

AI – Asistente de Ingeniería para Intervenciones de PU y WO

KEY WORDS

WO	Workover
PU	Pulling
OW	Open Wells
KPI	Key Performance Indicator
VDM	Velocidad de Maniobra
PAE	Pan American Energy
SQL	Structured Query Language.
WL	Wireline
NPT	Non Productive Time
WIND	Viento
RTO	Real Time Operation
H2S	Sulfuro de Hidrógeno
FT	Feet (pies, como unidad de medida)
REGEX	Regular Expresión. Patrones de búsqueda.

Sinopsis - Planteo del Problema

Para preparar la planificación de una intervención, es necesario usar toda la información disponible incluyendo

- Intervenciones Anteriores
- Intervenciones de los pozos vecinos
- Alertas del pozo a intervenir y de pozos vecinos
- Mediciones como contenido de H2S
- Alertas operativas
- Mejores prácticas

Para esto, relevar los antecedentes implicaba leer 4 o 5 años de intervenciones, no solo del pozo a intervenir, sino de todos los pozos alrededor. A esto se suma que si bien las bitácoras están centralizadas en el sistema OpenWells (OW), hay información relevante de ensayos, medición de gases corrosivos por ejemplo, que requieren acceder a otros sistemas (Zafiro). Si las intervenciones son muy antiguas, un tercer sistema conocido como Digital Well File (DWF) o ICP.

Por otro lado, si bien se ha ido modificando la base de datos de OW para sumar campos tificados específicos según las necesidades y mejores prácticas a lo largo de los años, la información sigue en campos de texto libre para intervenciones anteriores a estas modificaciones.

Con un equipo de personas con gran variedad en su formación y años de experiencia en este tipo de roles, detectar toda la información relevante en los reportes en campos de texto libre escritos por diferentes personas, con diferentes criterios a lo largo de más de 2 décadas, para planificar teniendo en cuenta las alertas operativas que aplican, nuevas tecnologías y mejores prácticas, se convierte en un gran desafío. Además de estar alternando entre diferentes sistemas de información.

Con esto queda evidente la necesidad de una herramienta que permita detectar antecedentes usando toda la información disponible, principalmente en campos de texto libre, de manera centralizada, que permita la misma calidad de información tanto a una persona nueva en el rol como una persona experimentada ahorrando tiempo y garantizando calidad (detectar todas las alertas).

Objetivos

Desarrollar una herramienta que optimice el proceso de relevamiento de información para intervenciones en pozos, permitiendo:

- Ahorrar tiempo en la etapa de análisis de antecedentes.
- Consultar todas las fuentes disponibles de diferentes sistemas y tecnologías: Zafiro, ICP (Digital Well File), OpenWells entre otros, tanto para campos tipificados como campos de texto libre.
- Detectar información relevante no solo en el pozo a intervenir, sino también en los pozos circundantes.
- Extraer datos numéricos de los campos de texto como densidad, tensión, profundidades para capitalizar el historial de intervenciones, aunque no haya campos específicos para cierta información como profundidad de obstrucciones, tapones, tipo de tapón, tensión de librado de herramienta, zonas de interés para la intervención.
- Reducir la dependencia de la experiencia del usuario en la interpretación de datos.

Desarrollo Técnico

Después de evaluar diferentes tecnologías se decide por un diseño incremental, con las siguientes etapas

- Visualizar toda la información en una sola herramienta
- Extraer información a partir de los datos
 - Campos Tipificados
 - Mostrar información con contexto geográfico
 - Extraer información de campos de texto
- Actualización automática
 - Accesos automáticos a las bases de datos (Vistas)

Una herramienta – Toda la información

El primer paso fue evaluar una sola herramienta que permita visualizar la información sin tener que entrar y registrarse en diferentes sistemas. Para esto se decidió usar PowerBI alimentado por datos de diferentes fuentes, que veremos más adelante.

Esto gracias a la integración de la herramienta con la infraestructura de datos dentro de la compañía.

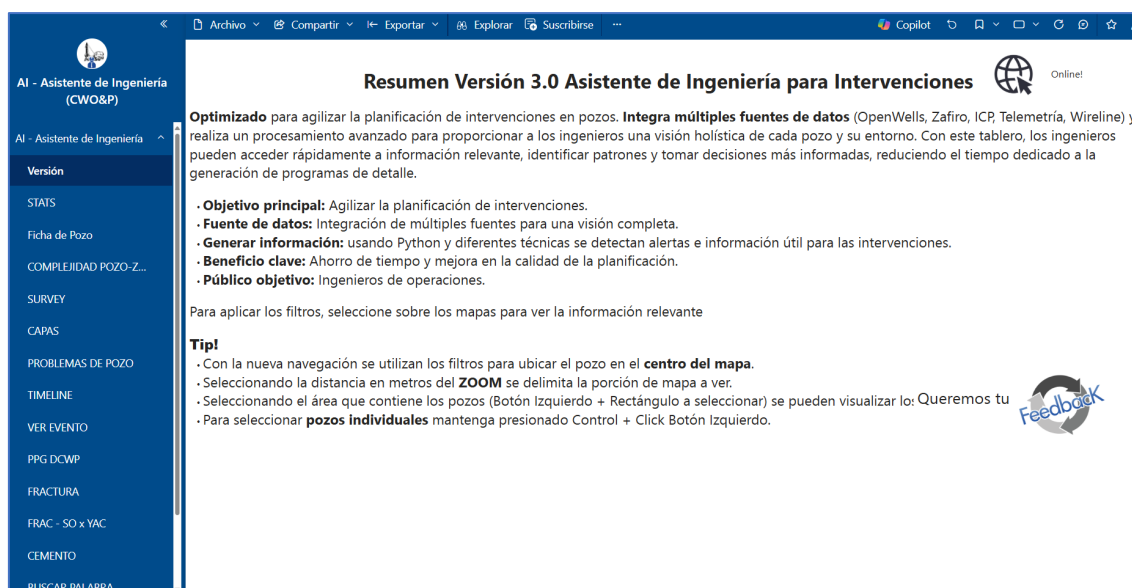


Ilustración 1: Se usa PowerBI para mostrar la información en una sola herramienta.

Extraer Información

Datos Tipificados

En un primer paso, se colecta y se organiza todos los datos que ya existen en diferentes fuentes de información. Esta etapa se centraliza la visualización de datos tipificados. Algunos de estos datos son:

- Identificación del Pozo
- Coordenadas
- Características del pozo: productor Primario/Secundario/Inyector
- Sistema de Extracción
- Diseño de Casing
- Trayectoria
- Punzados
- Estimulaciones
- Cementaciones
- H2S

En las siguientes ilustraciones podemos ver algunos datos.

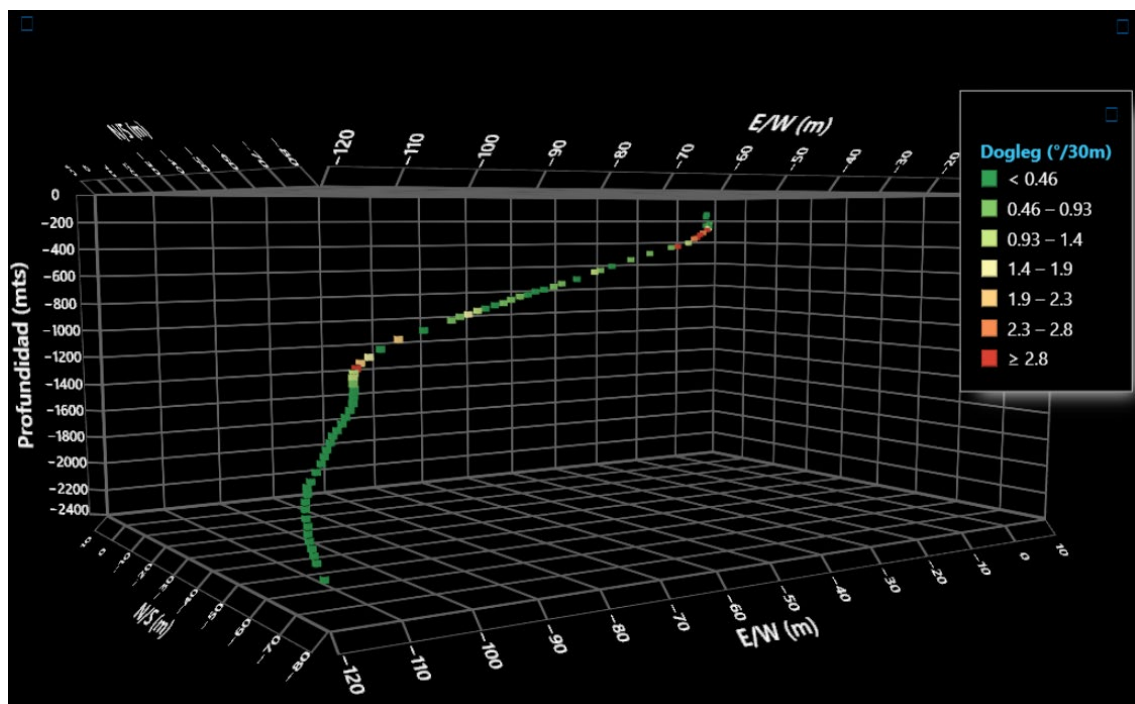


Ilustración 2: Visualización de datos de trayectoria, muestra en colores el Dogleg medido en ° / 100 ft

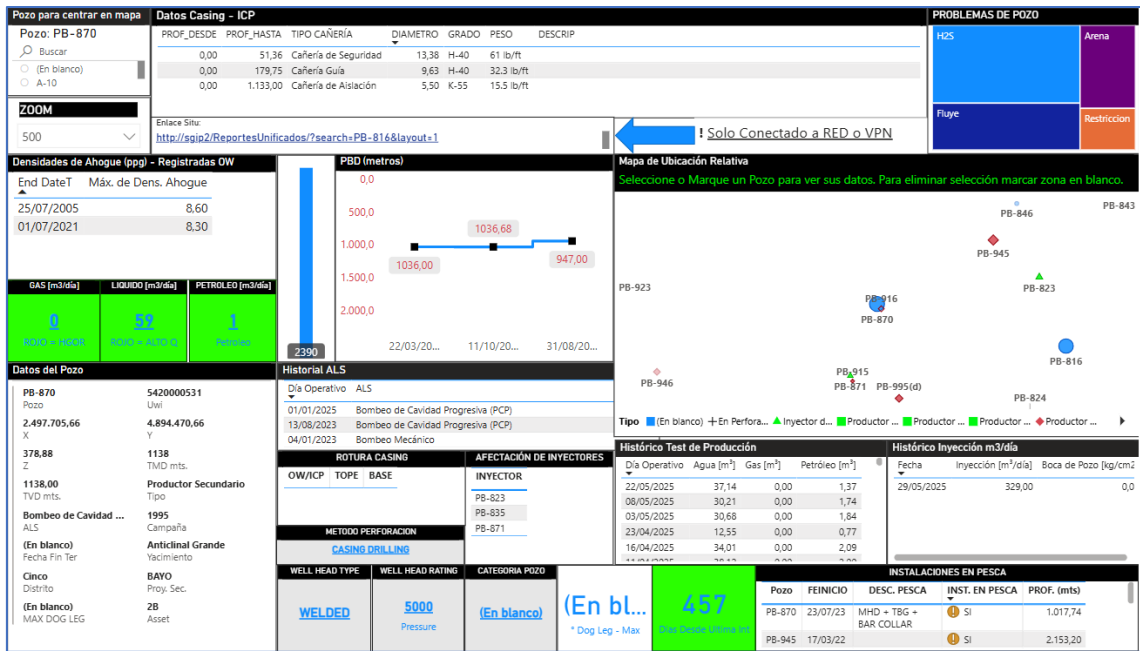


Ilustración 3: Visualización de datos de pozo, incluye diseño de casing, profundidades, densidades, tipo de pozo, contexto geográfico, datos de ensayo, entre otros datos.

Extraer Información

La mayor parte de la información está en campos de texto libre, dado que no se tiene un campo tipificado de toda la información desde la primera implementación de OW.

Se descarta la opción de hacer búsquedas literales, dado que necesita identificar todas las combinaciones posibles, dejando afuera casos de error de tipeo que no se hayan pensado de antemano donde por ejemplo se presione la tecla espacio 2 veces en vez de 1 sola vez entre palabras de interés.

Se decide usar la metodología de Expresiones Regulares, conocida como RegEx (Regular Expresión), que permite mediante un lenguaje de patrones dar flexibilidad a las búsquedas.

Ejemplo: Fijar PKR

(?)i(FIJA)[\s\S]*(PKR)[\s\S]*?(\\d+m)	
(?)i	marca el patrón como insensible a mayúsculas y minúsculas
(FIJA)	Coincide con la palabra “FIJA” (en cualquier parte del texto)
[\s\S]*?	coincide con cualquier carácter, incluidos saltos de línea
(PKR)	coincide con la palabra PKR
[\s\S]*?	coincide con cualquier carácter, incluidos saltos de línea
(\\d+m)	Uno o más dígitos seguidos de la letra m. Ejemplo: 2m, 20m, 1892m

Ilustración 4: RegEx de ejemplo para detecta el texto Fija PKR en un campo de texto libre. Explicación de cada sección del mismo.

Ejemplos: Sobre estos 3 textos, se corre la búsqueda y estos serían los resultados

Contenido del campo de Texto Libre	Resultado
Termina de profundizar, corrige medida fija PKR en 1387m	Coincide
Maniobra para fijar PKR 1387	No coincide (por la R detrás de "FIJA")
Termina de profundizar, corrige medida fija un PKR en 1387m con resultado negativo	Coincide

Para detectar los falsos positivos, se corre sobre el conjunto resultante una nueva combinación que permite detectarlos.

Siguiendo con el ejemplo se busca el patrón `(?i)(FIJA)[\s\S]*(PKR)[\s\S]*?(RESULTADO NEGATIVO)` sobre el conjunto resultante

Resultado:

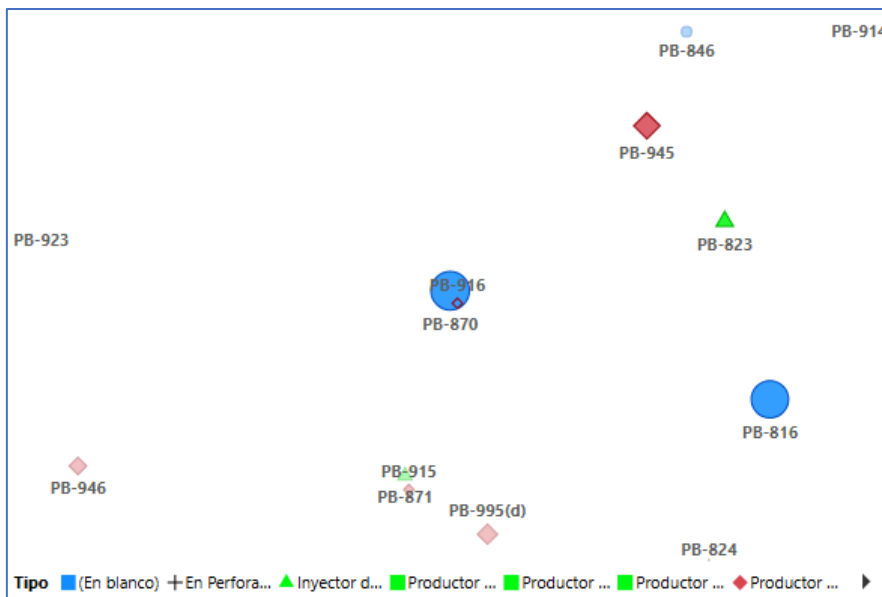
Contenido del campo de Texto Libre	Resultado
Termina de profundizar, corrige medida fija PKR en 1387m	Coincide
Termina de profundizar, corrige medida fija un PKR en 1387m con resultado negativo	Descartado por "RESULTADO NEGATIVO"

Sobre el dato que coincide se extrae la profundidad de 1387m.

Este método se utiliza para extraer datos numéricos como tensión, densidad y profundidades a partir de texto libre, y también detectar ciertos eventos, generando alertas que se tienen en cuenta para modificar las maniobras del programa de la intervención.

Algunos ejemplos de alertas:

- H2S
- Fluencia
- Admisiones
- Parafinas
- Arena / Relleno
- Restricciones
- Problemas de Integridad de Csg
- Bomba No Desclava
- Se usó ácido para librar instalación
- Se realizó corte químico
- Dog Leg > 3.5 ° / 100ft



Pozo	H2S	Fluen cia	Admis iones	Parafi nas	Arena/ Rell	Restricci on	CSG Issues	BND	Acido	CQUIM	MAX DOG LEG
PB-870	◆	◆				◆			◆		
PB-816	◆	◆	◆		◆					◆	
PB-823					◆						
PB-945										◆	

Ilustración 5: Posición geográfica del pozo en estudio y Tabla resumen de alertas de pozos alrededor del pozo a intervenir.

Dichas alertas direccionan al usuario, para buscar un alerta detectada en el pozo de interés, de modo que en vez de leer 4 o 5 años de intervenciones, puede leer solo el día donde se produce el evento para entender el contexto del mismo, ahorrando tiempo y asegurando la detección de todas la alertas de interés, independiente de los años de experiencia de la persona que genera el programa de intervención.

El proceso de forma resumida es el siguiente:

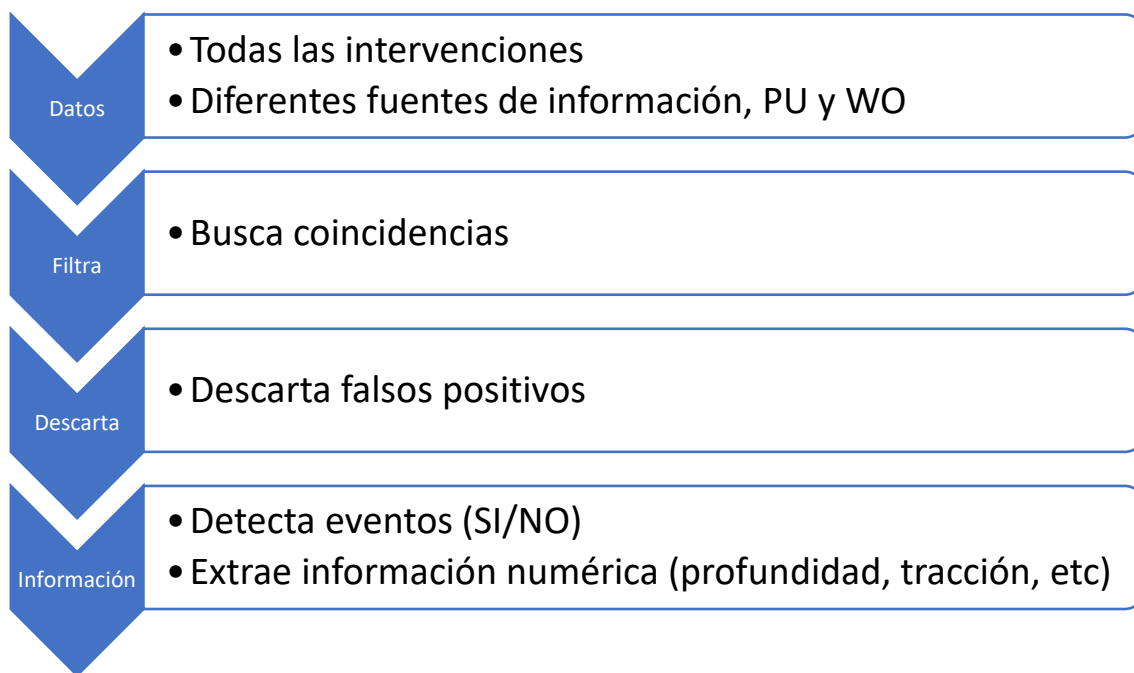


Ilustración 6: Proceso de extracción de información a partir de campos de texto

Actualización de Datos

El visualizador se alimenta de múltiples fuentes de datos. Para los datos estructurados, se establecen conexiones a bases de datos mediante vistas predefinidas en Oracle y SQL.

Estos datos son procesados diariamente mediante un script en Python, que extrae información específica utilizando expresiones regulares (RegEx), como se detalló en la sección anterior, y genera tablas de salida con información filtrada y estandarizada.

A partir de este proceso, se configuran actualizaciones automáticas diarias en la herramienta, lo que permite visualizar información con la última información disponible de intervenciones, incluso de pozos en fase de perforación.

Conclusiones

Esta solución integra **datos operativos e información procesada** en una única plataforma, ofreciendo una visualización gráfica georreferenciada para un análisis contextualizado.

De esta forma se bajó el tiempo de recopilación de información de entre 1 y 4 horas por intervención, dependiendo de la complejidad de las intervenciones, a 15 min, asegurando que se cumpla el proceso completo y no se tomen atajos.

También se logró que el 100% de las alertas se detecten para poder tomarlas en cuenta para la planificación de maniobras.

Capacidades clave

- **Base de datos histórica:**
 - Consolida registros de **OW (Open Wells)** desde **2004 hasta la actualidad**.
 - Alcance: **+45,469 intervenciones** documentadas de **+8,200 pozos**.
- **Cobertura operacional:**
 - Incluye intervenciones de **diversos tipos y alcances**: workovers, pulling, rigless tanto de perfilaje y punzado, como de completaciones.

Ventajas

- **Unificación:** Elimina la dispersión de datos al centralizar la información en un entorno visual interactivo.
- **Trazabilidad:** Permite rastrear el historial completo de intervenciones por pozo.
- **Incremental:** la técnica permite agregar alertas a medida que se detectan otros puntos de interés, como equipamiento que modifique las maniobras o los requisitos de cuadrillas adicionales.
- **Calidad:** se detectan todas las alertas siempre, independiente del nivel de experiencia de la persona que debe realizar el programa de intervención.

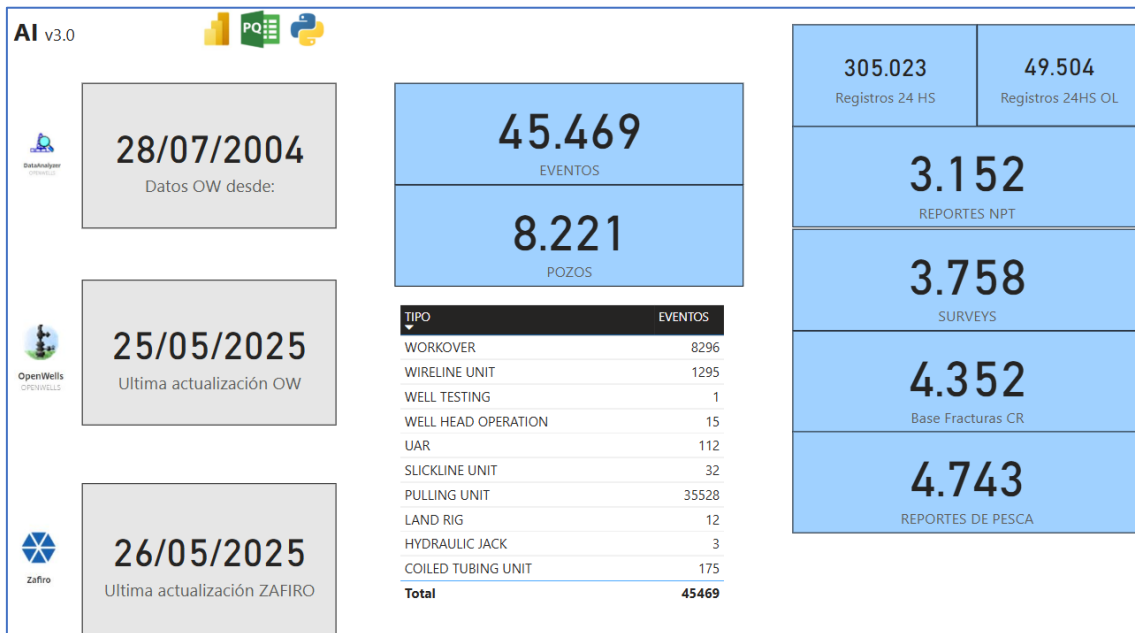


Ilustración 7: Resumen de datos compilados mostrando última fecha de actualización, cantidad de eventos y de pozos que analiza el AI – Asistente de Intervenciones de PU y WO.

Próximos Pasos

En los próximos pasos se prevee mejorar el mecanismo de detección, transicionando de uso de RegEx a Modelos de Lenguaje (LLM).

Con esto se mejorará la precisión en la interpretación de reportes no estructurados, y podremos identificar patrones complejos que RegEx no captura (ej: contexto implícito, correlación entre eventos).

Por otro lado, se debe integrar esta herramienta con la herramienta para generar los programas de detalle de ingeniería, permite ajustar automáticamente las maniobras programadas, reducir tiempos de respuesta ante riesgos detectados, y centralizar la curva de aprendizaje de nuevas estrategias en las intervenciones para aumentar la efectividad de las maniobras planificadas.

Apéndice – CV Autores

Enzo Gomez

Ingeniero Electrónico, recibido en Universidad Nacional de Tucumán.
Master in Bussiness Administration, Summa Cum Laude de IAE (Universidad Austral)

Más de 19 años de experiencia en industria petrolera, tanto en compañías de servicio como en operadora. Abocado a Intervenciones de pozos de Yacimientos Convencionales en los últimos 10 años.

Puesto Actual: Especialista de Pulling en PAE, basado en Golfo San Jorge.

Guillermo Rios

Ingeniero Electrónico, recibido en Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco
Posgrado en Managment del Negocio, IAE (Universidad Austral)

Más de 25 años de experiencia en industria petrolera, pasando por diferentes posiciones de servicio a yacimientos, y su operación en yacimientos convencionales en diferentes puntos del país.

Puesto actual: Especialista de Pulling en PAE, basado en Buenos Aires.