

Optimización del Costo Eléctrico en Bombeo Electro Sumergible: Integración Sistemática de Condiciones de Operación Actuales y Expectativas Futuras

Autores: Edwin Cifuentes. Schlumberger. ERamirez19@slb.com / Jorge Villalobos. Schlumberger. JLeon15@slb.com / Luciano Fernandez. Schlumberger. LFernandez2@slb.com / Alex Nieto. Cepsa. Alex.nieto@cepsa.com / Pedro Marin. Cepsa. Pr Marin <pr.marin@cepsa.com> / Diego Brinez. Cepsa. diegofernando.brinez@cepsa.com / Juan Lopez. Cepsa. juanenrique.lopez@cepsa.com / Sandra Cabrera. Cepsa. Sandra Cabrera <sandra.cabrera@cepsa.com> / David Paya. Cepsa. David Ricardo Paya <davidricardo.paya@cepsa.com> / Ruben Arismendi. Cepsa. ruben.arismendi@cepsa.com

Sinopsis

Este documento describe la metodología establecida para optimizar el consumo eléctrico en sistemas de bombeo electro sumergible, considerando no solo las condiciones actuales de operación sino también las expectativas y pronósticos operativos y de producción del bloque caracará de Cepsa Colombia, se evalúa el efecto de la optimización en el sistema de levantamiento a nivel económico y operativo y su contribución a mejorar la rentabilidad reduciendo el costo eléctrico por consumo de energía y el impacto en la distribución de carga eléctrica en el bloque, lo que permitió atacar las limitantes de incremento de producción relacionadas a la carga en generación.

Introducción

La condición actual de la industria del petróleo requiere evaluar cada sistema operativo para incrementar su eficiencia. Los sistemas de bombeo electro sumergible (BES) son diseñados con base en predicciones de yacimiento y producción, sin embargo, las condiciones operativas no siempre se ajustan a las predicciones. Para estos casos, el sistema de levantamiento necesita reajustarse en el tiempo para optimizar su desempeño. El proyecto de optimización de costo eléctrico fue implementado por Cepsa Colombia en el 31% de los pozos del bloque Caracara, el cual busca a través de incrementar la eficiencia en los sistemas BES generar mayor rentabilidad al reducir el costo de levantamiento (Lifting Cost) por consumo de energía.

El proyecto, ejecutado en los campos: Caracara, Bengala, Peguita y Toro Sentado incorpora el análisis y evaluación de las condiciones operativas actuales e integran diferentes criterios para establecer las acciones necesarias, desde la evaluación de la condición actual operativa hasta el modelo de predicción de producción; con el principal objetivo de optimizar las condiciones de operación de los sistemas de bombeo electro sumergible (BES), generando el beneficio adicional de ahorro energético por barril producido.

Durante el desarrollo del presente trabajo se dará a conocer de forma específica la metodología utilizada para estimar, evaluar y confirmar la efectividad de acciones ejecutadas para mejorar la condición operativa de los sistemas de levantamiento artificial BES; a su vez documentará el análisis de los resultados obtenidos, recomendaciones y permitirá evaluar la aplicabilidad en otros campos petroleros en los cuales el costo eléctrico por barril producido sea una variable de alto impacto en el modelo económico de producción tanto para CAPEX (Capital Expenditure) como para OPEX (Operational Expenditure). Los resultados del proyecto darán a conocer que la aplicación de esta metodología no solo obtuvo reducciones considerables en el consumo energético, si no también beneficios a medio y largo plazo, ya que, debido a la reducción de los factores de carga eléctrica en los sistemas de bombeo electro sumergible (BES) se espera un incremento en la vida operativa de los mismos.

Desarrollo

Una revisión integral de los 76 pozos en el bloque Caracara fue realizada por el centro de servicios de vigilancia y optimización en tiempo real con el fin de observar cada bomba electro sumergible (BES) valorando el potencial de implementar la optimización de consumo eléctrico. El proceso incluye el análisis y evaluación de las condiciones actuales de operación de la bomba y motor, condición

eléctrica del conjunto cable-motor, generación de estadísticas y tendencias operativas de los últimos meses, tendencias de producción y predicciones de yacimiento, integrando cada uno de estos elementos para establecer la mejor configuración eléctrica del sistema electro sumergible con base en las condiciones actuales y expectativas futuras según pronósticos operativos.

Base teórica

La teoría técnica que soporta el proyecto de optimización de consumo eléctrico se basa en el concepto de ajuste variable para motores de inducción trifásicos bipolares jaula de ardilla, los cuales son diseñados para permitir decidir al usuario en campo que tan ajustado a los límites físicos del motor requiere operar la aplicación.

Estos motores de ajuste variable permiten implementar la teoría de triángulo de potencia gracias a su capacidad de ajustar según la demanda real de potencia operativa el voltage suministrado desde superficie al motor, lo que permite reducir directamente la energía no aprovechada por los componentes eléctricos del BHA, conocida como energía reactiva (KVAR), logrando finalmente reducir el consumo total de energía en el sistema.

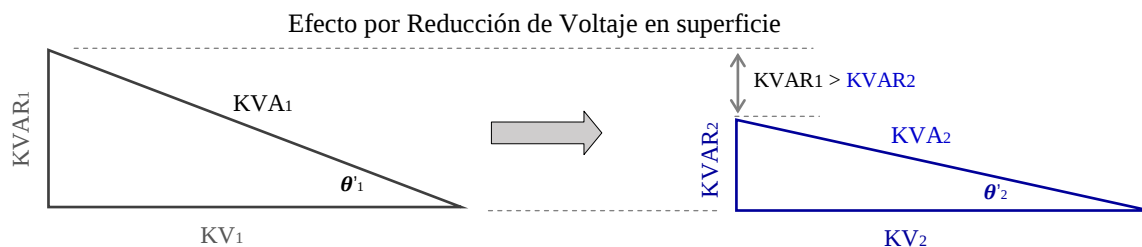


Figura 1. Triángulo de Potencia antes y después de Ajuste en Voltaje

Kilovoltio-Amperio Reactivo (KVAR): conocida como potencia reactiva. (Energía reactiva). Energía no útil. Viene dada por la expresión:

$$KVAR = \frac{\sqrt{3} * Voltaje * Amperaje * \sin \theta'}{1000}$$

Ecuación 1. Potencia reactiva.

Kilovatios (KV): conocida como potencia activa. (Energía activa). Energía útil. Viene dada por la expresión:

$$KV = \frac{\sqrt{3} * Voltaje * Amperaje * \cos \theta'}{1000}$$

Ecuación 2. Potencia activa.

Kilovoltio-Amperio (KVA): conocida como potencia aparente. Viene dada por la expresión:

$$KVA = \sqrt{KV^2 + KVAR^2}$$

Ecuación 3. Potencia aparente.

Factor de Potencia (FP): parámetro eléctrico operativo del motor, indica cuan eficiente está siendo usada la energía. Viene dado por la expresión:

$$FP = \cos \theta'$$

Ecuación 4. Factor de Potencia.

Al reducir la energía reactiva con el ajuste de voltaje en superficie, se incrementa el factor de carga del motor, lo que logra llevar el factor de potencia más cerca del 100% y mejorar la eficiencia del motor al potenciar el aprovechamiento de energía. (Figura 2).

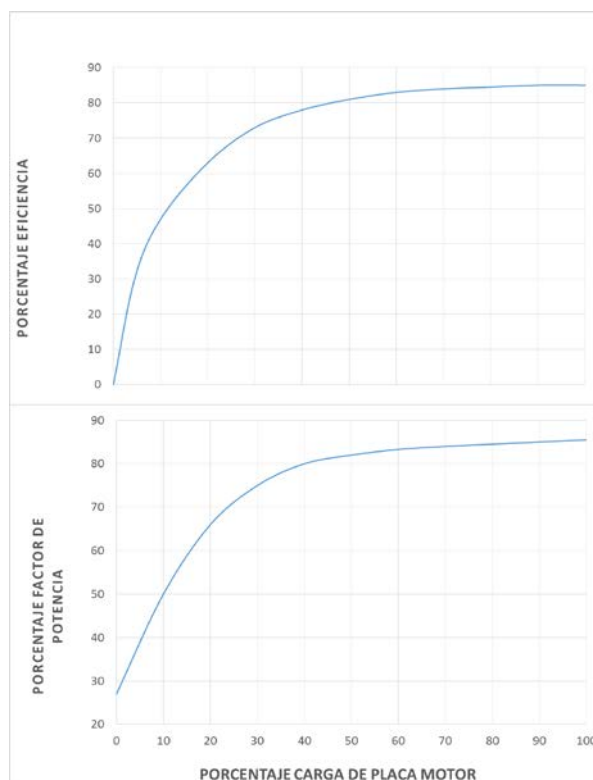


Figura 2. Factor de Potencia y Eficiencia de Motor vs. Porcentaje de Carga de Motor

Para obtener el consumo eléctrico mensual y su costo se procede a calcular los KiloVatioHora (KVHrs) por mes para cada bomba electro sumergible. Dados por las siguientes expresiones:

$$\frac{KVHrs}{Mes} = \frac{\sqrt{3} * V * A * FP * Hrs}{1000} \quad \frac{\$}{Mes} = \left(\frac{\$}{KVHrs} \right) * \left(\frac{KVHrs}{Mes} \right)$$

Ecuaciones 5 y 6. Consumo Eléctrico Mensual y Costo Eléctrico Mensual

Donde:

V: Voltaje entregado a motor medido en Transformador elevador. (Voltios).

A: Amperaje de motor medido en Transformador Elevador. (Amperios).

FP: Factor de potencia del motor. (Fracción).

Hrs: Horas trabajadas del equipo al mes. (Fracción).

$\frac{\$}{KVHrs}$: Tarifa – Costo por KiloVatioHora. (\$).

Metodología

El proyecto se desarrolla en 3 etapas, las cuales inician con el diagnostico de las condiciones operativas y la definición de criterios de selección, continua con la evaluación del potencial de reducción del costo eléctrico con base en el pronóstico operativo de cada pozo seleccionado y finaliza con la ejecución en campo de la optimización y su seguimiento progresivo.

1. Diagnóstico de Condiciones Operativas y Criterios de Selección

La base del proyecto se encuentra en el diagnóstico de las condiciones operativas: evaluación de la integridad eléctrica, análisis histórico de las variables operativas de los últimos 6 meses, porcentaje de carga de motor y comportamiento de producción tanto de aceite como porcentaje de agua.

1.1 Integridad Eléctrica del sistema: el análisis de integridad eléctrica se realiza por medio de la lectura de las corrientes de fuga y calibración del sensor de fondo. Según los valores leídos respecto el rango técnico pre establecido es posible determinar las condiciones eléctricas del sistema. En caso de encontrar condiciones eléctricas no adecuadas se descarta la opción de implementar el ajuste de voltaje ya que un cambio en este parámetro representa una condición de riesgo para el sistema.

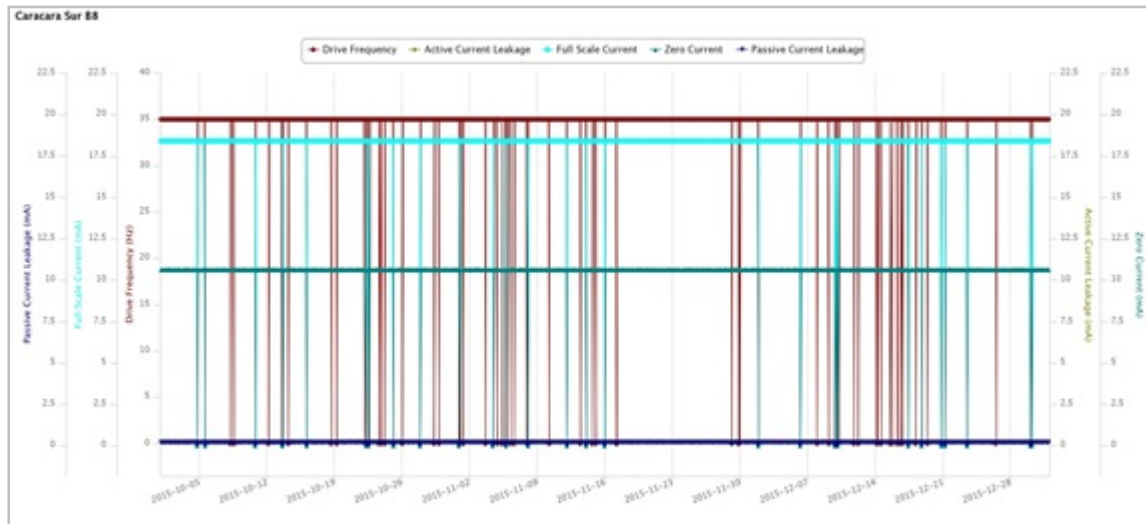


Figura 3. Corrientes de Fuga y Calibración. Fuente: Plataforma Liftwatcher. Pozo. Caracara Sur B8.

1.2 Análisis histórico de variables operativas: el análisis histórico de las variables operativas tiene como objetivo evaluar el comportamiento mecánico y eléctrico del sistema de levantamiento vinculando igualmente la evaluación de la presión dinámica del pozo, permitiendo un panorama integral de las condiciones operativas reales del sistema y la respuesta del conjunto bomba – pozo.

Evaluación de comportamiento eléctrico: se examina la tendencia de las variables eléctricas de superficie del sistema en busca de evaluar: estabilidad, respuesta en arranques, cambios de frecuencia y rangos operativos promedio.

- Frecuencia de Operación.
- Amperaje de Motor
- Corriente Variador
- Voltaje de entrada al Variador de Frecuencia (VSD).
- Voltaje de salida del Variador de Frecuencia (VSD).

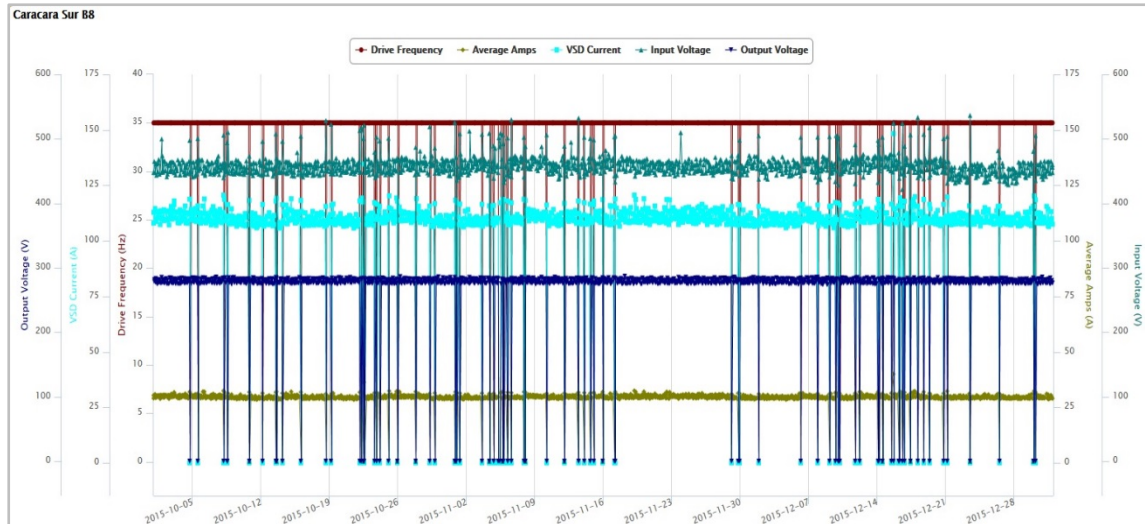


Figura 4. Variables Eléctricas de Superficie. Fuente: Plataforma Liftwatcher. Pozo. Caracara Sur B8.

Evaluación de comportamiento fondo de pozo: se determina el comportamiento y respuesta de las variables operativas de fondo del sistema de levantamiento y aporte del pozo a condiciones o cambios operativos registradas.

Variables de fondo del sistema de levantamiento:

- Vibracion
- Presión de descarga. (Si está disponible esta lectura).
- Temperatura de motor

Variables de fondo aporte del pozo:

- Presión de entrada a la bomba. Conocida como presión de Intake.

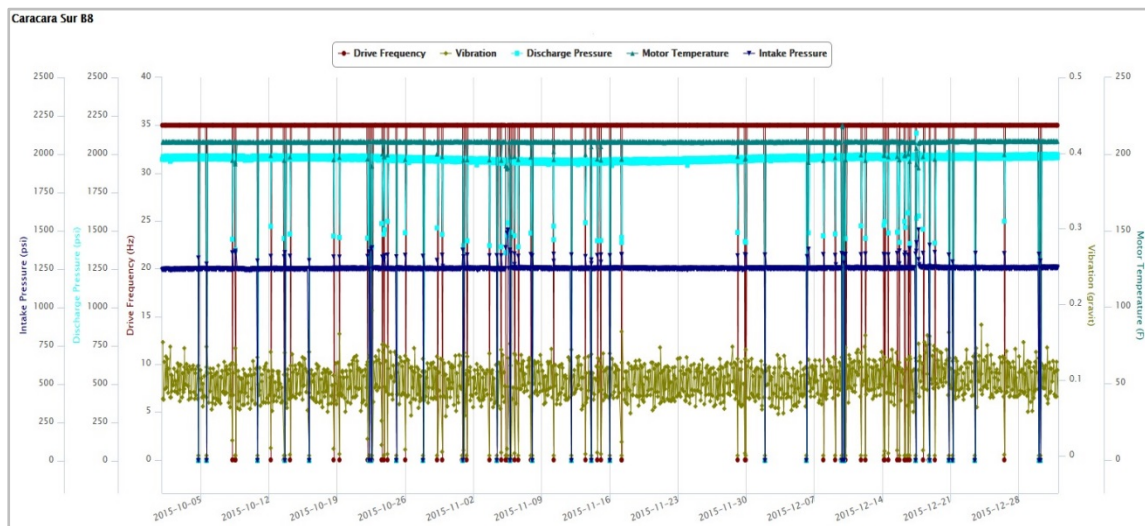


Figura 5. Variables fondo del Pozo. Fuente: Plataforma Liftwatcher. Pozo. Caracara Sur B8.

1.3 Estadísticas Operativas: las estadísticas operativas se alimentan de la base de datos registrados y almacenados por el sistema de vigilancia, con esta información se determinan tiempo y causas de paradas no programadas, trabajos realizados en cada pozo, todo con el objetivo de establecer qué condiciones están afectando el desempeño del sistema y si estas pueden tener acciones correctivas o preventivas, de tal manera que al implementar la optimización de consumo eléctrico puedan ser consideradas e incluidas.

Estadística

Resultado



Grafico 1. Distribución Razones de Parada. Pozo. Caracara Sur B8.

Días de referencia Mes	28
Downtime Mes (Horas)	13.68
Número de Paradas Totales Mes	23

Tabla 1. Resultado Revision Estadística. Pozo. Caracara Sur B8. 2015.

1.4 Diagnóstico del Sistema BES a condiciones operativas actuales: consiste en ajustar el diseño del equipo instalado a los parámetros de operación reales, se toman las condiciones de operación del equipo, datos de producción, lecturas eléctricas y presiones de fondo para hacer un balance a través del simulador que permite conocer según este ajuste el punto operativo de la bomba, niveles de fluido y cargas del motor.

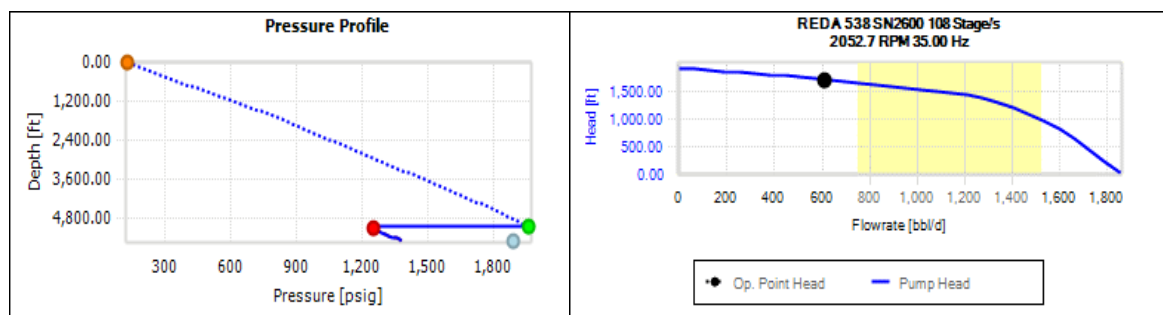


Figura 6. Balance de Presiones & Curva de Operación de BES. Pozo Caracara Sur B8.

1.5 Evaluación de Tendencias de Producción: generar y evaluar la tendencia de producción permite establecer planes de trabajo coherentes a esta realidad, definiendo un panorama de actividades según el propósito y prioridades de cada operación.

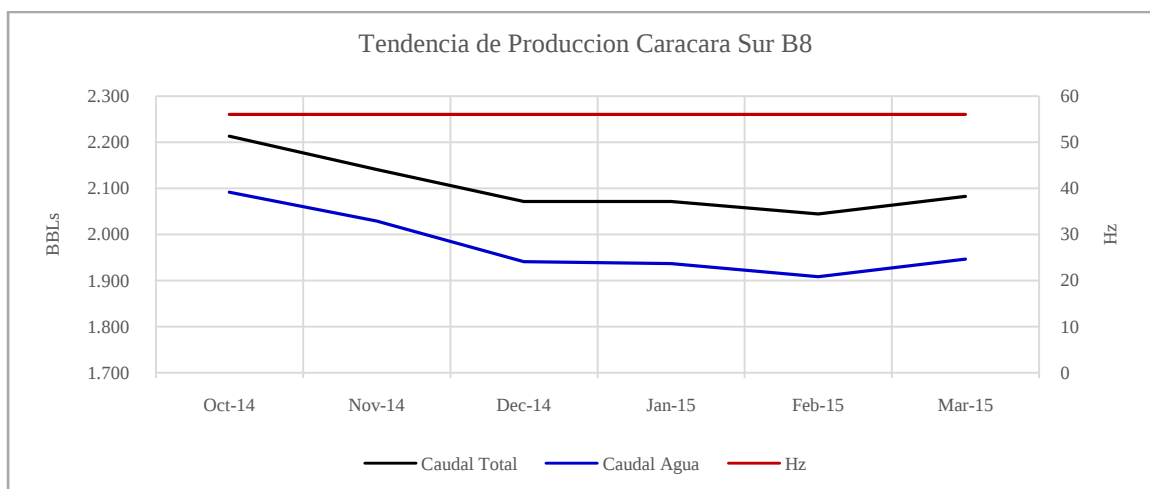


Grafico 2. Tendencia de Produccion. Pozo Caracara Sur B8.

1.6 Criterios de Selección de pozos para optimización consumo eléctrico: al ya establecer las condiciones operativas del sistema BES y la tendencia de producción del pozo se definen los criterios de selección de los pozos candidatos para optimizar su consumo eléctrico considerando:

- Integridad Eléctrica
- Estabilidad en parámetros de fondo y Superficie.
- Porcentaje de Carga de Motor.
- Disponibilidad en ajuste de Motor. Factor Derateo de motor.
- Tendencia de producción de aceite y producción agua estables.

Para este proyecto los criterios de selección fueron:

- Corte de Agua (BSW) Mayor a 90%.
- Carga de Motor Menor a 80%.
- Factor de Ajuste de Motor. (Factor de Derateo) mayor a 50%.

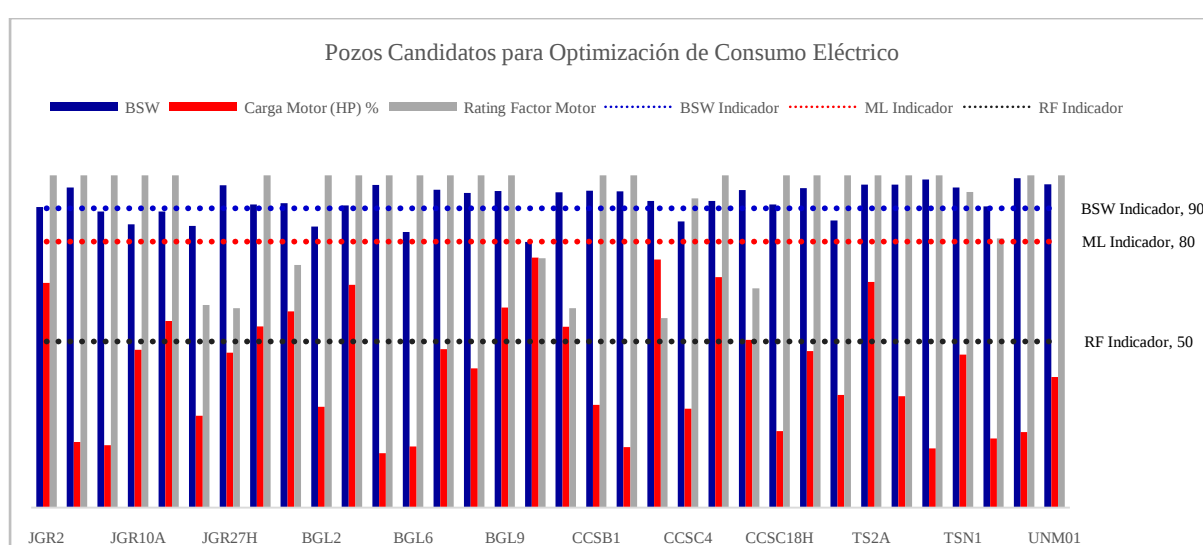


Gráfico 3. Evaluación de Criterios de Selección de Pozos. Bloque Caracara.

2. Evaluación de Consumo Eléctrico e Integración del Pronóstico de Producción

En esta etapa se calcula el consumo eléctrico en superficie actual de los pozos seleccionados tomando como referencia las condiciones eléctricas registradas, posteriormente con base en los planes de trabajo y pronósticos de producción y reservorio se simula la posible producción y requerimientos de potencia para seleccionar el mejor voltaje en superficie y estimar el consumo eléctrico luego de implementar la optimización.

2.1 Cálculo de Consumo Eléctrico por pozo seleccionado: aplicando las ecuaciones 5 y 6 se obtienen los resultados de consumo y costo eléctrico para cada uno de los pozos seleccionados.

Condición Inicial. Caracara Sur B8	
Voltaje Medido	1,775 V
Amperaje Medido	58.9 A
Factor de Potencia de Motor	0.8043
Carga de Motor	0.4001
Eficiencia de Motor	0.8848
KVHrs/Mes	114,478
*\$ Elect. / Mes	\$12,740 USD

Tabla 2. Calculo de Consumo y Costo Eléctrico previo optimización.

2.2 Integración de Pronóstico de Producción y Reservorio: el objetivo es simular los posibles escenarios de producción asociados a los planes operativos del sistema de levantamiento, enfocados en identificar el consumo en potencia del sistema bajo las expectativas de producción de tal forma que las condiciones a seleccionar no requieran ser modificadas en el tiempo y no alteren los resultados o necesidades en producción.

La integración de las expectativas futuras de operación involucra parámetros tales como:

- **Escenarios de frecuencia de operación:** al incluir este parámetro aseguramos que la propuesta de voltaje en superficie y configuración del variador de frecuencia cubra los requerimientos de potencia en los posibles casos operativos, permitiendo la sostenibilidad de la optimización.
- **Escenarios de Corte de Agua (BSW) y Caudal Total:** se evalúa el efecto de corte de agua en el requerimiento de potencia para cada escenario, procurando establecer un rango mínimo y máximo en la producción de agua según el pronóstico dado por el grupo de reservorio, parámetro que afecta en menor manera el consumo en potencia más puede influir en configurar cambios operativos.

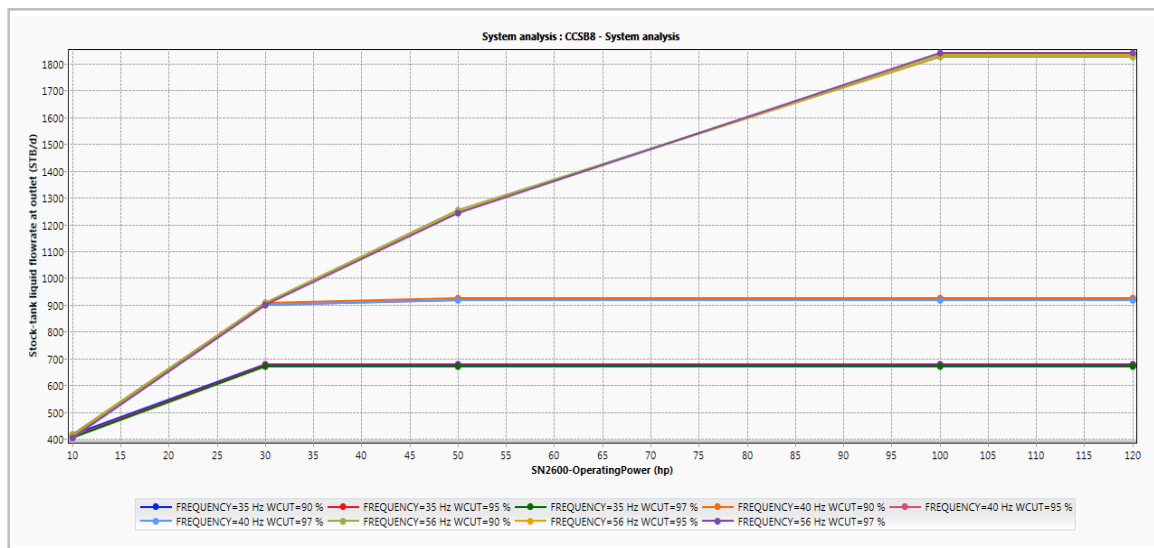


Figura 7. Simulación de Pronósticos de Producción.

2.3 Selección de nuevo Voltaje en Superficie: la selección del nuevo voltaje en superficie integra sistemáticamente los resultados de cada evaluación previa, se simulan los posibles resultados y respuesta del sistema de levantamiento verificando que este no genere ninguna afectación en el diferencial de presiones del sistema pozo-bomba.

	Voltage Medido Superficie (V)	Amp Motor Medido (A)	Carga Motor HP	Carga de Motor Amps	KVHrs / Mes	\$\$ Eléctrico/Mes
Iniciales	1,775	58.9	40%	57%	114,478.18	\$12,740 USD
A Optimizar	1,545	56.1	70%	81%	88,123.86	\$9,807 USD

Tabla 3. Lecturas iniciales y resultado simulado seleccionado.

3. Ejecución en Campo y Seguimiento de resultados

Consiste en reajustar el voltaje de superficie configurado para el motor en el transformador elevador a un nuevo valor, luego de seleccionar el nuevo voltaje en superficie entre las áreas vinculadas en la operación: grupo de producción, grupo de reservorio, grupo de mantenimiento y proveedor de las bombas electro sumergibles, se realizan los ajustes de configuración eléctrica en cada pozo.

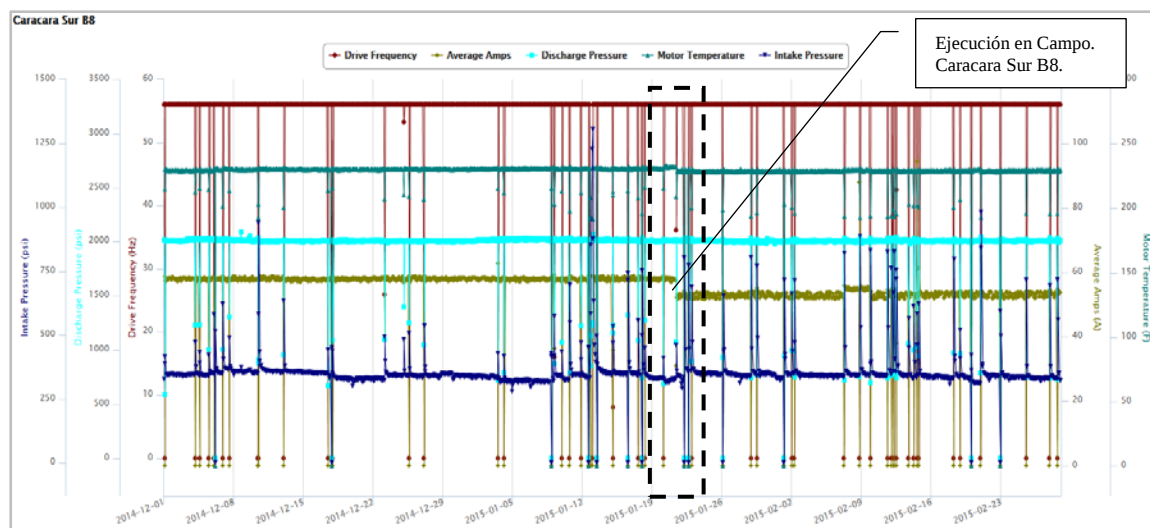


Figura 8. Ejecución en campo de optimización de consumo eléctrico. Pozo Caracara Sur B8.

Luego de la implementación en campo del nuevo voltaje en superficie, se procede a configurar los parámetros eléctricos en el variador de frecuencia:

- **Frecuencia Base:** frecuencia a la cual el Variador entregara el máximo voltaje de salida.
- **Frecuencia Máxima:** frecuencia de operación máxima. Se busca que esta frecuencia sea igual a la frecuencia base.
- **Radio de Transformación:** parámetro calculado a partir de la relación del voltaje máximo configurado en el transformador elevador saliendo al motor y el voltaje máximo entregado a la salida del Variador de frecuencia. Configurar esta relación en el variador de frecuencia permite calcular y visualizar el consumo de amperaje del motor.
- **Protecciones por bajo y alto Amperaje de Motor:** parámetros de protección del motor de fondo, configurados en el controlador del VSD que consideran sus nuevos valores de placa asociados a la optimización de voltaje.

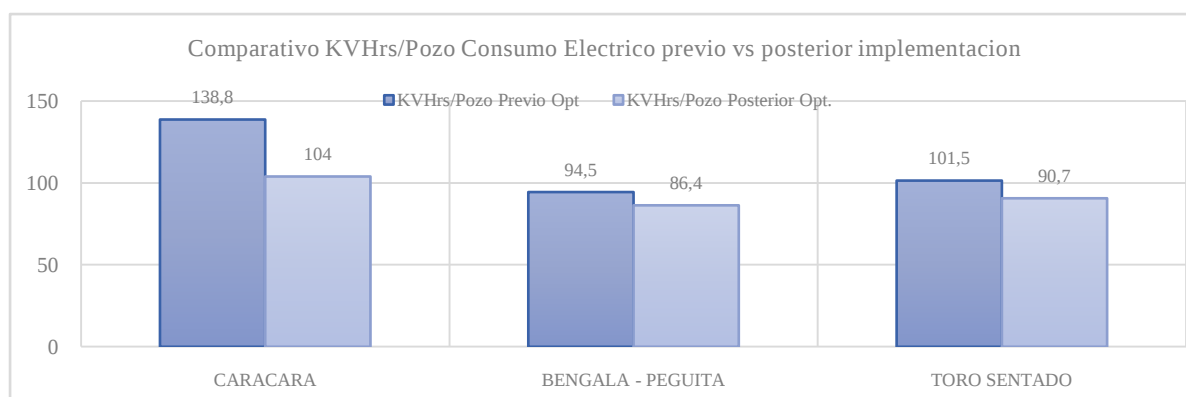
El seguimiento posterior, consiste en evaluar los resultados de la optimización en 5 aspectos y fue realizado por medio de plataforma de datos en tiempo real:

- Se establecen como indicadores de resultados los parámetros: KVHrs/pozo/campo y KVHrs/Barril/campo
- No se presentan efectos negativos en integridad de sistema BES, incremento en consumo de corriente, incremento en temperatura de motor.
- No se presentan efectos negativos en el diferencial de presión y/o producción.
- No se presentan problemas de arranque, específicamente siguiendo algún efecto asociado a saturación en los equipos de superficie.
- Respuesta positiva en el costo eléctrico mensual de cada pozo.

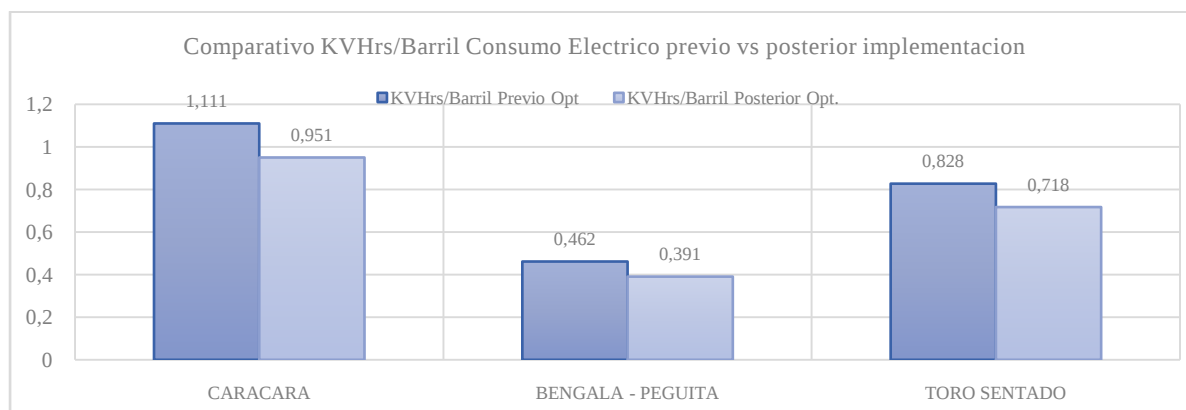
Resultados

El proyecto de optimización de consumo eléctrico resulto directamente en una reducción promedio total de 16% en KVHrs para los 24 pozos en los que fue implementado finalmente, equivalente a una reducción total de 378,000 USD de ahorro en costos eléctricos para el 55% del tiempo operativo del año 2015 correspondiente a la ejecución efectiva del proyecto, teniendo en cuenta que el proyecto fue implementado en función de la disponibilidad operativa de los campos pertenecientes al bloque Caracara en el mes programado.

En función de los indicadores de resultados, en la gráficas 4 y 5 se pueden apreciar el comparativo de resultados respecto los consumos previos y los consumos posteriores a la optimización por campo. Para los campos bengala y peguita se calcula un único valor en los indicadores considerando la distribución de generación de estos campos.



Grafica 4. Comparacion de Indicadores de resultados. KVHrs/pozo por Campo.



Grafica 5. Comparacion de Indicadores de resultados. KVHrs/Barril por campo.

En el grafico 6 se puede observar la tendencia de consumo total de KVHrs/Mes de cada campo, destacando el mes en que fue implementada la optimización y su resultado en % de consumo eléctrico optimizado progresivamente respecto el mes anterior. Igualmente se destacan los meses en que por cambios operativos y requerimientos de campo la tendencia en consumo eléctrico incrementa respecto el mes anterior (líneas en rojo).

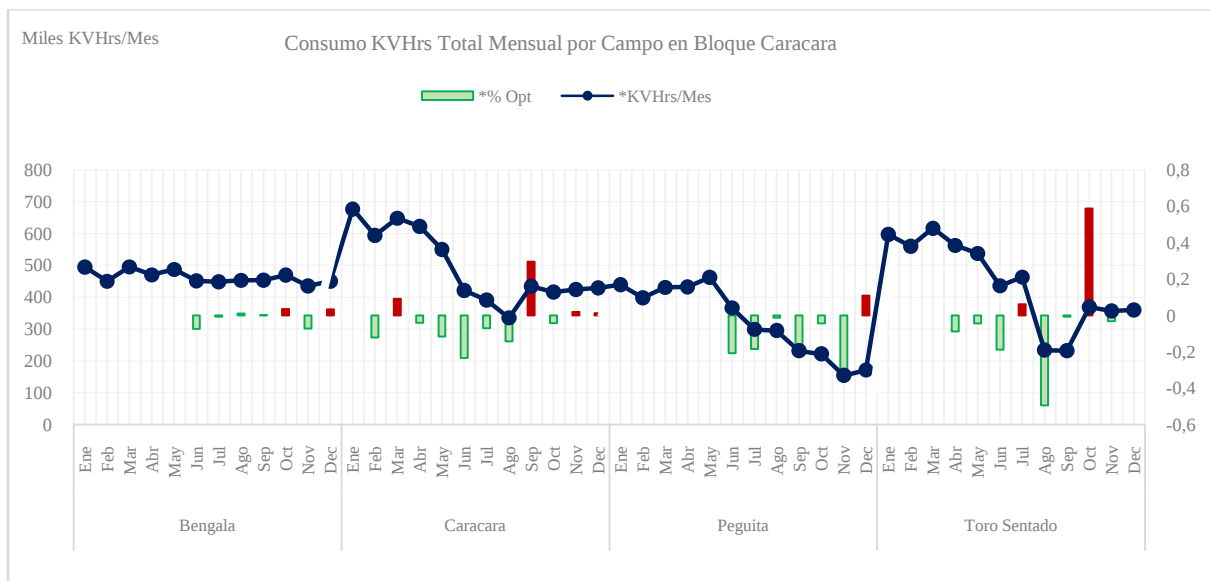


Gráfico 6. Tendencia de consumo total de KVHrs/Mes por campo.

En el gráfico 7 se encuentran los resultados detallados por pozo en reducción de costo eléctrico total para el año 2015, realizando la comparación entre el costo eléctrico sin la optimización versus el costo final luego de realizada la optimización. El rango de reducción de costo eléctrico por pozo se mantuvo entre el 3% y el 36%.

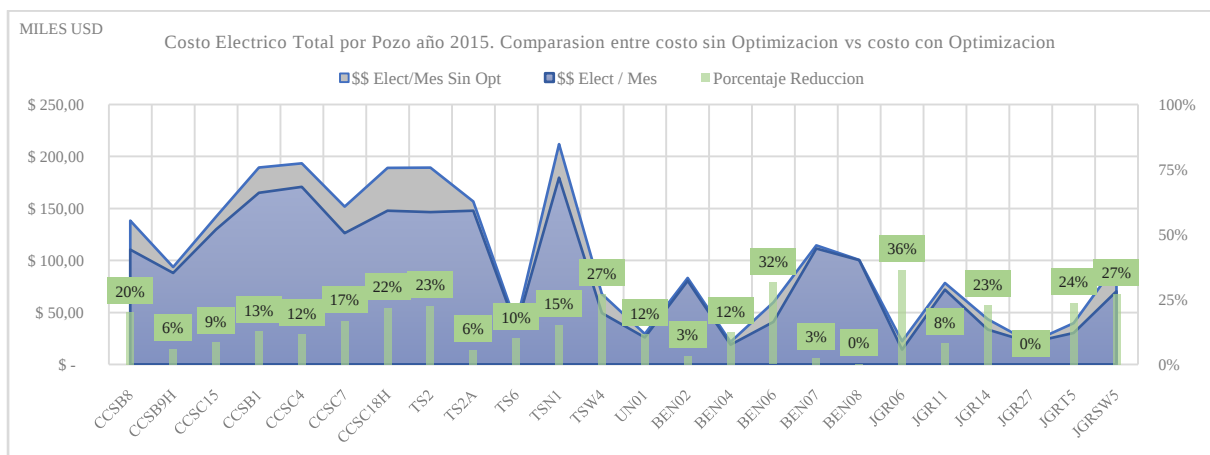


Gráfico 7. Comparativo Costo Eléctrico total por pozo año 2015.

Finalmente, como parte del resultado directo del proyecto en la gráfica 6 encuentran los resultados de reducción de costos detallados por campo.

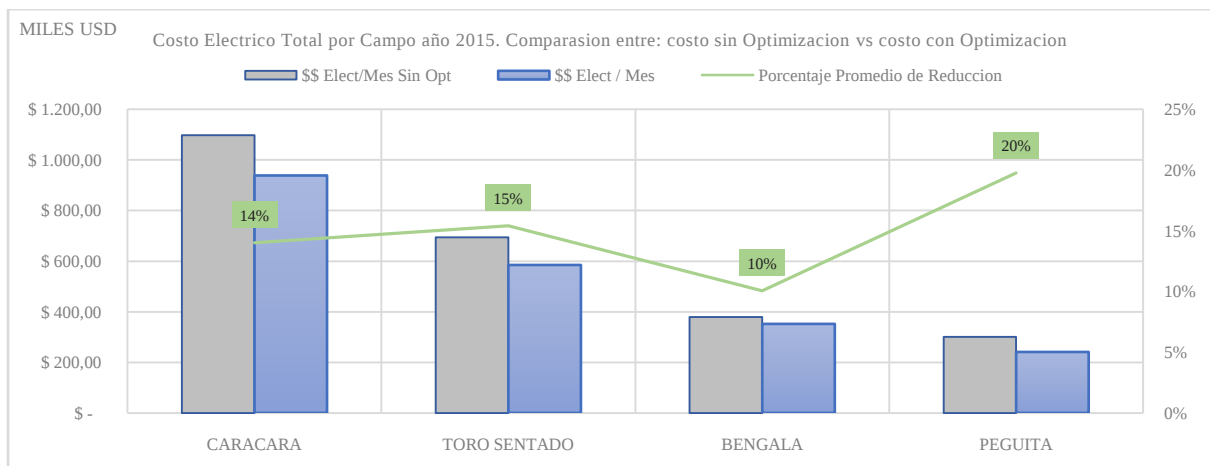


Grafico 8. Comparativo Costo Eléctrico total por Campo año 2015.

En el grafico 9 se puede apreciar el comportamiento del indicador KVHrs/Barril durante el año de ejecución del proyecto para cada campo.

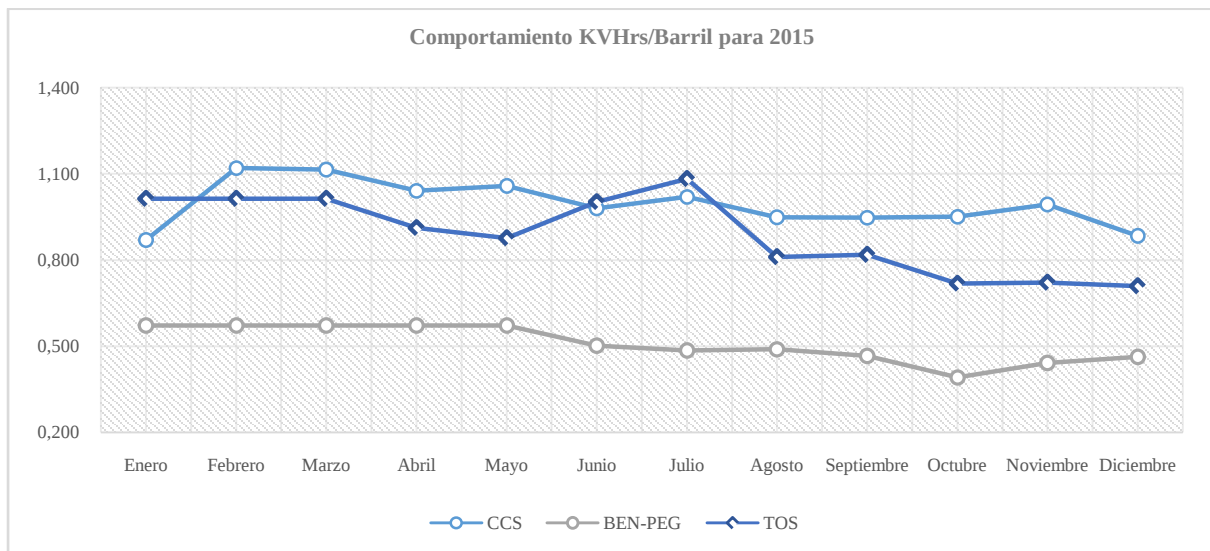


Grafico 9. Comportamiento KVHrs/Barril año 2015.

Así mismo como resultado del proyecto, se obtuvo mejoras en las condiciones operativas que contribuyen a conservar la integridad del equipo de fondo y a la distribución de cargas en generación para el bloque.

Para los casos en que se obtuvo mejoras en las condiciones operativas de los sistemas BES, encontramos como consecuencia de la optimización implementada la reducción en la temperatura de motor en el 80% de los pozos seleccionados, mejora que aporta directamente a conservar la integridad del motor al disminuir el impacto de esta variable en el aislamiento y desgaste del devanado interno. A continuación se puede observar este efecto en la figura 9. Igualmente al aplicar el factor de derateo al motor se logra disminuir la corriente de operación lo que en consecuencia impacta positivamente en la integridad del cable de potencia al reducir la temperatura del conductor asociado a la reducción de amperaje.

Respecto los resultados asociados a la distribución de carga de generación para el bloque, se identificó que como consecuencia de la optimización implementada se obtuvo una reducción del 14% en este aspecto, lo que permitió posteriormente distribuir esta carga entre las locaciones del bloque mitigando las restricciones para incrementar sus niveles de producción.

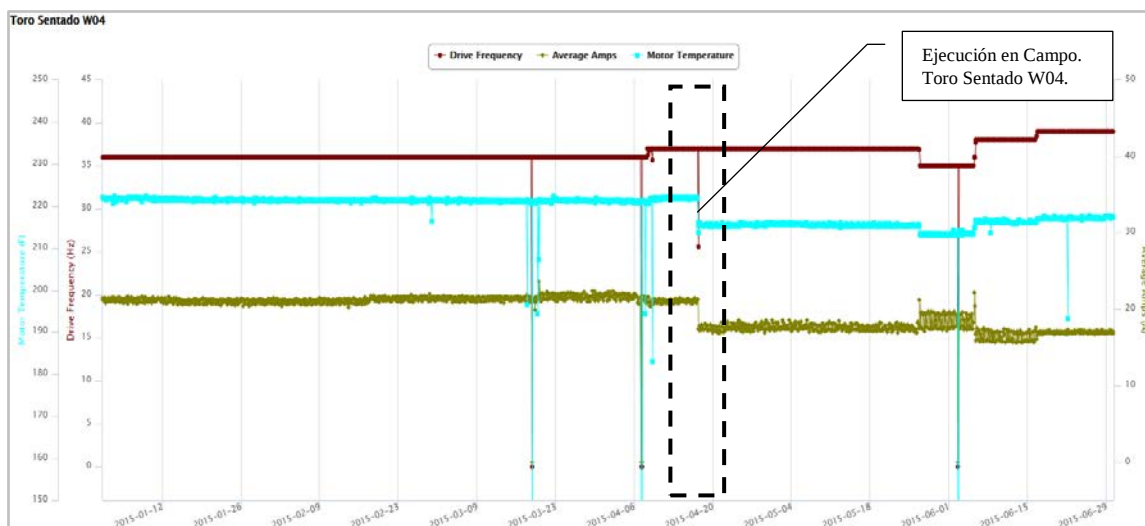


Figura 9. Efecto de Optimización en Temperatura de Motor. Pozo Toro Sentado W04

Conclusiones

- El flujo de trabajo y metodología desarrollado en este proyecto, redujo el consumo eléctrico por barril producido en los sistemas de levantamiento artificial BES seleccionados, adicionalmente se demostró que el mismo es aplicable a cualquier campo y sostenible en el tiempo.
- Con la optimización en el consumo eléctrico, se confirmó una mejora en la condición de operación de los equipos de bombeo, ya que parámetros relevantes como corrientes de motor de fondo fueron reducidas notablemente y en consecuencia la temperatura que generaban a los equipos, de esta forma se brinda la oportunidad del incremento de vida esperada en las partes eléctricas del sistema ESP.
- El aporte del proyecto no solo vincula condiciones específicas de pozo, al reducir el consumo eléctrico se logró reducir la carga total de la red eléctrica del bloque Caracara, permitiendo realizar una re distribución entre las locaciones limitadas por este factor que impedía incrementar sus niveles de producción.

Recomendaciones

- Mantener el seguimiento eléctrico mensual de los sistemas BES, esto con la finalidad de evaluar condición de operación optimizada e identificar áreas de mejora.
- La implementación de Surveillance en tiempo real es indispensable para garantizar que los ajustes ejecutados en los equipos eléctricos hayan sido efectivos después de realizados los mismos y dicha condición se mantenga en el tiempo.
- Realizar evaluaciones periódicas del comportamiento del sistema de levantamiento artificial, en todo el conjunto, incluyendo: producción actual, producción teórica esperada, consumo eléctrico, cargas mecánicas, cargas eléctricas.
- Mantener registros históricos de las modificaciones y ajustes realizados.

- Usar equipos eléctricos con calibraciones y certificaciones vigentes.

Bibliografía

- Liang, X and Fleming, E.: “Submergible Pump System, Evaluating their power consumption”. Paper IEEE 6587808. Agosto 2013.

- Liang, X and Fleming, E.: “Power Consumption Evaluation for Electrical Submergible Pumps Systems”. Paper IEEE 6229611. November 2012.

- Camilleri, L and McDonald, J.: “How 24/7 real-Time Surveillance Increase ESP Run Life and Up time”. Paper SPE 134702. 2010.

- Camilleri, L and McDonald, J.: “How 24/7 real-Time Surveillance Increase ESP Run Life and Up time”. Paper SPE 134702. 2010.

- Miaoxin, J. Wei Z., Quiang, G. and Dianguo, X.: “An ESP downhole parameters monitoring system based on current loop transmission method”. Paper IEEE 6870119. 2014

Cv's Autores:

EDWIN A. CIFUENTES RAMIREZ

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Minas. Medellín.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

Schlumberger.

Cargo actual en la empresa:

Artificial Lift Surveillance Center & Real Time Services Manager, Suramerica.

JORGE L. VILLALOBO LEON

Título y lugar de estudio:

Ingeniero Electricista. La Universidad del Zulia (Maracaibo, Venezuela)

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

Schlumberger.

Cargo actual en la empresa:

Domain Champion para Sistemas de Levantamiento Artificial, Colombia

LUCIANO FERNANDEZ

Título y lugar de estudio:

Ingeniero Electronico. Univerdad Tecnologica Nacional. (Argentina).

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

Schlumberger.

Cargo actual en la empresa:

Sales Engineer Artificial Lift. Neuquén.

PEDRO RONALDO MARIN

Título y lugar de estudio:

Ingeniero en Petróleo. Universidad Nacional del Comahue. Neuquen. Argentina.

Msc. Instituto Francés del Petróleo - Francia

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

REPSOL YPF, CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Casanare Asset manager.

DIEGO FERNANDO BRIÑEZ GALVIS

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad Surcolombiana. Neiva.
Especialista en Alta Gerencia. Universidad Surcolombiana. Neiva.
MBA. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

ECOPETROL, CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Coordinador WPT (Well Performance Team).

JUAN ENRIQUE LOPEZ URIBE

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
Especialista en Gestión de Proyectos. Universidad de los Llanos. Villavicencio.
Master en Gestión de la Industria de los Hidrocarburos. Universidad del Mar. Chile

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

ECOPETROL, CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Ingeniero de yacimientos WPT.

SANDRA PAOLA CABRERA SUAREZ

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad de América. Bogotá.
Especialista en Producción de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander. Bogotá.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Ingeniero de Producción WPT.

DAVID RICARDO PAYA GUTIERREZ

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
Msc. en Desarrollo y Explotación de Yacimientos. Instituto Francés del Petróleo - Francia.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Ingeniero de Producción WPT.

RUBEN DARIO ARISMENDI RUEDA

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
Msc. en Ingeniería de Yacimientos y Geociencias. Instituto Francés del Petróleo - Francia.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Ingeniero de Yacimientos WPT.

ALEX FABIÁN NIETO VELÁSQUEZ

Título y lugar de estudio:

Ingeniero de Petróleos. Universidad de América. Bogotá.
Especialista en Producción de Hidrocarburos. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.

Diferentes empresas en las que hizo su carrera:

PERENCO, ECOPETROL, CEPSA.

Cargo actual en la empresa:

Ingeniero de Producción WPT.

Anexo 1. Conversión de Unidades Relevantes (Sistema Métrico al Sistema Internacional)

1. Conversión de Temperaturas:

Grados Farenheit (°F) a grados Celsius o centígrados (°C):

$$^{\circ}\text{C} = 5 / 9 (^{\circ}\text{F} - 32)$$

2. Conversión de Presiones:

Presión en (psi) a presión en (Pa):

$$1 \text{ psi} = 6894.76 \text{ Pa}$$

3. Conversión de Longitudes:

Longitud en (ft) a Longitud en (m):

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$

4. Conversión de Potencia:

Potencia en (HP) a Potencia en (W):

$$1 \text{ HP} = 745.7 \text{ W}$$

5. Conversión de Caudal:

Caudal en (bfpd) a Caudal en (m3/d):

$$1 \text{ bfod} = 0.1589 \text{ m3/d}$$

Donde,

°F: Farenheit

°C: Celsius o centígrados

psi: Pounds per Square Inch. Libras por pulgada cuadrada.

Pa: Pascal

ft: Feet. Pies.

m: meter. Metros.

HP: Horsepower. Caballos de Fuerza.

W: Watt. Vatios.

bfpd: Barrels of Fluid Per Day. Barriles de Fluido por Dia.

m3/d: Cubic Meter Per Day. Metro cubico por día.