

GIS y Optimización en Vaca Muerta

Fernando Aliaga
IMPRONTA IT S.A.
www.improntait.com
13 de junio de 2019

Resumen

Los desarrollos no convencionales de hidrocarburos iniciados en Vaca Muerta están reconfigurando la actividad petrolera en la cuenca Neuquina planteando nuevos desafíos operativos y ambientales. Este paper explora técnicas basadas en Sistemas de Información Geográfica (GIS) y algoritmos de programación lineal entera (PLI) utilizados para planificar desarrollos masivos de pozos horizontales. Particularmente detalla técnicas para maximizar el área de drenaje, encontrar la mejor ubicación para una Early Production Facility, optimizar el tendido de ductos y minimizar el movimiento de suelos de nuevas locaciones.

Motivación

Las operadoras de hidrocarburos están trabajando en el desarrollo de recursos no convencionales en Vaca Muerta. Muchas de ellas ya han entrado en modo “factoría”. El nivel de actividad está revolucionando las actividades socio-comerciales, particularmente en la provincia del Neuquén. Será un gran desafío lograr un desarrollo racional de los recursos en armonía con los desafíos socioculturales y medio ambientales.

En IMPRONTA creemos que es posible reducir los costos de desarrollo no convencional utilizando las más modernas tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (GIS) combinadas con la potencia de la percepción remota satelital, el levantamiento con drones, las nuevas técnicas de medición GPS basadas en RTX y la optimización multivariable utilizando programación lineal entera.

¿Cuáles son los beneficios para las empresas operadoras? Entre los principales podemos mencionar:

- Modelos geográficos de restricciones de superficie, tanto operativos como ambientales, permiten realizar

simulaciones en gabinete con el objeto de diseñar locaciones, ductos y caminos más seguros.

- Modelos de restricciones en subsuelo construidos a partir de trazas de pozos existentes, fallas y otras estructuras permiten evaluar la factibilidad de PADs con longitudes y cantidades de pozos variables.
- Partiendo de los modelos de restricciones, los algoritmos de optimización basados en programación lineal entera pueden maximizar el área de drenaje de hidrocarburos. Simulaciones realizadas en gabinete nos han permitido aumentar +20% el área de drenaje de un plan de desarrollo concebido de manera manual.
- Software especializado permite la creación automática de planes de desarrollo globales para aprobación masiva de pozos ante las autoridades. Esto posibilita una respuesta ágil y efectiva a los requerimientos de los organismos de control.
- Un adecuado balance entre el trabajo en campo y el trabajo en gabinete permiten reducir los cuellos de botella y demoras por trabajos en campo. Además, es posible reducir los costos del servicio de topografía tradicional.

A continuación exploramos diferentes casos de uso de la tecnología GIS que ya están siendo utilizados en Vaca Muerta para colaborar en el diseño de planes de desarrollos no convencionales.

UFO: Unconventional Field Optimizator

UFO¹ es un software desarrollado por IMPRONTA a partir de un proyecto de investigación y desarrollo cofinanciado junto a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica del MINCYT a través del Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT).

UFO incluye un modelo de datos pensado específicamente para el desarrollo de hidrocarburos no convencionales, herramientas de geoprocésamiento basadas en ArcGIS Desktop² de Esri Inc. y un algoritmo de programación lineal entera codesarrollado junto al Instituto de Cálculo³ de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. El proyecto de investigación y desarrollo de UFO demandó cuatro años de desarrollo y aproximadamente 18.000 horas de esfuerzo.

¹Web en <https://www.improntait.com/ufo>, video en <https://youtu.be/yWYfIdXDMTc>.

² <http://desktop.arcgis.com/es/>

³ <http://www.ic.fcen.uba.ar/>

UFO es una aplicación que asiste en el proceso de planeamiento y diseño de desarrollos no convencionales de manera integral. En sólo tres simples pasos, es posible simular y optimizar un plan de desarrollo no convencional.



Figura 1: detalle funcional de UFO

1) El módulo para cálculo de restricciones de UFO permite modelar restricciones de superficie a partir de las limitaciones operativas y ambientales presentes en el área. Es posible incluir en el modelo:

- Datos de sensibilidad ambiental
- Escorrentías, riesgo hidrológico y de erosión
- Áreas protegidas, expansión urbana y puestos
- Instalaciones, caminos y ductos propios
- Interferencias con instalaciones de terceros
- Otra información relevante

Combinando todas estas variables es posible obtener un Modelo Dinámico tipo “semáforo”. Luego se utilizan las zonas “rojas” para penalizar la ubicación de instalaciones.

Análogamente UFO permite calcular las restricciones en subsuelo a partir de trazas de pozos existentes, fallas y otras estructuras.

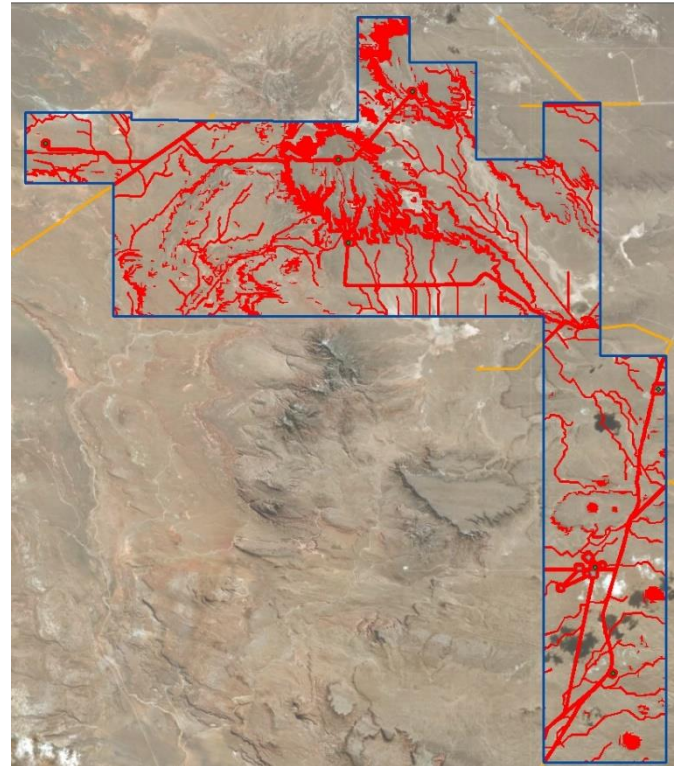


Figura 2: ejemplo de restricciones de superficie en área Bajo del Choique – La Invernada.

2) El módulo de diseño de UFO cuenta con una herramienta para la construcción de PADS con múltiples pozos horizontales. Incluye opciones para definir la cantidad de pozos por locación, el espaciamiento entre bocas de pozo, longitud, profundidad y esquema de fracturas. UFO calcula automáticamente el costo de cada PAD a partir de una lista de materiales y operaciones configurable mediante un esquema de costos fijos y variables.

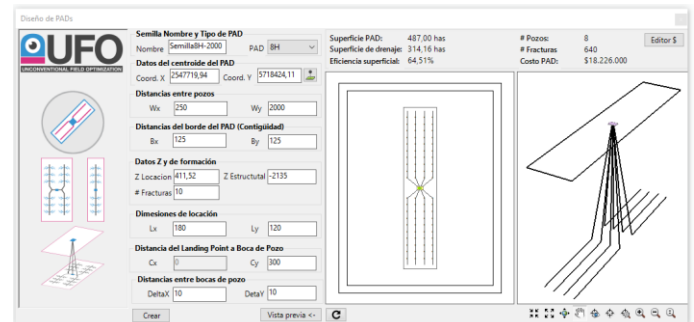


Figura 3: configuración de un PAD de 8 pozos horizontales de 2.000 metros de longitud con un espaciamiento de 125 metros y 10 etapas de fractura.

3) El algoritmo de optimización de UFO ubica automáticamente los pozos horizontales en el yacimiento para maximizar área de drenaje (función objetivo) mientras evita las restricciones de superficie y de subsuelo (restricciones). Es posible trabajar con múltiples escenarios de manera simultánea y combinar diferentes tipos de PADs. Combinando grillas de Original Gas in Place, Original Oil in Place, Carbono Orgánico Total o similar UFO ajusta la función objetivo para maximizar el volumen de drenaje.

UFO luego genera automáticamente las locaciones necesarias para el plan de desarrollo computando automáticamente las coordenadas y cotas de todas las entidades. Adicionalmente realiza el cálculo de costos y reservas incorporadas. Cuenta además con herramientas de edición para ajustar manualmente el modelo.

Apoyado en UFO, un especialista puede computar todo el plan de desarrollo de reservas para un área de 400 km² en menos de 4 horas.

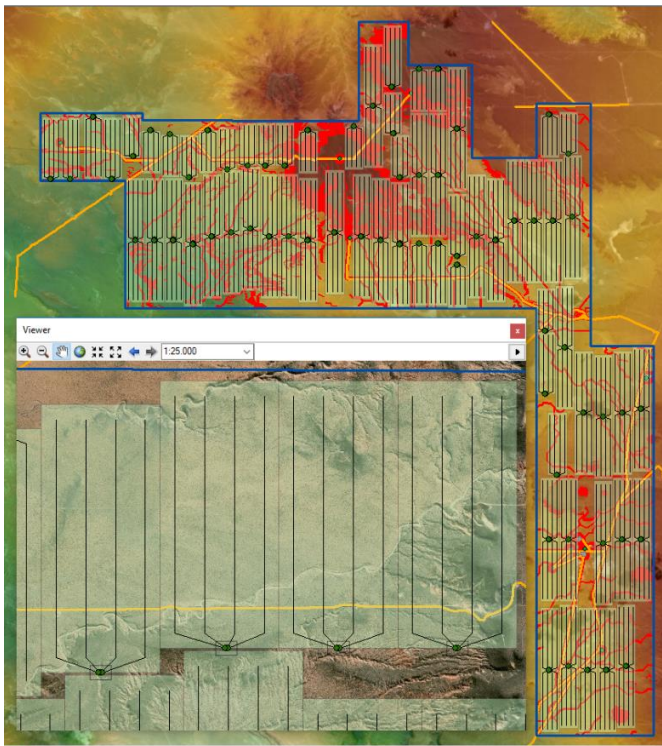


Figura 4: El optimizador de UFO logró ubicar 70 PADs de 4 pozos horizontales de 2.000 metros con un espaciado de 250 metros. Se logra una cobertura del 80% de los 400 km² del área de estudio.

UFO cuenta además con un algoritmo de geoprocésamiento para calcular el tendido de ductos más apropiado para drenar los diferentes PADs hacia una Early

Production Facility (EPF). Utilizando un modelo de impedancia superficial analiza y proyecta el mejor trazado explotando las funciones del tipo costo-distancia.



Figura 5: simulación realizada con UFO para tendido de ductos desde los PADs hacia la EPF.

Facility GeoLocator

¿Cual es la problemática habitual en el diseño y construcción de una locación? Podemos enumerar algunas de las más importantes: 1) importante actividad logística de topografía y trabajo en campo, 2) necesidad de minimizar movimiento de suelos y 3) cálculos y replanteos múltiples por interferencias que requieren cambios de diseño.



Figura 6: foto de un yacimiento con alta densidad de locaciones en la cuenca del Golfo San Jorge.

La aplicación Facility GeoLocator⁴ permite realizar simulaciones para la ubicación de instalaciones de superficie. Utilizando un Modelo de Elevación Digital (DEM) es posible computar el cálculo del movimiento de suelos. Las funciones principales de Facility GeoLocator incluyen⁵:

- realizar el emplazamiento de la locación a partir de coordenadas o interactivamente sobre el mapa.
- definir la planchada a partir de plantillas predefinidas.
- calcular la cota rasante más apropiada.
- definir taludes y escalonamiento.
- computar el movimiento de suelos.
- compartir el diseño de locación.

Permite encontrar la ubicación óptima de las instalaciones de superficie reportando importantes ahorros en visitas al campo, topografía, movimiento de suelos e interferencias. Esta técnica permite estimar el movimiento de suelos con un error debajo del 5%⁶ cuando se utilizan DEMs de 2 metros de resolución o mejor.

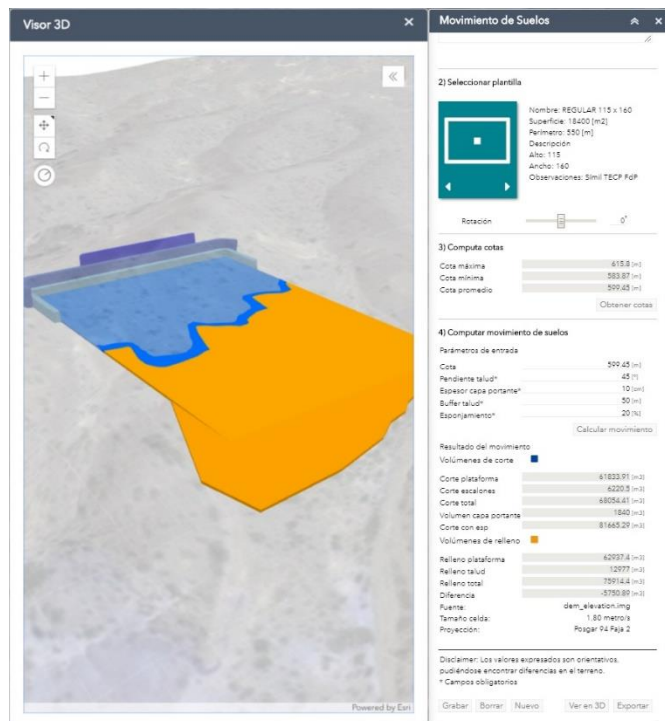


Figura 7: Ejemplo de cómputo de movimiento de suelos para una locación en Vaca Muerta utilizando un DEM de 2 metros.

Facility GeoLocator además permite realizar perfiles topográficos para diseñar trazado de ductos y caminos.

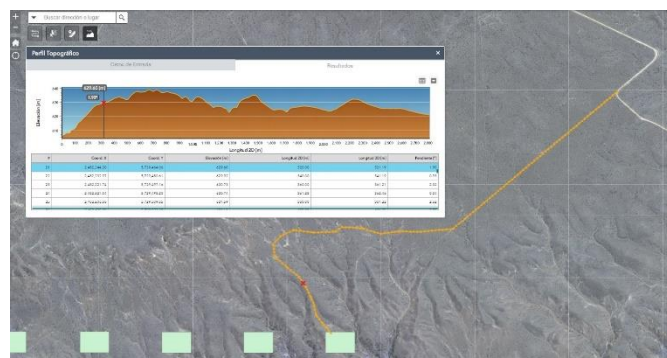


Figura 8: Ejemplo de perfil topográfico realizado con UFO para un diseño de camino.

Plataforma de colaboración

Desde IMPRONTA consideramos de vital importancia que los equipos de trabajo de desarrollo de reservas, facilities, ingeniería y medio ambiente colaboren e interactúen ágilmente. Por esta razón hemos diseñado una plataforma de colaboración compuesta de software y servicios basada en ArcGIS Enterprise de Esri y UFO.

Seguridad y Medio Ambiente Modelado Hidrológico Modelo de Sensibilidad Ambiental Modelo de Restricciones en superficie Integración con Reservorios	Exploración y desarrollo de reservas Diseño de pozos horizontales UFO para optimización de PADs Integración con PETREL	Facilities, Ductos y Caminos Ubicar instalaciones y locaciones Movimiento de Suelos Tendido de Líneas Perfil topográfico Caminos	Integridad y Mantenimiento SAP GEO.e para PM Integridad y Mantenimiento Colector para relevar averías
Servicios GeoDatos para Oficina Técnica Georrelevamiento y GeoDatos			
Aplicaciones GIS (FacGeolocator, UFO, Well Project Management, EngiNews, GIS2SAP, etc.)		Interfases GIS (Active Directory, SAP PM, SAP GEO.e, SharePoint, Zafiro, Petrel, OpenWells, OpenWorks, WellMap, Project Wise y otras)	
Plataforma ArcGIS Enterprise 10.6.1 GeoDatabase, ArcGIS Server, Portal for ArcGIS y Extensiones UFO, Facility Geolocator, ArcGIS Desktop y ArcGIS Pro. ArcGIS Mobile.			

Figura 9: Plataforma de software y servicios para NOC.

⁴ Web en <https://www.improntait.com/novedades/nueva-version-de-facility-geolocator-nuevas-capacidades-para-el-diseño-de-instalaciones-de-superficie-petroleras>.

⁵ Ver video en <https://youtu.be/ymDbxVJF810>

⁶ Estudio realizado sobre 15 movimientos de suelos de locaciones de pozos que luego fueron comparadas con los conforme a obra medidos en campo con GPS con corrección diferencial.

Conclusiones

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) combinados con programación lineal entera permiten maximizar el área de drenaje de yacimientos no convencionales ubicando adecuadamente los pozos horizontales. Las instalaciones de superficie son ubicadas de manera tal de minimizar el costo respetando las restricciones operativas y ambientales.

Nuevas herramientas de geoprocetamiento 3D aplicadas a Modelos de Elevación Digital de alta precisión permiten encontrar la ubicación óptima de las instalaciones de superficie reportando importantes ahorros en replanteos, visitas al campo, servicio de topografía y movimiento de suelos.

Es posible encontrar la mejor ubicación para la EPF y el correspondiente tendido de ductos para drenar los PADs utilizando las funciones de costo-distancia aplicadas sobre modelo de impedancia superficial que reflejan las interferencias y pérdidas de carga en la superficie.

Aviso

Todo el material de este documento fue generado a partir de información pública accesible desde Internet y procesada y/o alterada en gabinete con fines de investigación y desarrollo. No hemos utilizado información de operadoras petroleras ni otros organismos.

Referencias

Optimización del Área de Drenaje en Yacimientos No Convencionales por medio de Programación Lineal Entera, Fecha: 14 de mayo de 2014. Autores: Fernando Aliaga, Impronta IT S.A., Argentina, Diego Delle Donne, Departamento de Computación, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina, e Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina, Guillermo Durán, Instituto de Cálculo, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina, y Departamento de Ingeniería Industrial, FCFM, Universidad de Chile, Chile, Javier Marengo, Departamento de Computación, FCEyN, Universidad de Buenos Aires, Argentina, e Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina. <https://www.improntait.com/wp-content/uploads/2015/09/UFO-IMPRONTA-UBA.pdf>.

Ponencia “Tecnología GIS en Vaca Muerta: lecciones aprendidas y oportunidades” por parte del Ing. Fernando Aliaga, de IMPRONTA IT S.A., el 9 de noviembre de 2018 dentro del marco de las VI Jornadas de Geotecnología del 10 Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. <https://www.improntait.com/wp-content/uploads/2018/11/IMPRONTA-Conexplo-2018-Geotecnologia.pdf>.

<https://www.improntait.com/>

<https://youtu.be/yWYfIdXdMTc>

<http://desktop.arcgis.com/es/>

<http://www.ic.fcen.uba.ar/>