

Del incidente a la acción: Relevamiento en campo y georeferenciación para mitigar la amenaza de daño por terceros

Nadia Jerez TGN SA, nadia.jerez@tgn.com.ar - Geraldine Gravina TGN SA, geraldine.gravina@tgn.com.ar
- Marcos Palacios, TGN SA, marcos.palacios@tgn.com.ar - Yeraldine Rivera TGN SA, yeraldine.rivera@tgn.com.ar

Sinopsis

A partir de la investigación de un incidente con terceros, se identificó la oportunidad de incorporar de manera sistemática información que, hasta ese momento, no era considerada de relevancia en la gestión de la amenaza de daño por terceros. El incidente en cuestión se produjo cuando un propietario, afectado por el trazado de los gasoductos, realizó una excavación con una máquina retroexcavadora que impactó directamente sobre el Gasoducto Troncal Norte, ocasionando daños en la tubería, incluyendo rotura del revestimiento, pérdida de metal y abolladuras.

Como resultado del análisis y lecciones aprendidas, se evidenció la necesidad de relevar y comprender en profundidad la actividad que se desarrolla en cada inmueble atravesado por los gasoductos. Esta información resulta esencial para evaluar de manera adecuada la amenaza de daño por terceros y para implementar medidas preventivas específicas que contribuyan a mitigar dicho riesgo.

Con el fin de atender este requerimiento, se desarrolló una aplicación móvil sobre una plataforma de sistema de información geográfica, destinada al registro del uso del suelo y al relevamiento de señalizaciones en campo, consideradas medidas de mitigación del riesgo asociado a la amenaza. Toda la información recolectada se integra automáticamente al sistema GIS de TGN. Durante su desarrollo, la aplicación fue sometida a un proceso de validación progresiva mediante pruebas operativas en terreno, hasta alcanzar su versión final y ser implementada en producción.

La disponibilidad de esta información fortaleció la calidad y precisión de los análisis de riesgo asociados a la amenaza de daño por terceros, permitiendo orientar de manera más específica el “Plan de Prevención de Daños” y respaldar la definición de acciones concretas destinadas a la mitigación efectiva de dicho riesgo.

Introducción

En noviembre 2020 se encontró una excavación mecánica no autorizada perpendicular a la traza de los 3 gasoductos de TGN, dentro de un inmueble privado, cuya actividad principal es la plantación de cítricos. La excavación fue realizada para construir un talud con la finalidad de controlar el ingreso no autorizado de personas al inmueble. Dichos trabajos comenzaban unos metros antes del gasoducto identificado como N1P en sentido oeste – este.



Figura 1: Ubicación del incidente e imagen de la excavación encontrada en el inmueble

Luego de detectada la excavación se acondicionó el gasoducto para realizar la verificación preliminar del estado de la cañería, detectándose que la máquina impactó contra la cañería, dañando al menos en 7 partes del caño, una de las cuales fue una abolladura con arrastre de material con una profundidad aproximada del 1% del diámetro. Posteriormente se realizó la evaluación de defectos donde se definió el reemplazo de la cañería dañada.



Figura 2: (a) y (b) Daños de pérdida de material encontrados en la cañería, (c) abolladura con arrastre de material con una profundidad aproximada del 1% del diámetro

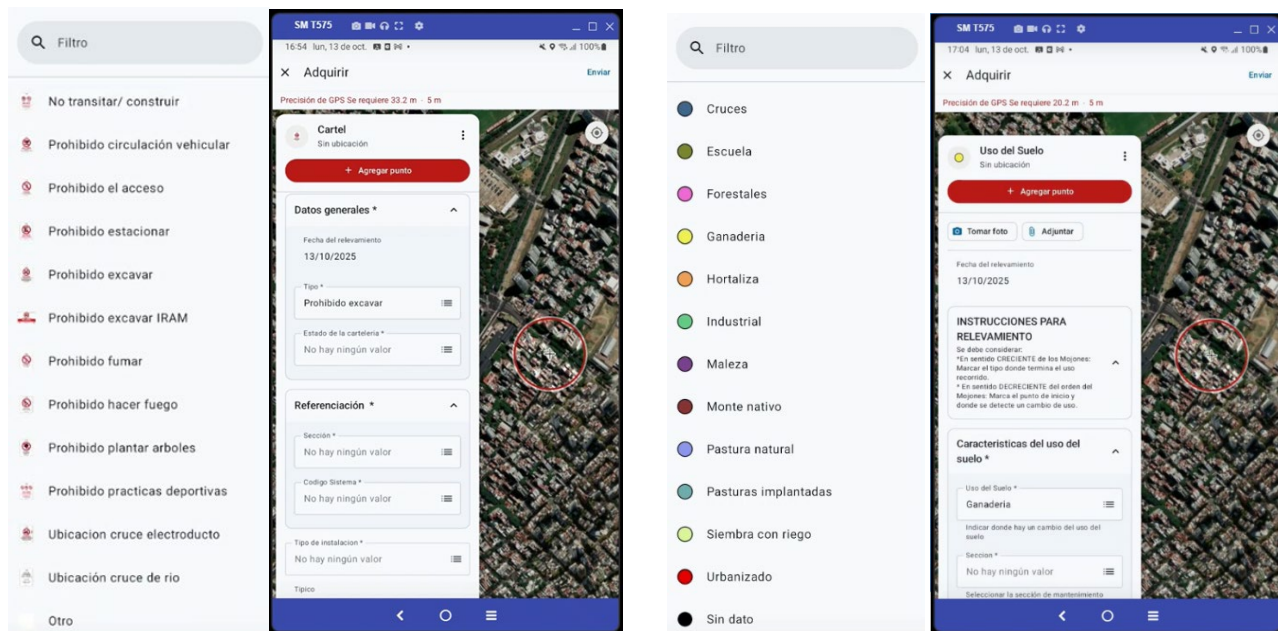
Como resultado de la investigación, se identificaron las siguientes lecciones aprendidas vinculadas al desarrollo de la aplicación:

- ✓ Ajuste de frecuencias de visitas y patrullajes en la zona donde ocurrió el incidente y otros inmuebles de las mismas características de uso de la propiedad.
- ✓ Desarrollar un “Mapa de prevención” en el Sistema GIS que permita visualizar y categorizar los riesgos asociados a cada inmueble mediante el uso de un mapa de calor.
- ✓ Revisar el procedimiento de señalización, incorporando las lecciones aprendidas e integrándolo a las mejores prácticas vigentes en la industria.

Desarrollo de la herramienta tecnológica

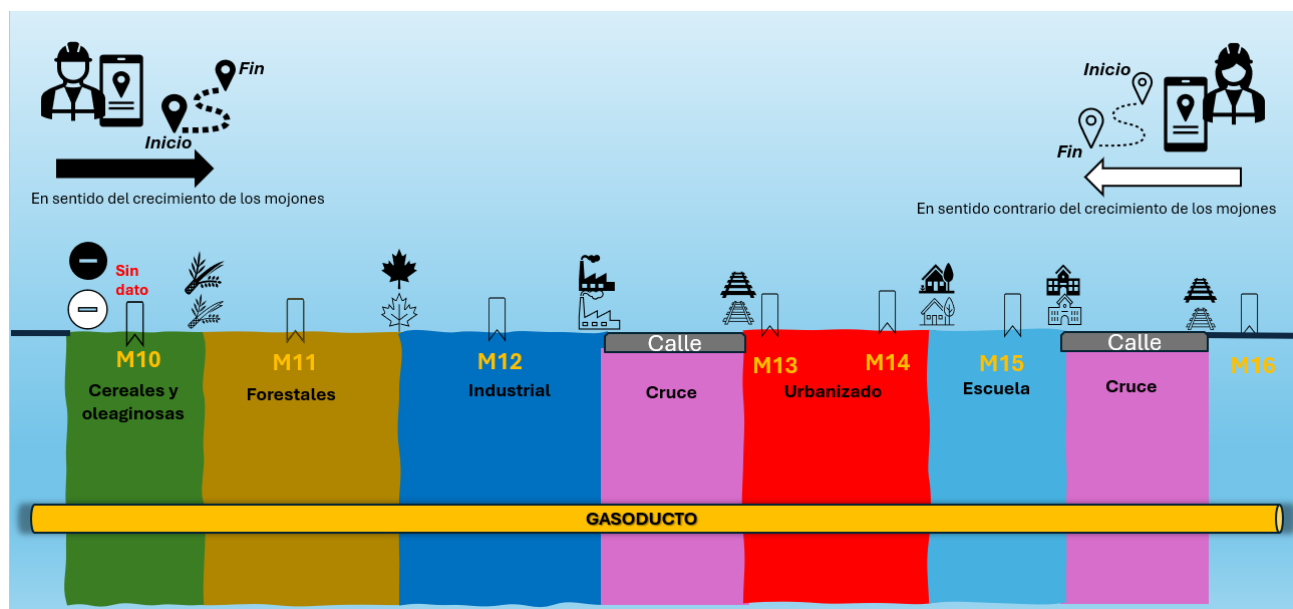
Con el fin de relevar la actividad desarrollada en los inmuebles y registrar con precisión la ubicación de la señalización instalada a lo largo de las trazas de los gasoductos, se diseñó y desarrolló una herramienta tecnológica específica para dicho propósito.

Se desarrolló una aplicación integrada en Field Maps que permite relevar la cartelería y el uso del suelo a lo largo de la traza de los gasoductos. La aplicación permite la utilización de áreas previamente descargadas para operar en modo sin conexión. Asimismo, incorpora datos base de referencia (incluyendo traza, mojones, cruces e imagen satelital) y posibilita la sincronización en línea cuando existe conectividad. Toda la información generada se aloja en el servidor corporativo y se integra a la base de datos georreferenciada del sistema GIS institucional.



(a)

(b)



(c)

Figura 3: (a) Imagen aplicación para relevamiento de cartelería y señalización, (b) Imagen aplicación para relevamiento del uso del suelo y (c) Consideraciones en función del sentido del relevamiento.

Resultados

A la fecha de emisión del presente documento, se han relevado 1.400 km lineales de cañería, lo que representa aproximadamente el 21% de los ductos operados por TGN. Asimismo, se registraron 2.800 señalizaciones y 978 usos del suelo.

Del total de la cartelería relevada, el 60,5% se encuentra en buen estado, el 26% presenta deterioro o información desactualizada y el 13,9% requiere reemplazo (ver Figura 4).

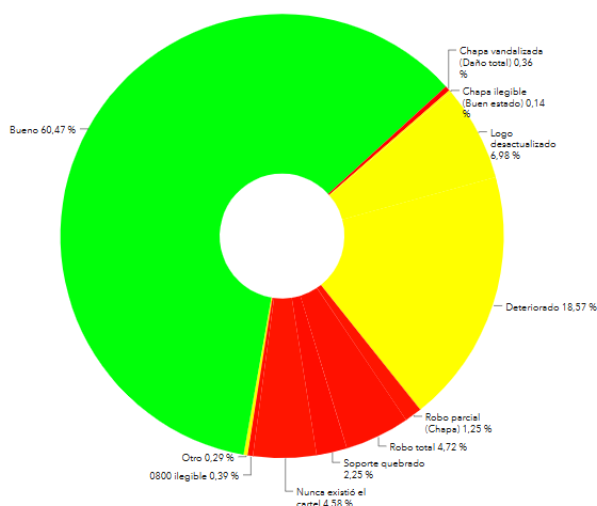


Figura 4: Distribución del estado de la cartelería relevada al momento de emisión del presente documento.

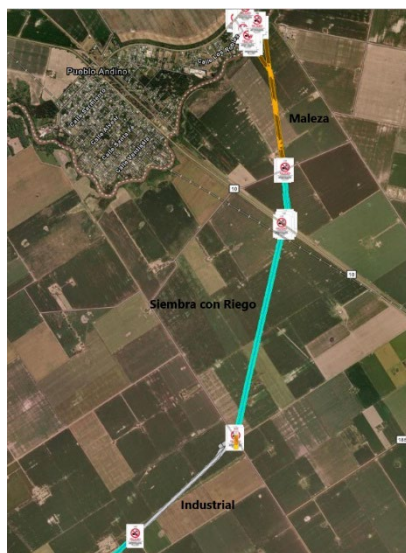
El relevamiento de señalizaciones constituye un dato clave para *verificar el cumplimiento* de los requisitos establecidos en la Sección 707 de la NAG 100/93, contribuyendo al aseguramiento de la integridad de las instalaciones y al alineamiento con la normativa vigente.¹

Así mismo, esta herramienta, actualmente en uso operativo en campo, permite planificar y programar de manera eficiente las tareas de mantenimiento, determinando con precisión la cantidad de carteles que deben instalarse o reemplazarse, tanto de manera completa (chapa y soporte) como parcial, según el estado relevado de cada elemento. Adicionalmente, los carteles relevados serán incorporados como objetos en SAP, lo que permitirá analizar su *vida útil*, establecer *frecuencias óptimas de reemplazo* y efectuar un seguimiento sistemático de las obras asociadas.

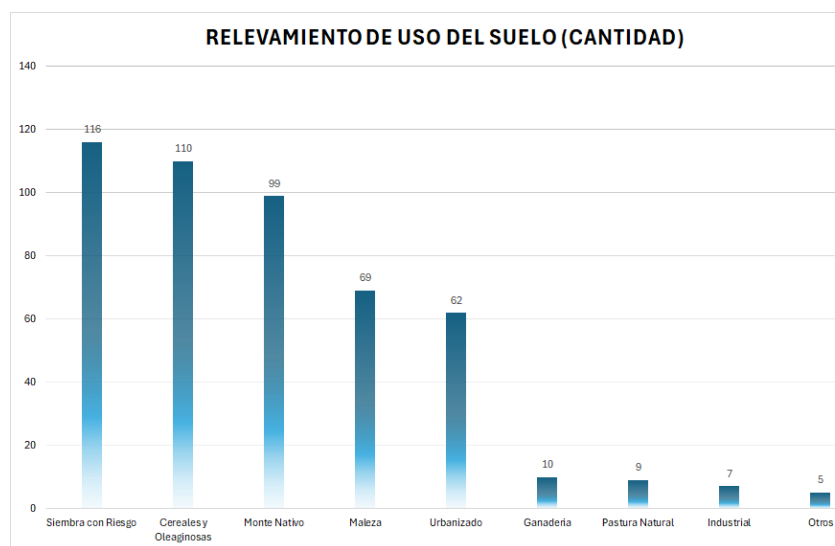
Finalmente, la información obtenida permite evaluar el grado de cumplimiento de las Medidas de Reducción de Riesgo (MRR) definidas en los análisis, contribuyendo además a la gestión y seguimiento de aquellas MRR que no hayan sido implementadas o cuyo cumplimiento resulte parcial.

Respecto al *uso de suelo* relevado, del total surge un 24% de siembra con riego, 23% Cereales y oleaginosas, 20% monte nativo, 14% maleza, 13% urbanizado, 2% ganadería, 2% pastura natural, 2% industrial y otros.

¹ Nota: Los resultados presentados corresponden al relevamiento **base cero**, realizado para obtener una visión actualizada del estado de la cartelería y señalización en el Sistema de TGN. Esto no implica que los gasoductos no cuenten con la señalización adecuada; por el contrario, el objetivo es identificar zonas de mayor criticidad que puedan requerir refuerzos adicionales más allá de la normativa vigente.



(a)



(b)

Figura 5: (a) Ejemplo de visualización de los carteles y el uso del suelo y, (b) Distribución de los distintos usos del suelo relevados donde se observa predominancia, de lo actualmente relevado, de Cereales y Oleaginosas, Siembra con riego y Monte Nativo.

Para la definición de la **criticidad del uso del suelo**, se llevó a cabo un análisis cualitativo basado en el juicio experto de profesionales especializados en prevención de daños, gestión de riesgos y agronomía.

Este trabajo interdisciplinario permitió integrar criterios técnicos, operativos y productivos, evaluando las características de cada actividad desarrollada en los inmuebles y su potencial impacto sobre la integridad de los gasoductos. La combinación de estas perspectivas expertas posibilitó establecer una clasificación de criticidad robusta y alineada con las mejores prácticas de la industria.

Tabla 1: Definición de Criticidad de Uso del Suelo

Criticidad	Criterios	Ejemplos
ALTA	Plantación permanente	Caña de azúcar, cítrica y frutícola, forestación, Siembra con riego, etc.
	Actividades propias del tipo de cultivo	
	Riego artificial	
	Construcción de canales	
MEDIA	Mantenimiento de caminos propios asociados a la actividad	Ganadería en feedlot, Urbanizado, Industrial, Comercial, hortalizas, Cruces, Cereales y Oleaginosas, etc.
	Urbanizado e industrial implica más presencia de personas	
	La plantación de hortalizas implica una forma de riego no tan riesgosa	
	Para cereales y oleaginosas habitualmente no se requieren construcción de canales para el riesgo	
BAJA	Toda actividad que no requiera de canalización para asegurar el riesgo y/o mantenimiento de caminos propios asociados a la actividad	Monte Nativo, Pastura Natural, Pasturas implantadas, zonas áridas, áreas de servicios (Escuelas, Iglesia, gendarmería, etc.), ganadería de pastura, etc.

El nivel de criticidad definido fue incorporado como una capa específica dentro del sistema GIS, permitiendo la identificación visual inmediata de los inmuebles con usos del suelo considerados críticos.

Esta información servirá como insumo clave para robustecer los análisis de riesgo y orientar la definición de nuevas medidas de mitigación, con el objetivo de mantener controlada la amenaza de daño por terceros y optimizar la gestión preventiva en los tramos evaluados.

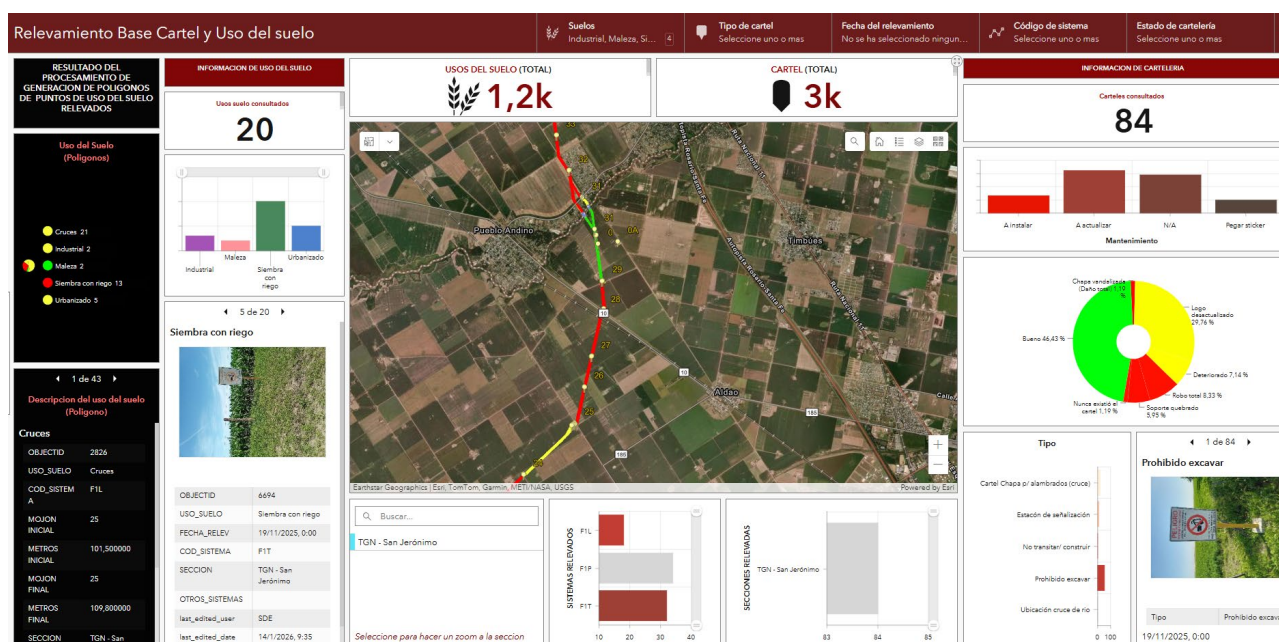


Figura 6: Tablero de visualización de Cartelería y Uso del suelo

Próximos pasos:

Como continuidad del relevamiento *base cero*, se avanzará en completar la cobertura total de las trazas operadas, integrar la información obtenida a los análisis de riesgo vigentes, priorizar el refuerzo de la señalización en zonas críticas y fortalecer el uso de la información georreferenciada como soporte para la planificación operativa y la toma de decisiones.

Conclusiones

A continuación, se sintetizan las principales conclusiones del trabajo.

1. El desarrollo e implementación de una aplicación móvil integrada al GIS institucional permitió relevar, con trazabilidad y georreferenciación, tanto la señalización como el uso del suelo, habilitando una mejora sustantiva en la calidad de la información para la toma de decisiones.
2. El relevamiento de señalizaciones se consolida como evidencia para **verificar el cumplimiento** de la Sección 707 de la NAG 100/93, fortaleciendo el aseguramiento de la integridad y la alineación normativa de la operación.
3. La información obtenida optimiza la **planificación** y **programación del mantenimiento**, permitiendo dimensionar reemplazos completos (chapa y soporte) o parciales, y calendarizar las tareas según el estado real relevado en campo.
4. La incorporación de los carteles como objetos en SAP viabiliza la **gestión del ciclo de vida** (vida útil, frecuencia óptima de reemplazo) y el seguimiento sistemático de las obras asociadas al recambio y reemplazo de cartelería, mejorando control y trazabilidad.
5. La clasificación cualitativa de criticidad del uso del suelo, basada en juicio experto interdisciplinario (prevención de daños, riesgo y agronomía), aporta un **criterio homogéneo** y **reproducible** para focalizar la gestión sobre los inmuebles y uso del suelo con mayor potencial de daño por terceros. Su incorporación en GIS permite la **identificación visual** de zonas críticas y su integración a los análisis de riesgo, habilitando la definición de nuevas medidas de mitigación y la priorización de recursos.
6. La información generada facilita la evaluación del grado de cumplimiento de las Medidas de Reducción de Riesgo (MRR) y la gestión/seguimiento de las MRR no implementadas o parcialmente cumplidas, cerrando el ciclo entre análisis de riesgo y acción correctiva.

Bibliografía:

- [1] NAG-100 - Año 1993, “Normas argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías”.
- [2] Adenda Nro. 1 - Año 2010, Parte O “Gerenciamiento de la Integridad de Líneas de Transmisión”, de la NAG-100.
- [3] Base de Datos, módulo Gasoducto, del Sistema SAP
- [4] GT- PD-A-01 – Programa de Prevención de daños.
- [5] GT PD P 01, Patrullaje para prevención de Daños

C V

Nadia Jerez

Título y lugar de estudio: Ingeniera en Materiales, Instituto Sábató, CNEA-UNSAM, Arg.

Trayectoria: 18 años de experiencia en el área de gestión y mantenimiento de integridad de ductos, recipientes estáticos y cañerías, con experiencia comprobada en Análisis de Riesgos, Fallas, Mantenimiento Industrial, Análisis de Vida útil remanente, Inspección Basada en Riesgo, Ingeniería Mecánica y de Materiales. Amplio conocimiento en normativas internacionales relacionadas con Gestión de integridad, mantenimiento y riesgo.

Cargo actual en la empresa: Jefa del Área de Prevención de Daños en la Gerencia Técnica

Geraldine Gravina

Título y lugar de estudio: Magister en análisis espacial y gestión del territorio. Lic. Geografía

Trayectoria: 14 años de experiencia. Cargo actual en la empresa: Competencias en planificación estratégica urbano- ambiental, gestión de riesgos (vulnerabilidad y amenazas), administración de base de datos geográfica y elaboración de proyectos. Uso de sistemas de información geográfico, experiencia en sensores remotos para la adquisición, procesamiento y análisis

Cargo actual en la empresa: analista en geomática

Marcos Gerardo Palacios

Título y lugar de estudio: Agrimensor – Universidad Nacional de Córdoba

Trayectoria: 27 años de experiencia en el rubro de O&G, con vasta experiencia en gestión de interferencias, gestión de propietarios, agrimensura y definición de planes de acción de incidentes de terceros. Miembro activo en la Comisión de Cartelería del IRAM.

Cargo actual en la empresa: Analista de Prevención de Daños

Yeraldine Rivera

Título y lugar de estudio: Ingeniera Geodesta – Universidad del Zulia (Maracaibo; Venezuela)

Trayectoria: 16 años de experiencia en los rubros de ambiente, petróleo y gas. Experiencia en el área de topografía, cartografía y sensores remotos; incluyendo adquisición, análisis, procesamiento e interpretación de datos georreferenciados.

Cargo actual en la empresa: Analista de Geomatica.