

NAG-124

Año 2019

Pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos



ENARGAS
ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS

CAPÍTULO 1 – OBJETO Y ALCANCE	4
1.1 Objeto	4
1.2 Alcance.....	4
1.3 Normas para consulta.....	4
1.4 Definiciones y símbolos	5
CAPÍTULO 2 – CONDICIONES GENERALES	6
2.1 Generalidades	6
2.2 Medio presurizante.....	6
2.3 Proyecto planialtimétrico de prueba	8
CAPÍTULO 3 – REQUISITOS DE EQUIPAMIENTO	9
3.1 Bomba de llenado	9
3.2 Bomba de alta presión.....	9
3.3 Balanza manométrica	9
3.4 Manómetro.....	9
3.5 Registrador de presión.....	9
3.6 Registrador de temperatura del agua.....	9
3.7 Termómetro de suelo	10
3.8 Termómetro en conducto.....	10
3.9 Múltiple de prueba	10
3.10 Instrumentación digital.....	10
3.11 Caudalímetro de llenado.....	10
CAPÍTULO 4 – PRESIONES DE PRUEBA	10
4.1 Generalidades	10
4.2 Presión de la prueba de resistencia	11
4.3 Presión de la prueba de hermeticidad.....	11
CAPÍTULO 5 – PERÍODO DE MANTENIMIENTO DE LAS PRESIONES DE PRUEBA	11
5.1 Tiempo de la prueba de resistencia.....	11
5.2 Tiempo de la prueba de hermeticidad.....	11
CAPÍTULO 6 – PROCEDIMIENTO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA	11
6.1 Memoria descriptiva	11
CAPÍTULO 7 – EJECUCIÓN.....	14
7.1 Preparación de la prueba.....	14
7.2 Limpieza interna de la cañería	15
7.3 Llenado de la cañería	15

7.4	Igualación de temperatura	15
7.5	Estabilización.....	16
7.6	Prueba de resistencia.....	17
7.7	Prueba de hermeticidad	18
7.8	Prueba de hermeticidad preventiva a cruces especiales y/o tramos críticos de la cañería, no enterradas.....	18
7.9	Evaluación de la prueba hidráulica	19
7.10	Gráfico de secuencia de prueba hidráulica.....	19
7.11	Planillas y acta.....	19
CAPÍTULO 8 – BARRIDO DEL AGUA, LIMPIEZA Y SECADO O INHIBICIÓN DEL AGUA PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE HIDRATOS		20
8.1	Barrido del agua.....	20
8.2	Limpieza del conducto	20
8.3	Secado.....	21
8.4	Planilla de barrido del agua, limpieza y secado o inhibición del agua residual	24
DIAGRAMA N.º 1 — DIAGRAMA DE PRUEBA HIDRÁULICA		25
PLANILLA N.º 1 — LONGITUD DE CAÑERÍA		26
PLANILLA N.º 2 — PRESENTACIONES PARA EFECTUAR ANTES DE LA INICIACIÓN DE LA PRUEBA HIDRÁULICA Y SECADO O INHIBICIÓN DEL AGUA DE LA CAÑERÍA.....		27
PLANILLA N.º 3 — PLANILLA DE CÁLCULO		28
PLANILLA N.º 4 — INFORME DE PRUEBA HIDRÁULICA		29
PLANILLA N.º 5 — PRUEBA HIDRÁULICA DE HERMETICIDAD — REGISTRO HORARIO DE PRESIONES .		30
PLANILLA N.º 6 — DATOS PARA CONSIGNAR CUANDO SE REGISTREN FALLAS Y/O ROTURAS		31
PLANILLA N.º 7 — PLANILLA DE BARRIDO DE AGUA, LIMPIEZA Y SECADO O INHIBICIÓN DE AGUA PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE HIDRATOS.....		32
MODELO DE ACTA — ACTA DE EJECUCIÓN DE PRUEBA HIDRÁULICA		33
ANEXO A — UNIDADES DE MEDIDA.....		34
ANEXO B — PRECAUCIONES PARA TENER EN CUENTA CON EL METANOL		35
ANEXO C — PESO ESPECÍFICO DE SOLUCIONES DE METANOL-AGUA A 25 °C.....		37
ANEXO D — PRUEBA HIDRÁULICA DE VÁLVULAS Y TRAMPAS		38
Formulario para observaciones.....		39

CAPÍTULO 1 – OBJETO Y ALCANCE

1.1 Objeto

Establecer los requisitos mínimos y procedimientos necesarios para someter a prueba de resistencia y hermeticidad a ramales y gasoductos, como así también los del barrido del agua, limpieza y secado o inhibición del agua residual para evitar la formación de hidratos con posterioridad a las pruebas mencionadas.

1.2 Alcance

Esta norma debe ser aplicada a todos los ramales y gasoductos de acero por instalar que operen a una tensión circunferencial igual o mayor al 30 % de la tensión mínima de fluencia, incluyendo los existentes para reevaluar y los tramos nuevos que se instalen en tareas de reparación de los conductos existentes, y cuyas longitudes para cada clase de trazado sean las indicadas en la siguiente tabla.

CLASE DE TRAZADO	LONGITUD (l) (m)
1 y 2	igual o mayor de 300
3	igual o mayor de 200
4	En todos los casos

NOTA:

Los gasoductos no comprendidos en el alcance de esta norma deben ser sometidos a las pruebas que en cada caso determine la NAG-100.

1.3 Normas para consulta

La normativa que a continuación se indica es indispensable para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de esta).

- NAG-100: Normas Mínimas de Seguridad Para el Transporte y Distribución de Gas Natural y Otros Gases por Cañería.
- IRAM 1501-6: Tamices de Ensayo. Método de ensayo de tamizado. Directivas Generales.
- IRAM 41060: Disolvente Para Uso Industrial - Alcohol Metílico.
- ASME B31.8: Gas Transmission and Distribution Piping Systems.
- API RP 1110: Pressure Testing of Steel Pipelines.
- ASME B31.3: Tuberías de proceso.

- AS/NZS 2885.5:2012: Field pressure testing.
- NAG-153: Normas Argentinas Mínimas para la Protección Ambiental en el Transporte y la Distribución de Gas Natural y Otros Gases por Cañerías.
- Ley 24.051: Ley de Residuos Peligrosos.
- Ley 25.675: Ley General del Ambiente

1.4 Definiciones y símbolos

Las definiciones expresadas a continuación son al solo efecto de ser utilizadas en la presente norma.

- Cañería: Todo elemento soldado de acero destinado al gasoducto y sometido a las pruebas de esta norma.
- Constructor: Operador o empresa contratada encargada de la construcción y prueba del gasoducto.
- Estabilización: Disolución, de forma natural, del aire presente en el agua a presión dentro de la cañería.
- Igualación de temperatura: Minimización de forma natural, de la diferencia de temperatura existente entre la cañería llena con agua y el suelo circundante a esta.
- Inspección (la Inspección): Personal representante del Operador encargado de verificar sobre el terreno que las pruebas y los controles se realicen cumpliendo la normativa vigente.
- Operador: Compañía o sujeto encargado de la Operación y Mantenimiento del gasoducto.
- Rascadores (scrapers): Objetos cilíndricos o esféricos ajustados a la cañería y propulsados a lo largo de esta por diferencia de presión.

Δt (°C): Diferencia de temperatura.

D_e (mm): Diámetro exterior.

D_i (mm): Diámetro interior.

D_n (mm): Diámetro nominal.

L (m): Longitud del tramo de la cañería para probar.

P_d (bar): Presión de diseño.

P_h (bar): Presión de la prueba de hermeticidad.

P_f (bar): Presión de prueba en fábrica.

P_o (bar): Presión de operación.

P_r (bar): Presión de la prueba de resistencia.

P_t (bar): Presión de trabajo.

t (mm): Espesor de pared.

TFME : Tensión de fluencia mínima especificada.

V (m³): Volumen interior del tramo de la cañería para probar en metros cúbicos.

Va (l/bar): Volumen teórico de agua, en litros, para purgar o añadir, por cada bar de variación de presión.

Vm (l/km): Volumen de metanol en litros por kilómetro.

CAPÍTULO 2 – CONDICIONES GENERALES

2.1 Generalidades

Las pruebas de los gasoductos abarcan las siguientes actividades:

2.1.1 Pruebas de resistencia

A fin de cerciorarse que la cañería es lo suficientemente resistente para funcionar bajo las condiciones normales de operación, se debe elevar la presión hasta el valor de prueba de resistencia y se debe mantener durante el tiempo que se determine.

2.1.2 Prueba de hermeticidad

A fin de demostrar la inexistencia de fugas indeseadas, se debe mantener la presión de la prueba de hermeticidad establecida, durante un tiempo determinado.

Solo deben ser sometidos a prueba de resistencia y hermeticidad, antes de ser enterrados, aquellos tramos de cañería para los cuales la Inspección considere necesario su ensayo en superficie.

Las uniones soldadas que sean realizadas para empalmar secciones de prueba o líneas ya probadas están exceptuadas de cumplir con la presente norma. Este tipo de soldaduras deben ser sometidas a ensayos no destructivos de radiografiado o gammagrafiado.

2.2 Medio presurizante

2.2.1 El fluido empleado para elevar la presión interna de la cañería durante una prueba de resistencia y hermeticidad debe ser agua. En casos especiales, puede ser aire, gas natural, gas inerte o cualquier líquido no inflamable que esté libre de sedimentos y sea compatible con el material del cual está constituida la cañería, para lo cual debe utilizarse la especificación del procedimiento aprobada por el Operador.

2.2.2 En caso de que sea aire, gas natural y/o gases inertes empleados como medio presurizante, se fijan las siguientes limitaciones:

Ubicación clase de trazado	Tensión circunferencial máxima como porcentaje de la tensión de fluencia mínima especificada	
	Gas Natural	Aire o gas inerte
1	80 %	80 %
2	30 %	75 %
3	30 %	50 %
4	30 %	40 %

En clase de trazado 1 y 2, se puede utilizar aire o gas inerte como medio de prueba, si no existieran en los tramos para ensayar viviendas a una distancia menor de 90 m. En el caso de que las viviendas fueran evacuadas y toda vía de transporte fuera interrumpida, no será de aplicación la distancia establecida.

De utilizarse gas natural, dicha distancia no debe ser menor de 200 m.

En los ensayos de resistencia de cañerías, en los cuales se utiliza este medio de presurización y que operen a una tensión circunferencial mayor o igual del treinta por ciento (30 %) de la TFME, se deben tomar medidas adicionales de seguridad en función del análisis detallado de cada situación.

2.2.3 En caso de que el medio presurizante sea agua, antes del ensayo deben determinarse las fuentes y los lugares por su disponibilidad, como así también cumplir con las reglamentaciones locales en vigencia para asegurar que no se produzcan complicaciones en relación con el uso de los volúmenes de agua a utilizar.

2.2.4 A efectos de determinar la calidad del agua, se debe realizar un análisis en el cual se verifiquen las siguientes condiciones:

pH.: 6 a 9.

Cloruros máx.: 200 p.p.m.

Sulfatos máx.: 250 p.p.m.

Sólidos en suspensión máx.: 50 p.p.m.

Si la composición del agua no satisface estos requisitos, la Inspección debe determinar si el agua puede ser utilizada en las condiciones que presenta o qué tipos y cantidad de inhibidores se deben agregar para su utilización.

La muestra para analizar debe ser extraída en las mismas condiciones del agua que debe ser utilizada para la prueba hidráulica.

Cuando la Inspección lo considere conveniente puede retirar una nueva muestra para su análisis, durante la ejecución de la prueba hidráulica.

2.2.5 Todos los permisos necesarios para la captación y disposición de agua de prueba deben ser obtenidos por el Constructor de parte de la autoridad de aplicación, antes del inicio de la prueba. Todo trabajo debe ser realizado de conformidad con los términos y las condiciones de tales permisos.

Se deben arbitrar los medios necesarios para evitar cualquier tipo de contaminación del medio en el que se descarga el agua de prueba. Sin embargo, en caso de ocurrir un derrame indeseado, deben tomarse las precauciones para contenerlo y mitigarlo, a efectos de minimizar cualquier afectación del ambiente.

Si la disposición del agua utilizada se realiza mediante vuelco en un cuerpo receptor (río/lago/laguna/suelo/colectora cloacal o pluvial/mar) debe estar autorizada por la autoridad de aplicación de la jurisdicción correspondiente.

Si la disposición final del agua utilizada se realiza como residuo peligroso/especial (de corresponder) o en planta de tratamiento de efluentes o similar, debe contarse con la documentación legal que avale su gestión según la legislación vigente.

2.3 Proyecto planialtimétrico de prueba

El Constructor debe preparar el proyecto planialtimétrico del tramo por probar para determinar los puntos óptimos de seccionamiento del conducto, a efectos de someter todas las partes de la sección de ensayo a, por lo menos, la presión mínima de prueba especificada para la obra, en función de la presión de operación y sin sobrepasar en los puntos de menor cota altimétrica la presión máxima de prueba especificada. La diferencia máxima en elevación, mostrada en el perfil, se debe emplear también para seleccionar el equipo adecuado para llenado, presurización y evacuación del agua de las secciones para probar.

La longitud del tramo para probar se debe elegir en función de las diferencias de niveles, distancia entre válvulas, disponibilidad de agua y todo elemento de interés que favorezca la realización del ensayo.

A efectos de obtener resultados confiables y de evitar desgastes excesivos de los Rascadores (*scrapers*), las secciones de prueba deben tener una longitud máxima de 40 km.

Longitudes mayores deberán ser aprobadas por el Operador sobre la base de un procedimiento específico.

2.3.1 Asimismo, el proyecto planialtimétrico debe contener lo siguiente:

2.3.1.1 La ubicación de todas las derivaciones, venteos, drenajes, válvulas principales de líneas y purgas en el tramo por probar.

2.3.1.2 La ubicación de los cabezales de prueba, equipo o elementos necesarios para el ensayo.

2.3.1.3 El número y la ubicación de Rascadores.

2.3.1.4 La presión hidrostática correspondiente a los puntos de mayor y menor cota altimétrica, y en el inicio y fin de cada uno de los tramos de prueba.

CAPÍTULO 3 – REQUISITOS DE EQUIPAMIENTO

El Constructor debe proporcionar todos los materiales y medios requeridos para la realización de la prueba.

Todos los instrumentos utilizados durante la prueba deben contar con un certificado de calibración vigente.

3.1 Bomba de llenado

Deben ser utilizadas bombas de capacidad suficiente para obtener una velocidad mínima de llenado de 2 km/h, equipadas con un filtro que responda a un tamiz de malla 140 según la Norma IRAM 1501, en el lado de aspiración.

3.2 Bomba de alta presión

Se debe disponer de una bomba de alta presión con suficiente capacidad como para elevar la presión, a por lo menos, el veinte por ciento (20 %) por encima de la presión máxima de prueba. Esta bomba debe contar con un medidor de caudal.

3.3 Balanza manométrica

Debe usarse una balanza manométrica, cuyas pesas calibradas sean para 0,10 bar o menor y una precisión de medición de 0,1 %, entre 10 °C y 30 °C, adecuada a las presiones requeridas en las pruebas de resistencia.

Cada balanza puede ser inspeccionada y aprobada antes de proceder a la prueba.

3.4 Manómetro

Deben usarse manómetros de 1 % de precisión, escala en bar y su alcance debe ser tal que trabajen en, aproximadamente, al 75 % de su valor máximo.

Para manómetros de hasta 50 bar, el diámetro del cuadrante no debe ser menor de 100 mm, y su mínima división debe ser de 1 bar.

Para manómetros de hasta 100 bar, el diámetro del cuadrante no debe ser menor de 150 mm, y su mínima división debe ser 1 bar.

Para manómetros de hasta 150 bar, el diámetro del cuadrante no debe ser menor de 150 mm, y su mínima división debe ser de 2 bar.

3.5 Registrador de presión

Se debe usar un registrador de presión con un alcance de medición de, aproximadamente, 1,5 veces la presión requerida en la prueba de resistencia, que guarde un registro continuo de los valores obtenidos durante todo el tiempo que dure la prueba y que permita su visualización gráfica. El máximo error total, porcentual (incluyendo linealidad, repetibilidad e histéresis), referido a la plena escala de la indicación del instrumento, no debe ser mayor que ± 1 %.

3.6 Registrador de temperatura del agua

Se debe usar un registrador de temperatura del agua que guarde un registro continuo de los valores obtenidos durante todo el tiempo que dure la prueba y que permita su

visualización gráfica. El máximo error total (incluyendo linealidad, repetibilidad e histéresis), no debe ser mayor que $\pm 1^{\circ}\text{C}$.

3.7 Termómetro de suelo

Se debe disponer de tantos termómetros de suelo como sea necesario, cada uno con suficiente alcance de medición.

3.8 Termómetro en conducto

Los termómetros que se apliquen en conducto deben tener suficiente alcance de medición con una apreciación mínima de escala de $0,5^{\circ}\text{C}$ y suficiente longitud para su lectura, sin necesidad de extraerlo.

3.9 Múltiple de prueba

Se deben instalar en los extremos del conducto para probar los múltiples (manifolds) de prueba que sean necesarios.

La presión de diseño del múltiple de prueba se debe basar en la presión máxima a que el conducto debe ser sometido durante el ensayo. Los múltiples de prueba deben ser construidos con elementos normalizados (cañería, casquetes, bridas, tapas de apertura y cierre rápido, válvulas, etc.).

Cada múltiple de prueba debe estar marcado con una chapa en donde conste:

- La presión de diseño.
- La presión máxima a la que ha sido probado.
- La fecha de construcción.
- La fecha de prueba.

3.10 Instrumentación digital

Se podrá utilizar instrumentación digital, tanto para la adquisición de datos como para su almacenamiento, transmisión, registración y procesamiento, siempre que cumplan con la incertidumbre de medición de los instrumentos analógicos previstos en este capítulo.

3.11 Caudalímetro de llenado

Desde el inicio del proceso de llenado de la cañería, se instalará un caudalímetro con un máximo error total porcentual referido a plena escala no mayor al 1 %. Dicho instrumento deberá estar previsto para las condiciones de la prueba en las cuales será utilizado.

CAPÍTULO 4 – PRESIONES DE PRUEBA

4.1 Generalidades

La presión de prueba establecida debe corregirse por altura y se aplica al tramo de prueba desde el cabezal ubicado en el lugar de llenado de la cañería hasta el otro cabezal.

Las presiones máximas y mínimas de prueba deben determinarse en forma previa al ensayo, sobre la base del porcentaje de la tensión de fluencia mínima especificada al cual se desea someter al material.

4.2 Presión de la prueba de resistencia

Cuando se adopte la presión máxima de prueba, deben considerarse los componentes de la cañería, teniendo en cuenta su tensión de fluencia mínima especificada.

La presión de prueba de resistencia se debe establecer en las especificaciones particulares de la obra, y debe ser, como máximo, igual a la correspondiente a la presión de prueba en fábrica de la cañería para ensayar y en ningún punto debe ser menor a la indicada en la NAG-100 para la clase de trazado correspondiente.

Cuando la prueba de resistencia se quiera llevar a cabo a una presión superior a la establecida en el párrafo anterior, por ejemplo, al 100 % de la tensión de fluencia, los caños correspondientes deben ser especificados y adquiridos para las condiciones de pruebas que se requieran. Además, se deben emplear diagramas presión-volumen, a efectos de determinar con precisión la tensión de fluencia y asegurarse de que no se produzcan deformaciones permanentes en ningún tramo de la cañería.

4.3 Presión de la prueba de hermeticidad

Como presión de prueba de hermeticidad, se debe adoptar la correspondiente al 90 % de la presión establecida para la prueba de resistencia.

CAPÍTULO 5 – PERÍODO DE MANTENIMIENTO DE LAS PRESIONES DE PRUEBA

5.1 Tiempo de la prueba de resistencia

Una vez que se alcance y estabilice la presión de prueba de resistencia, debe comenzar el período de mantenimiento de la presión, el que debe tener una duración mínima de 8 h.

5.2 Tiempo de la prueba de hermeticidad

Al finalizar la prueba de resistencia, se debe reducir la presión hasta la correspondiente a la prueba de hermeticidad, la que se debe mantener durante, por lo menos, 24 h.

CAPÍTULO 6 – PROCEDIMIENTO DE PRUEBA HIDROSTÁTICA

6.1 Memoria descriptiva

Para toda construcción de gasoducto, el Constructor debe presentar para su aprobación un procedimiento de prueba hidrostática completo, de acuerdo con el siguiente requisito no taxativo:

6.1.1 Especificaciones técnicas de la cañería

- a) Material: norma de especificación general del material.
- b) Diámetro nominal (D_n).
- c) Diámetro exterior (D_e).
- d) Diámetro interior (D_i).
- e) Espesor de pared (t).
- f) Tensión al límite de fluencia mínima especificada (S).
- g) Ensayos en fábrica — presión de prueba — (P_f).
- h) Presión de diseño (P_d).
- i) Presión de prueba de resistencia (P_r).
- j) Presión de prueba de hermeticidad (P_h).
- k) Relación porcentual de las tensiones circunferenciales de la cañería respecto a la tensión mínima de fluencia, cuando el conducto se someta a:
 - 1) La presión de diseño.
 - 2) La presión de prueba de fábrica.
 - 3) La presión de prueba de resistencia.

6.1.2 Provisión y evacuación de agua

- a) Fuentes de alimentación y transporte.
- b) Análisis químico de acuerdo con lo indicado por esta norma y las autoridades ambientales de la jurisdicción (anterior a la prueba, y posterior a ella).
- c) Tratamiento de agua (de ser necesario).
- d) Autorización de extracción de agua.
- e) Cálculo de la cantidad requerida, por tramo de prueba y total.
- f) Cálculo de la cantidad requerida para elevar la presión en un bar.
- g) Evacuación y conductos de drenajes.
- h) Permiso de vuelco emitido por la autoridad de aplicación (de realizarse el vuelco del efluente) o certificado de disposición final (de disponerse como residuo peligroso/especial o en planta de tratamiento de efluentes líquidos).

6.1.3 Rascadores (scrapers o polipigs) o esferas

Cantidad, formas, medidas y material.

6.1.4 Cabezales de prueba (lanzamiento y recepción)

- a) Diseño.
- b) Materiales para utilizar.

6.1.5 Instrumental para utilizar (todos con certificado de calibración vigente)

- a) Manómetros: tipos, diámetro de cuadrante, alcance, escala, marca, graduación mínima, precisión.
- b) Balanza manométrica: marca, alcance, mínimo valor de medición, precisión.

- c) Registradores de presión y temperatura y, eventualmente, presión diferencial: alcance, precisión y marca.
- d) Termómetros: tipo, marca, alcance, graduación mínima, escala, precisión.
- e) Registrador electrónico de presión y temperatura: marca, alcance, mínimo valor de medición, precisión del *software* utilizado.
- f) Listado y características metrológicas de los instrumentos previstos en el inciso 3.10 Instrumentos digitales.

6.1.6 Perfil del terreno

Perfil planialtimétrico del trazado donde debe señalarse distancia entre válvulas, fuente alimentadora, evacuación de agua, instalaciones complementarias, accidentes topográficos y cualquier otro punto singular.

6.1.7 Seccionamiento de la línea

Sobre la base de los datos del apartado 6.1.6, se debe seccionar la línea teniendo en cuenta que, entre los puntos altos y bajos de cada tramo de prueba, se respeten las presiones establecidas en el apartado 4.2.

6.1.8 Bombas y filtros

Bomba de llenado: tipo, marca, caudal, presión y potencia.

Bomba de presión: tipo, marca, caudal, presión, potencia, y datos del émbolo (diámetro, carrera y número de emboladas por minuto).

Filtro: marca, tipo, malla filtrante, número, etc.

6.1.9 Compresores de aire

Tipo, marca, caudal, presiones, diámetro cañería de entrada y salida, etc.

6.1.10 Equipo complementario

Cantidad de vehículos, marca y modelo.

6.1.11 Equipo de comunicación

Radio: tipo, modelo, frecuencia, alcance, etc.

6.1.12 Barrido del agua

Barrido del agua, limpieza y secado por aire deshidratado o inhibición del agua con metanol para evitar la formación de hidratos. El Constructor debe presentar el procedimiento que se ajuste para la ejecución de estos trabajos.

6.1.13 Residuos del proceso

Todos los residuos generados deben ser clasificados y dispuestos de acuerdo con la normativa vigente.

6.1.14 Medidas preventivas

El procedimiento de prueba debe considerar las medidas preventivas surgidas en el Programa de Seguridad de la obra.

CAPÍTULO 7 – EJECUCIÓN

Para la ejecución de la prueba hidrostática se recomienda la siguiente secuencia:

- a) Segmentado de la línea.
- b) Instalaciones y equipos.
- c) Presiones de prueba de acuerdo con el perfil, estudiado y aprobado.
- d) Llenado de la línea, elevación de presión y Estabilización.
- e) Registro de ensayo.
- f) Control de instrumental.
- g) Prueba de resistencia.
- h) Prueba de hermeticidad.
- i) Evacuación del agua y conducto de drenajes.
- j) Barrido y secado, o inhibición del conducto.

7.1 Preparación de la prueba

7.1.1 La programación de la prueba de cada tramo se debe realizar en forma coordinada entre la Inspección y el Constructor.

En este plan, deben figurar, por lo menos, los siguientes puntos:

- Permisos de captación.
- Progresiva inicial y final del tramo de la tubería para probar (kilómetros desde el punto cero).
- Longitud del tramo de la cañería para probar.
- Fecha provisional de prueba.

7.1.2 La cañería debe ser tendida, bajada y tapada en el lugar indicado, con excepción de las válvulas, las que deben ser probadas en forma separada.

7.1.3 Si el tramo por probar tuviera partes instaladas en contacto con el aire, estas deben ser protegidas para minimizar los efectos de la fluctuación térmica ambiental.

7.1.4 Los tramos aéreos deben ser probados en forma independiente y se deben excluir de la prueba en línea, como si no formaran parte del tramo para probar.

7.1.5 Las válvulas de bloqueo y las trampas de Rascadores deben ser probadas en forma independiente, según el ANEXO D.

Los elementos mencionados no deben ser probados conjuntamente con la línea.

Los tramos de cañerías destinados a cruces especiales (cruces de ríos, de ruta, de vías, etc.) deben ser probados conjuntamente con la línea, aunque el Constructor opte por hacer una prueba previa independiente de estos.

7.1.6 Las bridas, los accesorios y los demás elementos auxiliares que se utilicen durante la prueba deben ser compatibles con la presión de diseño del gasoducto.

7.2 Limpieza interna de la cañería

- 7.2.1 Antes de la prueba, el Constructor debe limpiar adecuadamente el interior de la cañería con varios pasajes de Rascadores, a fin de eliminar barro, sedimentos, escorias, óxidos y cualquier otro elemento que puede perjudicar el normal funcionamiento del gasoducto.
- 7.2.2 Los pasajes se deben repetir hasta que la Inspección considere aceptable el grado de limpieza alcanzado.

7.3 Llenado de la cañería

- 7.3.1 Cuando las características de la obra lo requieran y esté establecido en las especificaciones del pliego contractual, antes del llenado debe ser efectuada la verificación de las ovalizaciones o abolladuras por medio de una placa calibrada o un calibrador electrónico.
- 7.3.2 La toma de agua de la bomba de llenado debe estar a un desnivel tal que asegure que no se succionen bolsones de aire durante el llenado.
- 7.3.3 Debe estar abierto uno de los venteos en cabeza receptora (no así los de drenaje), de manera que se forme una contrapresión tal que asegure que la sección sea llenada en forma continua a presión y caudal constante, para evitar la formación de bolsones de aire y para que el Rascador no se separe de la columna de agua, especialmente en las depresiones de la línea.
- 7.3.4 Cuando se toma agua de un arroyo, canal de riego o canal de alimentación a estaciones de tratamiento para agua potable, se deben asegurar los caudales necesarios aguas abajo de la toma efectuada, de acuerdo con el permiso obtenido por la autoridad de aplicación correspondiente al área de desarrollo de las tareas.
- 7.3.5 Una vez llegado el Rascador a su alojamiento en el cabezal receptor, se debe proseguir con el bombeo hasta asegurar el correcto purgado de la línea.

7.4 Igualación de temperatura

Antes de elevar la presión interna del gasoducto se debe lograr la igualación de temperatura entre la cañería con agua y el suelo circundante. A tal fin, se debe esperar el tiempo necesario a efectos de lograr la nivelación térmica, la cual depende, entre otras cosas, del diferencial de temperatura (caño-suelo) y del tipo de suelo.

- 7.4.1 El equilibrio térmico entre el conducto y el ambiente debe ser controlado por medio de termosondas realizando lecturas de la temperatura a intervalos adecuados y por definir en el protocolo de prueba hidráulica.
- 7.4.2 A efectos de determinar la nivelación térmica, se deben instalar a, por lo menos, 50 m desde donde se inicia la tapada del tramo a probar, una termosonda que mida la temperatura de la superficie del caño y otra a no menos de 50 cm y a la misma profundidad que el gasoducto, a fin de medir la temperatura del suelo.

7.4.3 El Constructor debe estimar el plazo de igualación de temperatura. Este debe durar lo suficiente como para nivelar las diferencias de temperatura entre el suelo y el agua de llenado.

La nivelación térmica se considera lograda cuando, estando sometido el conducto a una presión de 5 bar, entre las dos últimas lecturas correspondientes a las termosondas de la temperatura de la superficie del caño y la del suelo, haya una diferencia menor a 1 °C.

7.5 Estabilización

A efectos de asegurar que no existe aire atrapado en la cañería que impida la ejecución de una correcta prueba hidráulica, se deben efectuar las pruebas de Estabilización que se indican seguidamente.

7.5.1 La cañería debe ser sometida a una presión equivalente al 80 % de la presión de prueba de resistencia, la cual no debe ser sobrepasada durante la estabilización.

7.5.2 El volumen de agua necesario para alcanzar la presión de Estabilización (80 % de la presión de prueba de resistencia) debe ser medido y registrado periódicamente cada 5 bar de aumento de presión.

7.5.3 Se debe mantener la cañería bajo presión durante un período determinado, a efectos de disolver el aire.

7.5.4 En caso de que durante la Estabilización aparezca una fuga, la Inspección debe ser informada de tal situación, y se debe requerir su autorización y aprobación para la reparación de cualquier falla.

7.5.5 Al finalizar la Estabilización, se debe añadir o purgar agua para lograr una diferencia de presión de aproximadamente 2 bar.

La cantidad de agua añadida o purgada, y la diferencia de presión se debe medir con exactitud.

7.5.6 El período de Estabilización puede considerarse cumplido, si el volumen de agua añadida o purgada, en litros, dividido por la diferencia de presión real, en bar, es inferior a 1,06 V_a y superior a 0,94 V_a .

Si el volumen de agua medido por bar de cambio de presión sobrepasara un valor de 1,06 V_a , el aire atrapado hace imposible pruebas fiables de resistencia y de hermeticidad.

Si el volumen de agua medido por bar de cambio de presión es inferior a 0,94 V_a , se ha producido un error en la medición o en los cálculos.

El margen de aproximadamente 6 % es debido a errores de medición y a tolerancias en las dimensiones de los caños.

7.5.7 Método de cálculo de V_a

Durante una fluctuación de la presión, el diámetro del tubo y el volumen cambian por la deformación elástica. Además, el agua es ligeramente compresible. La fórmula siguiente está basada en la suposición de que una cañería enterrada generalmente

está sujeta de tal forma que no se produzcan alteraciones en la longitud por la variación de la presión.

V_a puede calcularse según la fórmula siguiente:

$$V_a = \left(0,87 * \frac{D_i}{2t} + A \right) \frac{V}{1000 * 0,980665} \quad (\text{Litros/bar de diferencia de presión}).$$

Donde:

V_a = Volumen teórico de agua en litros para purgar o añadir por cada bar de variación de presión.

D_i = Diámetro interno del caño en milímetros (mm).

A = Valor de la compresibilidad del agua, obtenido de la tabla indicada más abajo.

V = Volumen de la cañería en metros cúbicos (m^3).

Coefficiente 0,980665 = factor para convertir la presión de (kg/cm^2) a (bar).

t = Espesor de pared nominal en milímetros (mm).

Para cañerías con relaciones diámetro/espesor de pared diferentes, V_a es la suma de los valores parciales calculados para cada sección con una relación diámetro/espesor determinada.

TABLA DE COMPRESIBILIDAD DEL AGUA

°C	A	°C	A
1	48,22	11	45,36
2	47,62	12	45,28
3	47,38	13	45,01
4	47,14	14	44,85
5	46,91	15	44,69
6	46,35	16	44,21
7	46,47	17	44,09
8	45,93	18	43,92
9	45,73	19	43,79
10	45,54	20	43,66

7.6 Prueba de resistencia

7.6.1 De común acuerdo entre el Constructor y la Inspección, se debe determinar la fecha exacta y la hora en que la prueba de resistencia deba comenzar. Todos los datos disponibles y registrados de la cañería para probar se deben presentar antes de la prueba.

7.6.2 Por razones de seguridad durante la prueba de resistencia, solamente se debe permitir la permanencia cerca de la cañería bajo presión al personal abocado a esta.

7.6.3 Antes de dar comienzo a la prueba de resistencia, se debe medir y registrar la presión y la temperatura de la cañería y del suelo.

- 7.6.4 Una vez medidos y registrados los puntos mencionados anteriormente, se debe dar comienzo a la prueba de resistencia, haciendo subir en forma continua la presión, desde el 80 % de la presión de prueba de resistencia hasta la presión máxima de la prueba de resistencia.
- 7.6.5 Se debe incrementar la presión, inyectando cada vez un volumen de agua igual a dos V_a ($2 V_a$), calculado de acuerdo con el apartado 7.5.7. Después de inyectar cada volumen de agua $2 V_a$, se debe medir y registrar la presión. La presurización debe ser realizada en presencia de la Inspección y a una velocidad máxima de 2 bar por minuto.
- 7.6.6 La presión alcanzada, como valor de prueba de resistencia, se debe registrar a los 10 min después de parar la bomba de presión.
- 7.6.7 Se debe interrumpir el bombeo cuando:
- El aumento de presión después de añadir $2 V_a$ sea igual o inferior a 1 bar (el continuar el bombeo puede causar deformaciones inaceptables de la cañería).
 - Se haya alcanzado la presión de la prueba de resistencia.
- 7.6.8 Se debe mantener la presión de prueba de resistencia durante el tiempo establecido en el punto 5.1.
- 7.7 Prueba de hermeticidad**
- 7.7.1 Concluida la prueba de resistencia, se debe reducir la presión hasta la de la prueba de hermeticidad, según lo establecido en el apartado 4.3.
- 7.7.2 Se debe mantener la cañería bajo presión durante el tiempo indicado en el apartado 5.2. En dicho período se debe desconectar la bomba y no se debe inyectar agua.
- 7.7.3 Durante la prueba de hermeticidad, se deben registrar en planillas las siguientes mediciones, por lo menos una vez por hora:
- La presión.
 - La temperatura de la superficie del caño.
- 7.7.4 Las partes de la cañería no enterrada se deben inspeccionar visualmente cada cuatro horas para verificar si se producen fugas.
- 7.7.5 Después de la interpretación de los resultados de la prueba, la Inspección debe determinar si esta puede finalizar o si debe continuar, y debe fijar el momento en que pueda reducirse la presión.
- 7.7.6 Finalizada la prueba, se debe bajar la presión a cero, evitando la entrada de aire, a fin de asegurar un correcto vaciado de la cañería, mediante el posterior pasaje de los Rascadores (*Scrapers*).

7.8 Prueba de hermeticidad preventiva a cruces especiales y/o tramos críticos de la cañería, no enterradas

- 7.8.1 Esta prueba es a opción del Constructor.

7.8.2 La cañería debe estar uniformemente apoyada, de forma que la tensión de flexión, como resultado del peso del agua en el interior de los caños, sea despreciable.

Con el fin de permitir la inspección visual de la cañería, esta debe hallarse como mínimo a 20 cm sobre el nivel de la superficie del suelo.

7.8.3 Se debe incrementar la presión hasta alcanzar la de hermeticidad, de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.3.

7.8.4 Una vez alcanzada la presión de prueba, se la debe mantener, por lo menos, cuatro (4) horas, período durante el cual se debe realizar la inspección visual de toda la cañería.

7.8.5 Durante la prueba de hermeticidad, se debe registrar la presión, por lo menos, cada media hora como máximo, medida con la balanza manométrica.

7.8.6 Los tramos de cañería y los cruces probados de acuerdo con este apartado, una vez instalados, deben ser sometidos nuevamente a prueba conjuntamente con la cañería.

7.9 Evaluación de la prueba hidráulica

7.9.1 Aprobación

La prueba hidráulica se considera aprobada si la presión se mantiene constante a lo largo de toda la prueba, excepto por las variaciones debidas a la influencia de la temperatura.

Para determinar la influencia mencionada en el párrafo precedente, puede utilizarse como referencia el Apéndice C de la AS/NZS 2885.5.

7.9.2 Rechazo

En caso de que durante la prueba no se mantenga constante la presión (excepto variaciones por temperatura) o de que haya razones para poner en duda su validez, el Constructor debe extender o repetir la prueba, de acuerdo con las instrucciones dadas por la Inspección.

7.10 Gráfico de secuencia de prueba hidráulica

La secuencia del desarrollo de la prueba hidráulica debe responder al DIAGRAMA N.º 1.

7.11 Planillas y acta

7.11.1 Durante la construcción del gasoducto, el Constructor debe confeccionar la PLANILLA N.º 1.

7.11.2 Antes del inicio de la prueba hidráulica, el Constructor debe cumplimentar los requerimientos establecidos en las PLANILLAS N.º 2 y N.º 3.

- 7.11.3 Durante la ejecución de la prueba hidráulica, se deben confeccionar las PLANILLAS N.º 4 y N.º 5. En caso de utilizar un registrador electrónico, el formato de la Planilla N.º 5 será acordado entre el Operador y el Constructor.
- 7.11.4 En caso de producirse una falla durante la prueba hidráulica, debe cumplimentarse lo establecido en la PLANILLA N.º 6.
- 7.11.5 Concluidas todas las operaciones de prueba hidráulica, se debe confeccionar el ACTA DE EJECUCIÓN DE PRUEBA HIDRAÚLICA, cuyo modelo obra en esta norma.

CAPÍTULO 8 – BARRIDO DEL AGUA, LIMPIEZA Y SECADO O INHIBICIÓN DEL AGUA PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE HIDRATOS

El Constructor debe contar para su aprobación por el Operador, antes de su ejecución, con los procedimientos de barrido de agua, limpieza, secado o inhibición del agua.

A efectos de evitar desgastes excesivos de los Rascadores, la longitud de los tramos sometidos a barrido del agua, limpieza y secado o inhibición del agua, deben tener una longitud máxima de 40 km.

Longitudes mayores deberán ser aprobadas por el Operador sobre la base de un procedimiento específico.

8.1 Barrido del agua

- 8.1.1 Concluida la prueba hidráulica, se debe iniciar inmediatamente el proceso de barrido del agua por medio de pasajes de Rascadores, impulsados por aire comprimido.
- 8.1.2 Para la evacuación del elemento presurizante se pueden utilizar Rascadores de múltiples copas, esferas o de espuma de poliuretano (tipo *polipigs*) o combinación de ellos, a opción del Constructor.
- 8.1.3 El elemento presurizante debe ser evacuado de tal forma que no cause algún tipo de erosión, y se debe evitar cualquier contaminación o daño al medio ambiente, haciéndolo tratar antes de evacuarlo, en caso de corresponder. Los parámetros físico-químicos del cuerpo receptor no pueden ser alterados.
- 8.1.4 El compresor debe suministrar un caudal suficiente de aire que permita asegurar la continuidad de traslación del o de los Rascadores.
- 8.1.5 De ser necesario, se deben efectuar varios pasajes de Rascadores, siempre en la misma dirección, para eliminar la mayor cantidad de agua posible.
- 8.1.6 La conclusión de la operación de barrido del agua debe ser aprobada por la Inspección.

8.2 Limpieza del conducto

- 8.2.1 En caso de que se observen depósitos de sedimentos producidos por óxidos, cascarillas de laminación o barro durante el barrido del agua, se deben utilizar, especialmente, Rascadores limpiadores, a fin de asegurar la mayor limpieza posible.

8.2.2 La conclusión de la operación de limpieza debe ser aprobada por la Inspección.

8.3 Secado

8.3.1 Concluidas las operaciones de barrido del agua y la limpieza del conducto, se debe iniciar el secado o la inhibición del agua para evitar la formación de hidratos.

8.3.2 El secado puede llevarse a cabo por cualquiera de las siguientes técnicas:

- a) CIRCULACIÓN DE GAS INERTE.
- b) CIRCULACIÓN DE AIRE DESHIDRATADO.
- c) PASAJE DE TAPONES GELIFICADOS.
- d) POR VACÍO.

8.3.3 Circulación de aire deshidratado:

8.3.3.1 El aire deshidratado debe ser filtrado de manera de no introducir en la cañería aceite y otro tipo de suciedad.

8.3.3.2 El punto de rocío del aire deshidratado de entrada debe ser de $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ a presión atmosférica.

La medición del punto de rocío del aire se debe tomar al ingreso y a la salida del tramo o sección de prueba.

Puede ejecutarse con higrómetros que apliquen:

- a) Método físico, empleando un espejo enfriado.
- b) Método de analogía eléctrica.

8.3.3.3 Se considera terminado el secado cuando el punto de rocío de salida del aire alcance valores de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ o menores, a presión atmosférica.

8.3.3.4 Poco antes de finalizar el secado, se debe cerrar la válvula de salida de aire y purgar todas las válvulas existentes en el tramo o sección de cañería.

8.3.3.5 Durante el proceso de secado, se deben pasar Rascadores de espuma absorbente (*foam pigs*) a intervalos regulares para distribuir el agua residual sobre la superficie interior de la cañería, facilitando así su evaporación.

8.3.4 Inhibición del agua para evitar la formación de hidratos

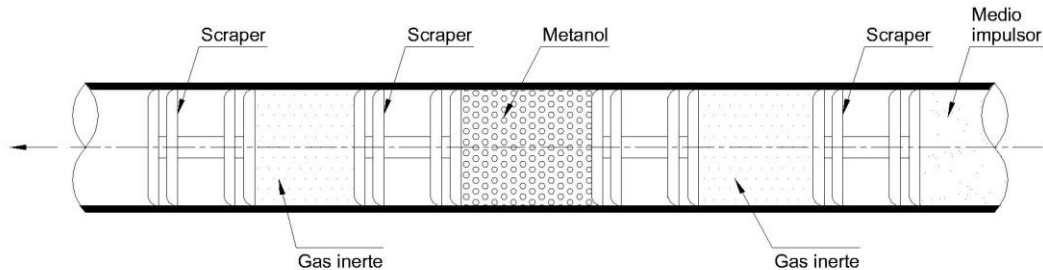
8.3.5 La inhibición del agua para evitar la formación de hidratos puede llevarse a cabo por la técnica de circulación de metanol, como última opción previo análisis de la utilización de las técnicas de secado mencionadas en el punto anterior.

El método de circulación de metanol consiste en hacer circular a través del conducto baches de metanol entre dos baches de gas inerte, con la finalidad de producir la inhibición del agua residual de la prueba.

Para la aplicación de esta técnica, se debe cumplir con la totalidad de los requisitos que se indican a continuación.

8.3.5.1 Se deben utilizar Rascadores de múltiples copas (*Polipigs*).

8.3.5.2 El bache de metanol debe circular entre baches de gas inerte separados cada uno por su respectivo Rascador, según el siguiente esquema.



El bache de gas inerte a cada uno de los lados del metanol tiene por finalidad asegurar un porcentaje de oxígeno menor al tenor máximo admisible; de esta manera, se evita la formación de mezcla explosiva.

8.3.5.3 Realizada la circulación del bache de metanol a lo largo de todo el tramo, se deben extraer muestras de la solución metanol-agua, de la forma que se indica en el apartado 8.3.5.7, y se debe verificar que el porcentaje en peso de metanol en agua, no sea inferior al 85 %.

8.3.5.4 Cantidad de metanol para utilizar

A título meramente orientativo, se indica la fórmula para el cálculo de la cantidad de metanol para utilizar, por cada bache de pasaje.

$$Vm=0,6952 Dn(l/km)$$

Siendo:

Vm = Volumen de metanol, en litros por kilómetro (l/km).

Dn = Diámetro nominal del caño, en milímetros (mm).

Queda debidamente establecido que la cantidad resultante de la fórmula es de carácter indicativo y que lo que se debe cumplir indefectiblemente es con el porcentaje en peso de metanol en agua, indicado en el apartado 8.3.5.3.

8.3.5.5 Calidad del metanol

El metanol debe responder en un todo a la Norma IRAM OFICIAL 41060 N.I.O. "Disolvente para uso industrial – alcohol metílico".

8.3.5.6 Cantidad de gas inerte

El bache de inertización no debe ser menor al 10 % de la longitud para tramos de hasta 10 km o 1000 m, como mínimo, para tramos mayores.

Se recomienda el uso del N_2 como gas de inertización, debido a la baja solubilidad de este en el metanol.

8.3.5.7 Extracción de muestras de solución metanol-agua

Los cabezales deben estar dotados de válvulas toma de muestras del bache de metanol.

Al final del bache de metanol, se debe extraer la cantidad de muestras que indique la Inspección.

Una vez obtenidas las muestras, se debe dejar decantar y se debe medir su densidad sobre el líquido sobrenadante.

8.3.5.8 Método de análisis

Se debe comprobar la concentración final de la solución metanol-agua por medio de la determinación de su densidad.

En el ANEXO C, se indican las densidades que corresponden a los distintos porcentajes de peso de metanol en agua.

8.3.5.9 Medidas de disposición

El metanol debe ser evacuado de tal forma que no produzca contaminación o daños ambientales. Por lo cual, no se debe permitir su escurrimiento en el campo o en los cursos de agua, ríos o lagunas, y deberá ser retirado por su proveedor para su tratamiento.

Los efluentes de la mezcla metanol-agua deben ser dispuestos por *Operadores de Residuos Peligrosos*, habilitados para esta clase de residuo final del proceso. La empresa contratista debe gestionar los residuos que genere de acuerdo con lo establecido por la Ley N.º 24.051 y sus reglamentaciones, así como las normativas de la autoridad de aplicación en la materia, con jurisdicción en el área de operación de las tareas.

8.3.5.10 Medidas de seguridad

Se deben tomar todas las medidas de seguridad que permitan el manipuleo de la solución metanol-agua sin riesgo; se deberá cumplir, como mínimo, con las recomendaciones del Plan de Seguridad (que contenga pautas de trabajo, peligros y riesgos asociados a la tarea) aprobado por el Operador ,ANEXO B, y respetar las indicaciones que, al efecto, realice la Inspección. A tal fin, se debe cumplir con los siguientes requisitos:

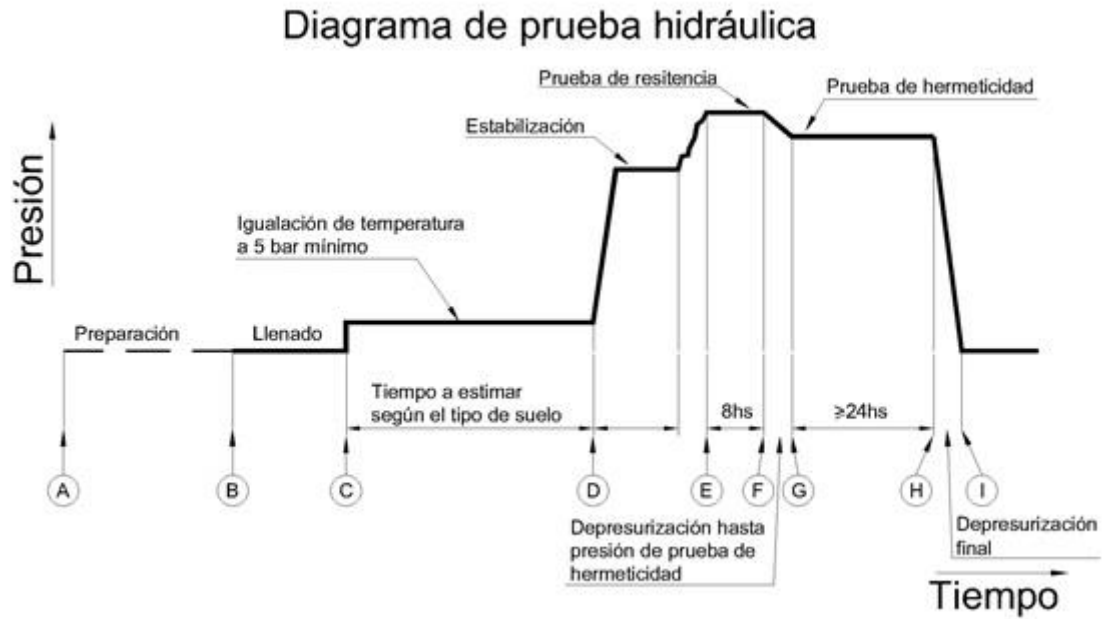
- Disponer de tanques adecuados para atrapar la mezcla metanol-agua al final de la línea.
- Contar con medidas de protección contra incendio en ambos extremos de la línea, ya que la mezcla aire-metanol puede ser explosiva.
- Utilizar bombas a prueba de explosión en todas las etapas de la operación.

8.3.6 Para los métodos indicados en a), c) y d) del apartado 8.3.2, el Constructor debe proponer la especificación técnica correspondiente y someterla a consideración del Operador.

8.4 Planilla de barrido del agua, limpieza y secado o inhibición del agua residual

Durante las etapas de barrido del agua, limpieza y secado o inhibición del agua, se debe confeccionar la PLANILLA N.º 7.

DIAGRAMA N.º 1 — DIAGRAMA DE PRUEBA HIDRÁULICA



PLANILLA N.º 1 — LONGITUD DE CAÑERÍA

CONSTRUCTOR			
O/C N.º: _____		OBRA: _____	
TRAMO:			LONGITUD DE LA CAÑERÍA:
CAÑERÍA			OBSERVACIONES
Fecha	Espesor (mm)	Longitud del tramo soldado en la fecha de igual espesor (mm)	
<i>Total de Página</i>				Desde km _____ Hasta km _____
<i>Total hasta la fecha</i>			

FECHA: _____	CONTROLÓ: _____	APROBÓ: _____
--------------	-----------------	---------------

MEDICIÓN: Cada día se debe medir el tramo de conducto soldado en la fecha antes de procederse a su bajada. La medición se realiza por medio de una cinta métrica, tratando de minimizar los errores por efecto de la temperatura.

IMPORTANTE: La medición de la cañería y confección de esta planilla deben ser llevadas a cabo por el Constructor; la planilla debidamente conformada debe ser entregada a la Inspección.

NOTA: Cuando hay cortes o agregados de cañería, deben consignarse las longitudes en observaciones.

PLANILLA N.º 2 — PRESENTACIONES PARA EFECTUAR ANTES DE LA INICIACIÓN DE LA PRUEBA HIDRÁULICA Y SECADO O INHIBICIÓN DEL AGUA DE LA CAÑERÍA

1. Fuente(s) y análisis del agua para utilizar.
2. Descripción de las operaciones para efectuar con secuencia de llenado, prueba, limpieza, secado e inhibición del agua.
3. Programa global — por tramos.
4. Planos de perfiles altimétricos, con determinación de las secciones.
5. Cálculo de las presiones de prueba y volúmenes teóricos.
6. Esquemas de cabezales de prueba.
7. Prueba hidráulica de los cabezales.
8. Listado de instrumentos para utilizar en las pruebas, (fabricante, modelo, alcance, precisión, certificación de control y calibración, etc.).
9. Método por utilizar para el secado o inhibición del agua.
10. Lugar propuesto para el vuelco del agua, según gestión del permiso de vuelco de la autoridad de aplicación local.

11. Programa propuesto por tramo según el siguiente detalle:

DETALLE DE OPERACIONES	INICIACION		TEMRINACION	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpieza				
Calibración (opcional)				
Llenado				
Presurización para igualacion de temperatura				
Igualación para estabilización				
Estabilización				
Presurización hasta valor prueba resistencia				
Prueba resistencia (8 hs.)				
Depresurización hasta valor prueba hermeticidad				
Prueba hermeticidad (24 hs.)				
Vaciado				
Secado o inhibición del agua				
Duración Total				

PLANILLA N.º 3 — PLANILLA DE CÁLCULO

O/C Nº: _____	CONSTRUCTOR: OBRA:
------------------	---------------------------

PLANILLA DE CÁLCULO

TRAMO N°: _____
 Desde
 km _____ Hasta km: _____

VOLUMENES TEÓRICOS

Longitud total	.....m
Longitud total caño pesado	.....m
Longitud total caño liviano	.....m
Volumen caño pesado	.....m ³
Volumen caño liviano	.....m ³
Volumen cabezales de prueba	.....m ³
Volumen total del tramo	.....m ³
Volumen Teórico V _a - Caño Pesado	.....l/bar
Volumen Teórico V _a - Caño Liviano	.....l/bar
Volumen Teórico Total V _a	.....l/bar
Doble V _a	.....l/bar

INSTALACIONES DENTRO DE LA SECCION

	INCLUIDA EN LA PRUEBA
km..... DESCRIPCIÓN.....	SI/NO
km..... DESCRIPCIÓN.....	SI/NO
km..... DESCRIPCIÓN.....	SI/NO

COTA ALTIMÉTRICA

CABEZAL N°..... km .....	.....m
CABEZAL N°..... km .....	.....m
PUNTO MAS ALTO.....km .....	.....m
PUNTO MAS BAJO.....km .....	.....m

<u>PRESIONES DE PRUEBA DE CABEZALES</u>	PRUEBA DE RESISTENCIA	PRUEBA DE HERMETICIDAD
CABEZAL N°..... km	bar.....	bar.....
CABEZAL N°..... km	bar.....	bar.....

PLANILLA N.º 4 — INFORME DE PRUEBA HIDRÁULICA

O/C N°	CONSTRUCTOR:
	OBRA:

DATOS DE LA CAÑERÍA	Dn (mm)			Norma de la cañería:	
	t (mm)			Plano altimétrico N°:	
	L (m)			de Pk.....a Pk.....	

LLENADO	AGUA: INFORME DE ANALISIS N°		ADITIVOS		SI	NO
	COMIENZO	Fecha..... Hora.....	FINAL	Fecha..... Hora.....		
	TEMPERATURA DEL SUELO.....°C (en estado lleno)					
	TEMPERATURA DEL AGUA .....°C (en estado lleno)					
	MEDICION DEL VOLUMEN FINAL .....m ³					

IGUALACION DE TEMPERATURA	SUELO TIPO		COMIENZO		Fecha..... Hora.....	FINAL		Fecha..... Hr.....
	TEMP. FINAL °C	Caño	Term 1	Term 2	Suelo	Term. 1	Term. 2	Term. 3
		

ESTABILIZACION	COMIENZO		Fecha..... Hora.....	FINAL		Fecha..... Hora.....		
	Presión inicial.....bar	LLENADO.....m ³	Presión final .....bar					
		PURGADO.....m ³						
	TEMP. FINAL °C	Caño	Term 1	Term 2	Suelo	Term. 1	Term. 2	Term. 3
		

PRUEBA DE RESISTENCIA	COMIENZO		Fecha..... Hora.....	FINAL		Fecha..... Hora.....
	PRESION .....bar		CONTADORES DE AGUA		COMIENZO	..... FINAL..... V _a.....l
	2 V _a.....l	Agua añadida en litros				
	Presión bar					

PLANILLA N.º 5 — PRUEBA HIDRÁULICA DE HERMETICIDAD — REGISTRO HORARIO DE PRESIONES

O/C N°: _____		CONSTRUCTOR:			
		OBRA:			
TRAMO N°		PRUEBA HIDRAULICA DE HERMETICIDAD REGISTRO			
FECHA DE ENSAYO: .../.../.....		HORARIO DE PRESIONES			
ENTRE Pk..... y Pk.....					
Lectura		PRESION		TEMP. Sup. Caño	OBSERVACIONES
N°	Hora	Balanza	Manómetro	Termómetro	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

INSTRUMENTAL UTILIZADA

INSTRUMENTO	MARCA Y MODELO	RANGO DE LECTURA	SENSIBILIDAD	OBSERVACIONES
Balanza de P. M.				
Registrador	Presión			
	Temp.			
Manom. Indicador				
Termómetro				

OPERADOR:..... SUPERVISOR DEL CONSTRUCTOR.....
 SUPERVISOR DE LA INSPECCIÓN.....
 JEFE DE INSPECCION

FIRMA ACLARACIÓN

PLANILLA N.º 6 — DATOS PARA CONSIGNAR CUANDO SE REGISTREN FALLAS Y/O ROTURAS

O/C N°: _____	CONSTRUCTOR: OBRA:
TRAMO N°	

DATOS A CONSIGNAR CUANDO SE REGISTREN FALLAS Y/O ROTURAS:

1. Fecha y hora de falla o rotura.
2. Progresiva
3. Ubicación sobre el terreno (en una planicie, en la parte alta, baja o media de una cuesta, etc.).
4. Causa y características de rotura. Tipo de falla y longitud.
5. En caño o accesorio.
6. Ubicación en el caño o accesorio (posición horaria).
7. En la chapa, costura de fabricación o costura de instalación.
8. Características del caño.
9. Presión máxima soportada por el caño.
10. Presión de rotura o falla.
11. Método de reparación
12. Observaciones realizadas.
13. Nota: El tramo del caño con falla, debe quedar a disposición de la Inspección.

PLANILLA N.º 7 — PLANILLA DE BARRIDO DE AGUA, LIMPIEZA Y SECADO O INHIBICIÓN DE AGUA PARA EVITAR LA FORMACIÓN DE HIDRATOS

O/C N°: _____	CONSTRUCTOR: OBRA:
TRAMO N°	

TRAMO ENTRE PROGRESIVA..... Y PROGRESIVA.....

BARRIDO DEL AGUA	PASAJE			Tipo de Rascador	Observaciones
	N°	Fecha	Hora		

LIMPIEZA DEL CONDUCTO	PASAJE			Tipo de Rascador	Observaciones
	N°	Fecha	Hora		

INHIBICION DEL AGUA	Metanol: Grado de Pureza				
	Tipo de Gas Inerte:				
	Pasaje Gas-metanol-Gas			Metanol Litros	Tipo Rascador
N°	Fecha	Hora			

SECADO POR AIRE DESHIDRATADO	Comienzo	Hora	Final	Hora	
	Compresor Tipo y Marca			Caudal	Pres. de Trab.
	Higrómetro/Método:				
	Punto de rocío entrada (°C)				
	Pasaje aire deshidratado			Tipo Rascador	Observaciones
	N°	Fecha	Hora		
Punto de Rocío de Salida Final (°C)					

OPERADOR:..... SUPERVISOR:..... CONSTRUCTOR:.....
 INSPECTOR:.....

MODELO DE ACTA — ACTA DE EJECUCIÓN DE PRUEBA HIDRÁULICA

En la localidad de
a los días del mes del año....., en presencia de
..... en representación de la Inspección, y representando al
Constructor, se labra la presente ACTA DE EJECUCIÓN DE PRUEBA HIDRÁULICA
correspondiente a la obra..... tramo..... trabajos encomendados por O/C N.º
..... a la firma.....

Esta prueba se realizó en un todo de acuerdo con la NAG-124, cuyo detalle es el siguiente:

CAÑERÍA UTILIZADA

Norma: Costura: Diámetro nom:..... mm")

Espesor (mm):

LONGITUD TOTAL:

.....metros. De Prog. km a Prog. km

PRESIÓN DE PRUEBA:

RESULTADO bar.

En prueba de conformidad, firman la presente los arriba mencionados en ejemplares de un mismo tenor y a un solo efecto.

Forman parte integrante de la presente acta las planillas Nros. 1, 2, 3, 4 y 5; los gráficos de registro de temperatura y presión.

POR EL CONSTRUCTOR

Fdo.

POR LA INSPECCIÓN

Fdo.

ANEXO A — UNIDADES DE MEDIDA

En esta norma han sido utilizadas las unidades del "SIMELA" (Sistema Métrico Legal Argentino).

A los fines de una mayor claridad, se indican las siguientes equivalencias:

$$1 \text{ kg} = 9,80665 \text{ N}$$

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 10^6 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 0,1 \text{ N/mm}^2 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Atm. física} = 1013,25 \text{ milibares} = 1,0333 \text{ kg/cm}^2 = 14,696 \text{ psi} = 760 \text{ mm Mg (0°)}$$

Bar	Kg/cm²	p.s.i
1	1,01972	14,50377
0,98066	1	14,22334
0,06896	0,07031	1

ANEXO B — PRECAUCIONES PARA TENER EN CUENTA CON EL METANOL

- El metanol es inflamable; quema con llama azulada, poco luminosa.
- La mezcla metanol-aire puede ser explosiva. La explosión puede producirse con un límite inferior al 6 % en volumen (80 g/m³) con una temperatura de ignición de 400°C y una densidad de los vapores del metanol similar a la del aire.
- El metanol es venenoso cuando se lo inhala, ingiere o está en contacto con la piel, y sus efectos tóxicos son de larga duración.
- La concentración permisible máxima de metanol en la atmósfera es de 200 ppm durante una exposición continua de 8 h por jornada. Con valores inferiores a esta concentración, no existe ningún problema, siendo su toxicidad similar al acetato de amilo, acetato de propilo, nafta y tolueno. Ello permite su uso sin peligro en zonas de trabajo bien aireadas.
- En caso de inhalación: a) Retirar inmediatamente del ambiente agresor, trasladando al individuo intoxicado a lugares con buena oxigenación; de tratarse de intoxicaciones agudas (*shock*), suministrar oxígeno por vía respiratoria o estimulantes, en el caso de ser estos necesarios.
- En caso de ingestión:
 - a) Realizar una serie de lavados con abundante agua en la zona bucal.
 - b) Efectuar lavado gástrico con solución de bicarbonato de sodio al 4 %.
 - c) Controlar el poder de combinación con el dióxido de carbono o la acidez en la orina a intervalos de una hora, en caso de notar rastros nocivos; suministrar por vía oral de 5-10 g de bicarbonato de sodio por hora o lactato de sodio M/6: 20 cc/kg de peso del cuerpo por vía intravenosa, según la concentración de metanol registrada.
- En caso de intoxicación cutánea: lavar con abundante agua la zona afectada, en el caso de ser esta ocular, y con agua y jabón, en caso de ser las partes afectadas el resto del cuerpo.

De ser necesario el uso de estimulantes, se sugiere:

- a) Sulfato de morfina, el cual puede ser utilizado para evitar dolores, siempre y cuando la depresión respiratoria no sea grave.
- b) Alcohol etílico por vía oral o intravenosa retarda el metabolismo del alcohol metílico.
- c) Tiamina y vitamina C.

En todos los casos anteriores, luego de realizadas las primeras acciones médicas, es recomendable la visita a organismos especializados para tal fin.

Como dato aclaratorio, se adjunta un análisis de riesgos según el grado de toxicidad:

TOXICIDAD LOCAL AGUDA: Irritante (1); Inhalación (1).

TOXICIDAD SISTEMÁTICA AGUDA: Ingestión (3); Inhalación (2); Percutánea (2).

TOXICIDAD LOCAL CRÓNICA: Irritante (13); Inhalación (1).

TOXICIDAD SISTEMÁTICA CRÓNICA: Ingestión (2); Inhalación (2); Percutánea (2).

Ligero: causan fácilmente cambios reversibles que desaparecen después de la exposición.

Moderado: pueden comprender tanto los cambios reversibles como los irreversibles no lo suficientemente severos que puedan causar lesiones permanentes o muerte.

Alto: pueden causar muerte o lesiones permanentes después de muy cortas exposiciones de pequeñas cantidades.

Como punto informativo, se procede a clasificar las intoxicaciones en agudas y crónicas:

Agudas: se caracterizan típicamente por la absorción rápida del material agresor y porque la exposición es brusca e intensa. Por lo general, se produce la intoxicación aguda por una sola dosis rápidamente absorbida que lesiona uno o más de los procesos fisiológicos vitales. Por exposición prolongada, el estado de coma dura de 2 a 4 días.

Crónicas: se produce por absorción continuada durante un largo período de tiempo de un material nocivo a pequeñas dosis; cada dosis, tomada sola, apenas sería efectiva. La intoxicación crónica se caracteriza porque los materiales nocivos permanecen en los tejidos lesionando continuamente algún proceso orgánico. La tasa de absorción supera a la de excreción o de desintoxicación; de este modo, también puede producirse intoxicación crónica por exposición a un material nocivo que origina una lesión irreversible, persistiendo la lesión y no el tóxico.

NOTA: Hay que tener en cuenta, también, que no todos los individuos reaccionan de igual manera a la misma cantidad de material nocivo.

ANEXO C — PESO ESPECÍFICO DE SOLUCIONES DE METANOL-AGUA A 25 °C

<u>METANOL</u>		<u>PESO ESPECÍFICO</u>		<u>METANOL</u>		<u>PESO ESPECÍFICO</u>	
<u>% por peso</u>	<u>% por volumen</u>	<u>A 25 / 25°C</u>		<u>% por peso</u>	<u>% por volumen</u>	<u>A 25 / 25°C</u>	
1	1,265	0,9983		51	59,006	0,9129	
2	2,526	0,9966		52	60,031	0,9109	
3	3,783	0,9950		53	61,044	0,9089	
4	5,036	0,9933		54	62,052	0,9066	
5	6,284	0,9916		55	63,054	0,9045	
6	7,528	0,9899		56	64,051	0,9024	
7	8,767	0,9882		57	65,035	0,9002	
8	10,002	0,9865		58	66,021	0,8981	
9	11,234	0,9849		59	66,995	0,8959	
10	12,462	0,9833		60	67,955	0,8936	
11	13,686	0,9817		61	68,909	0,8913	
12	14,907	0,9802		62	69,859	0,8890	
13	16,123	0,9786		63	70,792	0,8866	
14	17,337	0,9771		64	71,720	0,8842	
15	18,545	0,9754		65	72,643	0,8818	
16	19,748	0,9738		66	73,567	0,8795	
17	20,950	0,9723		67	74,486	0,8772	
18	22,148	0,9708		68	75,390	0,8748	
19	23,342	0,9693		69	76,297	0,8724	
20	24,530	0,9677		70	77,190	0,870	
21	25,717	0,9662		71	78,076	0,8676	
22	26,897	0,9646		72	78,956	0,8652	
23	28,075	0,9615		73	79,830	0,8628	
24	29,247	0,9615		74	80,688	0,8603	
25	30,418	0,9600		75	81,540	0,8578	
26	31,582	0,9584		76	82,386	0,8553	
27	32,742	0,9568		77	83,215	0,8527	
28	33,898	0,9552		78	84,038	0,8501	
29	35,049	0,9536		79	84,854	0,8475	
30	36,197	0,9520		80	85,664	0,8449	
31	37,336	0,9503		81	86,478	0,8424	
32	38,472	0,9486		82	87,274	0,8398	
33	39,603	0,9469		83	88,064	0,8371	
34	40,725	0,9451		84	88,837	0,8344	
35	41,843	0,9433		85	89,603	0,8317	
36	42,960	0,9415		86	90,362	0,8290	
37	44,069	0,9397		87	91,114	0,8263	
38	45,173	0,9379		88	91,870	0,8237	
39	46,273	0,9361		89	92,609	0,8210	
40	47,367	0,9343		90	93,329	0,8182	
41	48,453	0,9324		91	94,042	0,8154	
42	49,533	0,9305		92	94,748	0,8126	
43	50,608	0,9286		93	95,447	0,8098	
44	51,679	0,9267		94	96,127	0,8069	
45	52,739	0,9247		95	96,787	0,8038	
46	53,800	0,9228		96	97,452	0,8009	
47	54,856	0,9209		97	98,110	0,7980	
48	55,901	0,9189		98	98,747	0,7950	
49	56,941	0,9169		99	99,378	0,7920	
50	57,976	0,9149		100	100	0,7890	

ANEXO D — PRUEBA HIDRÁULICA DE VÁLVULAS Y TRAMPAS

A. PRUEBA HIDRÁULICA DE VÁLVULAS DE BLOQUEO PARA GASODUCTOS

1. OBJETO: Establecer las condiciones necesarias para efectuar la prueba hidráulica en campo, de válvulas de bloqueo para gasoductos.
2. La válvula debe contar con las pruebas de fábrica, de acuerdo con la norma de recepción correspondiente y aprobada por el área de Control de Calidad del Operador.
3. Para ejecutar la prueba hidráulica en campo, la válvula debe contar con los niples de transición. Las uniones soldadas entre niples y válvula deben ser, de corresponder, controladas radiográficamente.
4. El conjunto debe tener montado todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la válvula, de acuerdo con las especificaciones particulares de cada obra.
5. Una vez armando todo el conjunto, se deben cerrar los extremos de los niples por medio de casquetes o bridas, según corresponda.
6. Con la válvula en posición semi-abierta, se somete todo el conjunto a prueba hidráulica durante cuatro (4) horas. La presión de prueba debe ser el mayor valor del establecido en las especificaciones particulares de la obra, para la prueba de resistencia del gasoducto.
Estando el conjunto sometido a presión, se observa mediante inspección visual que no aparezcan pérdidas en ningún punto.
7. Realizada la prueba hidráulica y aprobada, se cierra la válvula, se destapa el extremo correspondiente aguas abajo y se somete el extremo aguas arriba a la misma presión que la indicada en el punto anterior. Se verifica mediante inspección visual que no existan pérdidas a través del cierre de la válvula y por el drenaje del cuerpo. Se repite el mismo procedimiento anterior para el sello aguas abajo.
8. Cumplidos todos estos requisitos, se procede al montaje del conjunto sobre el gasoducto.

B. PRUEBA HIDRÁULICA DE TRAMPA DE RASCADORES

1. Las trampas de Rascadores (trampa de *scrapers*) deben probarse de acuerdo con lo establecido en el punto 505 b) de la NAG-100 que dice:
“En clase 1 o 2 de trazado, toda estación compresora, de regulación o medición, debe ser probada por lo menos de acuerdo a los requisitos de prueba de clase 3”.

Formulario para observaciones

(Véase el instructivo en la página siguiente)

Propuestas a la NAG-124		
Ref.: Expediente ENARGAS N.º 28921		
Pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos		
Empresa:	Rep. Técnico:	
Dirección:	C.P.:	Tel.:
Página:	Apartado:	Párrafo:
Donde dice:		
<i>(Transcribir textualmente la versión en vigencia que se propone modificar)</i>		
Se propone:		
<i>(Indicar el texto exacto que se sugiere para la normativa)</i>		
Fundamento de la propuesta:		
<i>(Escribir los motivos de las propuestas)</i>		
Firma	Aclaración	Cargo

Instrucciones para completar el formulario de observaciones

1. En el espacio identificado "**Donde dice**", transcribir textualmente el párrafo correspondiente del documento puesto en consulta.
2. En el espacio identificado "**Se propone**", indicar el texto exacto que se sugiere.
3. En el espacio identificado "**Fundamento de la Propuesta**", se debe completar la argumentación que motiva la propuesta de modificación, mencionando en su caso la bibliografía técnica en que se sustente, que deberá ser presentada en copia, o bien, detallando la experiencia en la que se basa.
4. Dirigir las observaciones al ENTE NACIONAL REGULADOR DEL GAS (ENARGAS) Suipacha 636 (C1008AAN), Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
5. Las observaciones relacionadas con el asunto normativo especificado en el formulario deben ser remitidas al ENARGAS por medio de una **nota dedicada exclusivamente a tal fin**, adjuntándose una impresión doble faz, firmada en original del cuadro elaborado y la versión en soporte digital con formato editable (*Word*).



República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
2019 - Año de la Exportación

Hoja Adicional de Firmas
Anexo firma conjunta

Número:

Referencia: Expte. ENARGAS N° 28.921 NAG-124 “Pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos” Año 2019.

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 40 pagina/s.