



**TÉRMINOS DE REFERENCIA**

**ACTUALIZACIÓN MATRIZ DE RIESGOS DE  
INTEGRIDAD GAS YRG**

Unidad Solicitante ..... YPFB TR/MANINT  
Gerencia ..... Subgerencia de Operaciones

**INDICE**

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETO .....	4
3.	ALCANCE .....	4
4.	DESCRIPCIÓN.....	4
4.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SERVICIO .....	4
4.1.1	ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN LA ACTUALIZACIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGOS.....	4
4.1.1.1	RECOPILACIÓN, REVISIÓN E INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN .....	4
4.1.1.2	EVALUACIÓN DE RIESGOS.....	5
4.1.1.3	MODELAJE DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO .....	5
4.1.1.3.1	DEFINICIÓN MECANISMOS DE DAÑO Y AMENAZAS .....	6
4.1.2	CÁLCULO DE LA PROBABILIDAD DE FALLA.....	6
4.1.3	EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS.....	6
4.1.4	CÁLCULO DEL RIESGO .....	7
4.1.5	EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO .....	7
4.1.6	SELECCIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	7
4.1.7	PRESENTACIÓN DEL MODELO .....	8
4.1.8	PLAN DE TRABAJO, .....	8
4.1.9	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	8
4.1.10	ORGANIGRAMA.....	8
4.1.11	EXPERIENCIA DE LA EMPRESA .....	9
4.1.12	EXPERIENCIA DEL PERSONAL .....	9
4.1.13	NORMAS / REGULACIONES TÉCNICAS.....	10
4.1.14	INSPECCIÓN PREVIA .....	10
4.1.15	CONSULTAS/ REUNIÓN DE ACLARACIÓN.....	10
4.1.16	ENTREGABLES .....	10
5.	CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS .....	11
5.1	DURACIÓN (PLAZOS) DE LOS SERVICIOS .....	11
5.2	MODALIDAD DE PAGO .....	11
5.3	FORMA DE ADJUDICACIÓN .....	11
6.	ANEXOS .....	12

## 1. INTRODUCCIÓN

YPFB TRANSIERRA S.A. (YPFB TS en adelante) es una empresa dedicada al transporte de gas natural mediante el Gasoducto Yacuiba – Río Grande (GASYRG) de 32" de diámetro y 432 Km de longitud, cuyo gasoducto inicia en el departamento de Tarija, pasa por el departamento de Chuquisaca hasta el punto de entrega en la Estación de Río Grande localizada en el departamento de Santa Cruz.

YPFB TS, como parte de la gestión de integridad del GASYRG, tiene programado realizar la actualización de su Matriz de Riesgo.



Gasoducto Yacuiba – Río Grande (GASYRG) y sus Estaciones de Compresión y Medición

**2. OBJETO**

El objetivo principal es elaborar un análisis de riesgo cuantitativo que determine la probabilidad de ocurrencia de eventos no deseados o condiciones que puedan comprometer la integridad del gasoducto operado por YPFB TS., así como la naturaleza y gravedad de las consecuencias derivadas de una falla. Este modelo integrará datos relacionados con el diseño, construcción, operación, mantenimiento, pruebas e inspecciones del sistema de ductos, inspecciones instrumentadas e inspecciones CIS DCVG realizadas sobre las instalaciones de superficie, para identificar los riesgos más significativos y desarrollar un plan priorizado y eficaz de prevención, detección y mitigación.

**3. ALCANCE**

El servicio se aplicará al Gasoducto Yacuiba - Río Grande (En adelante GASYRG) operado por YPFB TS, con una longitud total de 432 km, compuesto por 5 tramos. La evaluación abarcará la recopilación e integración de datos, la identificación de amenazas a la integridad, el análisis cuantitativo de riesgos y la propuesta de medidas de mitigación.

Presentar los servicios de consultoría en integridad de activos e ingeniería, para el desarrollo de un Análisis Complementario de Riesgo Cuantitativo sobre el Gasoducto compuesto por 5 tramos operado por YPFB TS:

Tramo 1: Estación Yacuiba - Estación de compresión Villamontes

Tramo 2: Estación de compresión Villamontes - Estación Buena Vista

Tramo 3: Estación Buena Vista – Estación de Compresión Parapeti

Tramo 4: Estación de Compresión Parapeti - Estación Huoche

Tramo 5: Estación Huoche - Estación Río Grande

Incluyendo:

- Integración y validación de la información provista por YPFB TS.
- Análisis de Riesgo Individual y Social.
- Recomendaciones para mitigar el riesgo en los sitios donde el riesgo resulte intolerable.
- Desarrollo de Informe Técnico.

**4. DESCRIPCIÓN****4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL SERVICIO**

La actualización de la Matriz de Riesgo, debe realizarse tanto para la línea del GASYRG y el gasoducto de interconexión denominado extensión GASYRG – KP-0 GIJA (Gasoducto Integración Juana Azurduy), de acuerdo a las especificaciones mencionadas a continuación:

**4.1.1 Actividades a desarrollar en la actualización de la Matriz de Riesgos****4.1.1.1 Recopilación, revisión e integración de información.**

Se realizará una evaluación inicial de las amenazas potenciales al sistema mediante la recopilación, revisión e integración de datos relevantes que caractericen los segmentos del ducto y las condiciones que puedan afectar su integridad. Este proceso incluirá:

- Planialtimetría
- Traza georreferenciada.
- Clase de trazado
- Datos de Diseño y Construcción: Factor de diseño: Material del caño, Diámetro, Espesores, Longitud, Tipo de soldadura, Tipo de recubrimiento, Tapada en la generalidad del ducto y en los cruces.
- Datos operativos: MAOP, MAOP objetivo, Temperatura de operación máxima y mínima, Caudal, Cromatografía del gas.
- Historial de fugas/fallas
- Análisis de Causa Raíz o Análisis de Falla Históricos de las líneas (particularmente SCC o Fatiga)
- Historial de reparaciones
- Existencia de señalización
- Interferencias (cruces de caminos, rutas, líneas eléctricas de media y alta tensión, ríos, arroyos, construcción, ferrocarril, otros ductos, etc.)
- Uso del suelo.
- Viviendas y otras construcciones identificadas en un radio de 200 metros
- Resistividad del suelo
- Reportes de Inspección Interna Instrumentada (ILI)
- Reportes de Evaluaciones Directas e Indirectas
- Costos de Reparaciones asociadas a eventuales MMR. (Monitoreos, Mantenimiento y Reparación).
- Costos estimados de Construcción de un nuevo segmento por km
- Ubicación de Rectificadores y Corriente Drenada Históricamente
- Plan de Emergencia General de YPFB TS.

Se integrará los datos utilizando herramienta GIS (Sistema de Información Geográfica) para su mejor interpretación.

Todos los datos recopilados en el marco de este Estudio de Ingeniería, incluyendo Información Técnica, Social, Ambiental y Económica, serán tratados con la más estricta confidencialidad, garantizando la privacidad de la información y cumpliendo con los más altos estándares de seguridad y ética profesional.

### **4.1.1.2 Evaluación de riesgos**

Una vez recopilados los datos se los empleará para realizar una evaluación de riesgos del sistema. Mediante la evaluación integrada de la información, el proceso de evaluación de riesgos identifica los eventos y/o condiciones específicas de la ubicación que podrían provocar una falla de la tubería y proporciona una probabilidad y las consecuencias de un evento. El resultado de la evaluación de riesgos debe incluir la naturaleza y la ubicación de los riesgos más significativos para la tubería.

### **4.1.1.3 Modelaje de la evaluación de Riesgo**

**4.1.1.3.1 Definición mecanismos de Daño y Amenazas**

La metodología empleada mostrará variaciones relativas del riesgo a lo largo del ducto, considerando tanto la probabilidad de falla como las consecuencias potenciales. El modelo integrará:

➤ **Mecanismos de Falla:**

- Daño por Terceros.
- Operaciones Incorrectas.
- Corrosión, Fatiga y Agrietamiento por Corrosión Bajo Tensión (SCC).
- Geopeligros (geo amenazas).
- Robo y Sabotaje.

➤ **Amenazas**

- Cumplimiento con las nueve categorías de amenazas (o 21 amenazas individuales) de ASME B31.8S, sección 2.2, y evaluación de consecuencias según sección 3 (impacto en personas, propiedad, empresas y medio ambiente).

➤ **Consideraciones del modelo:**

- Diferenciación entre mecanismos tiempo-dependientes (ej., corrosión, fatiga, geopeligros de acción lenta) y aleatorios (ej., daño por terceros, defectos de fabricación/construcción).
- Asunción de fallas inmediatas o defectos que evolucionan a fallas tiempo-dependientes.
- Cálculo del margen de seguridad basado en la capacidad del ducto para soportar cargas.
- Modelado de tasas de corrosión y fatiga para estimar el tiempo hasta la falla, considerando el espesor mínimo requerido por la presión operativa.
- Actualización del espesor de pared tras evaluaciones de integridad mediante inspecciones ILI.

**4.1.2 Cálculo de la Probabilidad de Falla**

Se calculará la Probabilidad de Falla para cada tipo de daño (agujero, picadura, rotura) y amenaza identificada, utilizando un enfoque detallado y específico por segmento.

La probabilidad se expresa en función de la frecuencia de falla y la distribución característica, típicamente medida como el número de fallas por cada 1000 kilómetros por año. Esta frecuencia base se determina utilizando datos históricos de las bases de datos de fallas, adaptándola luego mediante factores de modificación específicos del ducto en consideración.

Se contempla realizar cálculos analíticos de probabilidad de falla por corrosión en base a los resultados de la última Inspección en Línea (ILI) mediante herramienta instrumentada (Smart Pig).

**4.1.3 Evaluación de Consecuencias**

Modelado de escapes de gas transitorios, probabilidad de ignición, características del fuego (fireball, cráter fire, jet fire), radiación térmica y sus efectos en las personas.

El modelo de estimación de consecuencias se basa en el principio general de que la severidad de una consecuencia es función de la distancia a la fuente de descarga o radiación.

Análisis de modos de falla (agujero, picadura, rotura) para dispersión de gas.

Para la determinación de la probabilidad de ignición se considerarán casos particulares, cruces con caminos y líneas de alta tensión, y sitios puntuales de mayor probabilidad de ignición. Se utilizará el modelo definido en la Igem/TD/2.

#### 4.1.4 Cálculo del Riesgo

Riesgo Individual: Frecuencia esperada de daño a una persona ubicada permanentemente en un punto específico, calculada como la suma de los productos de la probabilidad de cada evento con ignición por su longitud de influencia.

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

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

#### 4.1.5 Evaluación del Nivel de Riesgo

De acuerdo con la normativa, la Evaluación del Riesgo se realizará comparándolo con el criterio ALARP el cual establece:

Para Riesgo Individual:

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

Para Riesgo Social:

En ninguno de los puntos a lo largo del gasoducto se podrá superar que accidentes que causen 100 o más muertes contengan frecuencias de  $1 \times 10^{-5}$ .

#### 4.1.6 Selección de medidas de Mitigación

Para aquellos sitios con Riesgo Intolerable se seleccionarán medidas de mitigación de riesgo. Entre las medidas que pueden utilizarse se encuentran:

- Reubicación de la traza.
- Incremento de la profundidad de tapada.
- Aumento del espesor del caño.
- Reducción de la MAPO.
- Disminuir el factor de diseño.
- Uso de protecciones mecánicas (ej., losas de hormigón).
- Incremento de la frecuencia de vigilancia.
- Mejora de la Protección Catódica.
- Instalar cupones.
- Aumentar la frecuencia de pasaje de Inspección Instrumentada Interna (ILI).
- Combinación de las anteriores.

Simulación del riesgo tras aplicar cada medida, con Análisis Costo-Beneficio para alcanzar la condición ALARP (As Low As Reasonably Practicable).

#### **4.1.7 Presentación del Modelo**

Sesión mínima de 8 horas (in-house) para explicar en detalle el modelo, su metodología y herramientas de cálculo, detallando cada etapa del proceso y los resultados obtenidos.

#### **4.1.8 Plan de Trabajo,**

El Proponente deberá presentar un plan de trabajo detallado:

- Para todas las actividades del servicio.
- Recursos necesarios
- Detalle de actividades en casa, fases del servicio

#### **4.1.9 Cronograma de Actividades**

El proponente debe presentar un cronograma de las actividades a realizar, reflejando los plazos de ejecución para cada actividad a ser ejecutada (diagrama de Gantt - MS Project). Se considera un Plazo máximo de 120 días calendario para la ejecución del servicio, contabilizados a partir de la emisión de la Orden de Proceder.

El Proveedor adjudicado debe enviar a YPFB TS el cronograma actualizado antes de iniciar las actividades y durante la ejecución toda vez que se solicite el avance del proyecto.

La empresa debe presentar un cronograma detallado que incluya:

- Fases del proyecto.
- Hitos clave y fechas de entregas parciales.
- Plazo total estimado para la finalización del proyecto.

#### **4.1.10 Organigrama**

Se requiere que el Oferente presente un organigrama del servicio, donde se identifique el personal propuesto, que será responsable de la realización de los trabajos solicitados.



El personal propuesto deberá figurar en el organigrama de trabajo.

#### **4.1.11 Experiencia de la empresa**

Las empresas interesadas deberán presentar un currículum institucional y documentación que acredite lo siguiente:

- Experiencia general mínima de 3 años.
- Experiencia específica mínima de 2 años en Análisis de Riesgos, servicios de Integridad de tuberías, evaluaciones de corrosión, presentando respaldos de los servicios ejecutados.
- Haber realizado al menos tres (3) servicios relacionados (punto anterior) en los últimos 3 años.

Se aclara que la experiencia deberá estar descrita en un listado de acuerdo al formato del Anexo E-2 Experiencia de la Empresa Proponente y respaldado por copia simple de los siguientes documentos que permitan verificar el alcance, duración y conformidad de los proyectos:

- Ordenes de servicio.
- Orden de proceder del servicio (si aplica).
- Acta de conformidad/aceptación del servicio.

#### **4.1.12 Experiencia del Personal**

- **Gerente del proyecto**

Conocimiento en integración en planificación y mantenimiento de activos de sistemas de transporte de hidrocarburos. Participación en el desarrollo gestión de riesgos en sistemas de ductos en proyectos similares en los últimos 10 años.

- **Especialista Senior en Programas de Gerenciamiento de Integridad:**

Más de 10 años de experiencia documentada en la industria del petróleo y gas, específicamente en la gestión de integridad de ductos, desarrollando y liderando planes de inspección y monitoreo, y análisis y gestión de riesgos. Participación en el desarrollo de herramientas para cálculos y gestión de riesgos en sistemas de ductos, en proyectos similares en los últimos 10 años.

- **Analista de Riesgo Cuantitativo**

Experiencia de 5 años en la realización de Análisis de Riesgo Cuantitativo en ductos de transporte de hidrocarburos o gas natural. Debe contar experiencia en proyectos similares ejecutados, con alcances comparables al solicitado (evaluación de riesgo individual y social, selección de medidas de mitigación, y demostración de condición ALARP).

El Proponente adjudicado al NO presentar el personal calificado propuesto o los equipos propuestos al inicio o durante la ejecución del Proyecto, será motivo suficiente para la

cancelación del Contrato sin derecho a reclamo por parte de la empresa adjudicataria del servicio. Sólo podrán ser reemplazados los profesionales encargados durante la ejecución de los trabajos por otro profesional de igual o mayor experiencia y con la aprobación del Fiscal del proyecto.

#### **4.1.13 Normas / Regulaciones Técnicas**

Para la ejecución de los servicios se debe cumplir las Normas y procedimientos de aplicación:

- ASME B31.8S (Gestión de Integridad de Sistemas de Tuberías).
- API 579 (Evaluación de Aptitud para el Servicio).
- API 1160 (Gestión de Integridad de Ductos).

#### **4.1.14 Inspección Previa**

Las Empresas interesadas en participar del proceso de licitación podrán conocer las instalaciones y el DDV mediante un relevamiento integral y en detalle de toda la información de campo que crean necesaria: técnica, constructiva, logística, social, ambiental, etc. para una correcta presentación de su propuesta técnica y económica.

Dicha visita no guiada de inspección no es obligatoria. Para programarla, los interesados deberán coordinar la fecha directamente con el analista responsable del proceso de contratación. Todas las consultas derivadas de la visita no guiada deberán enviarse por correo electrónico a este mismo contacto.

#### **4.1.15 Consultas/ Reunión de Aclaración**

Posterior a la inspección previa y como parte del proceso de contratación se realizará una reunión virtual de Consultas y Aclaración, la fecha y hora de esta reunión y de la visita se dará a conocer oportunamente durante el proceso

#### **4.1.16 Entregables**

La contratista debe presentar los informes respectivos que deberán incluir:

- Descripción de la metodología de Análisis de Riesgos.
- Resultados Cuantitativos del Análisis.
- Evaluación de resultados y selección de medidas de mitigación para Riesgos Intolerables.
- Simulación de riesgo post-mitigación.
- Datos tabulados utilizados en los cálculos.

La presentación será en copia dura (impresa) y digital (editable Informes en Word y planillas o formatos (sujetos a revisión de YPFB TS) en Excel y PDF - Informe completo con firma) incluyendo el análisis e interpretación de los resultados, conclusión y las medidas de mitigación.

## **5. CONSIDERACIONES ADMINISTRATIVAS**

A continuación, se detallan las condiciones y normas administrativas de YPFB TS aplicables al servicio, a las cuales se debe regir el Oferente.

### **5.1 Duración (plazos) de los servicios**

YPFB TS considera para el presente servicio una duración máxima de 120 días calendario.

### **5.2 Modalidad de Pago**

Se establece un anticipo inicial del máximo del 20% del total del proyecto, para el cual se deberá presentar una boleta de garantía de correcta inversión de anticipo, equivalente al 100% del monto anticipado y deberá mantenerse vigente hasta la cancelación por avance correspondiente a ese monto.

Para este concepto se requerirá cualquiera de las siguientes garantías:

- a) Garantía a primer requerimiento emitida por un banco local (oferente/proponente local).
- b) Carta de crédito stand by a primer requerimiento confirmada por un banco local (oferente/proponente extranjero).

La forma de pagos se realizará en base al avance de obra, el cual estará reflejado en un cronograma que será aprobado por YPFB Transporte y consensuado con el proponente, luego de emitida la orden de proceder para el proyecto, los hitos base para el avance de obra, deberán contener los indicados a continuación:

- a) Relevamiento inicial de información, validación e integración de datos.
- b) Análisis de riesgo.
- c) Selección de medidas de mitigación.
- d) Presentación informe final.

El Reporte Semanal de Avance (RSA) del Servicio será el respaldo del Boletín de Medición (BM) y deben ser enviados juntos para su aprobación, el BM aprobado sirve para la facturación del servicio.

En caso de declinar por el anticipo inicial, se procederá con los pagos de acuerdo al avance de obra consensuado al inicio del proyecto.

### **5.3 Forma de Adjudicación**

La adjudicación se realizará por el total del servicio que incluirá los impuestos de ley.

### 6. ANEXOS

Los documentos que forman parte del presente Términos de Referencia y que describen ciertas características o información técnica adicional que los proponentes deben conocer y considerar para la elaboración de sus ofertas.

- Anexo B-1 Planilla de Cotización
- Anexo E-1 Matriz de Evaluación
- Anexo E-2 Experiencia de la Empresa