

TABLERO DE CONTROL DE POZOS – GOLFO SAN JORGE

Autores: Fabian Ivanoff, eivanoff@pan-energy.com – Germán Gornatti, GGornatti@pan-energy.com – Cristian Legaz, CLegaz@pan-energy.com – Leandro Krouer, lkrouer@pan-energy.com - Esteban Papaiani, eapapaiani@pan-energy.com – Alejandro Luna, aluna@pan-energy.com – Leonardo Ahrtz, LAhrtz@pan-energy.com

Pan American Energy LLC

▪ Sinopsis

En la Unidad de Gestión Golfo San Jorge de Pan American Energy se cuenta con 3797 pozos productores y 829 pozos inyectoros.

Con el objetivo de hacer la operación más eficiente, se creó una herramienta de gestión de la información denominada “Tablero de Control de Pozos”.

Consiste en Indicadores (KPIs) que nuclean información proveniente de distintos aplicativos: Zafiro (Producción), E-Meeting (Reuniones de Diagnóstico de Pozos), SIDiag (Mediciones de Superficie: Dynas/Niveles), Hand Held (Rutinas de Operaciones), SIPoff (Telemetría de Pump Off), SCADA (Sistema de Alarmas), Open Wells (Intervenciones con equipos de Torre).

Los indicadores se agrupan en tres categorías:

- ☐ Gestión de la Información de Pozos
- ☐ Oportunidades de aumento de Producción
- ☐ Riesgos de las Instalaciones

Esta consolidación de datos en un ambiente WEB, accesible a todos los niveles de la organización, permite una rápida y amigable navegación incluyendo tendencias y la unificación de criterios respecto de la visualización de datos.

Esta herramienta tiene impacto directo sobre el negocio, debido a su potencial para la toma de decisiones y la alineación de objetivos. En los primeros meses que lleva implementado el Tablero, se destacan las siguientes tendencias:

- ☐ Mejora en el seguimiento de los estados de explotación
- ☐ Optimización en la Frecuencia de Mediciones Físicas
- ☐ Mejora en el % de Marcha de Pozos
- ☐ Reducción en la cantidad de pozos con Exceso de Torque

▪ Introducción

El yacimiento Cerro Dragón, se encuentra ubicado en la cuenca del Golfo San Jorge, en las provincias de Chubut y Santa Cruz, contando con 3450 km² de extensión, lo que equivale a 17 veces la superficie de la Capital Federal.

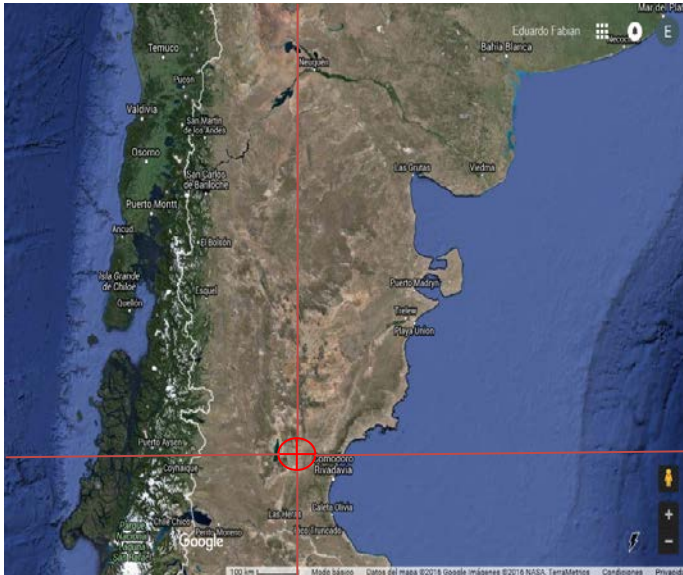


Figura 1 – Ubicación Geográfica

Una producción diaria de casi 15.000 m³ de petróleo, más de 9.000 Mm³ de gas y 200.000 m³ de agua son aportados por los 3.797 pozos productores. El parque de sistemas de extracción incluye:

- ☐ 2.551 Bombeo Mecánico (65% con Controlador Pump Off)
- ☐ 1.048 Electrosumergible
- ☐ 198 Otros sistemas de extracción (PCP, Gas Lift, Plunger Lift).

La Gerencia de Operaciones se divide geográficamente en 7 Distritos. Se cuenta con 92 Estaciones de Petróleo y 21 Plantas de Inyección de agua. El personal afectado en forma directa a la supervisión de la Producción comprende más de 140 personas entre Gerentes, Jefes de Distrito, Field Foreman y Supervisores de Producción.

La automatización implementada aporta cantidad y variedad de información, generadas desde diferentes sistemas, tal que se ve la oportunidad de agruparlos para hacer la operación más eficiente.

Para tal fin, se crea un equipo de trabajo que definirá las pautas de agrupamiento de la información que sirvan al Personal de Operación como herramienta indicadora de la gestión.

Se crea una herramienta que consta de Indicadores (KPIs) provenientes de distintos aplicativos corporativos:

Zafiro: Administra diariamente la información de Producción abarcando desde la inyección de agua o producción a nivel pozo, hasta la venta en planta de despacho.

E-Meeting: Sistema que brinda información proveniente de las Reuniones de Diagnóstico de Pozos

SIDiag: Aplicativo que nuclea y administra las mediciones de Superficie: Dynas/Niveles (generadas en Pump Off on line o generadas por una empresa contratista)

Hand Held: herramienta utilizada en campo para la recolección de datos de los pozos. La información se guarda en un aplicativo para nutrir un aplicativo web.

SIPoff: Telemetría on line de Pump Off y reportes asociados

SCADA: Sistema de monitoreo de instalaciones corporativo

Open Wells: Desarrollo que administra toda la información de las Intervenciones con equipos de Torre.

Esta consolidación de datos en un ambiente WEB, accesible a todos los niveles de la organización, permite una rápida y amigable navegación incluyendo tendencias.

▪ Desarrollo

A partir de los sistemas mencionados, se crearon diferentes indicadores, con el objetivo de obtener un seguimiento diario y también con cierres mensuales para obtener tendencias. El objetivo propuesto fue mejorar la eficiencia: Aumentar la Producción y Bajar los Costos.

El diseño de cada indicador fue realizado por un equipo multidisciplinario, conformado por personal con vasta experiencia y proveniente de diferentes sectores de la empresa: Operaciones, Aseguramiento Técnico, Ingeniería de Control, Excelencia Operativa y Proyectos de Automatización. Cada indicador fue consensado con la Gerencia de Operaciones de Producción que fue la principal impulsora del proyecto, y a la vez, principal usuario de lo que luego con el agrupamiento de los indicadores, se llamó: **Tablero de Control de Pozos**.

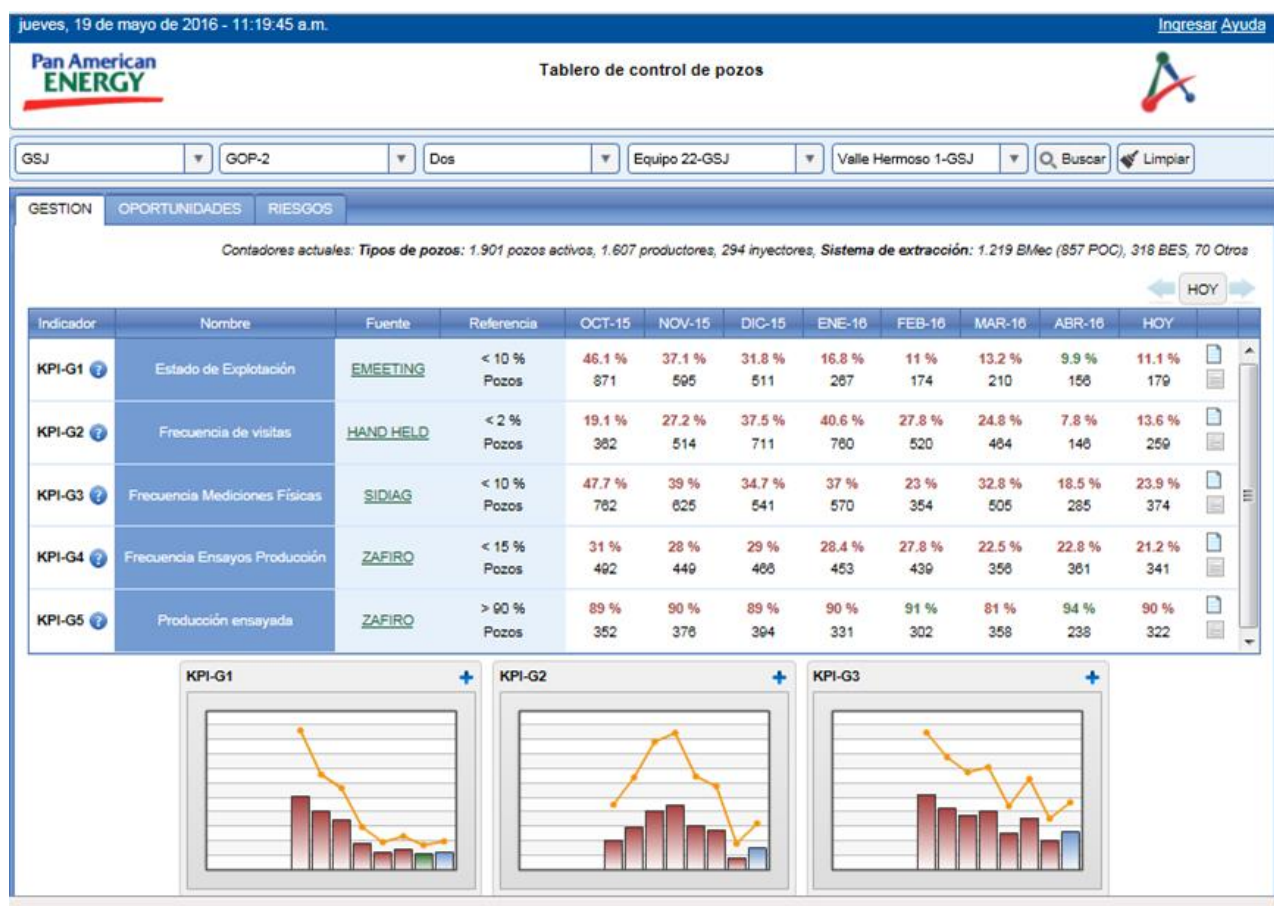


Figura 2 – Pantalla general del Tablero de Pozos

Al diseñar el Tablero, se planteó como norma de diseño, que todos los niveles de la Organización debían acceder en forma equivalente en cuanto a privilegios de visualización. Por ello se optó por un Sistema WEB donde se muestra cada indicador con los distintos niveles de jerarquía: Gerencia Operaciones, Distrito, Equipo, Estación.

El tablero muestra los valores mensuales de cada indicador en forma numérica y gráfica durante de los últimos meses, lo cual permite obtener una tendencia. Como fortaleza se encuentra la **columna “HOY” con el cálculo al día de la fecha de cada indicador, que hace evidente los pozos que tienen desvíos**. A partir de esta identificación se pueden disparar las acciones correctivas o simplemente visualizar las justificaciones de dichos desvíos. Esto es posible dado a que el tablero muestra una sábana de datos para cada indicador y detalla cada pozo con desvío con información complementaria aportada por los diferentes sistemas.

Además del filtro por las jerarquías mencionadas, el tablero permite visualizar los indicadores subdivididos en 3 categorías:

- **Indicadores de Gestión:** Reflejan el trabajo diario del personal de Operaciones y permite a la autogestión.
- **Indicadores de Oportunidad:** Muestran donde se tiene oportunidades de aumentar la Producción
- **Indicadores de Riesgo:** Muestra la exposición a riesgos por falla.

Indicadores de Gestión:

Estado de Explotación en eMeeting: Pozos en los que no se actualizó el estado de explotación en eMeeting en los últimos 30 días. Surge a partir de que existe en Pan American un Procedimiento que establece que los pozos deben revisarse mensualmente debiendo definirse su estado de Explotación (Bien Explotado, Sub-Explotado, Instalación en Riesgo). La sábana de este indicador nos brinda además los siguientes datos: Fecha y Nombre del Supervisor que revisó el pozo, diagnóstico y justificación.

Frecuencia de Visitas: Pozos que no se recorrieron en las últimas 2 semanas. A partir de la existencia del sistema de Hand Held, se definió que la frecuencia de visita a cada pozo no debe superar las 2 semanas. La sábana de datos muestra: Fecha, hora de entrada y salida de la locación y nombre del recorridor que visitó el pozo; y como dato adicional la producción del pozo que permite evaluar el grado del desvío.

Frecuencia de Mediciones Físicas: Pozos que no cumplen con el cronograma de mediciones de dinas y niveles. Este cronograma está determinado en función de la Producción y el tipo de sistema de extracción. La sábana de datos nos muestra la cantidad de días sin medición, y datos adicionales de categoría ABCD, último estado de explotación y el tipo de controlador que posee.

Frecuencia de Ensayos de Producción: Pozos que no cumplen con el cronograma de ensayos ABCD. Este cronograma establece por ejemplo, que los pozos tipo A (de mayor producción) deben ensayarse cada 10 días. Adicionalmente nos muestra la fecha del último ensayo, la producción del pozo y el último estado de explotación.

Producción Ensayada: Este indicador tiene por objetivo que se logre ensayar al menos el 90% de la producción en los últimos 30 días. La sábana nos permite identificar los pozos que no fueron ensayados en el rango de fecha previstos, la producción de pozos y fecha del último ensayo. También el último ensayo de explotación.

Indicadores de Oportunidades:

GESTION	OPORTUNIDADES	RIESGOS
---------	---------------	---------

Contadores actuales: **Tipos de pozos:** 32 pozos activos, 32 productores, 0 ir

Indicador	Nombre	Fuente	Referencia	OCT-15	NOV-15	DIC-15
KPI-O1 ?	Pozos Sub-explotados	EMEETING	< 10 % Pozos	12.5 % 4	3.1 % 1	6.1 % 2
KPI-O2 ?	Sumergencia >20% Prof bba	SIDIAG	< 10 % Pozos	21.9 % 7	18.8 % 6	18.2 % 6
KPI-O3 ?	POC con 100% de marcha y más del 95% de llenado de bomba	Reporte POC	< 10 % Pozos		0 % 0	19.2 % 5
KPI-O4 ?	m3 asociado a acciones pendientes	EMEETING	Acciones Seco incremental (m3)	3 1	2 0	8 0
KPI-O5 ?	POC con <75% marcha	Reporte POC	< 10 % Pozos		8 % 2	7.7 % 2
KPI-O6 ?	Eficiencia Global en Bombeo Mecánico	SIDIAG	< 20 % Pozos		19.4 % 6	19.4 % 6

Figura 3 – Pantalla de Oportunidades del Tablero de Pozos

Pozos Sub-explotados: Similarmente al KPI-G1, pero en este caso llevando el detalle de los pozos determinados como Sub-explotados. Se destaca que se agrega a la sábana la última acción pendiente en el pozo.

Sumergencia >20% Profundidad Bomba: Muestra los pozos donde la sumergencia es mayor al 20% de la profundidad de la bomba. Permite identificar oportunidades de aumento de la producción. Como datos adicionales nos muestra: valor de la Sumergencia y fecha de medición, el estado de explotación y la última acción pendiente.

Pozos POC (Pump Off Controller) con 100% Marcha y más 95% Llenado de Bomba: Permite otra forma de detectar oportunidades de aumento de producción, pero en este caso solo para los pozos con Pump Off (se tienen 1.600 controladores en el Yacimiento). Además de los valores de % de marcha y llenado de bomba, nos muestra la acción pendiente en caso de existir.

M3 Asociados a acciones pendientes: Tomando datos del software eMeeting, contabiliza los M3 identificados de las reuniones de Producción. La sábana nos muestra la última acción pendiente con su fecha de vencimiento y seco incremental asociado a dicha acción.

Pozos POC con % Marcha menor 75%: En este caso sirve para identificar aquellos pozos donde se puede optimizar las instalaciones/tiempo de funcionamiento. El detalle nos muestra además del % de marcha del pozo cual es la acción pendiente en caso de existir y el estado de explotación.

Eficiencia Global en Bombeo Mecánico: Este indicador aplica a los pozos con bombeo mecánico y permite detectar los pozos que se necesita Optimizar desde el punto de vista energético. Es un cálculo realizado en función del último ensayo de producción y el último dinamómetro del pozo. Cuando este valor es menor al 15% se considera que existen razones para mejorar la eficiencia del pozo, y en la sábana de detalle se muestra el estado de explotación.

Indicadores de Riesgos:

GESTION

OPORTUNIDADES

RIESGOS

Contadores actuales: Tipos de pozos: 32 pozos activos, 32 productores, 0

Indicador	Nombre	Fuente	Referencia	OCT-15	NOV-15	DIC-15
KPI-R1 ?	POC en modo HOST/TIMER/BYPASS	Reporte POC	< 10 % Pozos	6.6 % 1	8 % 2	19.2 % 5
KPI-R2 ?	Pozos con Exceso de Torque	SIDIAG	< 5 % Pozos		9.7 % 3	10 % 3
KPI-R3 ?	Pozos con alta Carga Estructural	SIDIAG	= 0 % Pozos		0 % 0	0 % 0
KPI-R4 ?	Alarmas en pozos productores	Alarmero	<= 11 Pozos			
KPI-R5 ?	BES con Paros repetitivos	Alarmero BES	< 3 % Pozos			0 % 0
KPI-R6 ?	Intervenciones Repetitivas	EMEETING	< 10 % Pozos			
KPI-R7 ?	Instalaciones en riesgo	EMEETING	< 10 % Pozos			

Figura 4 – Pantalla de Riesgos

POC en Modo Host/Timer/ByPass: Este indicador permite mantener minimizada la cantidad de pozos con Pump Off fuera de servicio. Además de mostrar el estado actual de operación del Controlador y la fecha desde la cual se encuentra en ese estado, nos muestra el estado de explotación del pozo.

Pozos con Exceso de Torque: Este indicador sirve para identificar los pozos con exceso de torque a partir de la última medición dinamométrica. Se considera desvío un Torque superior al 100%. La sábana muestra la fecha de la medición dinamométrica, torque actual e ideal de cada pozo, la producción, y la justificación en el estado de explotación.

Pozos con Alta Carga Estructural: Idem anterior, pero con la Carga Estructural del AIB (Aparato Individual de Bombeo)

Alarmas en Pozos Productores: La automatización de la totalidad de los pozos del yacimiento nos permite setear alarmas de presión, caudal, corriente, estado de los pozos y otras; reportadas al sistema Scada. Este indicador nos permite controlar la cantidad de alarmas e identificar los pozos con problemas.

Bombeo Electrosomergible con Paros Repetitivos: Este indicador identifica los pozos con BES que se encuentran en riesgo de falla por paros reiterativos. La sábana nos muestra para cada pozo la cantidad de paros en la última semana y el petróleo que produce, además el estado de explotación.

Intervenciones Repetitivas: Este indicador permite mantener focalizada la supervisión en los pozos con más de dos intervenciones en los últimos 365 días. En el detalle podemos ver: estado de explotación, cantidad de intervenciones en el último año, causa de la última intervención, fecha de la última intervención y producción del pozo.

Pozos con Instalación en Riesgos: Se muestran los pozos a los cuales en la última revisión se los definió como “pozo con instalación en riesgo”. En el detalle podemos ver la producción de cada pozo, la fecha y nombre del supervisor que definió el estado de explotación y la justificación.

Detalles del Tablero:

La programación se realizó mediante la contratación de una empresa de desarrollo de software local y bajo dirección del equipo de Proyectos de Automatización.

Cada indicador cuenta con una ayuda descriptiva que se accede desde el mismo tablero y muestra toda la información de cómo se realizan los cálculos. El siguiente es un ejemplo:

X

KPI-G1: Estado de Explotación

Descripción

Pozos que no se actualizó estado de explotación en e-meeting, en los últimos 30 días

Referencia

< 10 %

Fuente

EMEETING

Universo de pozos

Productor

Procedimiento de búsqueda de pozos

Se obtiene el listado de los pozos de GSJ desde del sistema Zafiro, considerando sólo aquellos que se encuentren en estado ACTIVO al momento del calculo del KPI. Luego, se filtran de ese listado, aquellos pozos que correspondan al universo de pozos definido para el KPI, en este caso, pozos productores (Tipo=PP o PS o PGA o PGM o PGB).

Procedimiento de cálculo

Se obtienen, desde el sistema EMEETING, los últimos estados de explotación para cada pozo. Aquellos pozos que no registren una actualización del estado de explotación en los últimos 30 días, son contabilizados como desvío. El indicador es el porcentaje de pozos con desvío, respecto a la cantidad total de pozos del universo considerado, para el filtro activo.

Figura 5 – Ejemplo de la pantalla de Descripción de cada indicador

El Tablero permite que desde la Gerencia hasta el Supervisor vean la misma información. Suponiendo que a nivel gerencial se detecta un desvío en un determinado indicador, el tablero permite navegar hacia los niveles inferiores hasta llegar al nivel estación para detectar cuales son las que más contribuyen al desvío; y a la vez cuales son los pozos dentro de esa estación.

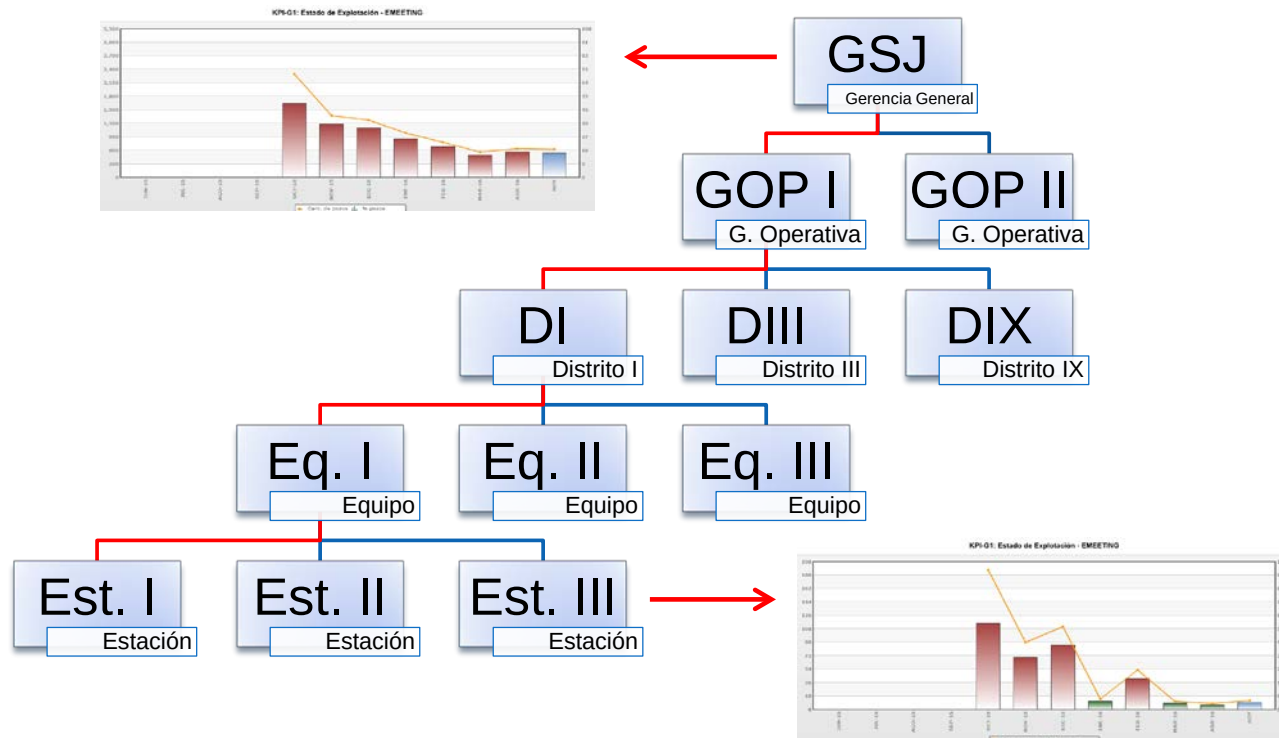


Figura 6 – Diagrama de Jerarquías del Filtro del Tablero

Cada indicador tiene un gráfico de tendencia mensual que nos permite rápidamente visualizar la evolución mensual y en forma comparativa con el valor "hoy".

Así también, cada indicador posee una sábana de datos con información de los pozos que presentan desvíos y con información adicional útil para un rápido diagnóstico. El siguiente ejemplo es para el indicador de Estado de Explotación.

Cantidad de pozos: 31					
Pozo	Fecha EM	Usuario	Nombre	Justificación	
L-25	16/05/2016 10:23	XCDF01	Carlos De La Fuente	Subir a 8 GPM- Ultimo Nivel 447 mtrs.	
PCD-1009	19/04/2016 10:48	XFMS01	Franco Maximiliano Silvestri	mantener, seguir evolucion de inyeccion	
PCD-1027	19/04/2016 10:49	XFMS01	Franco Maximiliano Silvestri	seguir evolucion	
PCD-1071	16/05/2016 12:28	XCDF01	Carlos De La Fuente	Pozo con sumergencia - Adecuar con BES mayor	
PCD-1078	05/05/2016 14:03	XAJM01	Alejandro Javier Malaisi	637 mts de sumergencia, comp. de gas.	
PCD-1094	11/05/2016 10:20	YAAR01	ALBERTO ALEJANDRO RUIZ	ok mantener pozo con compresión de gas.	
PCD-1101	02/05/2016 11:12	XGXC09	Gustavo Daniel Casas	28/04 Revision de pozo en meeting. Sist. ext. al max. proxima intervencion adecuar bomba. MANTENER.	
PCD-1109	09/05/2016 12:17	XAJM01	Alejandro Javier Malaisi	523 mts de sumergencia, visto para adecuar bba.	
PCD-1134	19/04/2016 10:42	XFMS01	Franco Maximiliano Silvestri	opera SL, pistonean pozo no recupera buena presion se habla con ingenieria y se decide cegar capas	
PCD-1152	06/05/2016 04:20	XFDL01	FACUNDO DANIEL LEIVA	Seguir evolucion	
PCD-231	19/04/2016 10:26	XFMS01	Franco Maximiliano Silvestri	espera resultados de mediciones de GE (DINAMOMETRIA)	

Figura 7 – Ejemplo de una sábana de datos de un indicador

Otra característica es que el Tablero permite exportar al Excel la sábana conteniendo datos de los pozos; pudiendo los usuarios exportar solo los que tienen desvíos, o la totalidad de los pozos. En el caso de exportar la totalidad de los pozos, el sistema devuelve resaltados aquellos ítems con desvíos.

Resultados:

Los indicadores muestran una favorable evolución, lo cual da cuenta del aprovechamiento de la herramienta por parte de la Gerencia de Operaciones en su conjunto. Luego de la implementación del Tablero de Control de pozos, se destacan los siguientes resultados:

KPI-G1: Muestra mejora en el cumplimiento del análisis de los pozos. En el mes de Abril (color verde) se observa que se alcanza la referencia.

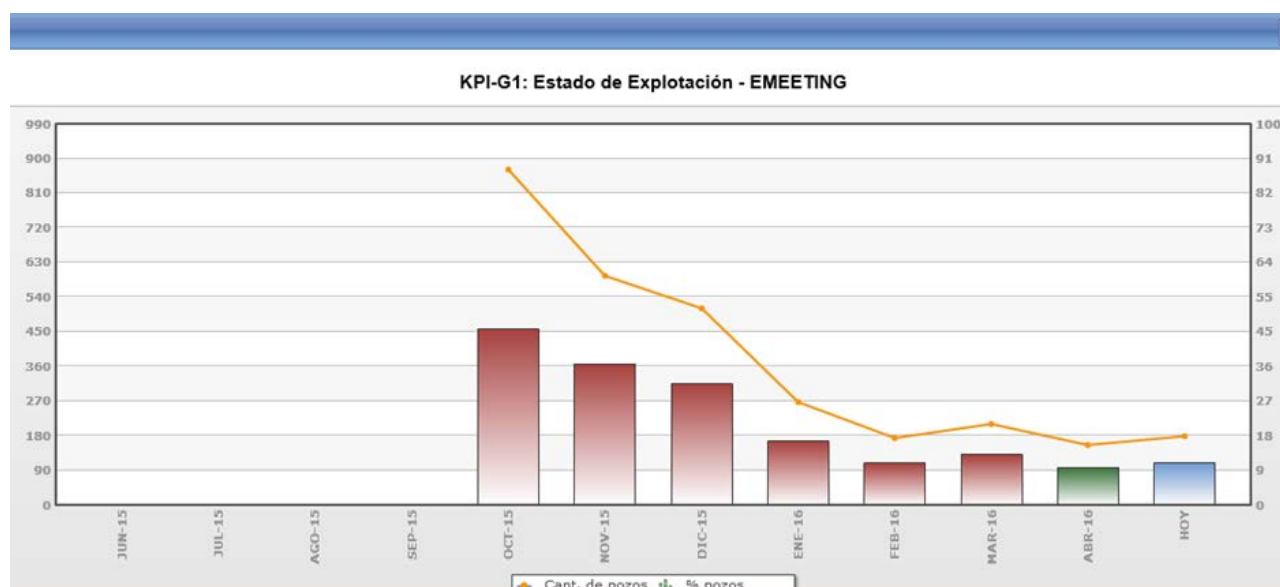


Figura 8 – Grafico de tendencia de KPI-G1

KPI-G2: Se destaca que se observa una mejora del cumplimiento de las rutinas en los pozos en los últimos meses.

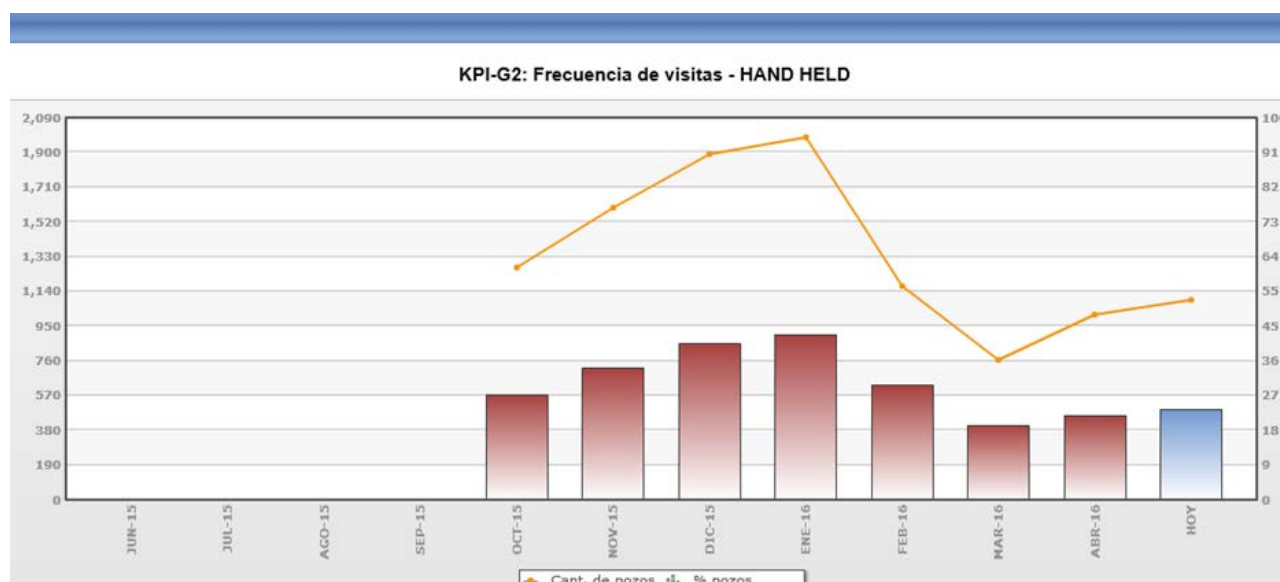


Figura 9 - Grafico de Tendencia del KPI-G2

KPI G3: Mejoramiento del cumplimiento del cronograma de mediciones físicas. Se bajó del 45% al 20% los pozos que no cumplen con el cronograma.

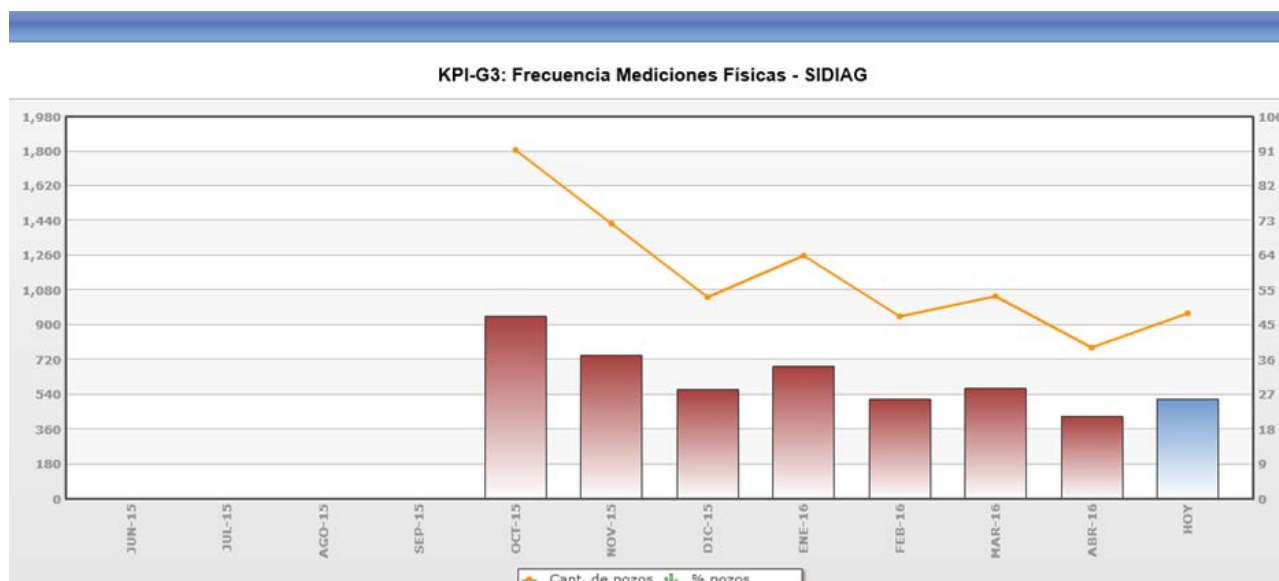


Figura 11 - Gráfico de tendencia del KPI-G3

KPI-O1 : Muestra una mejora importante de la cantidad de pozos sub-explotados (Solo Distrito 1)

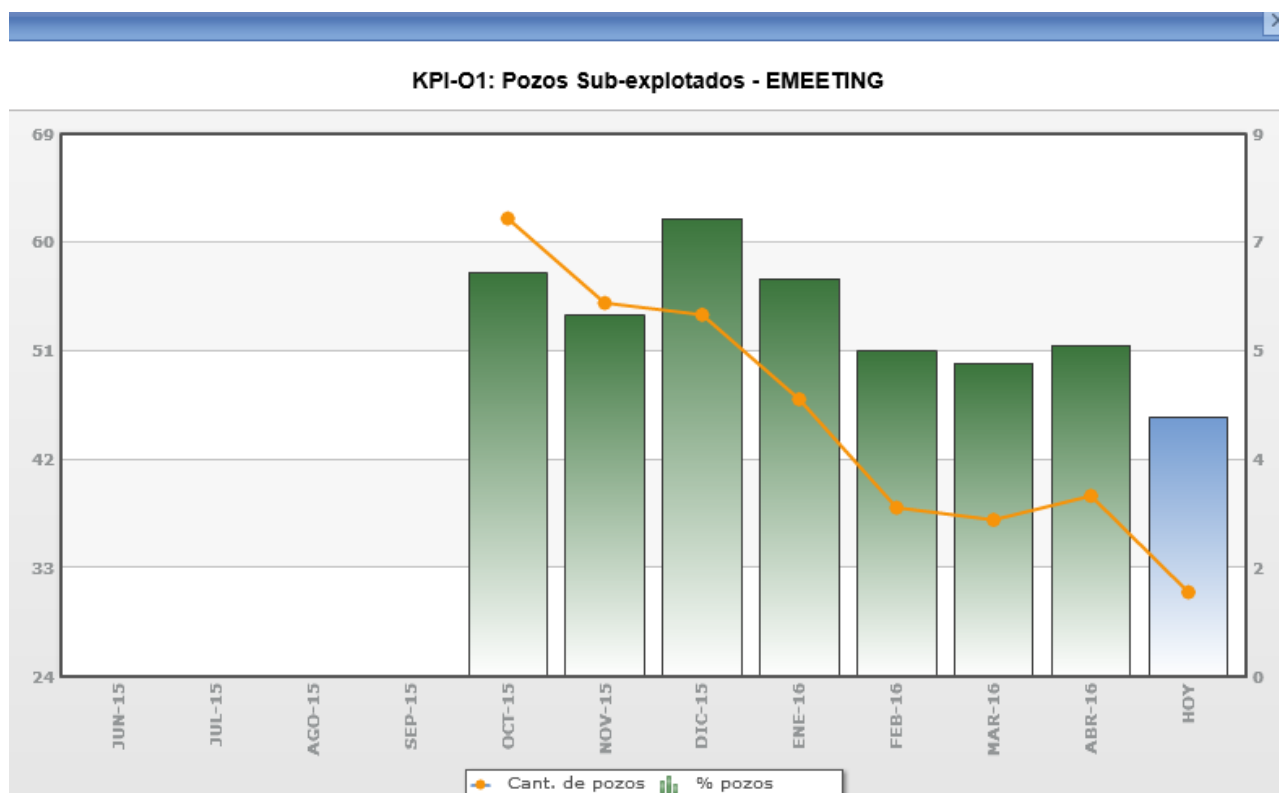


Figura 12 - Gráfico de tendencia del KPI-O1

KPI-O2: Muestra una mejora en por disminución de los pozos con alta sumergencia

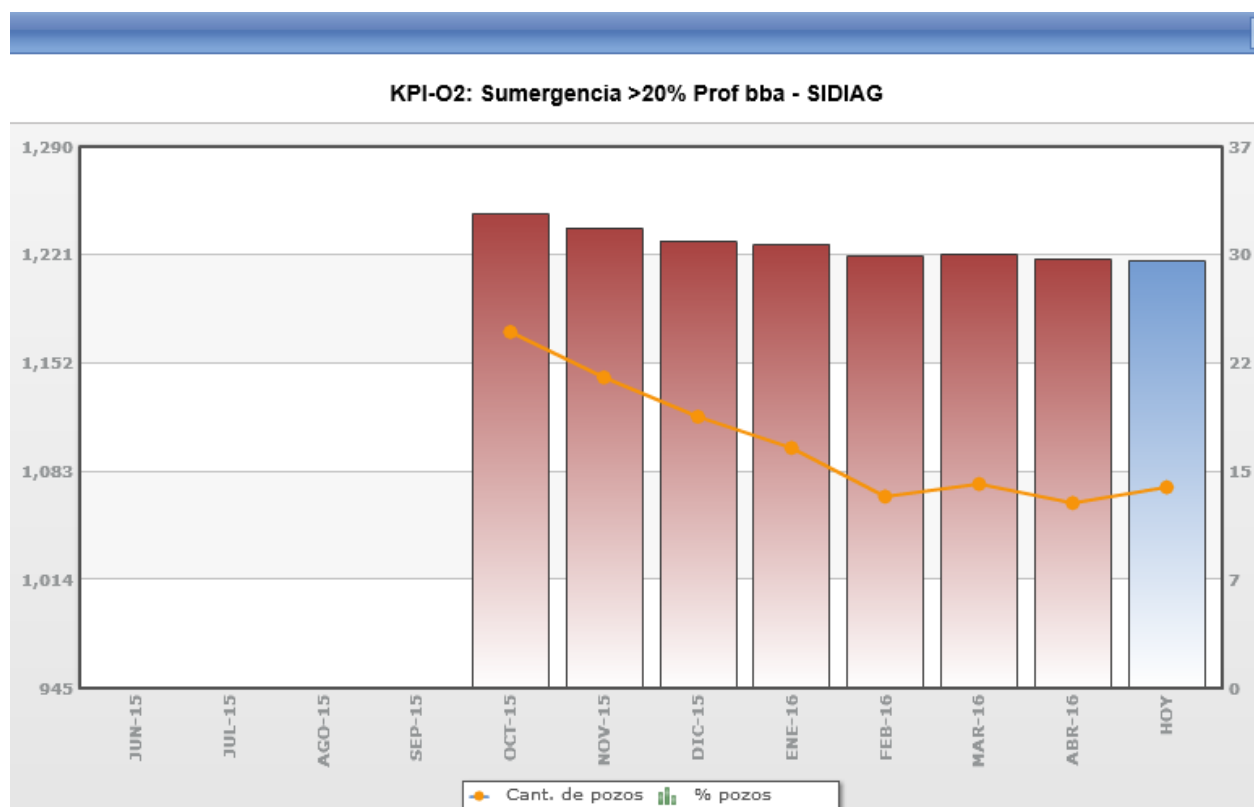


Figura 13 – Gráfico de tendencia del KPI-O2

KPI-R1: Muestra una mejor gestión de mantenimiento de los Pump Off Controllers.

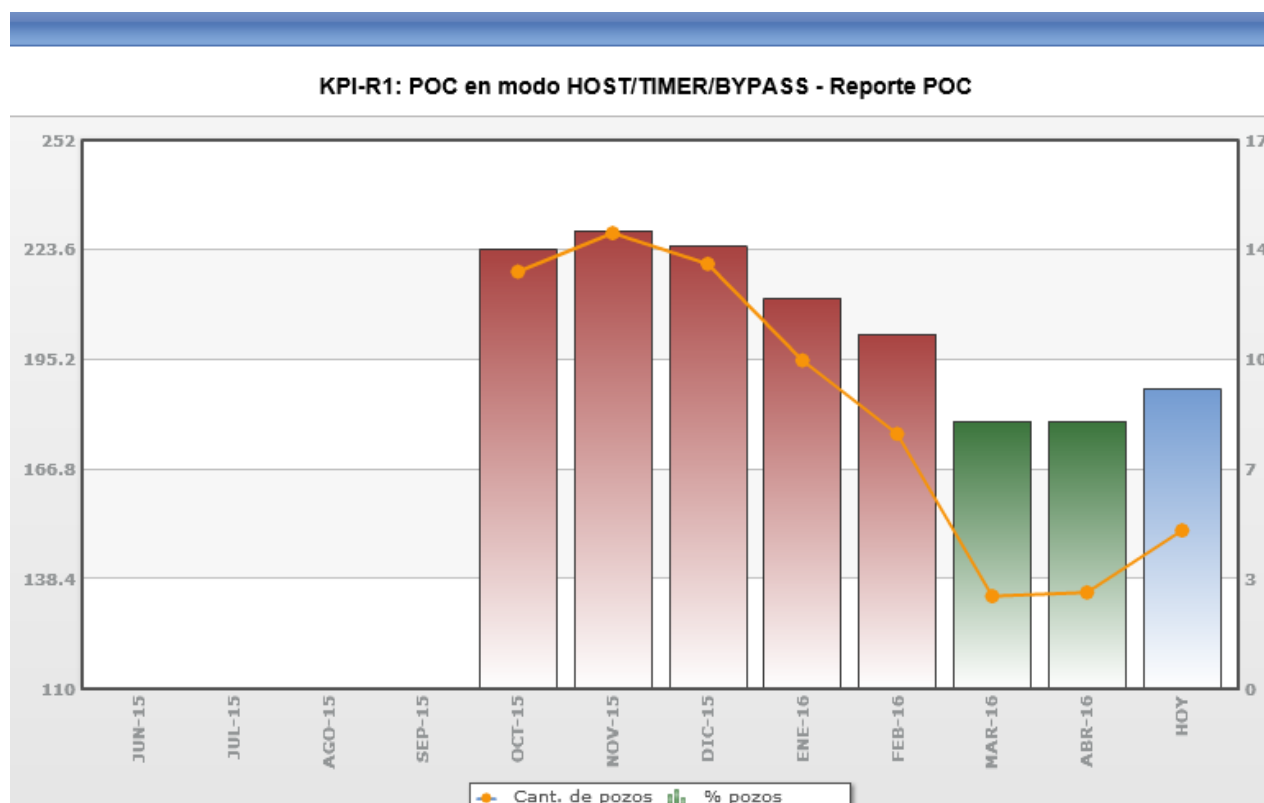


Figura 14 – Gráfico de tendencia del KPI-R1

KPI-R2: Disminución de los pozos con exceso de torque

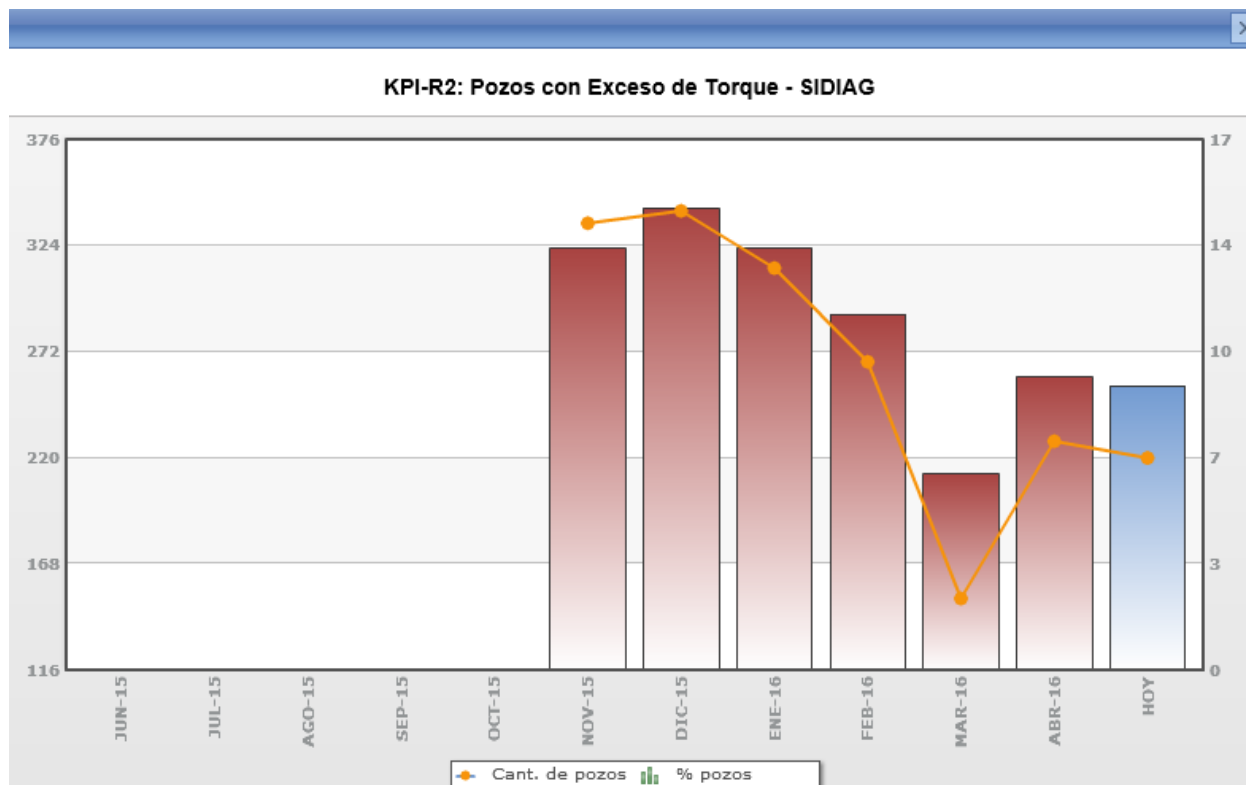


Figura 15 – Gráfico de tendencia del KPI-R2

• Conclusiones

Podemos destacar que la aplicación de esta nueva herramienta:

- *Contribuye a alinear objetivos*, lo cual resulta un elemento importante dada la magnitud del tamaño de la empresa.
- *Ayuda a optimizar la gestión de la producción, potenciando el uso de los sistemas para una mejor operación*: Permite identificar desvíos y tomar acciones para su corrección.
- *Unifica criterios para la toma de decisiones en los equipos de trabajo*: Unifica los valores de referencia para todos los niveles de la organización.
- *Asegura la coherencia al cruzar los diferentes indicadores de producción*: La visualización en un tablero de control de diferentes sistemas en simultáneo ayuda a identificar datos erróneos o desvíos de datos ingresados o recolectados por sistemas automáticos de medición (pump off).
- *Facilita la visualización del cumplimiento de objetivos a través de gráficos*.

Podemos afirmar como resultado global para la Gerencia de Operaciones al mes de Abril de 2016 respecto a Octubre de 2015; el Tablero ha aportado las siguientes ventajas comprobadas:

- Estado de Explotación: Bajó del 50% al 20% pozos sin actualizar en 30 días.
- Frecuencia de Visitas: Bajó del 27,5% al 22% los pozos que no se visitaron
- Frecuencia de Mediciones Físicas: Bajó del 47% al 27% el no cumplimiento del cronograma.
- POC con % Marcha: Bajó de 12,4% a 8,1% la cantidad de pozos con bajo % de marcha.
- POC en Host/Timer/ByPass: Bajó del 14,2% al 8,3% la cantidad de pozos que NO tenían en el Controlador en modo Normal
- Exceso de Torque: Bajó del 13,5% al 9,4% la cantidad de pozos con exceso Torque.

Breve C.V. de los autores:

- Cristian Legaz: Técnico Superior en Explotación Petrolera Escuela de Petróleo de la Patagonia con diecisiete (17) años de experiencia; trabajó en YPF S.A. y luego en PAE desde 1999 como Supervisor de Operaciones, Scadista Líder de Equipo de Producción y Recuperación Secundaria Actualmente es Coordinador de Scada Centralizado.
- Leandro Krouer: Técnico Electromecánico ENET Nro1 Comodoro Rivadavia con (12) años de experiencia en la industria petrolera Trabajó en Bolland y Cia durante 2 años Trabaja en PAE desde 2006 como Supervisor de Operaciones en los Distritos 1 y 2 de la empresa.
- Fabian Ivanoff: Técnico Químico ENET Nro. 1 Comodoro Rivadavia con veinte (20) años de experiencia. Trabajó en Laboratorios de Análisis Industriales S.A. desde 1995. Luego, en PAE desde el año 2000 como Supervisor de Operaciones, Supervisor de Caudalimetría y Mediciones y se desempeña actualmente como Referente de Ensayos y Separadores Trifásicos desde 2007 a la fecha.
- Germán Gornatti: Ing. Electrónico de Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, diecinueve (19) años de experiencia en la industria. Desde 1997 a 2005 trabajó en Bolland & Cia S.A. Trabaja en PAE desde 2006 como referente de Controladores Pump Off y actualmente como referente de Automatización de Pozos en el sector Ingeniería de Control.
- Esteban Papaiani: Técnico en Informática con quince (15) años de experiencia en la industria. Trabaja en PAE desde 2001 y desde hace cuatro (04) años desempeña en el equipo de Proyectos de Automatización.
- Alejandro Luna: Ing. en Petróleo recibido en Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Tiene veintiséis (26) años en la industria. Trabajó en Cadipsa a partir de 1990 y desde 1995 en adelante en Pan American Energy como Ingeniero de Producción y desde 2010 en la misma empresa como Ingeniero de Aseguramiento Técnico
- Leonardo Ahrtz: Analista de Sistemas y Licenciado en Computación en Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Tiene veintidos (22) años de experiencia en desarrollo de software para la industria. Trabaja en PAE desde 2007, desarrollando tareas de desarrollo de software Scada, y actualmente como arquitecto de software y coordinador de desarrollos en la plataforma corporativa de datos de automatización (SGIP) .