



Herramientas rigurosas para la toma de decisiones aplicadas a la industria del O&G

Resumen de capacidades

2024



Sobre Nonlinear Tecnología

Nonlinear Tecnología



Desarrollamos soluciones innovadoras que impulsan la eficiencia de tus procesos de negocio

Somos una empresa de **base tecnológica** consolidada a partir de diversos proyectos de desarrollo e investigación.

Nuestros principales proyectos tienen que ver con el desarrollo de **herramientas computacionales de optimización y toma de decisiones para dar soporte** a diversas problemáticas operativas, tácticas y estratégicas.

Somos un equipo de **ingenieros industriales y doctores en ingeniería** especializados en optimización y simulación. Contamos con colaboradores para el **desarrollo de sistemas, programación y procesamiento masivo de datos**.



Capacidad técnica certificada

Partners oficiales de Gurobi Optimization



GUROBI
OPTIMIZATION

Nonlinear es partner oficial de Gurobi Optimization, empresa desarrolladora del software matemático más importante en la actualidad, utilizado para resolver problemas complejos de optimización

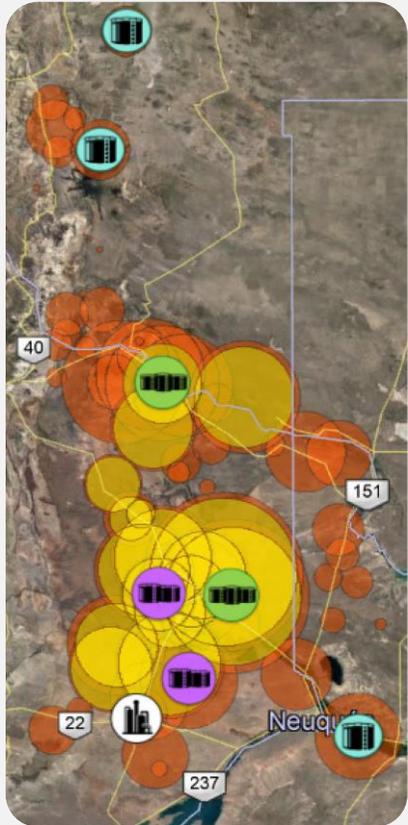
Problemas abordados

- 1 **Diseño estratégico de cadenas de suministro** para el abastecimiento de materiales al Upstream. Modelos matemáticos para la toma de decisiones en el largo plazo.
- 2 **Optimización de redes de pipelines e instalaciones de superficie** para la recolección y procesamiento de Shale Oil&Gas.
- 3 **Dimensionamiento de flotas de vehículos** para operaciones en el upstream, permitiendo establecer niveles de contratación óptimos de distintos tipos de vehículos bajo condiciones de demanda incierta.
- 4 **Optimización táctica de la asignación de materiales a depósitos** para la maximización de los niveles de servicio y minimización de los costos operativos.
- 5 **Optimización avanzada para el diseño de la cadena de suministro de CO2**, considerando decisiones de inversión en plantas de captura y la utilización para recuperación terciaria y almacenamiento geológico.
- 6 **Desarrollo óptimo de yacimientos maduros**. Modelos matemáticos para optimizar la inyección de fluidos de recuperación (EOR) en yacimientos convencionales de petróleo.
- 7 **Simulación del abastecimiento de agentes de sosten** a desarrollos no convencionales (Vaca Muerta).
- 8 **Análisis de datos de sets de fracturas** para la construcción de estándares operativos.
- 9 **Optimización de la cadena de suministro** para la distribución de combustibles líquidos y Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- 10 **Herramientas de predicción** de consumos masivos de tanques de GLP a Granel para la mejora en el proceso de toma de decisiones logísticas y comerciales
- 11 **Optimización de operaciones SWAB** para la maximización de la producción.

Problemas y proyectos desarrollados

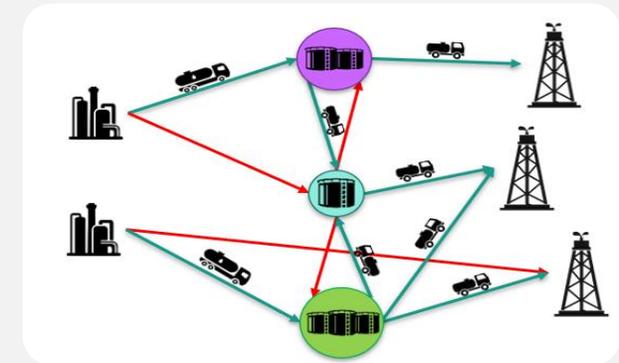
Nonlinear Tecnología

Optimización de la cadena de suministro de gasoil para las operaciones del upstream



➔ **Modelado matemático para el diseño de la cadena de suministro para la logística primaria, intermedia y capilar de gasoil para las operaciones del upstream.**

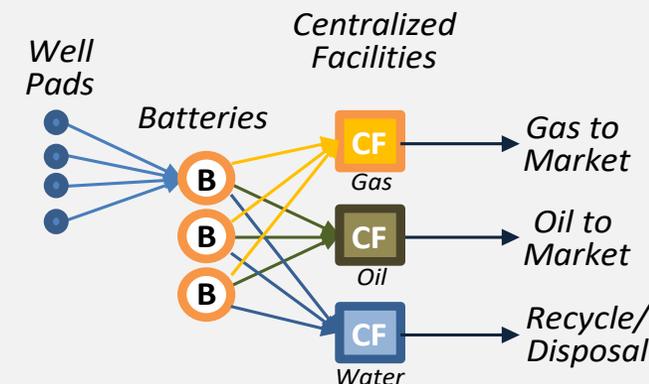
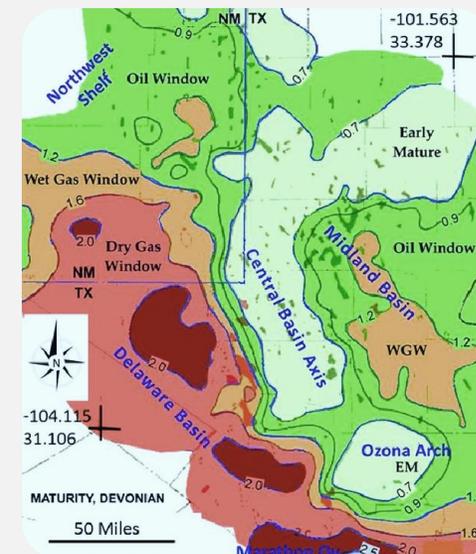
- 1 Manejo de gran volumen de datos de demanda. Clusterización, segmentación y georeferenciación de la demanda y la evolución de la misma en el tiempo. Proyecciones geográficas para el consumo de gasoil grado 2 y 3.
- 2 Modelado conceptual de la cadena de suministro y de la estructura de la red. Definición de tipos de tanques fijos y móviles. Modelado de las economías de escala.
- 3 Modelado matemático MILP para el diseño de la cadena de suministro para la logística primaria, intermedia y capilar de gasoil para las operaciones del upstream. Consideración de tanques y depósitos de distintos tamaños. Modelado integral de los costos fijos, variables e inversiones del sistema.



Experiencia:

Optimización de redes de pipelines e instalaciones de superficie para la recolección y procesamiento de Shale Oil&Gas.

- 1 Mercado energético incierto (precios del petróleo y el gas + normativa).
¿Cómo hacer frente a las políticas y planes de desarrollo cambiantes?
- 2 ¿La empresa se centra en el petróleo (pozos con bajo GOR) o en el gas? Ambos tipos de pozos suelen coexistir en la misma formación (petróleo, gas húmedo, ventanas de gas seco).
- 3 Dónde y cuándo construir y ampliar las redes de pipeline e instalaciones asociadas para maximizar el valor esperado.
- 4 Necesidad de diseñar una red integrada de instalaciones de superficie de petróleo y gas y planificar ampliaciones, teniendo en cuenta escenarios alternativos.



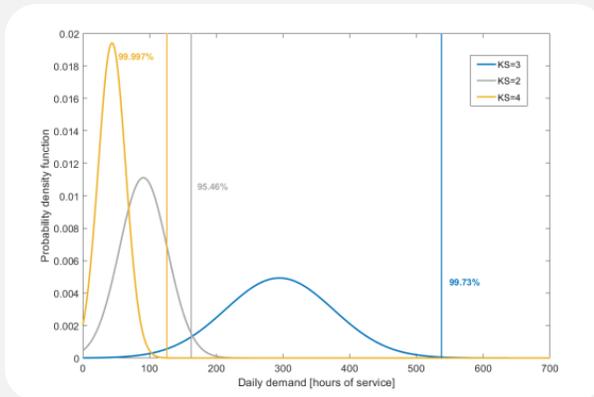
Experiencia:



Dimensionamiento de flotas de vehículos para operaciones en el upstream

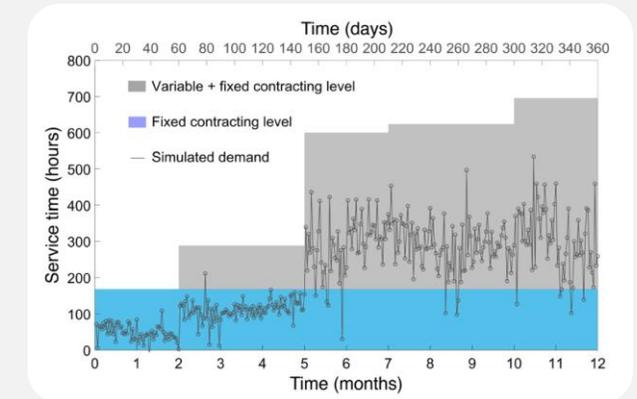
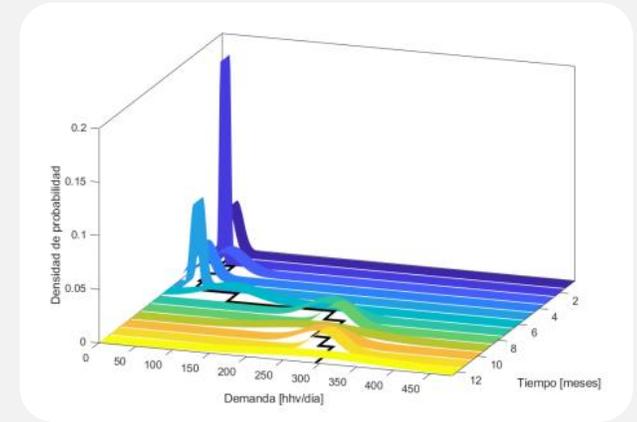
➔ Modelos de optimización que permiten establecer niveles de contratación óptimos de distintos tipos de vehículos bajo condiciones de demanda incierta.

1 Conceptualización de la incertidumbre de la demanda a mediano y largo plazo. Noción del impacto del nivel de servicio en los costos de las actividades.



2 Modelado matemático para optimizar los niveles de contratación óptimos de distintos tipos de vehículos para cada tipo de servicio.

3 Determinación de niveles de servicio óptimo para cada actividad. Consideración de servicios complementarios óptimos para cada actividad.



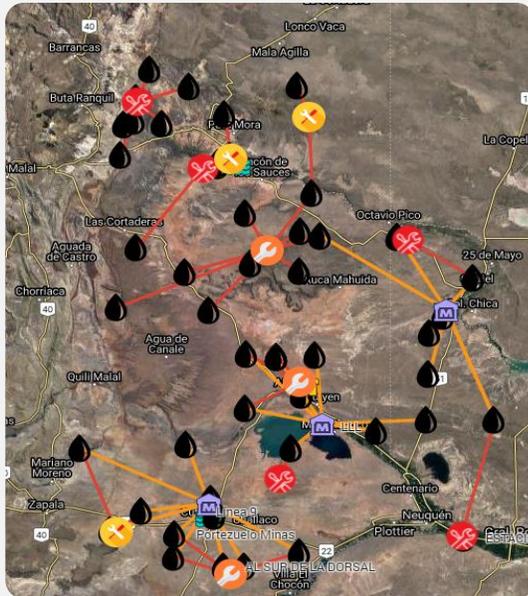
Experiencia:



Rediseño de la red logística para el abastecimiento de operaciones y materiales al Upstream

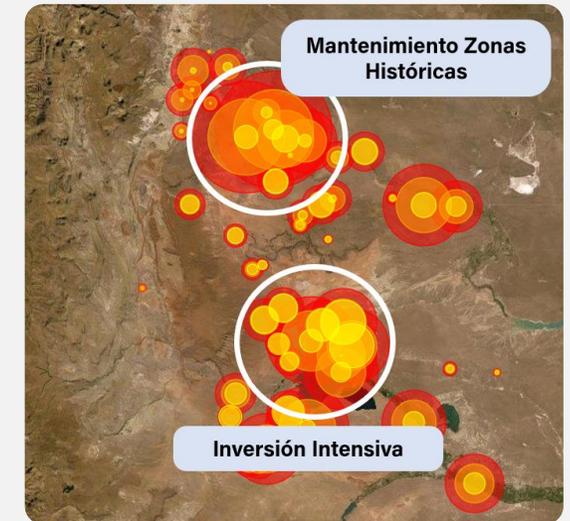
➔ **Desarrollo de Modelos Matemáticos para la optimización del diseño de la Cadena de Suministro para la Logística de las Operaciones del Upstream.**

1 Múltiples decisiones involucradas para un horizonte de planeación de largo plazo, buscando maximizar el VPN de todos los costos de capital y operativos.



2 Modelado conceptual de la cadena de suministro y de la estructura de la red. Definición de tipos de almacenes y lavaderos, segmentación actividades y operaciones. Modelado de las economías de escala asociadas.

3 Manejo de gran volumen de datos de demanda. Clusterización, segmentación y georeferenciación de la demanda y la evolución de la misma en el tiempo.



Experiencia:





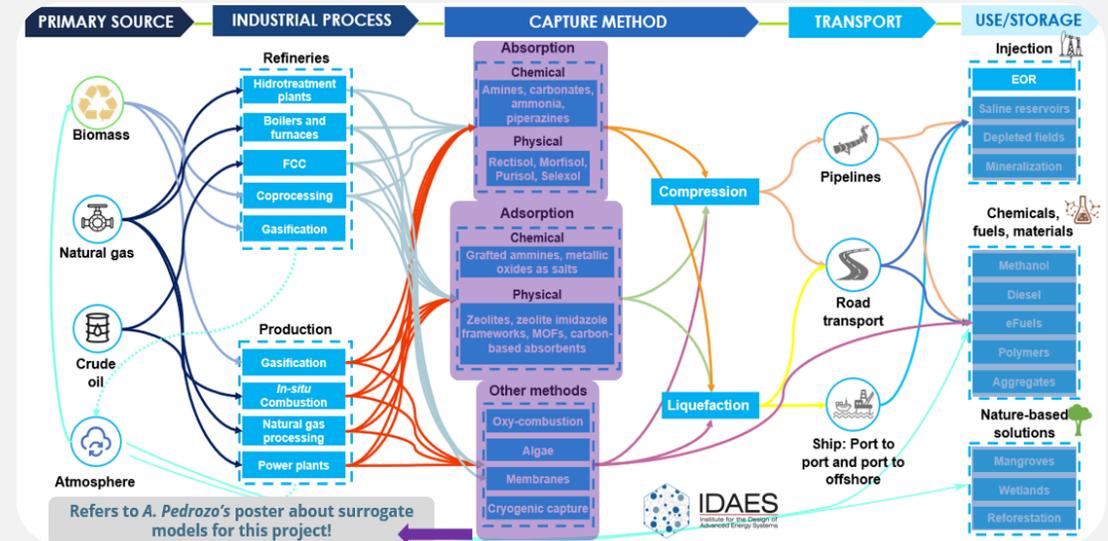
Optimización avanzada del diseño de la cadena de suministro de CCUS a largo plazo.

➔ **Modelado matemático considerando decisiones de inversión en plantas de captura y la utilización en actividades de recuperación terciaria con CO2 y almacenamiento geológico.**

1 Desarrollo de un entorno de optimización para la toma de decisiones en el diseño de la cadena de suministro de CO2 teniendo en cuenta decisiones estratégicas y tácticas.

2 Cuando se consideran muchas fuentes de CO2, opciones de utilización y modos de transporte, así como numerosas limitaciones técnicas junto con un horizonte de planificación a largo plazo, la complejidad de las decisiones es enorme.

3 Se modelan de forma rigurosa distintas tecnologías de captura, considerando diversos tamaños de planta, concentración de CO2 en las fuentes y en el producto final, potenciales ampliaciones, entre otras características. Se utilizan modelos subrogados en base a información empírica.



Experiencia:

Desarrollo óptimo de yacimientos maduros



Modelos matemáticos innovadores para optimizar la inyección de fluidos de recuperación (EOR) en yacimientos convencionales de petróleo.

$$WOC_{i,t,ci} \geq INY_{i,t,ci} + \sum_{cp} PR_{i,t-1,cp} - 1$$

$$XARC_{i,j,t,ci} \geq \sum_{cp} PR_{j,t,cp} + INY_{i,t,ci} - 1$$

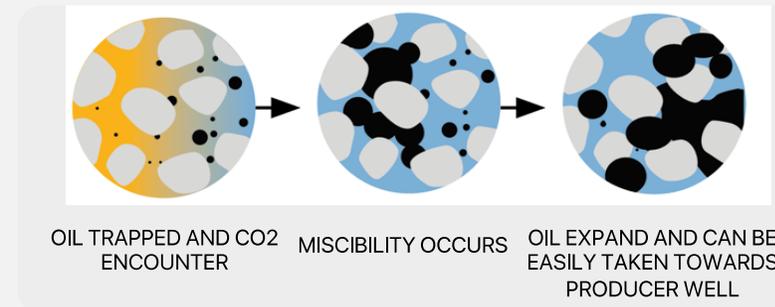
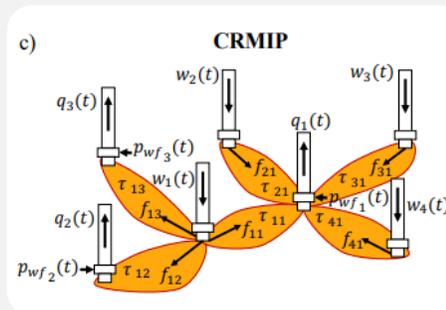
$$\sum_{ci} XARC_{i,j,t,ci} \leq \sum_{cp} PR_{j,t,cp}$$

$$XARC_{i,j,t,ci} \leq INY_{i,t,ci}$$

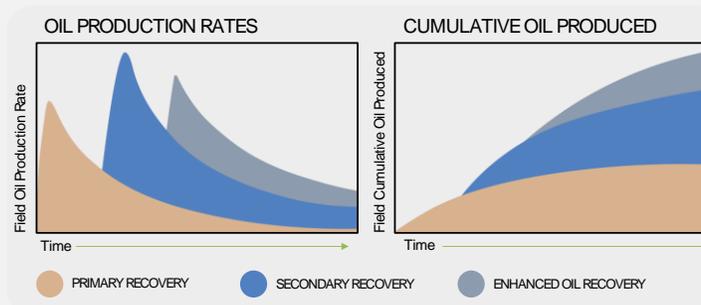
$$QI_{i,t} \leq \sum_{ci} (CPI_{ci} \sum_j f_{i,j} \cdot XARC_{i,j,t,ci})$$

$$QT_{i,j,t}^{ARC} \leq f_{i,j} \cdot QI_{i,t}$$

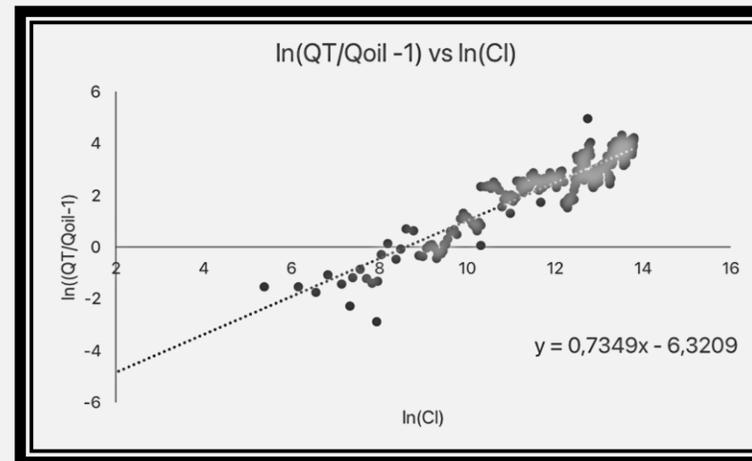
1



2



3





Simulación del abastecimiento de agentes de sosten a desarrollos no convencionales (Vaca Muerta)

→ Modelos de simulación de eventos discretos y simulación de Montecarlo para el dimensionamiento de niveles de flota y recursos en el aprovisionamiento de agentes de sostén a locaciones no convencionales.

- 1 La herramienta de simulación es esencial para el diseño y estimación de los niveles de recursos (flota, cajas, stocks en sitio, etc.) que se requieren para poder proveer un servicio a una operación de fractura.
- 2 El sistema permite el ingreso de toda la información relativa a los tiempos de carga, descarga, paradas, tramos logísticos, etc., con su correspondiente distribución de probabilidad.
- 3 Se generan reportes específicos para la estimación de los tiempos de ciclo, flota necesaria y stock en locación durante cada simulación.

Experiencia:

Capturas de la interfaz de parametrización



Tramos - Transporte cargado - Ida		
Tramos	Tipo de tramo	Distancia [km]
1	Asfalto velocidad alta	50
2	Asfalto velocidad media	50
3	Asfalto velocidad baja	183
4	Ripio velocidad media	30
5	Ripio velocidad baja	30
6		
7		
8		
9		
10		
Distancia total [km]		343

Tramos - Transporte cargado - Ida		
Tramos	Tipo de tramo	Distancia [km]
1	Asfalto velocidad alta	50
2	Asfalto velocidad media	50
3	Asfalto velocidad baja	83
4	Ripio velocidad media	30
5	Ripio velocidad baja	30
6		
7		
8		
9		
10		
Distancia total [km]		243

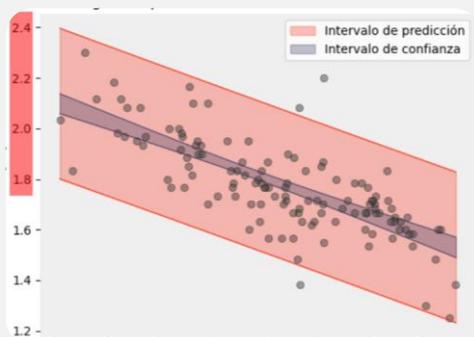
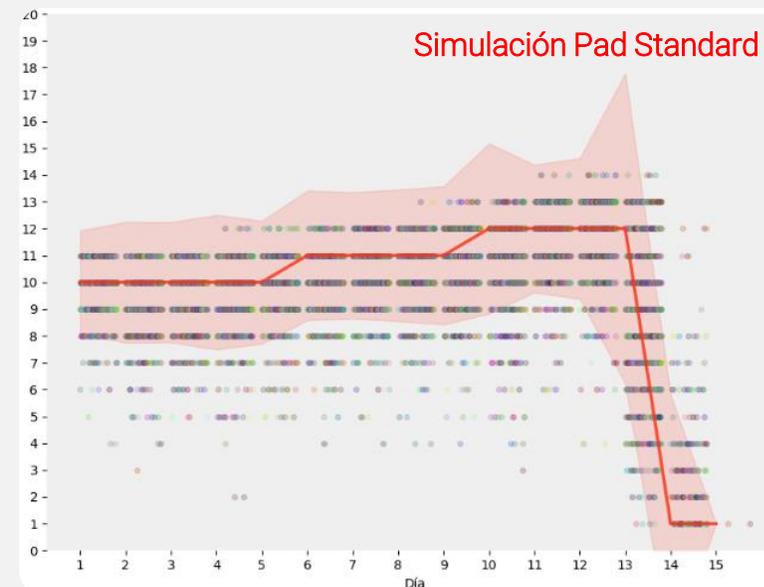


Análisis de datos de sets de fracturas para la construcción de estándares operativos.



➔ Modelado estadístico para la definición de estándares en operaciones de fractura hidráulica.

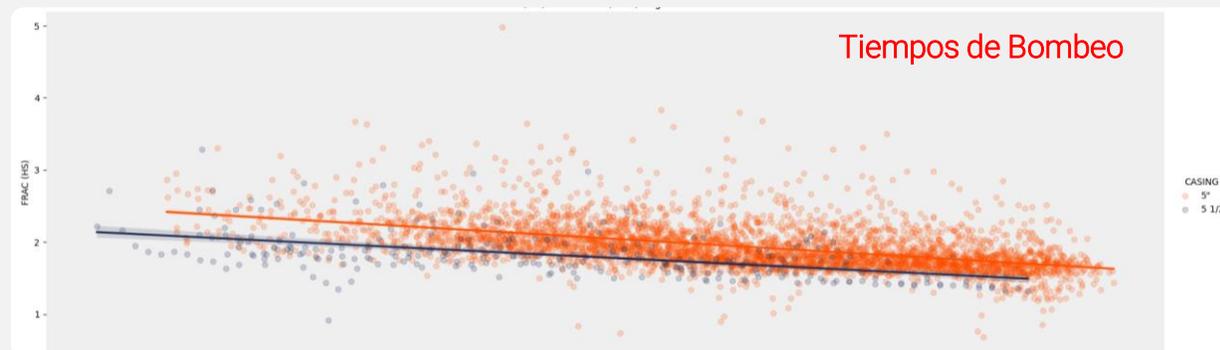
- 1 Manejo de gran volumen de datos de operaciones históricas.
- 2 Construcción de modelos estadísticos para el modelado de todas las operaciones involucradas.
- 3 Generación de indicadores estadísticos y ajustes de distribuciones de probabilidad para cada operación.
- 4 Simulación estadística masiva para la generación de estándares con rigurosidad estadística.



Consideraciones Avanzadas

Características consideradas en el modelo de simulación.

- Frac Plan.
- Volumen de bombeo
- Diámetro Casing
- Metodología Zipper / Simul
- Longitudes de Rama diferenciales
- Pozos por Pad.



Experiencia:

Herramientas para optimización de la planificación logística y distribución de productos de GLP

- 1 Decisiones logísticas y comerciales
- 2 Gestión de inventarios en puntos intermedios
- 3 Representación de regulaciones de mercado
- 4 Gestión de acuerdos con terceros
- 5 Coordinación de oferta y demanda
- 6 Solución de mínimo costo total



Interfaz en Excel afín a lo que acostumbra el usuario de ingeniería

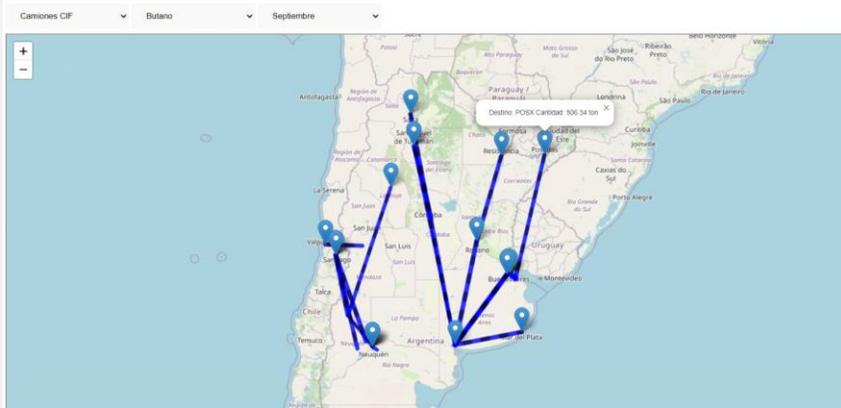


Tableros de inteligencia de negocios



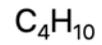
Salidas detalladas en formatos de bases de datos para acceder a cualquier información sugerida por las soluciones óptimas de cada escenario.

Solución Modelo de Optimización Logística GLP



RED MULTIPRODUCTO

Los flujos de material pueden indicar gas butano o gas propano (GLP)



Butano



Propano

TRANSPORTE MULTIMODAL

Todos los flujos de material pueden ejecutarse mediante diferentes medios de transporte.



HORIZONTE DINÁMICO

Horizonte de planeación de duración variable con granularidad mensual



CIENTOS DE NODOS INVOLUCRADOS

La red logística puede involucrar una gran cantidad de nodos de producción, almacenes y destinos.





Herramientas de predicción de consumo de GLP en tanques a granel

➔ Desarrollamos herramientas computacionales de predicción estadística del consumo de GLP de tanques individuales a granel para la mejora en el proceso de toma de decisiones logísticas y comerciales.

Tablero de gestión de nivel de bocas y logística

- 1 Datos de autonomía y % de nivel de tanques.
- 2 Kg a cargar en cada tanque.
- 3 Registros de telemetría.
- 4 Pedidos activos y transportes asignados.
- 5 Georreferenciación de los tanques

Impacto en:

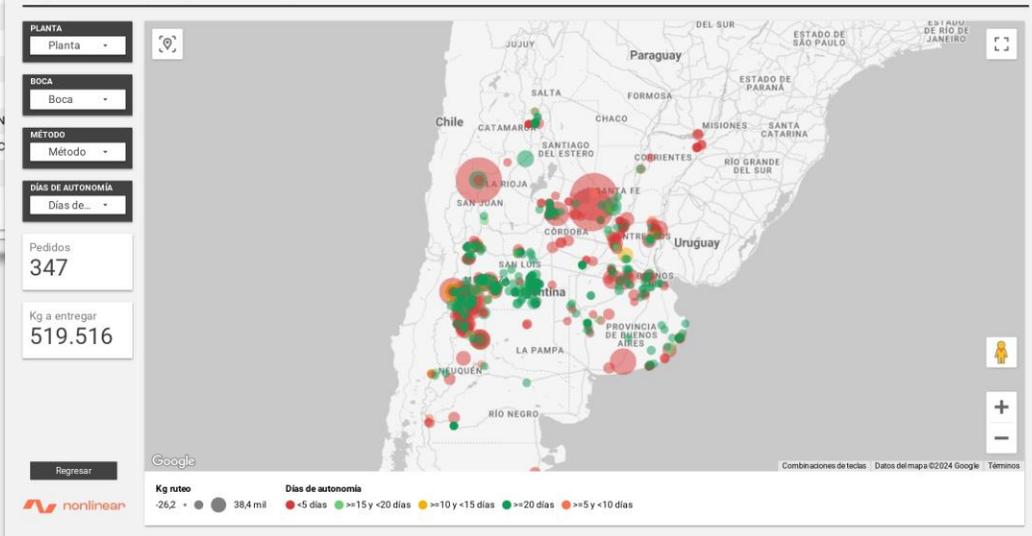
- 1 Logística de reparto y distribución.
- 2 Utilización efectiva de la capacidad de los camiones de distribución.
- 3 Toma de pedidos proactivos y automáticos.
- 4 Mejora de la comunicación con los clientes. Segmentación efectiva.

Tablero de predicción de autonomía, % remanente y Kg para ruteo

PLANTA	Boca	Cat.	Planta	Localidad	Autonomía [días]	Nivel tanque [%]	Recarga [kg]	Sensor [%]	Fecha sensor	Método	Pedidos
Planta											
537025	IT	Planta 30	EL CARAPACHO		104	38.9	3137	42.9	2023-10-19	TF	
537024	IT	Planta 30	AGUA ESCONDIDA		108	44.9	4312.3	46.9	2023-10-20	TF	1
537023	IT	Planta 4	RIO CHICO		25	31	2199.1	35	2023-10-20	TF	
441755	IT	Planta 4	LA JUNTA		0	0.6	18229.8	3.6	2023-10-18	TF	1
441557	CM	Planta 30	RAMA CAIDA		0	0	823.7	4	2023-10-20	TF	
441506	IT	Planta 4	EL CERRITO		0	3.1	380.1	7.1	2023-10-19	TF	1
441463	IT	Planta 30	REAL DEL PADRE		0	0	6374.2	2	2023-10-17	TF	
441386	CM	Planta 30	LAS LEÑAS		5	20.8	1277.5	22.8	2023-10-21	TF	1
441155	CM	Planta 4	LAS LEÑAS		1	12.2	2808.8	16.2	2023-10-19	TF	1
441093	CM	Planta 30	LAS LEÑAS		13	34.1	5764	34.1	2023-10-22	TF	1
441092	CM	Planta 4	LAS LEÑAS		11	32.9	11103.3	36.9	2023-10-18	TF	
441091	CM	Planta 30									
441089	CM	Planta 30									
441086	CM	Planta 4									
441083	CM	Planta 4									
441073	CM	Planta 4									
441036	CM	Planta 30									
440925	DM	Planta 30	GEN								
440886	DM	Planta 30	C								
440868	SC	Planta 4									
440827	DM	Planta 4									

nonlinear

Mapa de clientes por urgencia de entrega

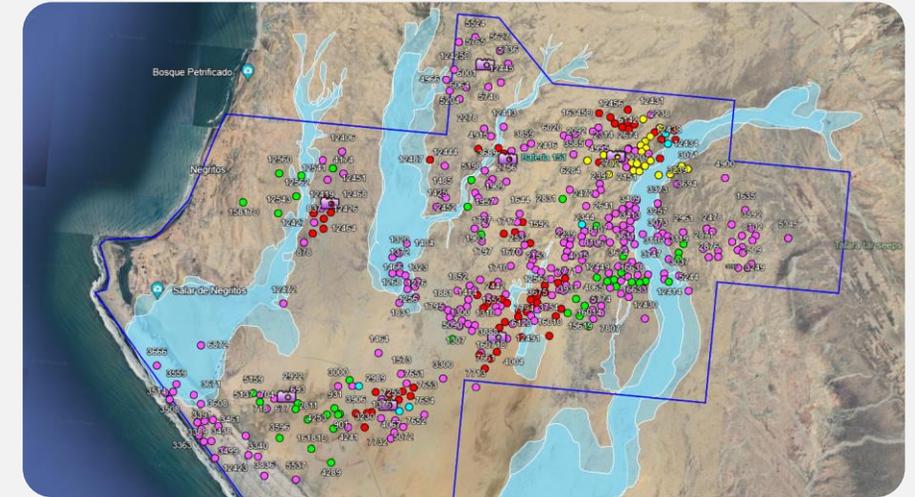


Experiencia:



Optimización de operaciones SWAB para la maximización de la producción.

1. ¿Qué pozos pistonear para maximizar producción? ¿Cuántos vehículos/equipos operar para maximizar la producción?
2. Generación de clústeres y rutas para minimizar gastos combustibles y maximizar tiempo en operación
3. ¿Cómo predecir el estado de cada pozo para estimar si vale la pena o no realizar una operación?
4. Desarrollo de una herramienta de planificación de las operaciones con previsión semanal según los vehículos disponibles.



Drivers económicos del proyectos

- 1 Producción bajo frecuencia óptima para cada pozo.**
Implica determinar la frecuencia óptima por pozo y explotarlos siguiendo un esquema acorde.
- 2 Mejores rutas y recorridos para los vehículos**
Mayor proporción del tiempo dedicado a visitar pozos y realizar operaciones swabbing + mejor utilización de las cisternas
- 3 Nueva ubicación de baterías + potencial nueva batería para operaciones swabbing**
Mayor proporción de tiempo dedicado a operaciones y no a viajes.
- 4 Mayor cantidad de vehículos de operación**
Garantía de que existe demanda suficiente de operaciones para nuevos vehículos.

Experiencia:



Metodología de trabajo

Nonlinear Tecnología



Alto grado de personalización

en las soluciones de optimización

Todas nuestras soluciones son desarrolladas o extendidas a medida partir de las *necesidades específicas* de un proyecto.

Aprovechamos la afinidad de problemas ya resueltos para ofrecer *soluciones de enorme impacto operacional*.



Claridad conceptual

en los desarrollos

Buscamos *transparencia en cada momento del desarrollo*, compartiendo avances con el usuario final y *adaptando la solución a usos específicos*.

Aportamos conocimiento sobre el problema a partir de la *interpretación conjunta* del comportamiento del sistema.



Acompañamiento del usuario

en el uso y actualización de la herramienta

Acompañamos la *integración de las soluciones* con otros aplicativos y plataformas.

Mantenemos en funcionamiento nuestras soluciones *incorporando funcionalidades* y favoreciendo la *integración en flujos de trabajo dinámicos*.

→ **Aplicamos y desarrollamos herramientas vinculadas a la Investigación Operativa para la resolución de problemáticas complejas de toma de decisiones.**

Algunas de las tecnologías y softwares específicos más utilizados en nuestra empresa.

- **Programación matemática y optimización**
GAMS / Python / CPLEX / GUROBI / BARON / PyOMO
- **Simulación computacional de eventos discretos**
Arena / Simio / Plant-Simulation
- **Data-Science / Big-Data / Aprendizaje Estadístico**
Python / R / Jupyter / MATLAB
- **Desarrollo de Interfaces y Sistemas Web**
ReactJS / MySQL
- **Tableros de Gestión - Dashboards**
LookerStudio / Power BI / Tableau





Contacto:

contacto@nonlinear.com.ar

+54 9 342 487-6180

