

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO EN TGS

Daniel Falabella

Transportadora de Gas del Sur

Abstract

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un sistema que por medio de computadoras y datos geográficos y técnicos ayuda a un mejor entendimiento de los problemas que a diario nos debemos enfrentar.

Sin duda constituyen una poderosa herramienta para la realización de diversos estudios relacionados con modelos digitales de terreno, procesamiento de mapas, fotogrametría e imágenes satelitales.

La variedad, complejidad y volumen de información constructiva, técnica, estructural y geográfica, hacen necesario la utilización de un sistema eficiente para analizar la información generada y para clasificar y consultar la información referenciada geográficamente.

La información integrada en nuestro SIG abarca principalmente los siguientes temas:

- Información Cartográfica: ríos, lagos, curvas de nivel, tipos de suelo, poblaciones, caminos, ferrocarriles, ejidos urbanos, límites provinciales y departamentales, información catastral.
- Información de Elementos: espesores, diámetros de cañería, válvulas, plantas compresoras, puntos de medición, trampas scrapers, clase de trazado, reparaciones, cambios de cañería, recobertura, descensos de cañería, datos de protección catódica, inspecciones internas, fallas medidas en campo
- Campo jurídico-catastral . Comprende información catastro-dominial y situación jurídica de la ocupación en inmuebles afectados por las trazas de los gasoductos
- Imágenes satelitales para todo el sistema de gasoducto
- Imágenes aerofotogramétricas de la zona comprendida por el anillo de alimentación a Bs. As.

Todos los datos están ubicados en el espacio a través de coordenadas x, y, z , y ordenados en capas temáticas o layers, permitiendo la explotación de la información almacenada de acuerdo a distintos requerimientos. Los datos de coordenadas se obtienen mediante el uso de GPS (geographic position system)

TGS dispone actualmente de una estructura cliente servidor, basado en un servidor de datos Sybase – SDE, sobre una plataforma SUN y además dispone de un servicio de mapas en Intranet para brindar capacidades de mapeo a los usuarios remotos.

Los beneficios que surgen de la aplicación de un SIG son numerosas, y los logros obtenidos redundaron en beneficios económicos al lograr mejorar procesos, automatizar trazado de planos, obtener información más precisa y en menor tiempo, y al poder desarrollar nuevas tareas de análisis.

El presente trabajo muestra lo que TGS viene realizando en la materia y brinda una serie de ejemplos ilustrativos de la aplicación de un SIG en el análisis de la integridad de un ducto.

Introducción

TGS tiene bajo su operación y mantenimiento 7000 km de gasoductos, a través de los cuales se transporta aproximadamente el 60% del volumen de gas natural utilizado en la República Argentina, por lo cual uno de nuestros principales propósitos es preservar la integridad de los ductos e instalaciones a nuestro cargo, como así también realizar los mantenimientos preventivos y correctivos que sean necesarios. Para poder cumplir eficientemente con estas tareas es que se utiliza tecnología de punta tanto en las rutinas de inspección como en las de mantenimiento.

Esta situación trajo aparejado el tener que manejar una importante cantidad de datos: inspección interna, protección catódica, suelos, datos geográficos, inspecciones visuales, planes de mantenimiento, especificaciones de la construcción del gasoducto, legajos técnicos de las instalaciones, acceso a propietarios, catastro, etc., por lo que se decidió integrar toda la información en una base de datos común.

Conjuntamente se comenzó con la construcción de un sistema de información geográfica que permitiera la visualización de los datos en forma amigable y sencilla, surgiendo entonces la posibilidad de cruzar geográficamente la información en estudio. Para lograr este objetivo hubo que asociarle a cada dato, sus atributos geográficos (coordenadas x,y), determinados en la mayoría de los casos con un posicionador satelital (GPS).

La información se completó con imágenes Landstat TM multiespectral, con una resolución de 30 mts por pixel, que son de utilidad para la determinación del uso del suelo, hidrografía, caminos, traza de gasoductos y rasgos cartográficos. Otra fuente importante de información utilizada fue el vuelo aerofotogramétrico realizado sobre el anillo que alimenta la Cap. Fed. y alrededores.

Todo el sistema funciona bajo una estructura cliente servidor, con un servidor de datos Sybase – SDE, sobre una plataforma SUN. Además se dispone de un servicio de mapas en Intranet para brindar capacidades de mapeo a los usuarios remotos. Esto permite la consulta a la base de datos en línea.

Los beneficios que surgen de la aplicación del SIG (sistema de información geográfico) son numerosos. Sin lugar a dudar el tener la información proveniente de diversas fuentes, ordenada, fácil para su utilización, y además representada espacialmente, nos da un importante ahorro de todo tipo, gracias a la posibilidad que tenemos de poder tomar acciones de trabajo en forma más rápida, con mayor precisión y seguridad. Esto implica también poder lograr mejores procesos y desarrollar nuevas tareas de análisis.

En nuestro caso la conectividad que tiene el SIG con otros programas como el CPDM , SAP, Riesgo en cañería (IAP), información jurídico – catastral, nos trae aparejado la no repetibilidad de datos, la fácil mantención de los mismos, y el uso por parte de toda la compañía de la misma información.

Desarrollo

Evolución sobre distintas metodologías de análisis de información

En el año 93, al poco tiempo de hacerse cargo TGS del sistema de transporte sur, se planteó la necesidad de realizar los primeros estudios de integridad de cañería. Estos estaban relacionados con los siguiente aspectos:

- Definición de un programa de Inspección Interna

- Definición de una herramienta de inspección
- Posible programa de reemplazos / reparaciones de cañería

Para poder tomar estas decisiones solo se contaba con algunos datos de las últimas inspecciones internas realizados por parte de Gas del Estado, inspecciones llevadas a cabo con herramientas de baja resolución, y datos de los potenciales de protección catódica on del año 92. Cruzando estas dos informaciones se tomaron las decisiones antes enunciadas.

Durante los años 94 y 95 se realizó la primera inspección interna de nuestro sistema, pasándose inmediatamente a la etapa de reparación de defectos donde se utilizó el criterio establecido por ASME B31G pero con un FER (factor estimado de reparación) = 0,95 para dar cumplimiento a la licencia en la determinación y tratamiento de fallas leves, moderadas y severas.

En el año 96 se elaboró un plan de recobertura por aproximadamente 240 km para ser implementado entre los años 1998 al 2001. Se tomó como base la información de la concentración por km de fallas remanentes de la primera corrida de inspección interna y los potenciales on, off y natural.

En tanto que en los años 97 y 98 se realizó la 2° corrida de inspección interna de nuestro sistema. Allí se pudo agregar como elemento nuevo de análisis la comparativa de las dos inspecciones internas, teniendo por primera vez la oportunidad de realizar estudios específicos de crecimiento de corrosión, información esta utilizada para los planes de reparaciones.

En el año 99 comenzamos con el armado de una base de datos, para conocer más sobre la integridad de nuestras líneas al contar con la mayor cantidad de datos posibles en un mismo y único sistema de información. Esto nos permitiría también potenciar nuestra capacidad de análisis y mejorar nuestros planes de mantenimiento preventivos y predictivos. Previamente tuvimos que definir cual era la información necesaria con que debíamos contar dentro de nuestra base de datos y cuales eran las fuentes de obtención de las mismas.

La Integridad hoy

Conocer el estado integral de una cañería implica el monitoreo y medición de un importante número de variables, asociadas con cada una de las tipologías de riesgo a las que están sometidas las cañerías e instalaciones de transporte de gas.

Así si estamos hablando de *corrosión externa* las variables más importantes que debemos conocer son:

- El tipo de suelo.
- Temperatura de la cañería
- El PH del suelo.
- El sistema de protección catódica utilizado.
- Datos de potenciales on, off , y natural, como también su evolución en el tiempo.
- Los distintos tipos de revestimiento que la cañería posee.
- El estado del revestimiento
- La antigüedad de la cañería
- La antigüedad del revestimiento
- Las posibles interferencias que otras estructuras metálicas pueden inducir en nuestro sistema de protección catódica
- Los datos obtenidos de estudios específicos de protección catódica: paso a paso, despolarización de la cañería, estado de cobertura, cupones de corrosión , DCVG, etc.

- Datos de inspección interna, sobre pérdidas de metal externo. En nuestro caso dos corridas completas para todo el sistema.
- Localización de áreas activas de corrosión.
- Monitoreo de rectificadores.
- Posibilidad de MIC
- Curvas de nivel
- Tareas realizadas sobre el sistema como ser: cambio de revestimiento, reparación de defectos, colocación de nuevos equipos rectificadores, colocación de ánodos profundos, etc.
- Historial de defectos

En el caso de *corrosión interna* tenemos que conocer:

- Composición del gas
- Porcentaje de sulfuros, y contenido de agua.
- Valores de ácido sulfhídrico, dióxido y monóxido de carbono.
- Temperatura del gas
- Antigüedad de la cañería
- Curvas de nivel
- Frecuencia de pasaje de scraper de limpieza.
- Resultados de pasaje de chanchos de limpieza.
- Datos de inspección interna sobre pérdidas de metal interna.
- Historial de defectos

Para el caso de *daños por terceros* es necesario contar en la base de datos con la siguiente información:

- Las construcciones próximas.
- La actividad agrícola que se desarrolla.
- Control de tareas de terceros sobre la cañería.
- Frecuencia de patrulla de inspección
- Programa de divulgación pública.
- Protecciones especiales sobre la cañería: gunitado, gaviones y otros.
- Tapada de la cañería
- Tenacidad de la cañería
- Espesor nominal de la cañería
- Estado de la picada
- Demarcación del gasoducto
- Datos de inspección interna relacionados con abolladuras.

Al tratar el tema de *movimientos de suelos* es importante conocer e incluir en la base de datos, los siguientes parámetros:

- El tipo de suelo
- Los cruces de agua: su caudal, sus cambios de posición con el correr de los años.
- La tapada de la cañería
- Condición de la soldadura circunferencial.
- Datos de descensos de cañería.
- Historial de defectos

Así también con respecto a los *materiales* se hace necesario conocer:

- Tipo de costura longitudinal
- Año de fabricación de la cañería
- Test de prueba hidráulica de fábrica
- Datos de inspección interna relacionados con defectos de material.

- Tenacidad de la cañería
- Temperatura de transición
- Ciclos de presión

Con respecto al *SCC (Stress Corrosion Cracking)* o *HIC (fisuración inducida por hidrógeno)* hay una serie de elementos que indefectiblemente deben ser conocidos para poder tomar decisiones:

- Tipo de suelo
- Composición del suelo
- Drenaje del suelo
- Puntos bajos
- Temperatura de la cañería
- Tipo de revestimiento
- Estado del revestimiento
- Ciclos de presión de la cañería
- Temperatura del gas
- Tenacidad de la cañería
- Temperatura de transición
- Datos de protección catódica
- Estado de los rectificadores
- Resistividad del terreno
- Realización de pruebas hidráulicas
- Datos de pozos de verificación sobre presencia de fisuras
- Datos de inspección interna relacionados con la detección de presencia de fisuras.

Además de todo lo hasta ahora dicho, el estado integral de la cañería también está asociado en el caso de TGS al cumplimiento de la siguiente normativa:

- Externa:
 - ISO 14001 y próximamente ISO 9001
 - NAG 100
 - Standard de Calidad (dictado por el ENARGAS)
- Interna:
 - Plan de integridad
 - Manual de mantenimiento preventivo
 - Pautas técnicas administrativas

Surgen así las siguientes tareas: recorrida anual a marcha lenta de los 7000 km de cañería, calibración de aproximadamente 380 válvulas para la condición verano e invierno, la revisión cuatrimestral de aproximadamente 80 cruces especiales: vías férreas, caminos, rutas, etc , el control de presupuestos tanto en tiempo como en dinero, la relación con los propietarios, y otras.

Todo este volumen de información técnica, operativa, normativa, de diseño, de inspección, de monitoreo, de conocimiento de variables ambientales y de suelo, de catastro, descrita en este punto, se debe entrecruzarse de manera adecuada para mejorar la toma de decisión en lo que respecta a la integridad de la cañería. Así es que TGS decidió buscar, generar (en el caso de no existir) y actualizar toda esta cantidad importante de datos, para luego tabularlos y volcarlos en una base de datos común, tal cual como se grafica en la figura N° 1.

Implementación de un SIG

Establecido que datos alfanuméricos formarían parte de la base de datos, se comenzó con la construcción de un SIG (sistema de información geográfica). El mismo maneja la información por

capas tal como muestra la figura N° 2, permitiendo de esa manera cruzar los datos de acuerdo a la necesidad y/o requerimiento del operador.

Los SIG presentan la gran ventaja de ser “amigables” con el usuario y de muy fácil aprendizaje su uso. Las consultas a la base de datos se realizan de manera gráfica, sencilla y directa tal como se muestra en la figura N° 3.

Pero tal vez la principal ventaja de un SIG radica en la posibilidad de incorporar imágenes que potencian el grado de análisis. En el caso de TGS se cuenta para los 7000 km de cañería con imágenes de satélite LANDSAT de 7 bandas y resolución 30 mts., que permitieron el ajuste de la información catastral, y adicionar nueva información a la ya existente como ser: la determinación de usos de suelo, identificación de zonas inundadas, rasgos cartográficos, tipos de vegetación, identificación de picada, corrección de traza de gasoducto, como enumeración de las principales funciones. Para áreas con necesidad de más detalle se utilizaron imágenes de satélite SPOT pancromáticas de resolución 10 mts. para la localización de localidades urbanas y rurales. Para la zona con más densidad de población y riesgo para nuestro sistema de transporte determinado por el anillo de alimentación a la Capital Federal y Gran Buenos Aires, donde finalizan los principales gasoductos troncales, se cuenta con información de un vuelo fotogramétrico en escala 1:5000, que sirvió para realizar el relevamiento de todas las edificaciones en la zona de influencia de la cañería, tal como se aprecia en la figura N°4.

Otra función importante de los SIG es la posibilidad de agregarle un atributo geográfico a cada dato determinado por sus coordenadas x,y. Este atributo se determina a través de equipos de posicionamiento satelital conocidos como GPS y es el que nos posibilita cruzar imágenes satelitales o fotogramétricas, con datos alfanuméricos en forma transparente para el usuario. Esto también motiva la posibilidad de no depender más de una progresiva kilométrica, para ahora si depender de una posición única en el espacio del elemento en estudio. Ejemplo de una monografía de toma de puntos GPS se puede ver en la figura N° 6.

Para todo este sistema TGS dispone actualmente de una estructura cliente servidor, basado en un servidor de datos Sybase – SDE, sobre una plataforma SUN y además dispone de un servicio de mapas en Intranet para brindar capacidades de mapeo a los usuarios remotos. Un esquema de uso se puede apreciar en la figura N°5.

Vinculación con otros programas

La necesidad de contar con información única, de fácil actualización, y ágil consulta, motivo a que distintos programas que se estaban utilizando dentro del área integridad se vincularan con el SIG.

Así para el programa de Análisis de riesgo IAP, se construyó un programa “bridge” que tomando la información de la base de datos existente, la importa al IAP. Este realiza los cálculos correspondientes y devuelve un archivo que es visualizado en el SIG, pudiendose identificar claramente en un mapa las zonas con mayores riesgos.

TGS está llevando a cabo un estudio completo de suelos y de caracterización fisiografica – edafológica y análisis de riesgo potencial del área de influencia de nuestras líneas. Como resultado del mismo se prevé la entrega en una base de datos integrada y con vinculación al SIG de la siguiente información:

- Procesos geomorfológicos activos (erosión, remoción en masa, flujos rápidos, etc.)
- Estructuras geológicas activas (sectores de alta sismicidad, fallas activas, etc.)
- Riesgo de inundación

- Propiedades fisicoquímicas de los suelos.

Esta información servirá para hacer nuevos estudios sobre corrosión y mapeo de riesgo.

Con respecto al software de protección catódica denominado CPDM, se estudió la estructura de bases correspondientes y se automatizó su vinculación al SIG, de manera que rápidamente terminada una campaña de toma de potenciales on off, los mismos están disponibles para su uso.

En lo referente a la información jurídico – catastral que TGS maneja por medio de un programa de generación interna, se lo ha vinculado a través de la nomenclatura catastral con el SIG, de manera de poder conocer agilmente los datos de los propietario, y poder solicitar los permisos de ingreso a campo, correspondientes.

En lo que respecta a la datos de inspección en línea (MFL), PII ofrece con su nueva versión del programa de análisis denominado Pipe – Image, la vinculación a un SIG. Este programa se entrega con los datos de la línea inspeccionada.

Otra vinculación de fuentes de datos importante fue con los legajos técnicos de cada instalación, sea válvula de línea, trampa scrapper, o punto de medición. Cada legajo contiene información precisa de los componentes de la instalación, caminos de acceso, fotos, etc. Un ejemplo del mismo se muestra en la figura N° 7.

Por último, estamos trabajando sobre la vinculación con SAP para poder lograr ver desde el SIG la información correspondiente a mantenimiento, solicitudes de pedido, costos, tareas realizados sobre cada intalación, como también así especificaciones técnicas.

Conclusiones

Poder conocer hoy el estado integral de un sistema de cañerías implica el tener que determinar y monitorear un importante número de variables distintas. Variables que tienen su origen en sistemas de medición muy diversos, como por ejemplo lo son los datalogers para la toma de datos de potenciales de protección catódica, o las herramientas de inspección interna para conocer los defectos volumétricos. A esta información alfanúmerica es necesario sumarle otro tipo de información visual, proveniente de imágenes satelitales y aerofotogramétricas.

No siempre el tener muchos datos, implica estar informado y menos tener conocimiento de lo que ocurre.

Los datos deben estar ordenados y estructurados de manera adecuada para su fácil utilización. Esta es la tarea esencial que cumple el SIG dentro de TGS, almacenar, organizar y manejar información de distintas fuentes de manera más eficiente, y que a su vez, al poder ser representada gráficamente obtiene un importante valor agregado.

Con el empleo del SIG se pueden realizar mapeos temáticos, búsquedas lógicas, integración con datos geográficos, simulación de escenarios de riesgo, eniendo por lo tanto nuevas herramientas de análisis.

El presente trabajo muestra la experiencia de TGS en la implementación de un SIG, y la importancia que el mismo tiene en el control de la integridad de ductos.

Integración de Información

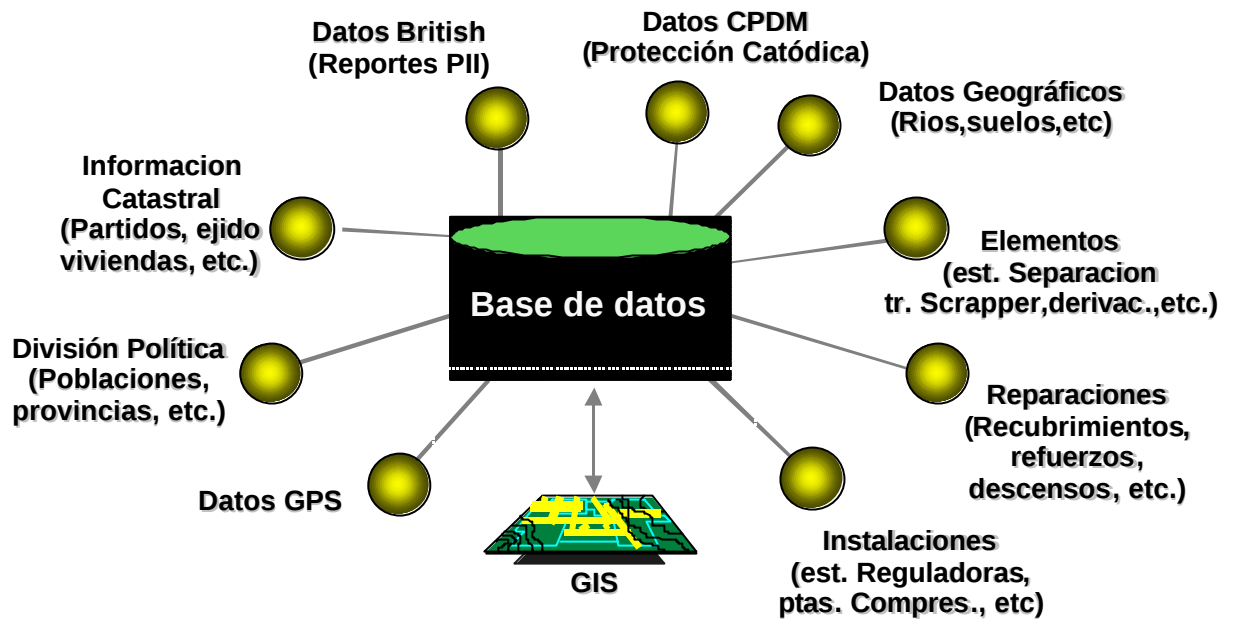


Figura 1

Datos Disponibles

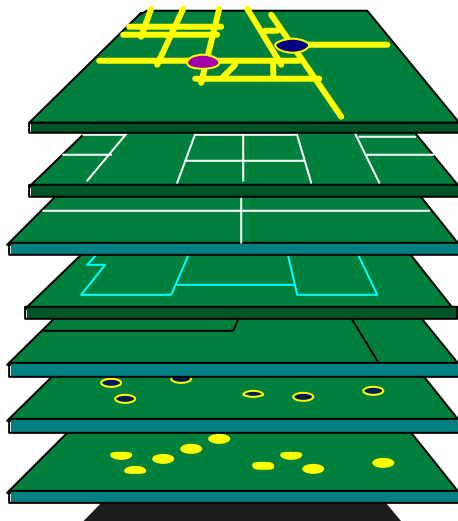


Figura 2

- Reportes PII
- Datos CPDM (Prot. Catódica)
- Datos GPS
- Datos Geográficos
- Reparaciones (Recubrimientos

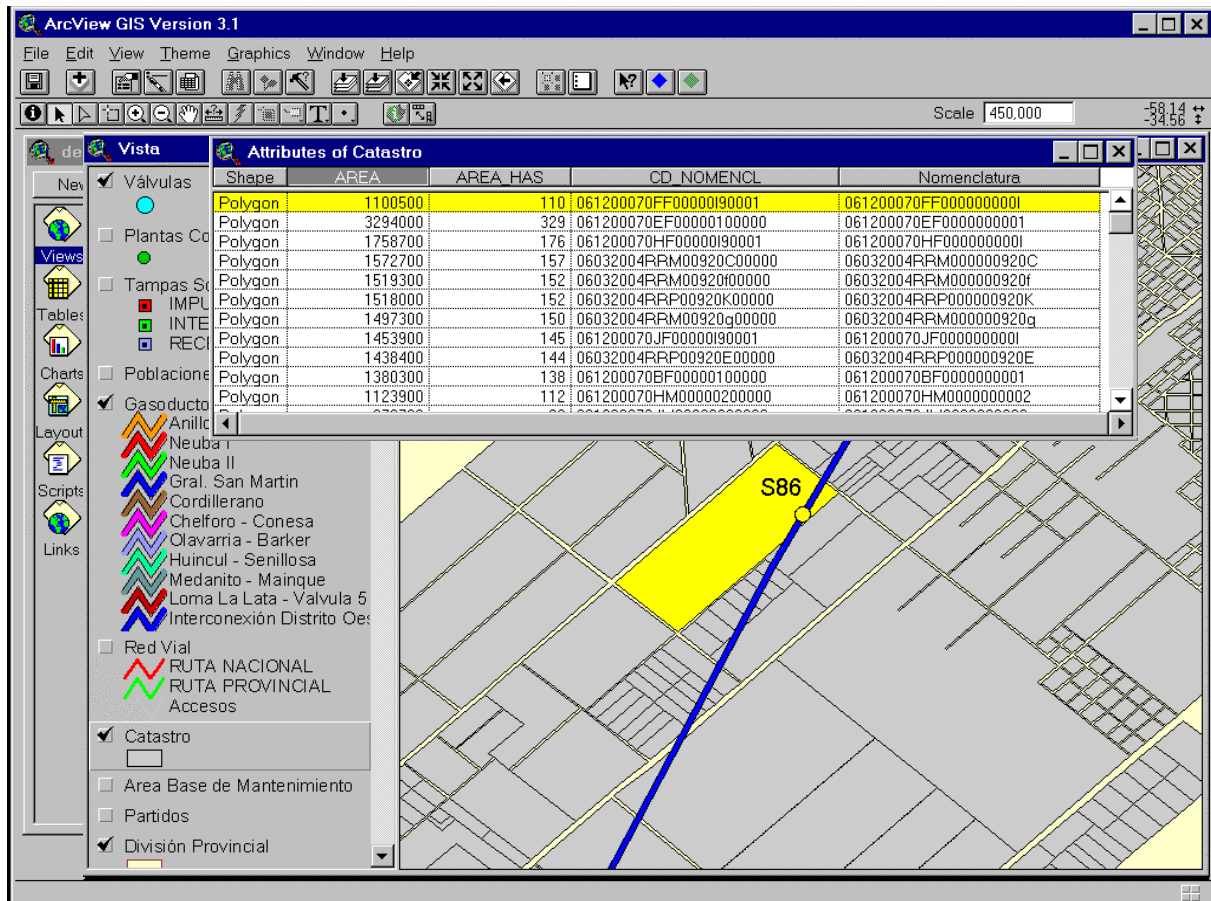


Figura 3

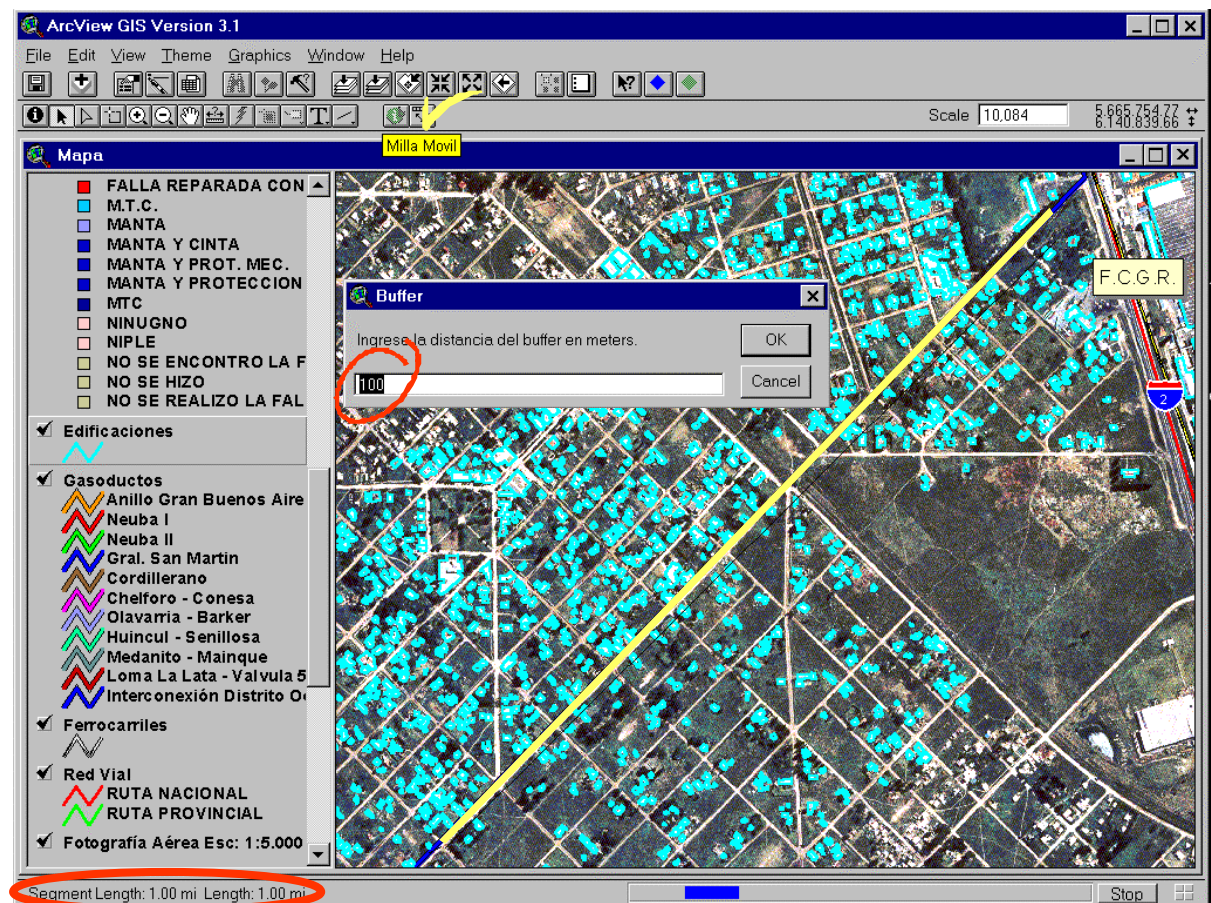


Figura 4

ArcView GIS

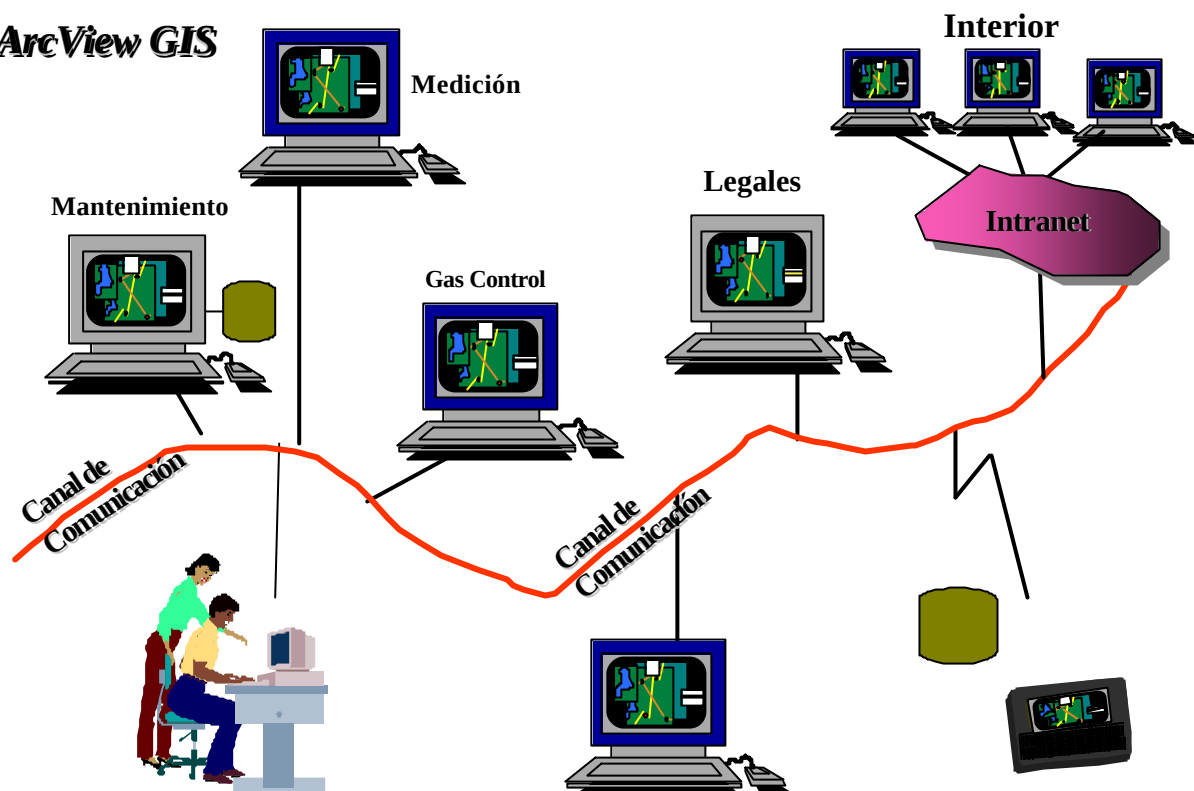


Figura 5

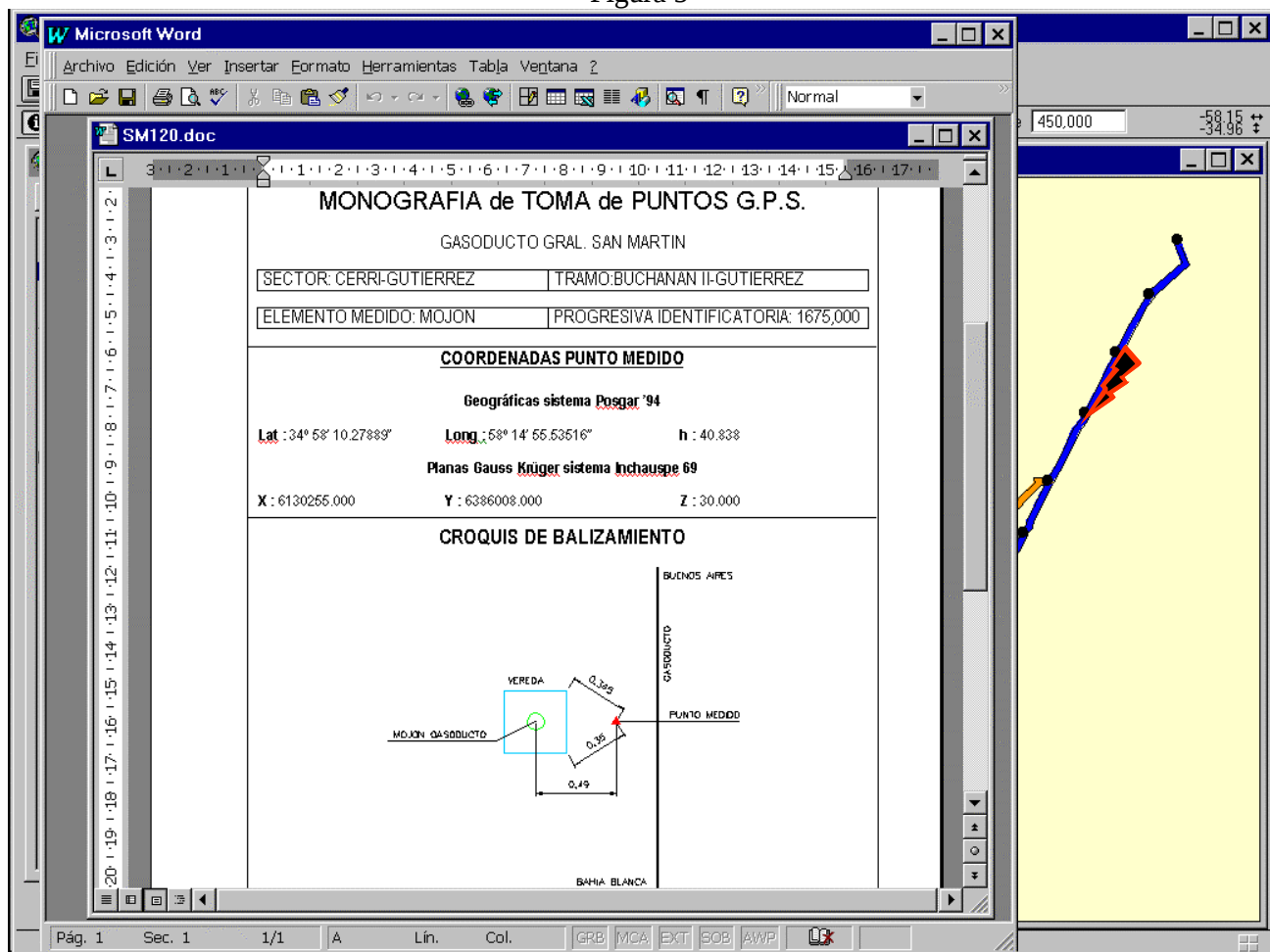


Figura 6

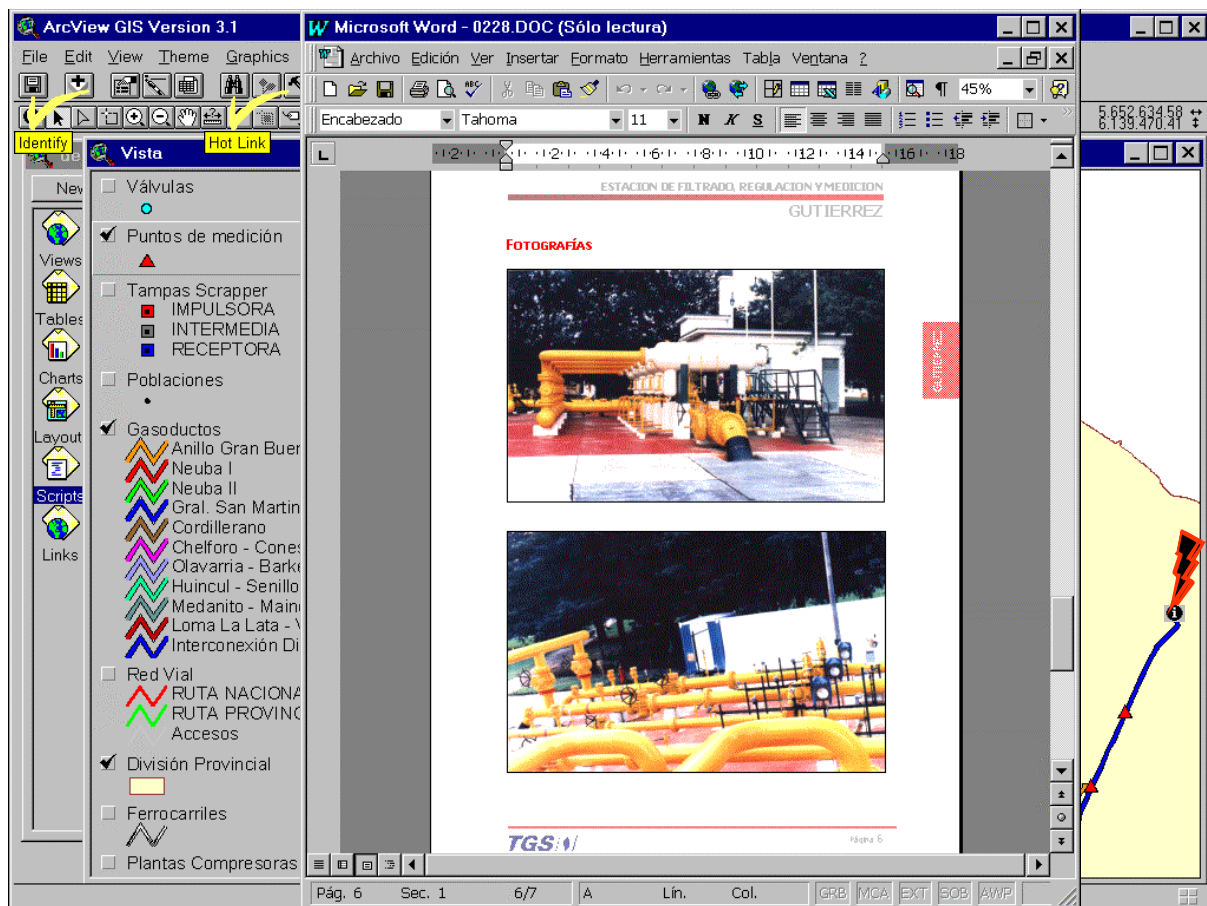


Figura 7

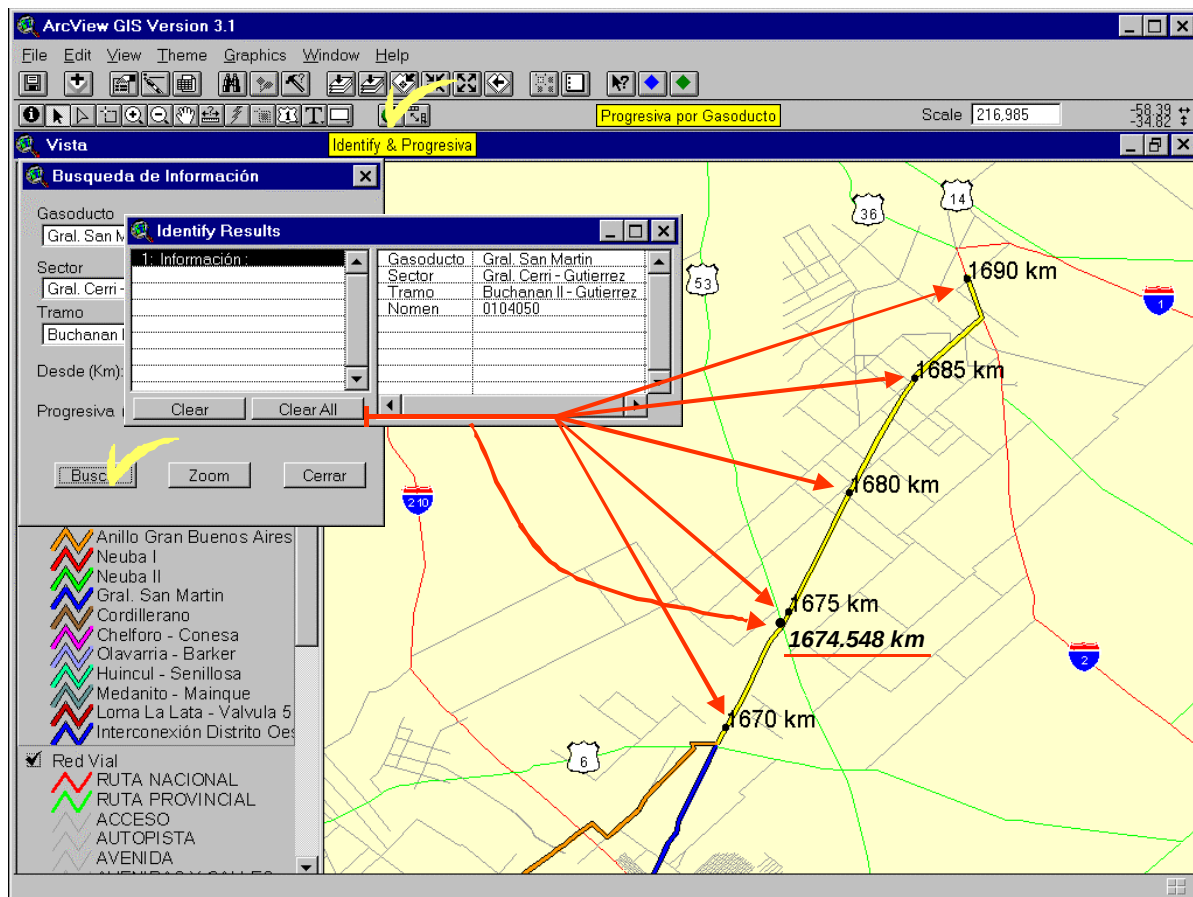


Figura 8

CURRICULUM

Nombre y Apellido: Daniel Roberto Falabella
Fecha de Nacimiento: 12 de octubre de 1959
Estado Civil: Casado desde hace 17 años
Carga Familiar: 4 hijos

- Carolina Belen de 16 años
- Pablo Daniel de 15 años
- María Sol de 13 años
- Juan Ignacio de 5 años

Estudio Secundario

Título: Técnico Mecánico (completo)
Recibido: 1977
Lugar: ENET N° 1 Otto Krause

Estudio Universitario

Título: Ingeniero Mecánico (completo)
Recibido: 1984
Lugar: UTN Regional Buenos Aires

Estudios de Posgrado

Título: Ingeniería Gerencial (completo)
Recibido: 1998
Lugar: UTN Regional Buenos Aires

Título: Especialista en Gas (en curso)
Lugar: Universidad Nacional de Buenos Aires

Experiencia Laboral

- de 1980 a 1991: Trabajé en Gas del Estado, en el sector Redes y Gasoductos. Tenía a mi cargo el modelado de redes de distribución y de gasoductos con programas desarrollados por personal de Gas del Estado. Además hacíamos de soporte en el tema de computación a todo el sector.
- de 1992 a la actualidad me desempeño en la Dirección de Operaciones de TGS, en el sector Mantenimiento de Gasoducto. Allí monitoreamos el estado de las cañerías y aplicamos planes de mantenimientos preventivos y correctivos.

Otras Actividades

- Ayudante de la cátedra de Termodinámica en la UTN Regional Buenos Aires desde 1985 hasta 1990
- Dictado de cursos dentro de Gas del Estado sobre cálculo de Gasoductos y Redes de Distribución entre los años 1982 a 1990
- Publicaciones y exposiciones en varios congresos relacionado con los temas de integridad de cañería.