de la NOM-003-SECRE-2002, la cual cuenta con su PEC, como anexo.

La tabla 4.3, presenta de manera muy general, todo lo que requiere para su verificación esta norma, pues también hace referencia a NMX's, tiene concordancia con normas internacionales y dentro de su evaluación se verifica el cumplimiento de las normas que se enlistaron al principio.

Tabla 4.3 Análisis de la NOM-003-SECRE-2002

Puntos de evaluación de la norma	Aspectos técnicos que debe verificar la Unidad de Verificación, PEC	Lista de verificación
6.3.3.2 Las conexiones y accesorios que se utilicen en tubería de polietileno (tapones, coples, reducciones, té) deben ser soldables por termofusión o electrofusión y cumplir con las normas oficiales mexicanas, normas mexicanas, y en lo no previsto por éstas, con prácticas internacionalmente reconocidas aplicables.	Referencia de NMX-E-043-2002 y ASME B 31.8-1999, puntos 842.3, 842.31, 842.32 y 842.34 a 842.39.	¿Las conexiones y accesorios que se utilicen en tubería de polietileno (tapones, coples, reducciones, té) deben ser soldables por termofusión o electrofusión y cumplir con las NOM, NMX, y en lo no previsto por éstas, con prácticas internacionalmente reconocidas aplicables?



<b>Puntos de evaluación de la norma</b>	<b>Aspectos técnicos que debe verificar la Unidad de Verificación, PEC</b>	<b>Lista de verificación</b>
Se evalúa la NOM-001-SECRE-2003. Calidad el gas natural	NOM-001-SECRE-2003. Calidad el gas natural	Se evalúa la NOM-001-SECRE-2003. Calidad el gas natural
Se evalúa la NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.	NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.	Se evalúa la NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.
Se evalúa la NOM-009-SECRE-1999. Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas LP en ductos	NOM-009-SECRE-1999. Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas LP en ductos.	Se evalúa la NOM-009-SECRE-1999. Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas LP en ductos.
6.1.3 Se verifico que en el manual de procedimientos del sistema de distribución de gas, están considerados los instructivos de seguridad relacionados con el sistema de odorización de acuerdo con los requisitos del inciso 7 del Apéndice I de esta NOM	Referencia del Apéndice I de esta norma.	7. Medidas generales de seguridad para el manejo de los odorizantes: medidas de seguridad, derrames, almacenamiento, y seguridad del personal.

Esta norma al igual que la NOM-002-SECRE-2003, requiere de la evaluación de diversos aspectos técnicos de gran relevancia, por ejemplo:

- Calidad en la soldadura
- Cumplimiento con temperaturas de soldadura
- Personal calificado
- Uso de materiales con cumplimiento a las especificaciones estipuladas
- Uso de técnicas adecuadas de soldadura

Estos aspectos no pueden ser evaluados por los verificadores de manera práctica, pues no se puede poner en riesgo la objetividad y la imparcialidad. Sin embargo, el conocimiento y manejo de las normas así como de la terminología, dan al verificador el carácter y veracidad de emitir un dictamen aprobatorio a estas constructoras.

Por último, las normas NOM-008-SECRE-1999 y NOM-009-SECRE-1999, no cuentan con un PEC para cada una, es decir, los requisitos para su evaluación se toman como indica la norma, pero se pueden auxiliar con el PEC, de esta norma.

## 4.4 Análisis de la NOM-006-SECRE-1999. Odorización del gas natural.

### 4.4.1 Alcance en campo

Este procedimiento es aplicable a los sistemas de distribución de gas natural por ductos.

### 4.4.2 Análisis

Al realizar la revisión del contenido de esta norma y de las que continúan, en orden creciente de numeración, corroboré que no cuentan con PEC, por lo tanto elimino, de mi formato de "Tabla de análisis..." la columna "Aspectos técnicos que debe verificar la Unidad de Verificación, PEC", sólo presento la comparativa entre: los puntos de la norma y los establecidos en las listas de verificación.

En el punto "5. j)" de la tabla 4.4, el esquema de numeración está conformado por incisos, de orden alfabético.

Tabla 4.4 Análisis de la NOM-006-SECRE-1999

Puntos de evaluación de la norma	Lista de verificación
5. j) El odorizante debe cumplir, como mínimo, con los requisitos siguientes: los productos de la combustión del odorizante no deben ser corrosivos a los materiales expuestos no deben ser nocivos para la salud de la población.	¿Los productos de la combustión del odorizante no deben ser corrosivos a los materiales expuestos no deben ser nocivos para la salud de la población?
6. El gas natural debe ser odorizado a una concentración tal que permita ser detectado por el olfato cuando las concentraciones alcancen una quinta parte del límite inferior de explosividad, o cuando la proporción de gas natural en aire sea de 1% (uno por ciento). La concentración indicada está referida a las condiciones base del gas natural (98.067 kPa y 293 K)	¿El gas natural debe ser olorizado a una concentración tal que permita ser detectado por el olfato cuando las concentraciones alcancen una quinta parte del límite inferior de explosividad, o cuando la proporción de gas natural en aire sea de 1% (uno por ciento)? ¿La concentración indicada está referida a las condiciones base del gas natural (98.067 kPa y 293 K)?
7.3 La selección del equipo debe hacerse de acuerdo con el volumen de gas natural a odorizar.	¿La selección del equipo se hace de acuerdo con el volumen de gas natural a odorizar?
8.1 El olor del gas natural debe monitorearse en puntos determinados de la red de distribución para verificar que la concentración del odorizante sea estable y se perciba cuando la proporción de gas natural en aire sea del 1% (uno por ciento) o una quinta parte de límite inferior de explosividad.	¿El olor del gas natural se monitorea en puntos determinados de la red de distribución para verificar que la concentración del odorizante sea estable y se perciba cuando la proporción de gas natural en aire sea del 1% (uno por ciento) o una quinta parte de límite inferior de explosividad?
9.2 Derrames. Cuando se detecte un derrame de odorizante, éste debe neutralizarse mediante la aplicación de una sustancia química, por ejemplo, mediante la adición de una solución acuosa de hipoclorito de sodio. Asimismo, debe utilizarse un agente evanescente para enmascarar el olor y tierra, arena fina o aserrín para absorber dicho odorizante o el producto que recomiende el fabricante.	¿Cuando se detecte un derrame de odorizante, éste debe neutralizarse mediante la aplicación de una sustancia química, por ejemplo, mediante la adición de una solución acuosa de hipoclorito de sodio? ¿Se utiliza un agente evanescente para enmascarar el olor y tierra, arena fina o aserrín para absorber dicho odorizante o el producto que recomiende el fabricante?

En esta norma, comprobé que las listas de verificación que utilizan las UV, en la verificación, son elaboradas con un apego textual casi idéntico. Al no existir una metodología que establezca los requisitos documentales o prácticos con los que debe de cumplir el distribuidor, puedo deducir que la dinámica de evaluación es la misma a la de las normas que cuentan con PEC.

La evaluación de esta norma hace referencia a otras normas de gas natural, por lo que la verificación de su cumplimiento se puede llevar a cabo en conjunto con normas que puedan verse afectadas por la odorización del gas natural, como son la calidad del gas y su distribución.

## **4.5 Análisis de la NOM-007-SECRE-1999. Transporte del gas natural.**

### **4.5.1 Alcance en campo**

Es aplicable para la evaluación del diseño, construcción, pruebas, inspección, operación y mantenimiento de los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos, desde el punto de origen del ducto hasta el punto de recepción del usuario.

### **4.5.2 Análisis**

La evaluación en campo para esta norma es muy basta, por eso se hace una inspección por secciones a lo largo de la tubería, de acuerdo a lo que se estipula en la norma y a las tablas de muestreo.

La comparativa de algunos puntos de la norma se presenta a continuación, ver Tabla 4.5, al igual que la norma anterior, se tiene un apego textual casi idéntico, pero las unidades desglosan el contenido de un punto en dos o tres cuestionamientos.

Tabla 4.5 Análisis de la NOM-006-SECRE-1999

<b>Puntos de evaluación de la norma</b>	<b>Lista de verificación</b>
7.18.1 Los ensambles bridados deben resistir la máxima presión a la cual operará la tubería y mantener sus propiedades físicas y químicas a cualquier temperatura a la que se prevé puedan llegar a estar sujetos en servicio.	¿Los ensambles bridados resisten la máxima presión a la cual operará la tubería y mantienen sus propiedades a la temperatura de servicio?
7.37.1 En caso de restricciones físicas o de accesibilidad, el espaciamiento entre válvulas de seccionamiento puede ser modificado para permitir que la válvula sea instalada en un lugar accesible.	En caso de restricciones físicas o de accesibilidad, el espaciamiento entre válvulas de seccionamiento puede ser modificado para permitir que la válvula sea instalada en un lugar accesible.

Puntos de evaluación de la norma	Lista de verificación
8.9 Preparación para soldar. Antes de iniciar cualquier proceso de soldadura, las superficies a soldar deben estar limpias y libres de cualquier material que pueda afectar la calidad de soldadura. La tubería y sus componentes deben estar alineados para proporcionar las condiciones más favorables para la deposición de la soldadura en la raíz del área a soldar. Dicha alineación se debe conservar mientras la soldadura de fondo está siendo depositada.	¿Antes de iniciar cualquier proceso de soldadura, las superficies a soldar deben estar limpias y libres de cualquier material que pueda afectar la calidad de soldadura?
9.6 Instalaciones de tubos en zanja. Las líneas de transporte que van a operar a presiones que provocan esfuerzos tangenciales iguales o mayores al 30% (treinta por ciento) de la RMC, se deben instalar en una zanja de tal manera que el tubo se adapte y ajuste al fondo de ésta con objeto de minimizar los esfuerzos y proteger el recubrimiento del tubo contra daños.	¿Las líneas de transporte que van a operar a presiones que provocan esfuerzos tangenciales iguales o mayores al 30% (treinta por ciento) de la RMC, se deben instalar en una zanja de tal manera que el tubo se adapte y ajuste al fondo de ésta ?
11.20.2 Se debe poner particular atención a las áreas pobladas y/o protegidas de biosferas, carreteras, cruces de ríos y ferrocarril, y áreas públicas de recreo como parques y campos de juego. El personal de vigilancia debe estar alerta a cualquier cambio de coloración en el suelo o en la detección de vegetación muerta que pudiera indicar posibles fugas.	Se pone mayor atención en las áreas pobladas y protegidas de biosferas, carreteras, cruces de ríos y áreas de recreo.

La evaluación técnica de las especificaciones que se solicitan, quedan fuera del alcance de las UV, pues el verificador de nueva cuenta sólo revisara los reportes emitidos por laboratorios o expertos en alguna técnica de inspección.

Esta norma hace referencia a la evaluación de algunos rubros del área ambiental, pues el no tener un control sobre este aspecto puede causar un gran impacto ambiental.

#### **4.6 Análisis de la NOM-008-SECRE-2002 Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio.**

##### **4.6.1 Alcance en campo.**

Esta norma es aplicable en la implementación, instalación, operación, mantenimiento y seguridad para el control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.

## 4.6.2 Análisis

Al analizar esta norma, se encontró que en la mayoría de los puntos de evaluación se tiene un apego textual casi idéntico al de las listas de verificación. Sin embargo, la falta de una PEC, para esta norma, nos refiere al PEC de la NOM-003-SECRE-2002.

Tabla 4.6 Análisis de la NOM-008-SECRE-1999

Puntos de evaluación de la norma	Lista de verificación
<p>5.1.2 Se debe realizar una inspección dieléctrica de acuerdo a las características del recubrimiento anticorrosivo para determinar que no presente poros o imperfecciones. En caso de detectarse imperfecciones se deben eliminar las reparaciones y realizar nuevamente la inspección dieléctrica hasta su aceptación.</p>	<p>5.1.2 ¿Se debe realizar una inspección dieléctrica de acuerdo a las características del recubrimiento anticorrosivo para determinar que no presente poros o imperfecciones? ¿En caso de detectarse imperfecciones se deben eliminar las reparaciones y realizar nuevamente la inspección dieléctrica hasta su aceptación?</p>
<p>5.3.1 Anodos galvánicos o de sacrificio. La fuente de corriente eléctrica de este sistema utiliza la diferencia de potencial de oxidación entre el material del ánodo y la tubería. La protección de las tuberías se produce a consecuencia de la corriente eléctrica que drena el ánodo durante su consumo. En todos los casos, se debe asegurar que la diferencia de potencial disponible del sistema seleccionado sea suficiente para que drene la corriente eléctrica de protección, de acuerdo con lo indicado en el inciso 5.5.</p>	<p>5.3.1 ¿Se asegura que la diferencia de potencial disponible del sistema seleccionado sea suficiente para que drene la corriente eléctrica de protección?</p>
<p><b>5.4 Aislamiento eléctrico.</b> La tubería de acero a proteger debe quedar eléctricamente aislada de cualquier otro tipo de estructura metálica o de concreto que no esté considerada en la implementación del sistema de protección catódica, tales como soportes de tubería, estructuras de puentes, túneles, pilotes, camisas de acero protectoras, recubrimiento de lastre, entre otros.</p>	<p>5.4 ¿La tubería de acero a proteger debe quedar eléctricamente aislada de cualquier otro tipo de estructura metálica o de concreto que no esté considerada en la implementación del sistema de protección catódica, tales como soportes de tubería, estructuras de puentes, túneles, pilotes, camisas de acero protectoras, recubrimiento de lastre, entre otros?</p>
<p><b>5.8 Mediciones de corriente eléctrica.</b> Durante las etapas de implementación, pruebas de campo, construcción, puesta en operación y seguimiento de la efectividad de los sistemas de protección catódica de tuberías enterradas y/o sumergidas, se deben realizar estudios que involucren la medición de variables eléctricas tales como: potencial tubo/suelo (natural y de polarización), resistividad, resistencia y corriente. En esta sección de la Norma se describen los aspectos generales relacionados con la medición de estos parámetros.</p>	<p>5.8 ¿ Durante las etapas de implementación, pruebas de campo, construcción, puesta en operación y seguimiento de la efectividad de los sistemas de protección catódica de tuberías enterradas y/o sumergidas, se realizan estudios que involucren la medición de variables eléctricas tales como: potencial tubo/suelo (natural y de polarización), resistividad, resistencia y corriente?</p>
<p>5.11.5 Señalización de instalaciones energizadas. En los lugares donde se instalen fuentes de corriente eléctrica para la protección catódica se deben colocar señalamientos de advertencia visibles de acuerdo a la NOM-001-SEMP-1994</p>	<p>5.11.5 ¿ En los lugares donde se instalen fuentes de corriente eléctrica para la protección catódica se colocaron señalamientos de advertencia visibles de acuerdo a la NOM-001-SEMP-1994</p>

## 4.7 Análisis de la NOM-010-SECRE-2002 Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio.

### 4.7.1 Alcance en campo.

Es aplicable para la evaluación del diseño, construcción, pruebas, inspección, operación y mantenimiento de las estaciones de servicio de gas natural comprimido.

### 4.7.2 Análisis

La evaluación de esta norma, hace referencia a: parámetros de calidad del producto, características técnicas de materiales, especificación de diseño, señalización dentro de las instalaciones, por citar algunos. Es decir, se complementa con la verificación de las normas restantes de gas natural.

Para este caso, algunos de los puntos que se evalúan, si se deben constatar de manera ocular por los verificadores, pero el trayecto de llegada del producto ya tuvo que haber sido regulado y en otros casos se requiere nuevamente de evidencia documental que avale el cumplimiento a lo establecido. Ver tabla 4.7.

Tabla 4.7 Análisis de la NOM-010-SECRE-2002

Puntos de evaluación de la norma	Lista de verificación
5.4 Las estaciones residenciales deben tener los componentes siguientes: sistema de regulación y medición; sistema de compresión; filtros incorporados al sistema de compresión y componentes de seguridad incorporados en el sistema de compresión.	Las estaciones residenciales deben tener: sistema de regulación y medición; sistema de compresión; filtros incorporados al sistema de compresión y componentes de seguridad incorporados en el sistema de compresión.
5.5. A El almacenamiento de GNC a un solo nivel de presión puede estar contenido en un recipiente grande o varios recipiente pequeños. Cuando se surte GNC todos los recipientes de almacenamiento se vacían y su presión se reduce al mismo tiempo.	El GNC almacenado a un solo nivel de presión puede estar contenido en un recipiente grande o varios recipiente pequeños. Cuando se surte GNC todos los recipientes de almacenamiento se vacían y su presión se reduce al mismo tiempo.
6.1 Los sistemas de las estaciones de servicio deben estar diseñados para operar a presiones de llenado de GNC adecuadas para cilindros con presión de servicio de 20 MPa (200 bar) y/o 25MPa (250 bar).	Los sistemas de estaciones de servicio están diseñados para operar a presiones de llenado de GNC adecuadas para cilindros con presión de servicio de 20 MPa (200 bar) y/o 25MPa (250 bar).
6.1.3 La presión de GNC en los recipientes de la estación de servicio no deben exceder 34.5 MPa (352 kgf/cm <sup>2</sup> , 5000 lb/plg <sup>2</sup> ).	La presión de GNC en los recipientes de la estación de servicio no excede 34.5 MPa (352 kgf/cm <sup>2</sup> , 5000 lb/plg <sup>2</sup> ).
6.2.27 Todos los recipientes deben estar protegidos contra la corrosión por recubrimientos anticorrosivos o cualquier otro sistema equivalente que inhiba el ataque del medio ambiente.	Todos los recipientes están protegidos contra la corrosión por recubrimientos anticorrosivos o cualquier otro sistema equivalente que inhiba el ataque del medio ambiente.

Esta norma evalúa las condiciones bajo las cuales debe operar una estación de servicio de GNC; pero al igual que las normas anteriores el cuestionamiento que tienen las listas de verificación de las UV's mantienen un apego textual casi idéntico al de la norma. Debido a que la verificación sólo es documental y visual, por parte del verificador. Se entiende que los expertos y los laboratorios que dan fe del cumplimiento de los parámetros establecidos son quienes realmente tienen el compromiso de ser objetivos e imparciales.

#### **4.8 Análisis de la NOM-011-SECRE-2002 Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones vehiculares.**

##### **4.8.1 Alcance en campo**

Evaluar los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las instalaciones vehiculares para uso de gas natural comprimido.

##### **4.8.2 Análisis**

La evaluación del cumplimiento de esta norma, se efectúa de manera conjunta con la NOM-010-SECRE-2002, esta se enfoca a las instalaciones de la estación de servicio. Sin embargo la norma NOM-011-SECRE-2002 evalúa los aspectos técnicos, en los quipos y accesorios o componentes que se utilizan, para poder brindar un adecuado suministro de GNC a los vehículos.

Tabla 4.8 Análisis de la NOM-011-SECRE-2002

<b>Puntos de evaluación de la norma</b>	<b>Lista de verificación</b>
6.1.2 En todas las roscas macho se debe aplicar un material sellante que sea inerte a la acción de gas natural. Además deberá lubricar la junta y soportar la presión de trabajo de la tubería. En las roscas tipo cónico, no es necesaria la aplicación del material sellante.	6.1.2 En todas las roscas macho se aplica un material sellante que sea inerte a la acción de gas natural. Además deberá lubricar la junta y soportar la presión de trabajo de la tubería. En las roscas tipo cónico, no es necesaria la aplicación del material sellante.
6.1.5 La tubería, tubo flexible, conexiones y otros componentes entre el cilindro y la primera válvula de cierre deben soportar como mínimo una prueba neumática de 1,1 veces la presión de operación sin que se presente fuga.	6.1.5 La tubería, tubo flexible, conexiones y otros componentes entre el cilindro y la primera válvula de cierre soportan como mínimo una prueba neumática de 1,1 veces la presión de operación sin que se presente fuga.

Puntos de evaluación de la norma	Lista de verificación
6.3.2 Los componentes instalados dentro del compartimento del motor deben estar diseñados y fabricados para uso de GNC y para trabajar dentro de un rango de temperaturas de 253 K hasta 355 K (-20°C hasta 82°C) e instalados lo más alejados de las partes calientes del motor y sistemas de ignición.	6.3.2 Los componentes instalados dentro del compartimento del motor están diseñados y fabricados para uso de GNC y para trabajar dentro de un rango de temperaturas de 253 K hasta 355 K (-20°C hasta 82°C) e instalados lo más alejados de las partes calientes del motor y sistemas de ignición.
6.3.15 La distancia mínima entre los cilindros y la parte lateral exterior de la carrocería debe ser por lo menos de 100 mm.	6.3.15 La distancia mínima entre los cilindros y la parte lateral exterior de la carrocería debe ser por lo menos de 100 mm.
6.3.33 El sistema de llenado de combustible debe estar equipado con una válvula de retención localizada lo más cercano posible al punto de transferencia y que evite el retorno de GNC desde el (los) cilindro(s) a éste.	6.3.33 El sistema de llenado de combustible esta equipado con una válvula de retención localizada lo más cercano posible al punto de transferencia y que evite el retorno de GNC desde el (los) cilindro(s) a éste.

Como se puede apreciar en la tabla 4.8, los puntos que se verifican tiene un total apego textual a lo que dicta la norma, que en su mayoría son aspectos a verificar en vehículos que han adaptado su sistema de combustión para utilizar gas natural como sustituto de la gasolina.

Para el caso particular de esta norma, aunque se establece el punto 7, métodos de prueba, las UV's aclaran que no es obligatorio verificar este punto, para autorizar el brindar el servicio de suministro de GNC.



## CONCLUSIONES

Al analizar los puntos de la norma, la metodología que establece el PEC y los cuestionamientos que presenta la UV, para evaluar me permiten ratificar que de manera teórica se tiene un total apego a lo que se establece en la norma.

La metodología empleada actualmente por las UV's de contestar listas de verificación, que en algunos casos son de más de 74 páginas, de manera práctica resulta obsoleta; empero debido a que la evaluación se fundamenta en evidencias documentales, en la mayoría de los casos, esta inventiva resulta ser la más adecuada.

La figura del verificador, debe ser personal calificado y con la experiencia necesaria para dar su veredicto de cumplimiento o carencia de las condiciones adecuadas para laborar. Sin embargo, la evidencia de experiencia laboral, es trascendental, porque es la que le dará credibilidad en el criterio de evaluación.

Es por esto que la evidencia documental de la experiencia laboral del personal técnico de la Unidad de Verificación, debería también ser regulada por la autoridad, esto con el objetivo de tener una homogenización de conocimientos y por consecuencia un equilibrio en la competitividad del personal a cargo y de la verificación del cumplimiento con la normatividad del gas natural en México.

Debido a que ellos realizan una revisión documental de reportes que dan fe del cumplimiento de lo solicitado, deben de contar con un nivel educativo de licenciatura en el área de las Ingenierías con conocimientos en materia energética, presentar un examen teórico, elaborado por la CRE, de las normas a verificar y obtener una calificación aprobatoria mínima de 80/100.

La regulación del cumplimiento de un programa de capacitación anual y de un monitoreo, del personal técnico de las constructoras y distribuidores tendría una trascendencia importante. La realización de exámenes teóricos y prácticos de manera frecuente y sorpresiva, serían sinónimo de eficacia, lo cual se vería ratificado en los dictámenes aprobatorios de cumplimiento con la evaluación de la conformidad.

Al contar con un grupo de verificadores competitivos en sus conocimientos teóricos y con experiencia laboral dentro de esta área, así como personal técnico calificado en las constructoras y/o distribuidoras de gas natural, las notas rojas de la prensa de: reportes de fugas y accidentes por causas de irregularidades en el mantenimiento y monitoreo de instalaciones gaseras, ductos, terminales o centros de distribución descenderían significativamente y serían revertidas por testimonios de satisfacción y seguridad de los usuarios al consumir un combustible económico y de servicio permanente.

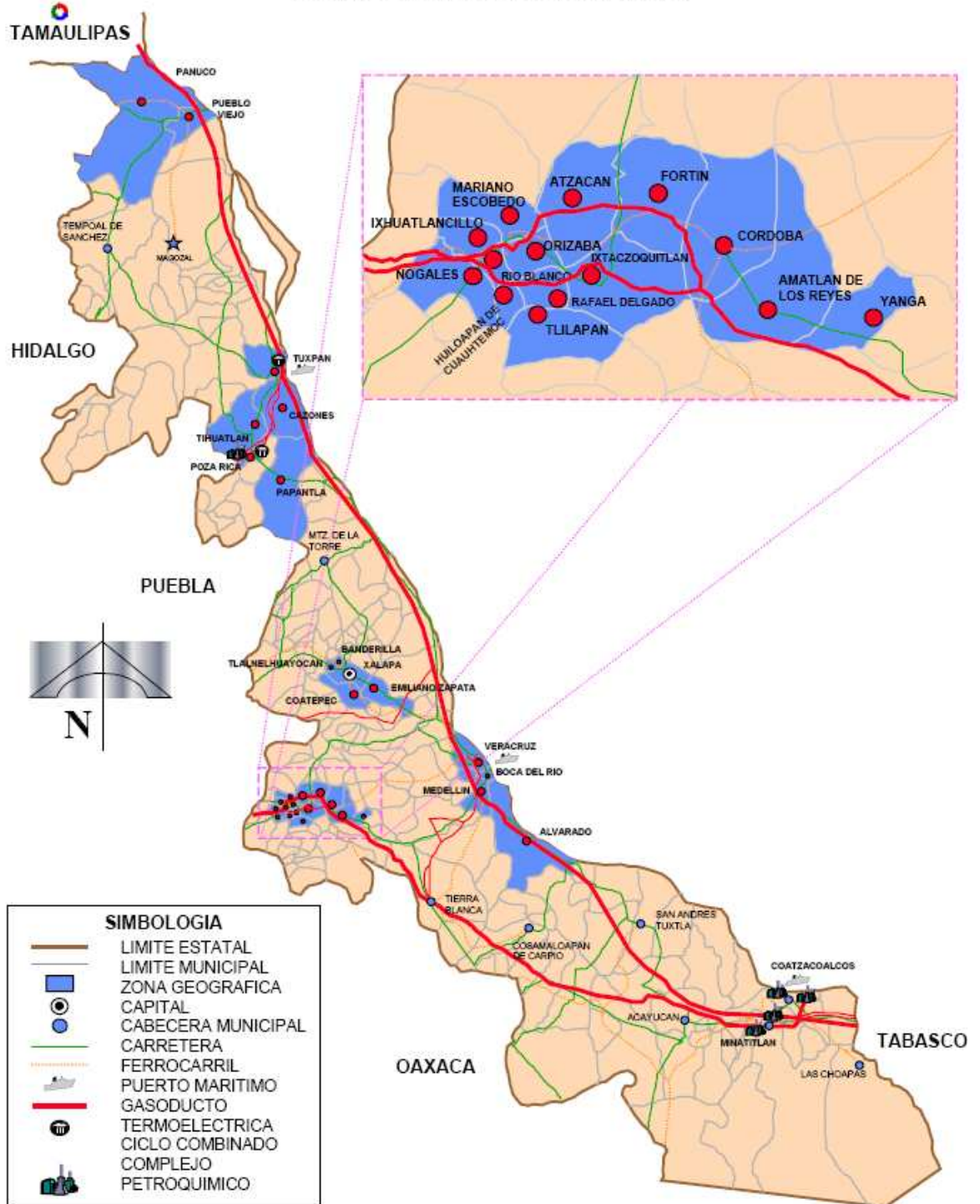
## ANEXO 1

### SISTEMA NACIONAL DE GASODUCTOS

Zona geográfica Veracruz	Mapa 1
Zona geográfica Guadalajara.	Mapa 2
Zona geográfica Puebla-Tlaxcala	Mapa 3
Zona geográfica La Laguna- Durango	Mapa 4
Zona geográfica Bajío	Mapa 5
Zona geográfica Querétaro	Mapa 6
Zona geográfica Valle de México	Mapa 7
Zona geográfica Monterrey	Mapa 8
Zona geográfica Norte de Tamaulipas	Mapa 9, 9.1 y 9.2
Zona geográfica Río Panuco	Mapa 10
Zona geográfica Toluca	Mapa 11
Zona geográfica Hermosillo	Mapa 12
Zona geográfica Chihuahua	Mapa 13
Zona geográfica Mexicali	Mapa 14

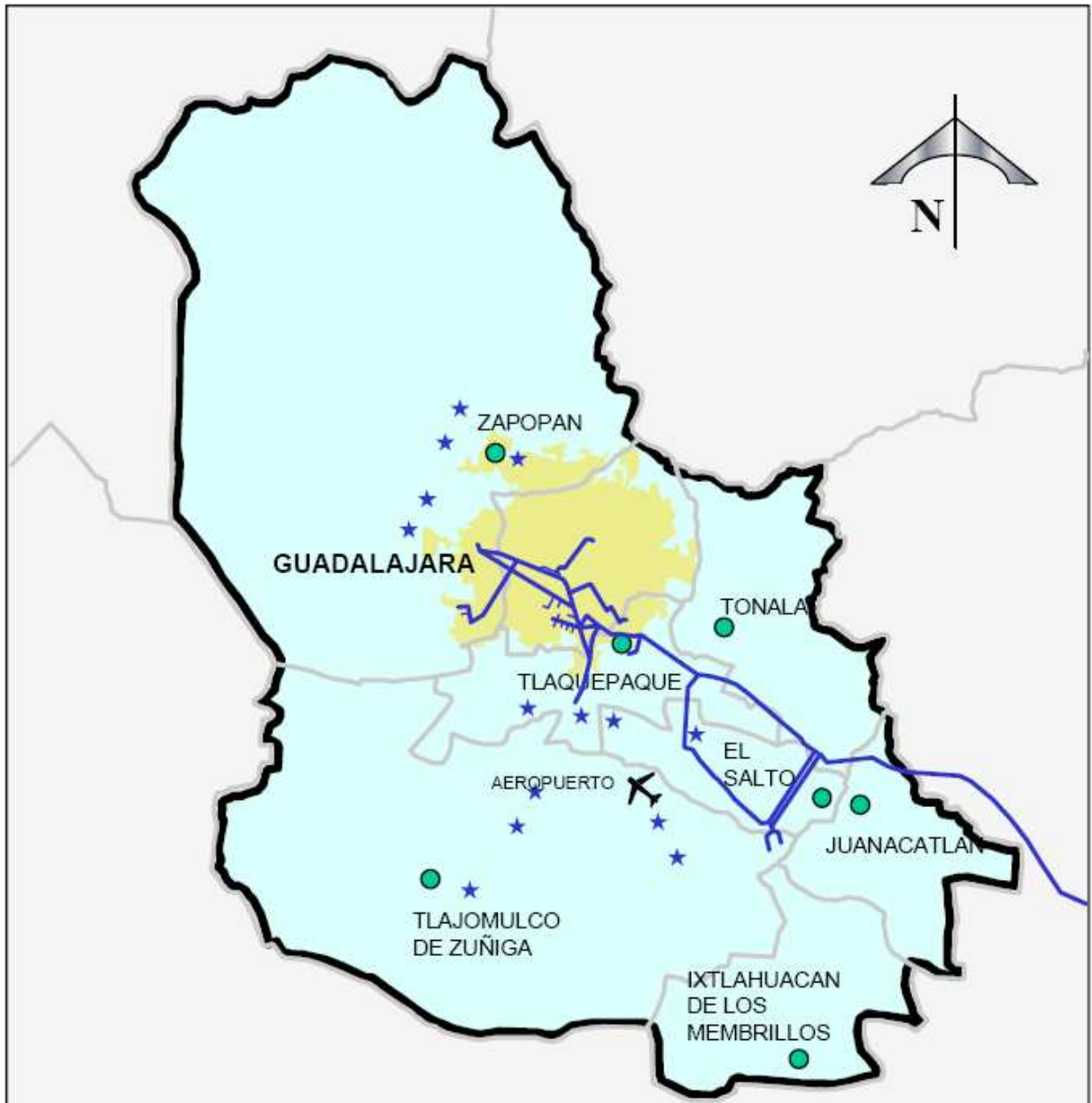
# MAPA 1

## Zona Geográfica de Veracruz para fines de distribución de gas natural



MAPA 2

## ZONA GEOGRAFICA DE GUADALAJARA

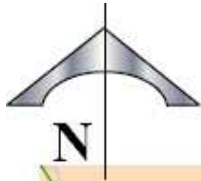


SIMBOLOGIA	
	Límite de Zona Geográfica
	Límite Municipal
	Ductos utilizados por PGPB
	Area Habitacional
	Parques Industriales

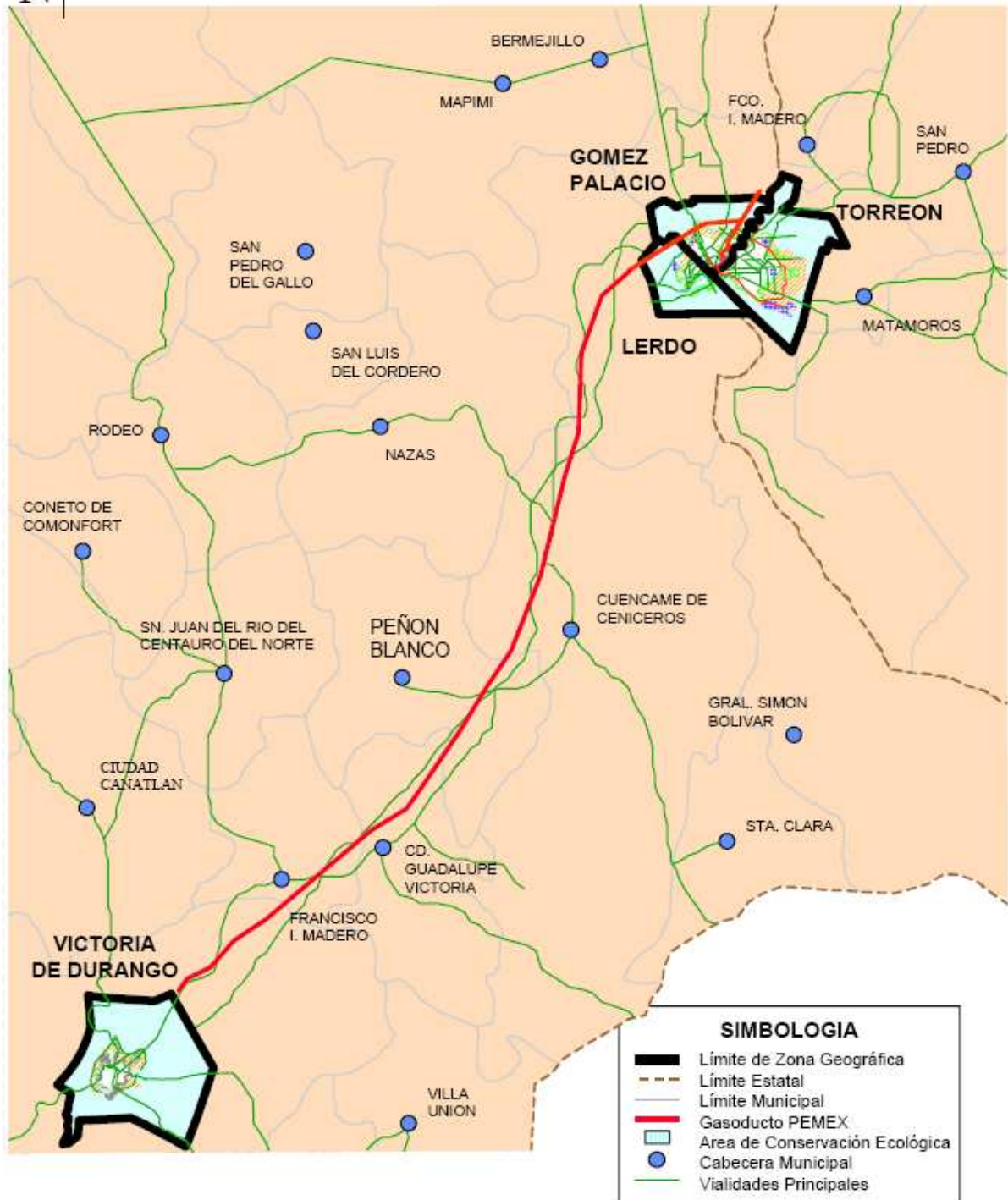




MAPA 4

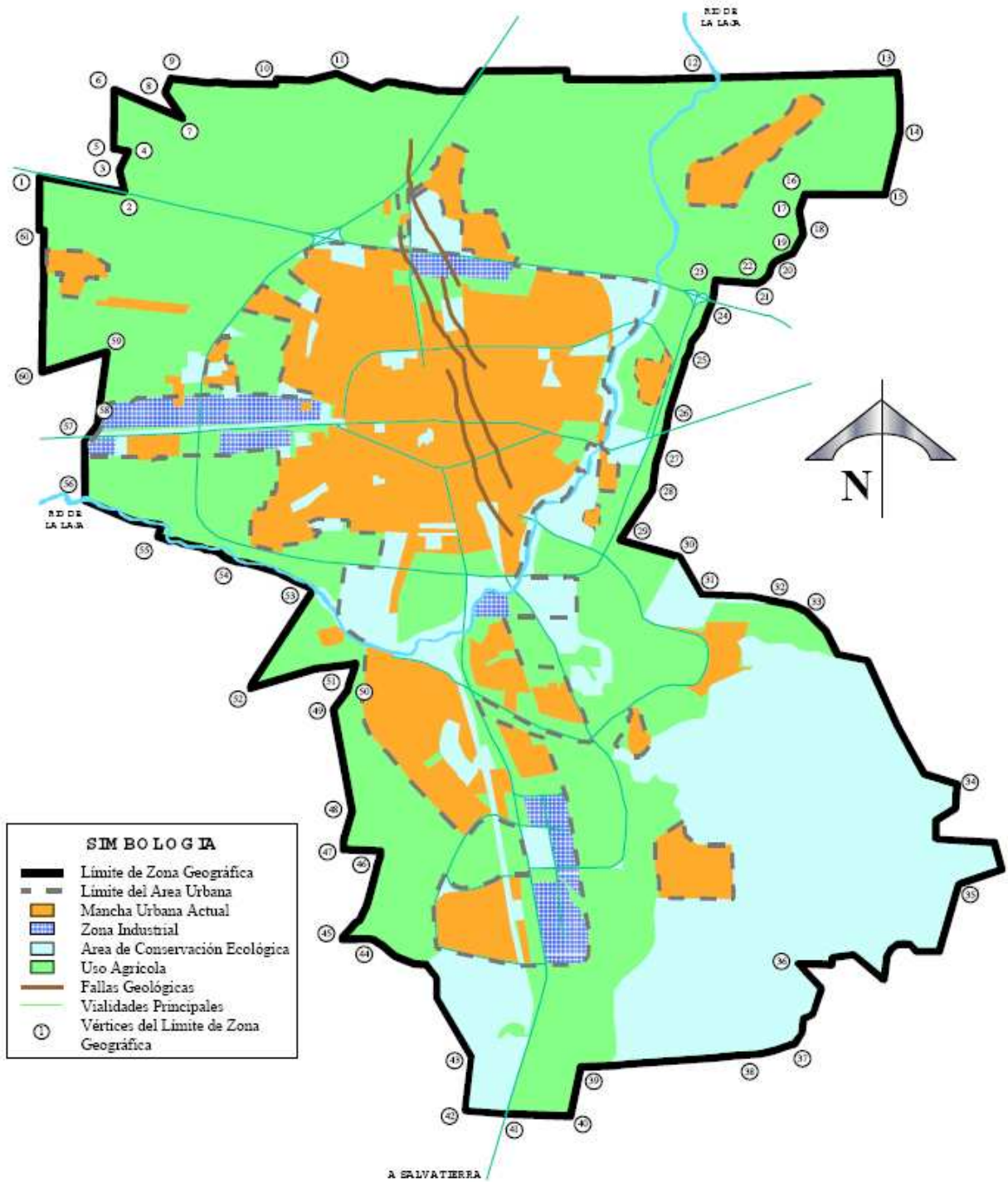


**ZONA GEOGRAFICA DE LA LAGUNA-DURANGO**  
(TORREON, GOMEZ PALACIO, CIUDAD LERDO y DURANGO)  
para fines de Distribución de Gas Natural



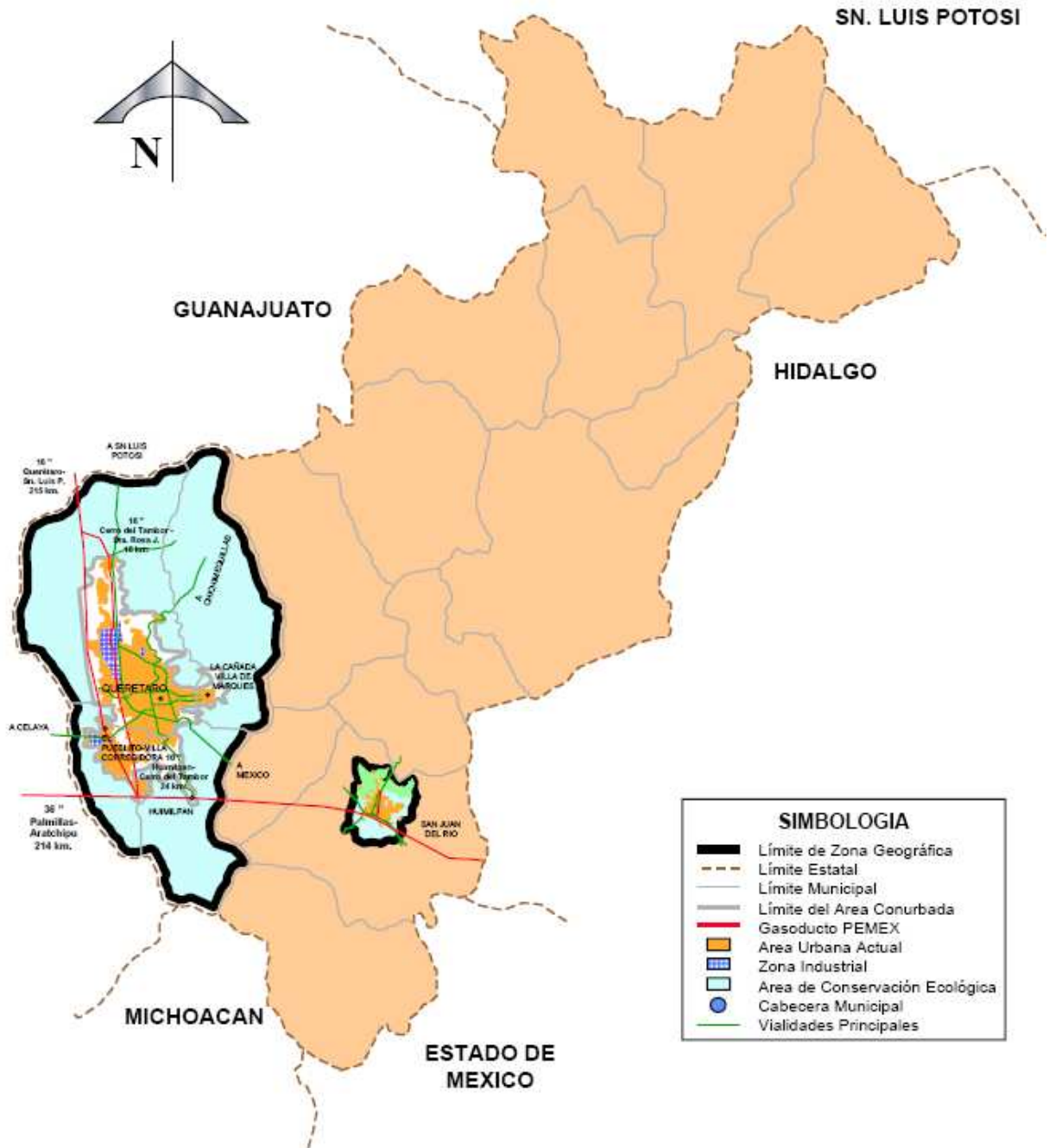
# MAPA 5

## ZONA GEOGRAFICA DEL BAJIO (CELAYA) para fines de Distribución de Gas Natural



**MAPA 6**

**ZONA GEOGRAFICA DE QUERETARO**  
 (QUERETARO, SN. JUAN DEL RIO)  
 para fines de Distribución de Gas Natural

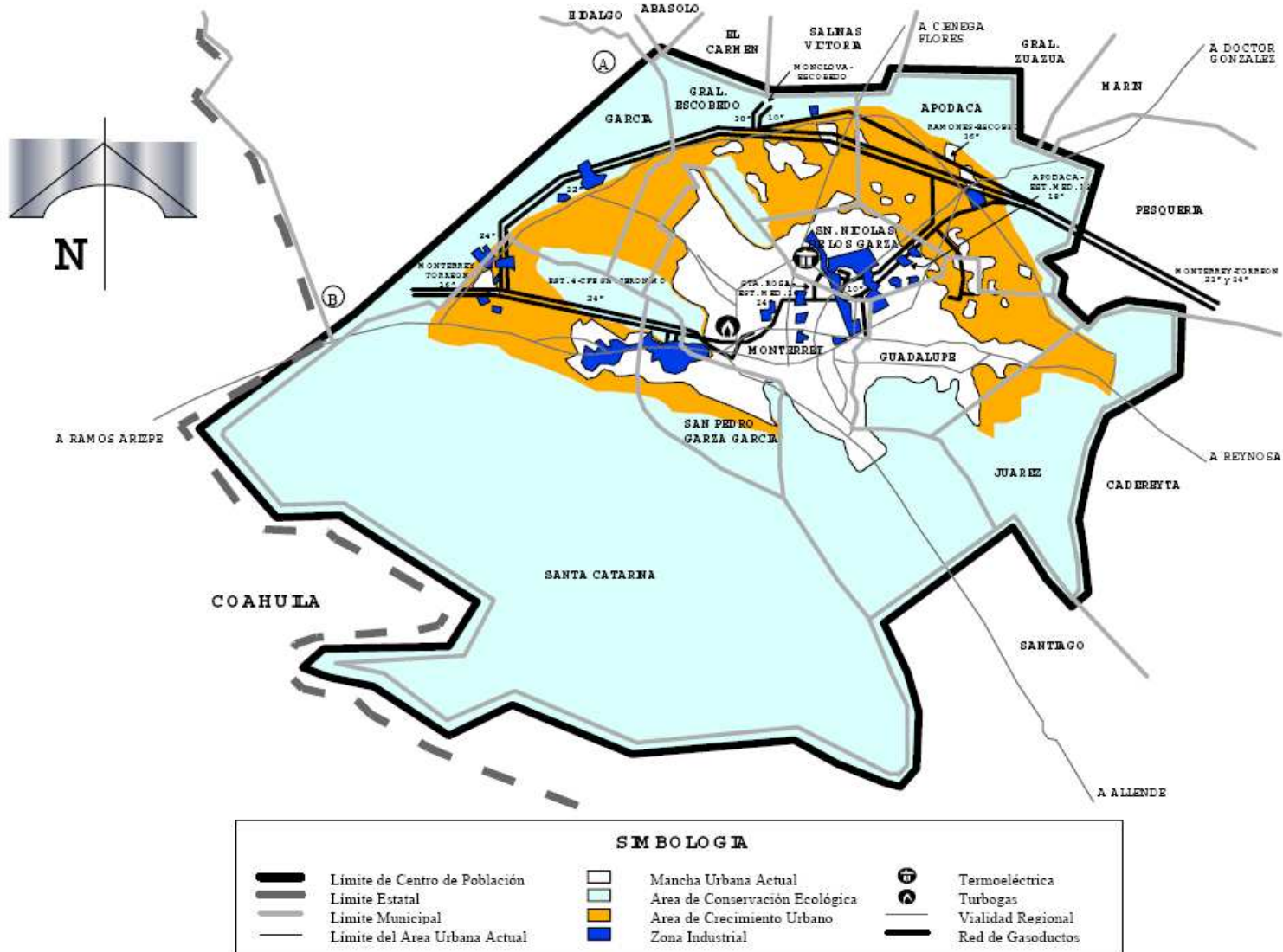






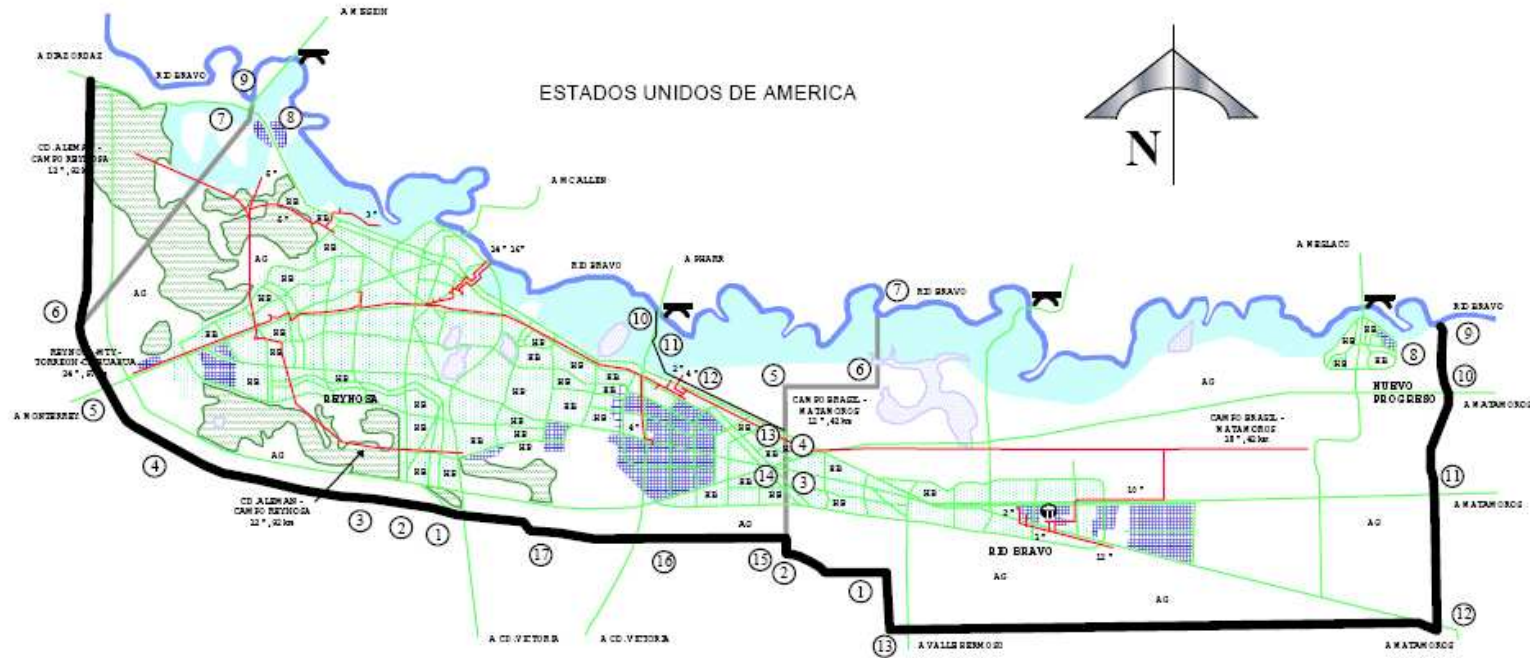
# MAPA 8

## ZONA GEOGRAFICA DE MONTERREY para fines de Distribución de Gas Natural



# MAPA 9

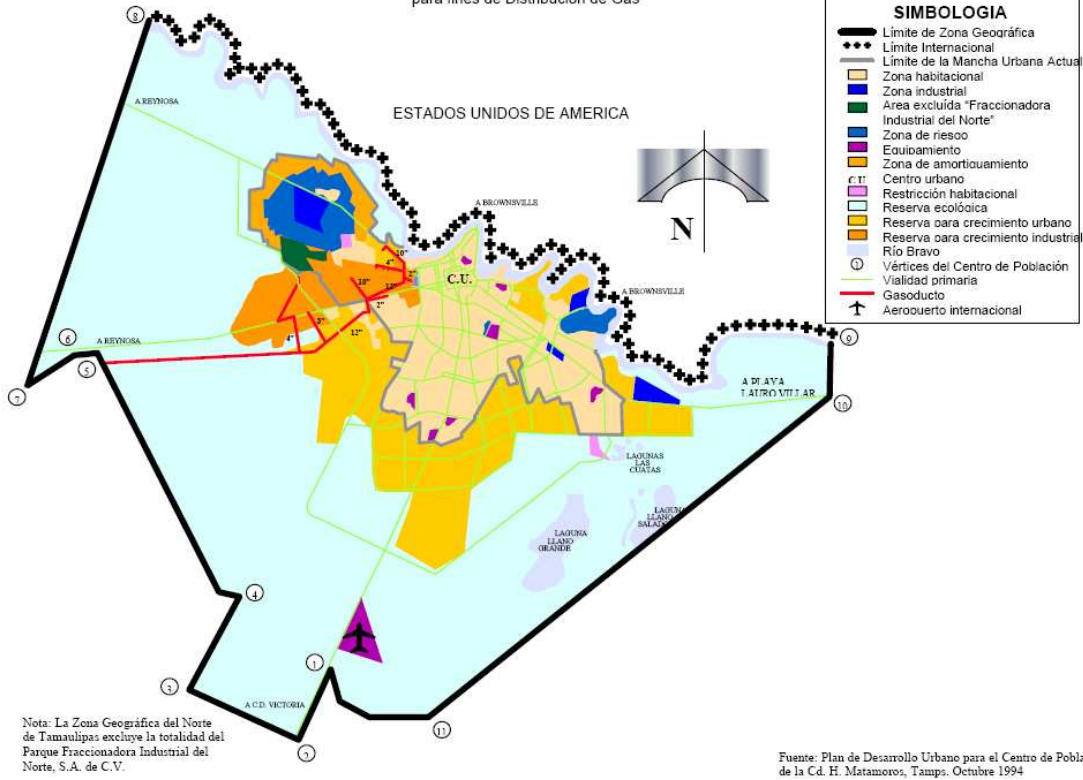
## ZONA GEOGRAFICA DEL NORTE DE TAMAULIPAS (REYNOSA-RIO BRAVO) para fines de Distribución de Gas Natural



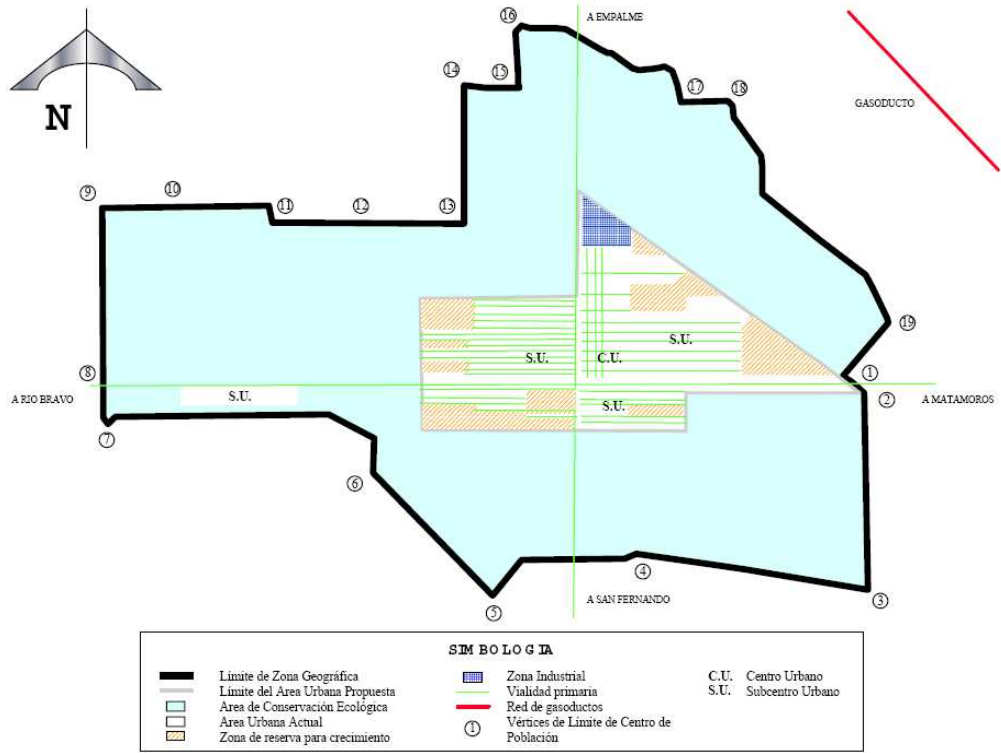
SIMBOLOGIA			
	Limite de Zona Geográfica		Vialidades Principales
	División Municipal		Red de Gasoductos
	Area Habitacional Actual		Puentes Internacionales
	Agropecuario		Vértices del Limite de la Zona Geográfica
	Mancha Urbana Actual		
	Area de Conservación Ecológica		

# MAPA 9.1 y 9.2

## ZONA GEOGRAFICA DEL NORTE DE TAMAULIPAS para fines de Distribución de Gas



## ZONA GEOGRAFICA DE LA CIUDAD DE VALLE HERMOSO, TAMPS. para fines de Distribución de Gas Natural

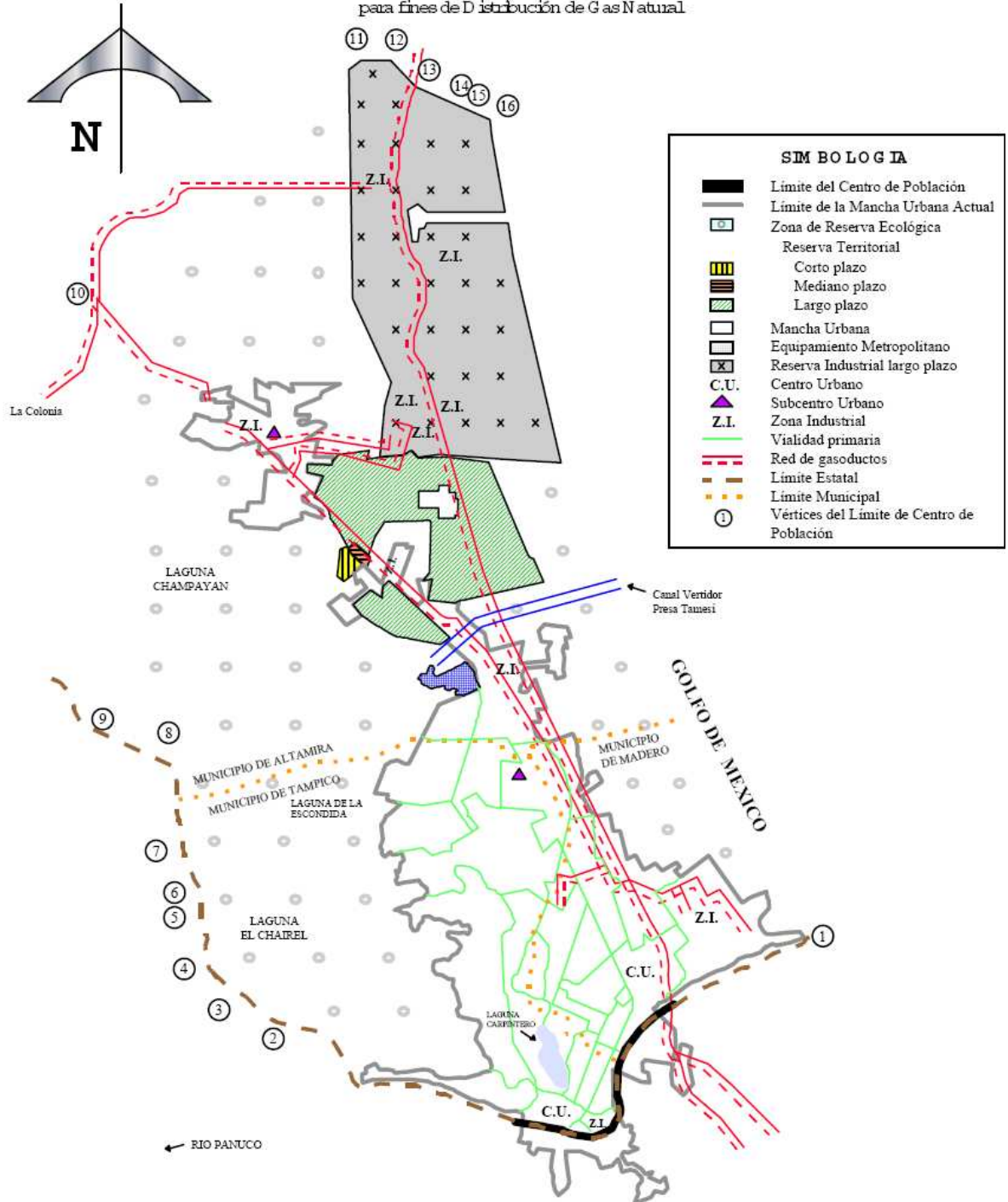




# MAPA 10

## AREA METROPOLITANA DE LA DESEMBOCADURA DEL RIO PANUCO

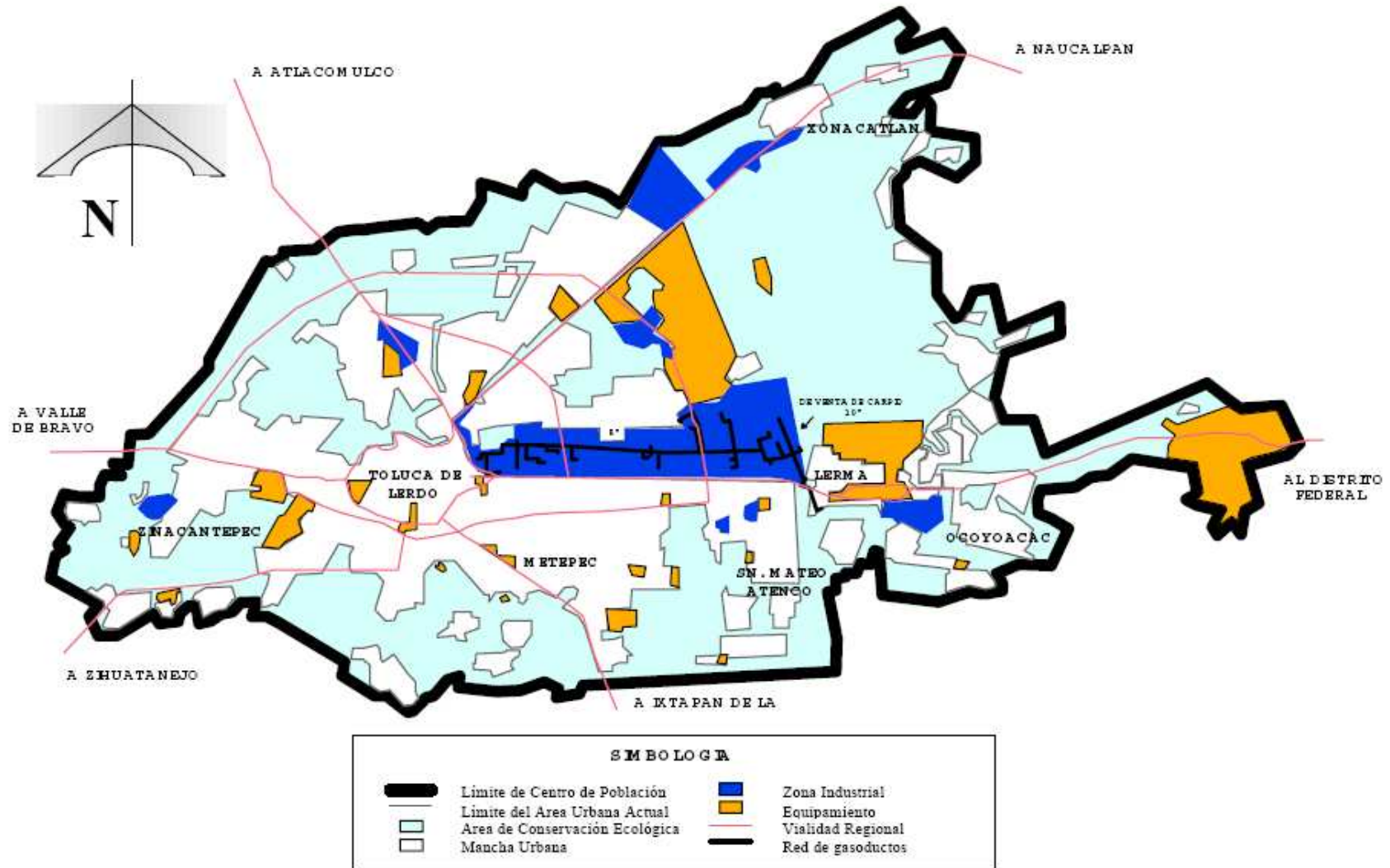
para fines de Distribución de Gas Natural



MAPA 11

AREA METROPOLITANA DEL CENTRO DE POBLACION DE TOLUCA EDO .

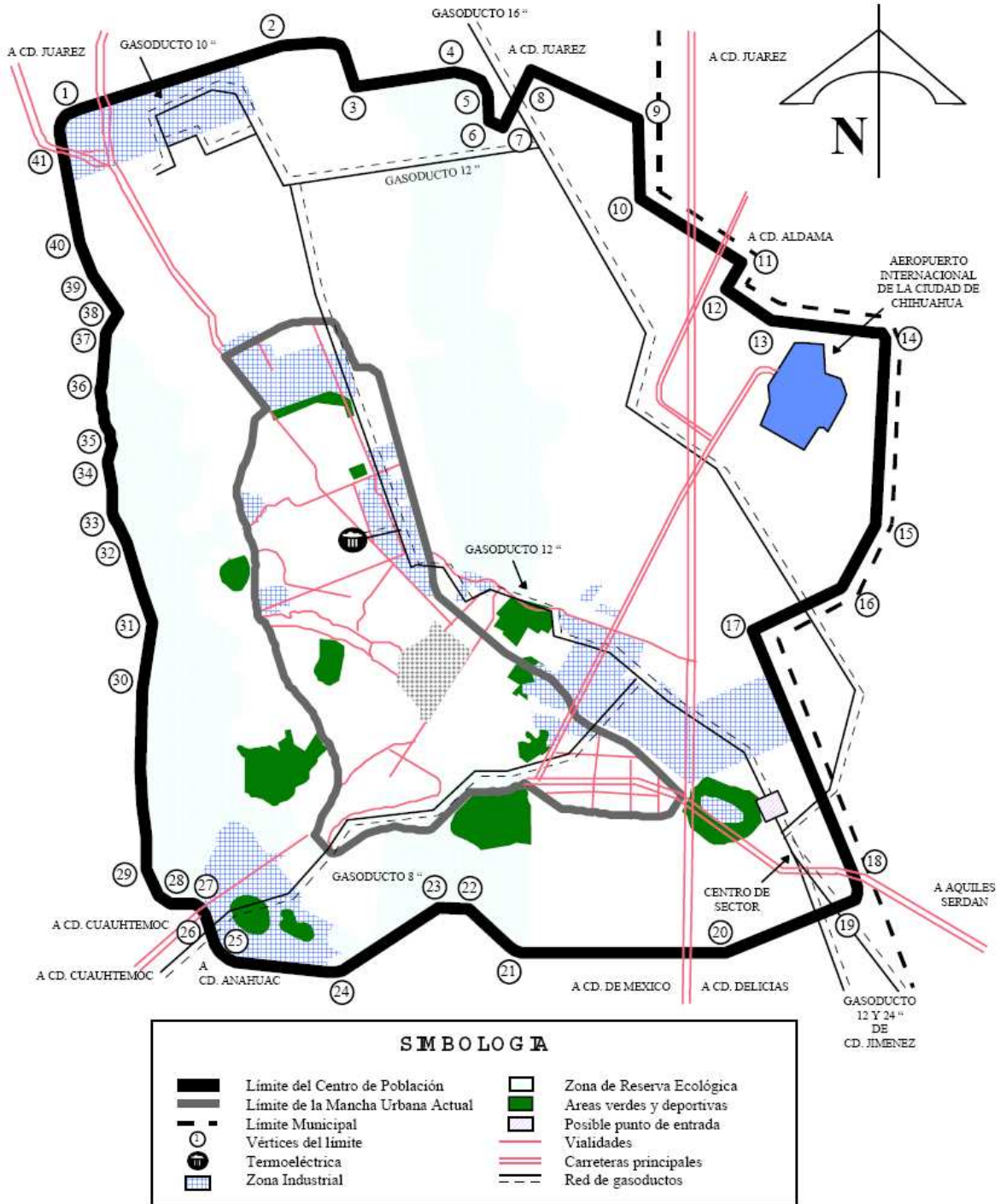
Zona Geográfica para Distribución de Gas





**MAPA 13**

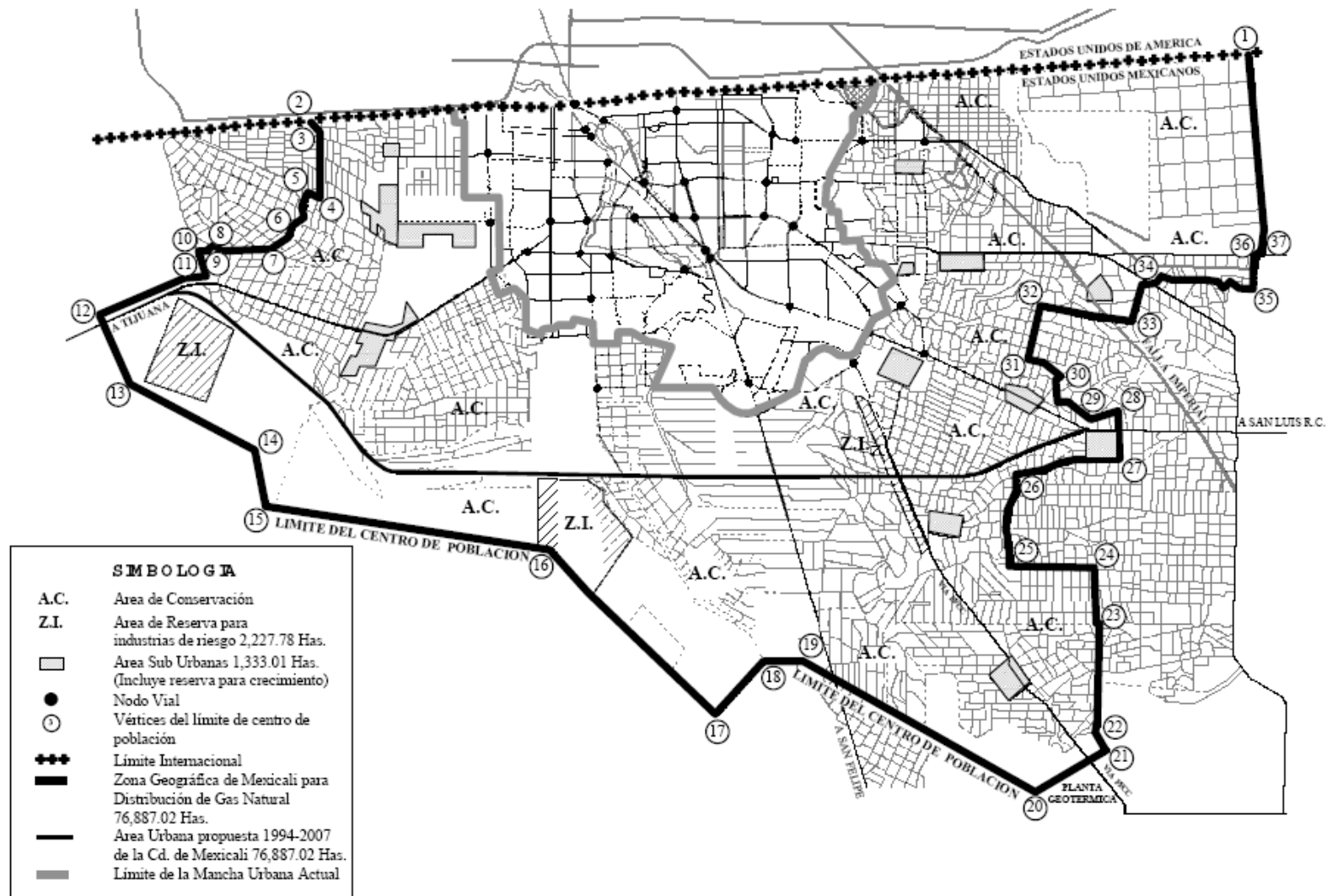
**CENTRO DE POBLACION DE CHHUAHUA**  
 Zona Geográfica para Distribución de Gas Natural





# MAPA 14

## CENTRO DE POBLACION DE MEXICALIB C . Zona Geográfica para Distribución de Gas Natural



## BIBLIOGRAFÍA

<sup>1</sup>MÉXICO. SECRETARIA DE ECONOMÍA. Ley federal sobre Metrología y Normalización y Reglamento de la ley federal sobre Metrología y normalización. México. Título Primero, Título Tercero, Título Cuarto y Título Quinto.1992. 82p.

<sup>2</sup> NOM-001-SECRE-2003. Calidad del gas natural (cancela y sustituye a la NOM-001-SECRE-1997 Calidad del gas natural)

<sup>3</sup> NOM-002-SECRE-2003. Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-1997, Instalaciones para el aprovechamiento de gas natural)

<sup>4</sup> NOM-003-SECRE-2002. Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos (Cancela y sustituye a la NOM-003-SECRE-1997, Distribución de gas natural)

<sup>5</sup> NOM-006-SECRE-1999. Odorización del gas natural.

<sup>6</sup> NOM-007-SECRE-1999. Transporte de gas natural.

<sup>7</sup> NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.

<sup>8</sup> NOM-010-SECRE-2002. Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad para estaciones de servicio.

<sup>9</sup> NOM-011-SECRE-2000. Gas natural comprimido para uso automotor. Requisitos mínimos de seguridad en instalaciones vehiculares.

<sup>10</sup> [México] PEMEX Gas y Petroquímica Básica, 2009 [Consulta: 10 de marzo 2009]. Artículos de procesos de tratamientos químicos, producción, ductos de distribución y componentes del gas natural. Disponibles en su menú principal en:  
<[www.pgpb.pemex.com](http://www.pgpb.pemex.com)>

<sup>11</sup> [México] Comisión Reguladora de Energía, 2008 [Consulta: 6 de abril 2009]. Zonas geográficas. Determinación de la zona geográfica. Disponible en su menú principal en:  
<[www.cre.com](http://www.cre.com)>