

2005
Salazar Munive, Angel

01153



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
COORDINACIÓN DE CIENCIAS DE LA TIERRA
INGENIERIA PETROLERA

ESPECIALIDAD DE SISTEMAS ARTIFICIALES
DE PRODUCCIÓN

**“APLICACIÓN DE BOMBEO
ELECTROCENTRÍFUGO CON TUBERÍA
FLEXIBLE EN POZOS DE BAJA
PRODUCTIVIDAD DEL CAMPO EK-BALAM”**

AUTOR: ING. ANGEL SALAZAR MUNIVE
ASESOR: ING. JOSÉ LUIS MARTINEZ GALVAN

MAYO 2005

m. 344677



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

RESUMEN

En este trabajo se analiza la factibilidad técnica de aplicar el Bombeo Electrocentrífugo (BEC) con Tubería Flexible (TF), en los pozos del campo Ek-Balam que presentan problemas de baja productividad, con el objeto de minimizar costos de reconversión, de los mismos.

Se realizaron los modelos correspondientes a los pozos de baja productividad Ek-11, Ek-101 y Balam-21 en el software de especialidad para BEC, SUBPUMP.

Para cada pozo se simularon tres aparejos de producción tubería flexible de 2 7/8" y 1 1/2" ; así como tubería de producción de 3 1/2" , dos equipos BEC GN-1150 y GN-1600, en cuatro escenarios diferentes, manejando la misma profundidad de colocación de la bomba en todos los casos con el objeto de poder comparar los resultados.

Con los escenarios planteados se visualizó el efecto que tiene la reducción del diámetro del aparejo de producción sobre los parámetros de operación del BEC como número de etapas, amperaje, potencia, eficiencia de bomba y de motor, entre otros, además de verificar cómo se comportaría un equipo de mayor dimensión con las condiciones de los pozos, buscando un mejor manejo de la arena producida en los mismos.

Un quinto escenario fue simulado con las dos configuraciones con mejores resultados, en el cual se analiza el comportamiento de los equipos BEC en condiciones de yacimiento depresionado.

AGRADECIMIENTOS

Siempre en los agradecimientos se trata de destacar aquellas personas que sin ser parte de sustantiva o directa en el desarrollo, análisis, resultados y conclusiones de un trabajo, están presentes de manera implícita en todas y cada una de las acciones tomadas en el desarrollo del mismo.

En esta ocasión no quiero dejar pasar la oportunidad de agradecer a:

- **Mis padres**, quienes de manera desinteresada me dieron la formación y educación que ahora forma parte de quien soy.
- **Mi esposa**, por dedicar a mi persona la mitad de su vida, siempre apoyando, procurando, compartiendo todos mis éxitos y aliviando y aligerando mis fracasos.
- **Mi hijo**, por que es por él que mi esfuerzo es permanente, siempre tratando de que mis logros le faciliten las cosas y que al mismo tiempo sean un ejemplo a seguir y un reto a superar.
- **A PEMEX**, y todas las personas que de alguna manera me facilitaron y/o propiciaron mi participación, permanencia y finalización de este proyecto.
- **A la UNAM**, y todas las personas que cumpliendo de manera responsable y eficiente con su trabajo permitieron que este proyecto se llevara a cabo de manera continua y exitosa.

CONTENIDO

1. RESUMEN	Pág. 1
2. AGRADECIMIENTOS	Pág. 2
3. CONTENIDO	Pág. 3
4. INTRODUCCIÓN	Pág. 4
5. DESARROLLO	Pág. 5
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	Pág. 9
6.1. 1er. Escenario	Pág. 9
6.2. 2do. Escenario	Pág. 15
6.3. 3er. Escenario	Pág. 21
6.4. 4to. Escenario	Pág. 27
6.5. 5to. Escenario	Pág. 33
7. CONCLUSIONES	Pág. 39
8. RECOMENDACIONES	Pág. 42
9. NOMENCLATURA	Pág. 43
10. APÉNDICE	Pág. 44

INTRODUCCIÓN

El sistema de Bombeo Electrocentrífugo (BEC) fue implantado en el Campo Ek-Balam desde 1995, en la plataforma Ek-A para después realizar trabajos de conversión de pozos a BEC en las plataformas periféricas del campo, durante todo este tiempo se han convertido un total de 26 pozos con muy diversos comportamiento durante sus periodos operativos, desde pozos con largos tiempos de vida, de más de tres años, hasta pozos en los que se dañó el equipo BEC al momento de arrancarlos por primera vez, por lo anterior se han tenido pozos con un record de hasta cinco equipos instalados, y al realizar un análisis económico del proyecto este tipo de pozos afectan negativamente al mismo.

Del comportamiento de los pozos del campo Ek-Balam se ha observado que los de baja productividad son los que mayores problemas presentan en cuanto a arranques y re arranques, provocando menores tiempos de vida de los equipos BEC.

Una reconversión normal requiere de renta de plataforma con equipo de reparación con todos los gastos que esto implica, lo que significa en las condiciones actuales un monto superior a los \$30,000,000.00.

Lo anterior ha obligado al Activo a marginar a este tipo de pozos, ya que por cuestiones de cuota de producción e inversión requerida, son los menos rentables del proyecto BEC, sin embargo, si se consigue comprobar técnicamente que la aplicación de BEC con TF es factible a las condiciones de los pozos de baja productividad, ésta representaría una alternativa económica de conversión de pozos a BEC, al evitar el uso de plataforma para realizar trabajos de reconversión, con la que es posible reactivar los pozos actualmente cerrados.

DESARROLLO

Inicialmente se seleccionaron los pozos que presentan baja productividad o con mayor record de reconversiones resultando los pozos:

Ek-11: pozo con problemática de agujero esbelto.

Ek-101: pozo con baja productividad y cinco equipos instalados a la fecha.

Balam-21: pozo con baja productividad y un aparejo instalado a la fecha.

Se recopiló la información necesaria para armar los modelos de pozo en el software de especialidad tal como:

- Estados mecánicos (últimos equipos Instalados).
- Propiedades de los fluidos.
- Datos PVT.
- Pronostico de producción.
- Programa de movimiento de equipos.

Con esta información se elaboraron los modelos de pozos en el software de especialidad SUBPUMP, por ser éste el que se tiene con mayor disponibilidad en el Activo, además de que cuenta con llave física, lo que facilitó la utilización del mismo en la Cd. De México, para poder realizar un análisis detallado respecto a motores, sellos y cables se trabajaron solo equipos REDA por limitaciones del software, sin embargo, todas las compañías cuentan con equipos de características muy similares, lo cual les permite competir directamente entre ellas, por ejemplo:

REDA	CENTRILIFT	ESP
GN-1150	GC-1150	T4-1300
GN-1600	GC-1700	TE-1500

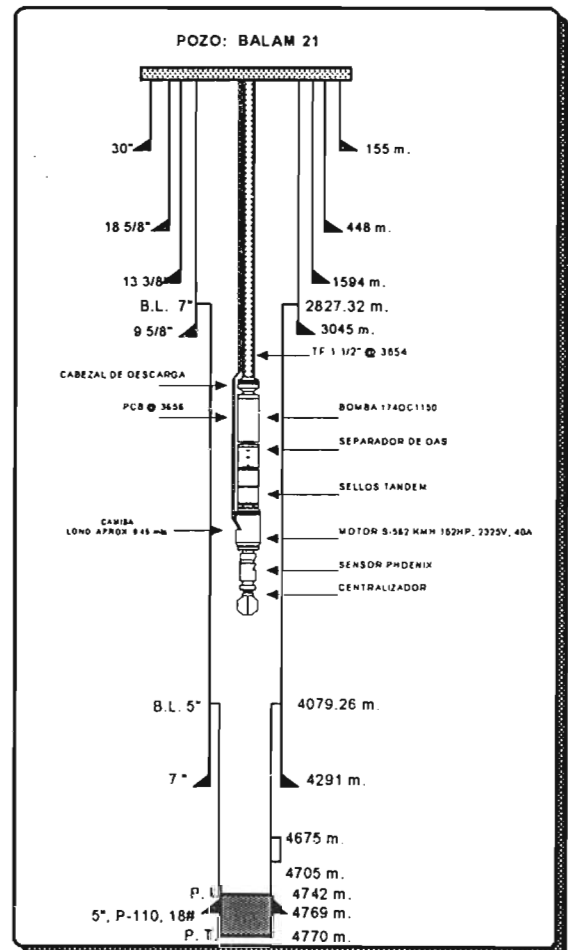
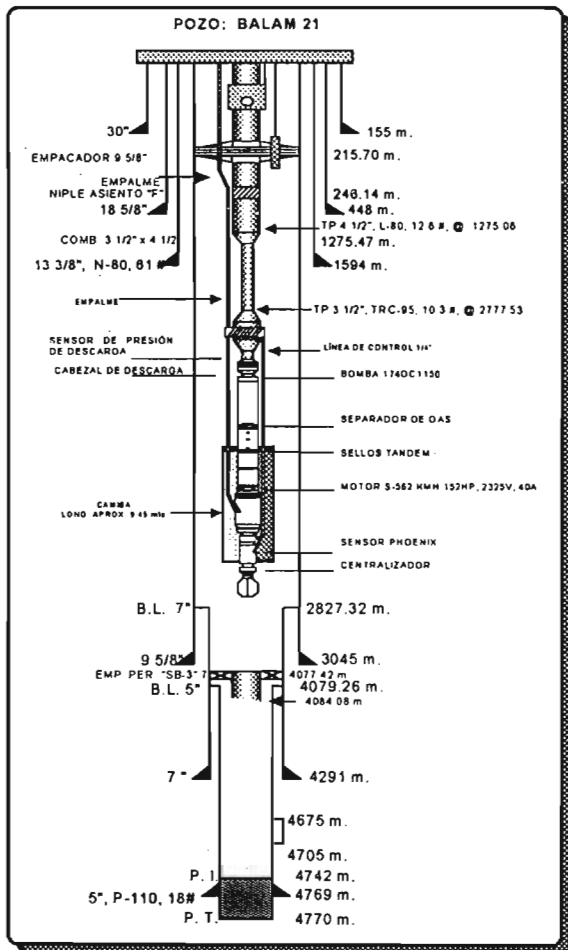
Lo anterior quiere decir que aunque en este trabajo se presentan resultados de equipos de la compañía REDA, estos no difieren en mucho de los que se obtendrían con los equipos de cualquier otra compañía.

Por otro lado, el objetivo de este trabajo es el de analizar técnicamente el comportamiento de los equipos BEC instalados con TF en los pozos del campo Ek-Balam, es decir comparar los cambios de comportamiento por diferentes condiciones en el aparejo de producción y no comparar comportamiento entre marcas o compañías.

En todos los escenarios se manejaron configuraciones convencionales, es decir, la producción de aceite se maneja por dentro de la TF y el cable de potencia flejado por fuera de la misma, así como las mismas profundidades de colocación de la bomba (PCB) como sigue:

Pozo	PCB (mv/ftv)
Ek-11	3065 / 10054
Ek-101	3796 / 12450
Balam-21	3656 / 11991

Lo anterior representa una profundización de la bomba con respecto a los últimos aparejos introducidos, ya que estos se alojaron inicialmente en TR de 9 5/8" y en este análisis por condiciones de depresionamiento del yacimiento se requiere de introducirlos hasta liner de 7", como ejemplo se muestra el caso del Balam-21, situación extendida a los pozos Ek-11 y 101.



Bajo las anteriores consideraciones se analizaron cinco diferentes escenarios con sus respectivas corridas de simulación planteando diferentes comparativas:

- **Primer escenario:**

En este primer escenario se realizaron corridas comparando dos aparejos de producción TP de 3 ½" y TF de 2 7/8", para dos diferentes gastos de diseño 850 y 1100 BPD, con un total de cuatro casos para cada pozo, los resultados de estas corridas se muestran en las tablas No. 1, 2 y 3 de la sección **discusión de resultados**, también se muestra la grafica de punto de operación como Fig. 1, 2 y 3 en las cuales se observan las condiciones de operación que cada caso plantea al equipo BEC.

En todos los casos y en los tres pozos se empleó una bomba GN-1150, la cual es muy similar a la que el Activo ha instalado en estos pozos (GC-1150 de Centrillift), seleccionando el número de etapas que mejor comportamiento presenta para el equipo en cada gasto y manteniéndolo constante para los dos diferentes aparejos de producción, esperando poder visualizar como varia el comportamiento del equipo BEC en cuanto a consumo de potencia, voltaje, amperaje, observando las variaciones de gasto y caídas de presión.

- **Segundo escenario:**

Por la problemática que representa el manejar TF de 2 7/8" por cuestiones como, longitudes debidas a las profundidades de colocación de la bomba, el peso que esto generaría, el tamaño del carrete y del spooler (equipo en el que se monta el carrete de tubería para facilitar la introducción y extracción de esta al pozo) necesarios para manejar este diámetro de tubería y lo poco comercial de la misma, se consideró simular los pozos con TF de 1 ½" como aparejo de producción.

Para este escenario se estructuraron corridas empleando una bomba GN-1150 y comparando aparejos de producción de TP de 3 ½" y TF de 1 ½", para dos diferentes gastos de diseño 850 y 1100 BPD, en cuatro casos para cada pozo, se simuló con el número de etapas seleccionado en el primer escenario manteniéndolo constante para los dos diferentes aparejos de producción esperando poder visualizar como varia el comportamiento del equipo BEC en cuanto a consumo de potencia, voltaje, amperaje, observando las variaciones de gasto y caídas de presión con una reducción más drástica en diámetro del aparejo de producción, los resultados de estas corridas se muestran en las tablas No. 4, 5 y 6 de la sección **discusión de resultados**, también se muestra la grafica de punto de operación como Fig. 4, 5 y 6 en las cuales se observa las condiciones de operación que cada caso plantea al equipo BEC.

- **Tercer escenario:**

Para este escenario las corridas se estructuraron comparando aparejos de producción de TP de 3 ½" y TF de 1 ½", para dos diferentes gastos de diseño 850 y 1100 BPD, nuevamente en cuatro casos para cada pozo, los resultados de estas corridas se muestran en las tablas No. 7, 8 y 9 de la sección correspondiente, también se tiene la grafica de punto de operación para cada caso como Fig. 7, 8 y 9 en donde se observan las condiciones de operación del equipo BEC.

En los tres pozos y sus cuatro casos se empleó una bomba GN-1150, pero a diferencia de los casos anteriores ahora se manejaron libremente los diferentes parámetros de diseño de BEC con el objeto de seleccionar las condiciones en las que el equipo se comporta de la manera más adecuada para cada condición de gasto y aparejo de producción, lo cual permite comparar los requerimientos y variaciones entre número de etapas, consumo de potencia, voltaje, amperaje y observar la variaciones de gasto y caídas de presión.

- **Cuarto escenario:**

Del comportamiento observado en los pozos del Activo, se puede decir que los equipos con etapas de baja altura no han sido capaces de manejar eficientemente las condiciones de arenamiento de los pozos del campo, esto ha contribuido a que estos pozos requieran de un mayor número de intervenciones de limpieza y de reparación, por lo que se ha pensado en el empleo de equipos que cuenten con etapas de mayor altura, esperando obtener un mejor comportamiento con respecto a la arena en los pozos.

Por lo anterior se armaron corridas comparando dos diferentes equipos BEC GN-1150 y GN-1600 el segundo de mayores dimensiones con objeto de mejorar el manejo de arena producida por el pozo, se manejaron dos diferentes aparejos de producción TP de 3 ½" y TF de 1 ½" resultando nuevamente cuatro casos para cada pozo, en este escenario para mantener dentro de rango de operación a la bomba GN-1600 solo se empleo un gasto de diseño 1100BPD, los resultados de estas corridas se muestran en las tablas No. 10, 11 y 12 de la sección de **discusión de resultados**, las Fig. 10, 11 y 12 muestran la grafica de punto de operación para cada caso, en las cuales se observa las condiciones de operación que cada caso plantea al equipo BEC.

Nuevamente se manejaron libremente los diferentes parámetros de diseño de BEC con el objeto de seleccionar las condiciones en las que el equipo se comporta de la manera más adecuada, comparando resultados de los mismos y observado las variaciones de gasto y caídas de presión.

- **Quinto escenario:**

Como parte final del análisis en este quinto escenario se armaron corridas con las mismas características de las del cuarto escenario, es decir, equipos BEC GN1150 y GN1600, los mismos aparejos de producción TP de 3 ½" y TF de 1 ½" y los mismos cuatro casos para cada pozo, en este escenario se simuló el depresionamiento del yacimiento con objeto de definir hasta que presión de fondo estática se puede mantener operando a los equipos BEC dentro del rango recomendado por los fabricantes, los resultados de estas corridas se muestran en las tablas No. 13, 14 y 15 de la sección de **discusión de resultados**, también se muestra la grafica de punto de operación como Fig. 13, 14 y 15 en las cuales se observa las condiciones de operación que cada caso plantea al equipo BEC.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Primer escenario

Ek-11:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name	Ek-11			
Comment	TF 2 7/8" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 2 7/8" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
Tubing OD, in	2.875 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	2.875 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Stage number:	28	28	40	40
Oil Rate, Bbl/d	850	850	1100	1100
Design Frequency, Hz	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	23	22.9	31.3	31.4
Operating Current, Amps:	9.7	9.7	20.6	20.7
Operating Voltage, Volts:	1330	1330	967	967
Pump Efficiency, %	52.7	52.5	54	54
Motor Efficiency, %	84.8	84.8	85	85.1
Operating Thrust Load, lb:	312.6	314	406.1	399.3
Maximum Thrust Load, lb:	318.1	318.2	460.9	460.8
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d	929.2	919.2	1089.1	1113.4
Avg Prmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d	1033	1021.9	1210	1237
Free Gas by Volume @ Pump, %	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	1456.1	1462.8	1903.3	1870.8
Pump Intake Pressure, psi:	3140.7	3149.7	2996.8	2974.8
Pump Operating Power, HP:	16.9	16.8	25.2	25.3
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285

Tabla No. 1

Esta comparativa forma parte del primer escenario planteado, analizando para el pozo Ek-11 dos diferentes gastos de diseño, 850 BPD (Caso 1 y 2) y 1100 BPD (caso 3 y 4), en arribos se mantiene constante el numero de etapas y se cambia el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 2 7/8", con objeto de observar que efecto tiene la reducción del aparejo de producción sobre parámetros como amperajes y HP.

Para este pozo solo se observa un incremento despreciable sobre los HP y la eficiencia de la bomba, además de una ligera mejora en el comportamiento de liquido final en superficie, los demás parámetros permanecen constantes, con lo que se puede decir que para este caso la reducción del aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 2 7/8", no afecta al comportamiento del BEC.

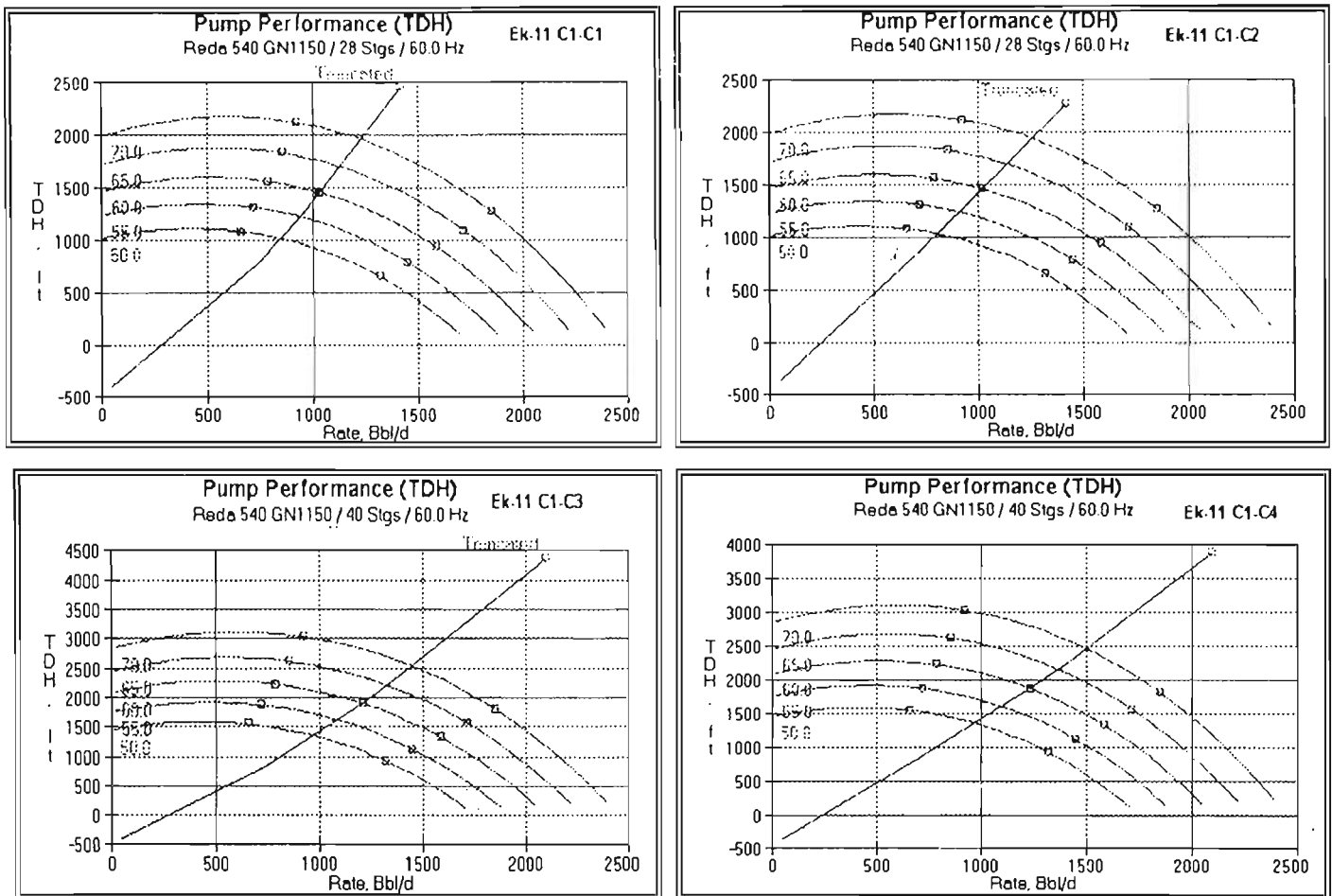


Fig. 1

Con relación al punto de operación del BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-11 C1-C1
- Caso 2: Ek-11 C1-C2
- Caso 3: Ek-11 C1-C3
- Caso 4: Ek-11 C1-C4

Las comparativas son EK-11 C1-C1 con Ek-11 C1-C2 y EK-11 C1-C3 con Ek-11 C1-C4, sin embargo, en ninguna de las comparativas se alcanza a ver diferencia en cuanto al punto de operación ya que como se observó en el análisis de los resultados tabulados las diferencias son mínimas y no se percibe cambio en el comportamiento gráfico (curva característica de la bomba) del BEC.

Ek-101:

Resultados de Simulación

Well Description Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	EK-101			
Comment:	TF 2 7/8" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 2 7/8" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
Tubing OD, in:	2.875 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	2.875 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Stage number:	102	102	150	150
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	66.4	66.1	100.8	100.9
Operating Current, Amps:	17.8	17.8	26.7	26.7
Operating Voltage, Volts:	2241	2241	2270	2270
Pump Efficiency, %:	52.5	52.3	53.9	53.9
Motor Efficiency, %:	85.4	85.4	85.5	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1106	1112.6	1412.3	1405.7
Maximum Thrust Load, lb:	1208.6	1209	1839.5	1839.3
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	887.3	874.4	1123.6	1129.2
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1018.6	1003.7	1283.7	1290.2
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	5291.6	5323.5	6739.1	6707.2
Pump Intake Pressure, psi:	2175.9	2204.3	1655.8	1643.4
Pump Operating Power, HP:	60.2	60	94.7	94.8
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105

Tabla No. 2

Esta comparativa forma parte del primer escenario planteado, analizando para el pozo Ek-101 dos diferentes gastos de diseño, 850 BPD (Caso 1 y 2) y 1100 BPD (caso 3 y 4), en ambos se mantiene constante el numero de etapas y se cambia el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 2 7/8", con objeto de observar que efecto tiene la reducción del aparejo de producción sobre parámetros como amperajes y HP.

En este pozo se observan mayores diferencias en la primera comparativa sin que estas resulten sustanciales, un incremento despreciable sobre los HP y la eficiencia de la bomba, además de una ligera mejora en el comportamiento de liquido final en superficie, los demás parámetros permanecen constantes; para el caso de la segunda comparativa, todos los parámetros permanecen constantes excepto por un decremento en el liquido final en superficie apenas de 6 BPD, por lo que nuevamente se puede decir que para este caso la reducción del aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 2 7/8", no afecta al comportamiento del BEC.

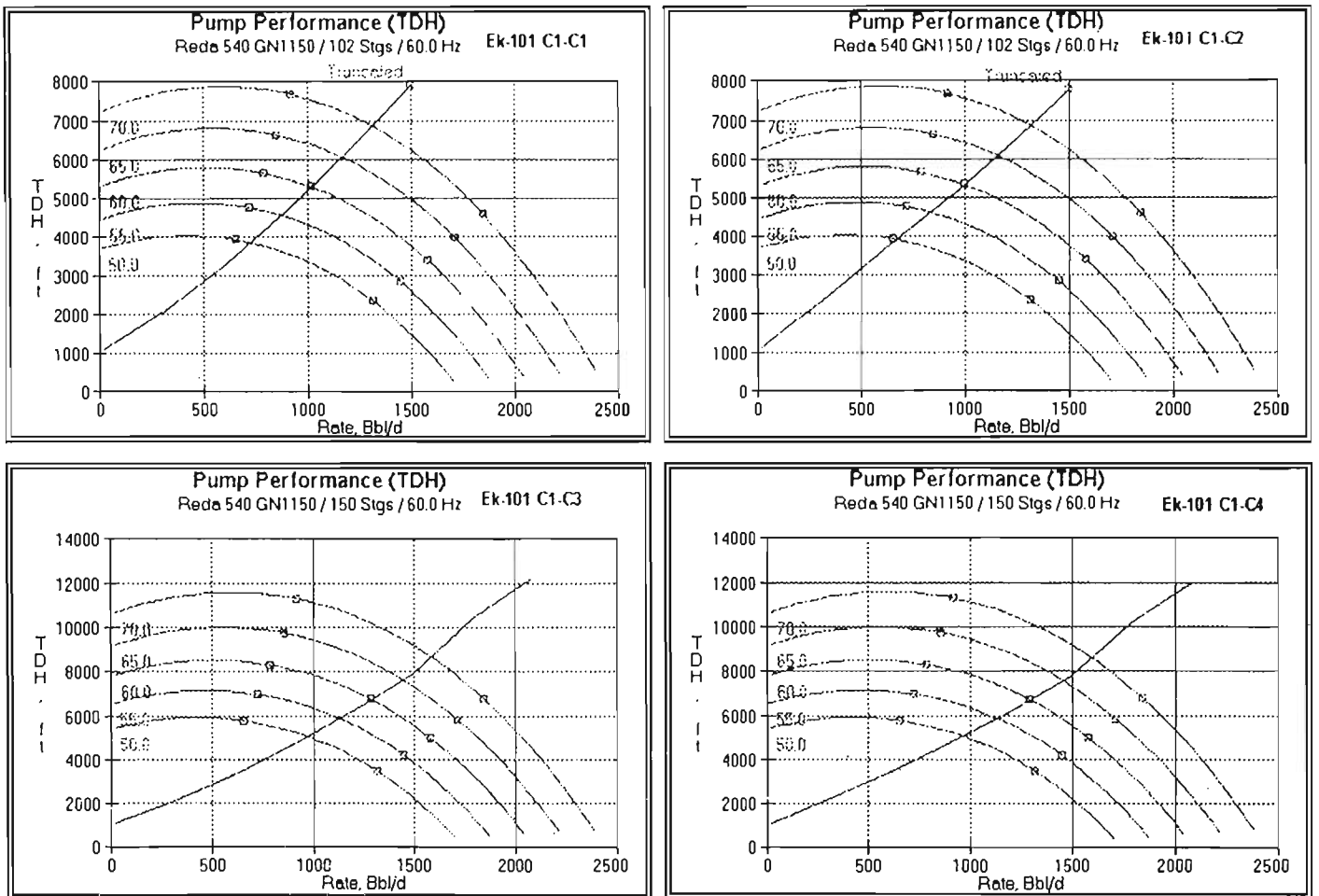


Fig. 2

Con relación al punto de operación del BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-101 C1-C1
- Caso 2: Ek-101 C1-C2
- Caso 3: Ek-101 C1-C3
- Caso 4: Ek-101 C1-C4

Las comparativas en este caso son EK-101 C1-C1 con Ek-101 C1-C2 y EK-101 C1-C3 con Ek-101 C1-C4, nuevamente en ninguna de las comparativas se alcanza a ver diferencia en cuanto al punto de operación, ya que como se observó en el análisis de los resultados tabulados las diferencias son mínimas y no se percibe cambio en el comportamiento gráfico (curva característica de la bomba) del BEC.

Balam-21:

Resutados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Balam-21			
Comment:	TF 2 7/8" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100BPD	TF 2 7/8" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD
Tubing OD, in:	2.875 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	2.875 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Stage number:	180	180	150	150
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	850	850
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	120.8	121.1	95.9	96.2
Operating Current, Amps:	34.6	34.7	25.4	25.4
Operating Voltage, Volts:	2105	2105	2270	2270
Pump Efficiency, %:	54	53.9	52.5	52.7
Motor Efficiency, %:	85.3	85.3	85.2	85.2
Operating Thrust Load, lb:	1746	1724.3	1643.8	1635.1
Maximum Thrust Load, lb:	2315.7	2315.5	1919.5	1919.5
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1108.8	1124.8	890.5	902.3
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1258.3	1276.4	1017.8	1031.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	6.4	6.4
Free Gas by Volume into Pump, %:	0.7	0.7	0.4	0.5
Total Dynamic Head (TDH), ft:	8274.8	8170	7814.4	7771.3
Pump Intake Pressure, psi:	1239.6	1232.3	1339.9	1334.4
Pump Operating Power, HP:	114.7	115	89.7	90.1
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213

Tabla No. 3

Esta es la ultima comparativa del primer escenario planteado, analizando para el pozo Balam-21 dos diferentes gastos de diseño, 1100 BPD (Caso 1 y 2) y 850 BPD (caso 3 y 4), en ambos se mantiene constante el numero de etapas y se cambia el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 2 7/8", con objeto de observar que efecto tiene la reducción del aparejo de producción sobre parámetros como amperajes y HP.

En este pozo se observan diferencias en ambas comparativas sin que estas resulten sustanciales; decremento despreciable sobre los HP y liquido final en superficie, además de incremento en la eficiencia de la bomba, los demás parámetros permanecen constantes, con lo que se puede decir que para este caso la reducción del aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 2 7/8", no afecta al comportamiento del BEC.

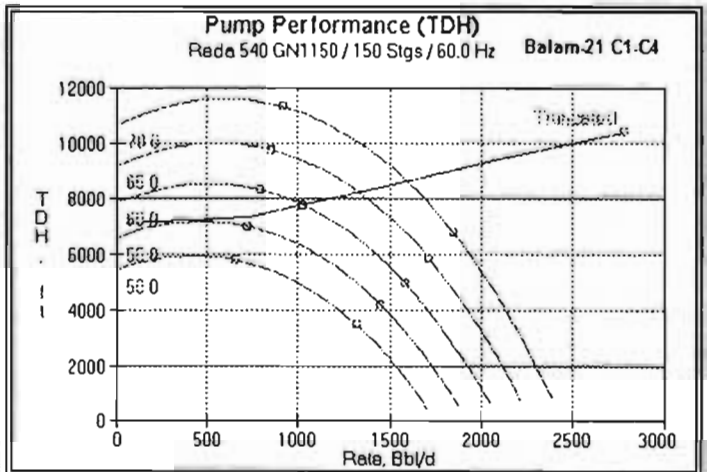
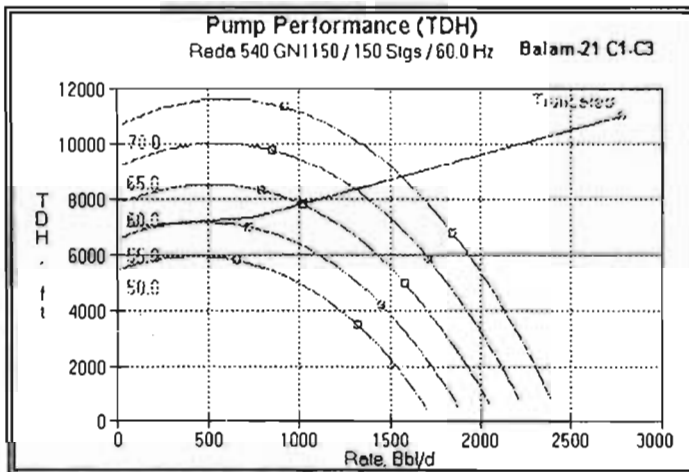
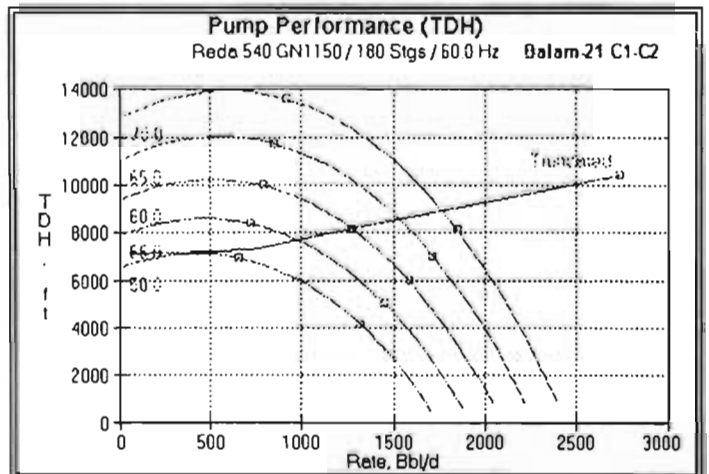
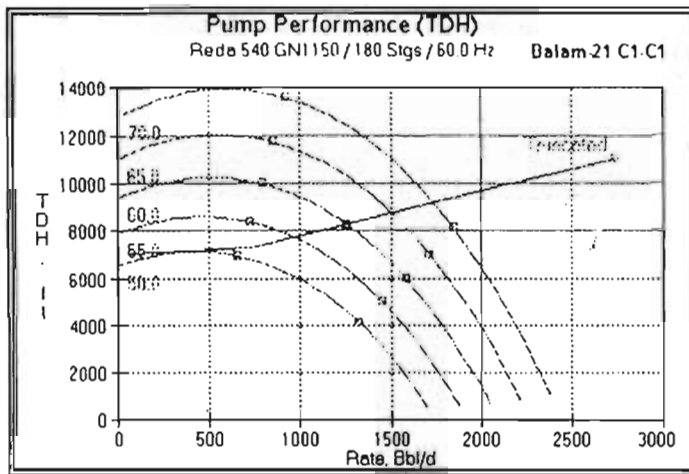


Fig. 3

Con relación al punto de operación del BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Balam-21 C1-C1
- Caso 2: Balam-21 C1-C2
- Caso 3: Balam-21 C1-C3
- Caso 4: Balam-21 C1-C4

Las comparativas en este caso son Balam-21 C1-C1 con Balam-21 C1-C2 y Balam-21 C1-C3 con Balam-21 C1-C4, y como en los casos anteriores en ninguna de las comparativas se alcanza a ver diferencia en cuanto al punto de operación ya que como se observó en el análisis de los resultados tabulados las diferencias son mínimas y no se percibe cambio en el comportamiento gráfico (curva característica de la bomba) del BEC.

▪ Segundo escenario

Ek-11:

SubPUMP Summary Report

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Ek-11			
Comment	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD
Tubing OD, int	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Stage number:	28	28	40	40
Oil Rate, Bbl/d	850	850	1100	1100
Design Frequency, Hz	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	19.7	22.9	27.6	31.4
Operating Current, Amps:	15.4	9.7	12.7	20.7
Operating Voltage, Volts:	800	1330	1380	967
Pump Efficiency, %:	42.8	52.5	47.8	54
Motor Efficiency, %:	82.9	84.8	82.7	85.1
Operating Thrust Load, lbr	338.5	314	472.6	399.3
Maximum Thrust Load, lb:	319.7	318.2	463.9	460.8
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d	587.8	919.2	722.8	1113.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W),Bbl/d	653.5	1021.9	803.1	1237
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft	1580.2	1462.8	2221.3	1870.8
Pump Intake Pressure, psi:	3448.1	3149.7	3326.5	2974.8
Pump Operating Power, HP:	14.3	16.8	22	25.3
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285

Tabla No. 4

Esta comparativa forma parte del segundo escenario planteado, analizando para el pozo Ek-11 dos diferentes gastos de diseño, 850 BPD (Caso 1 y 2) y 1100 BPD (caso 3 y 4), en ambos casos se mantiene constante el numero de etapas y se cambia el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", con objeto de observar que efecto tiene una reducción drástica del diámetro del aparejo de producción sobre parámetros como amperajes y HP.

Para este pozo, ahora si se observan en las dos comparativas decrementos sobre los HP y las eficiencias de motor y bomba, ambos a consecuencia de reducciones de liquido final en superficie del orden de los 400 BPD, con lo que se puede decir que para este caso la reducción del aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", si afecta el comportamiento del BEC.

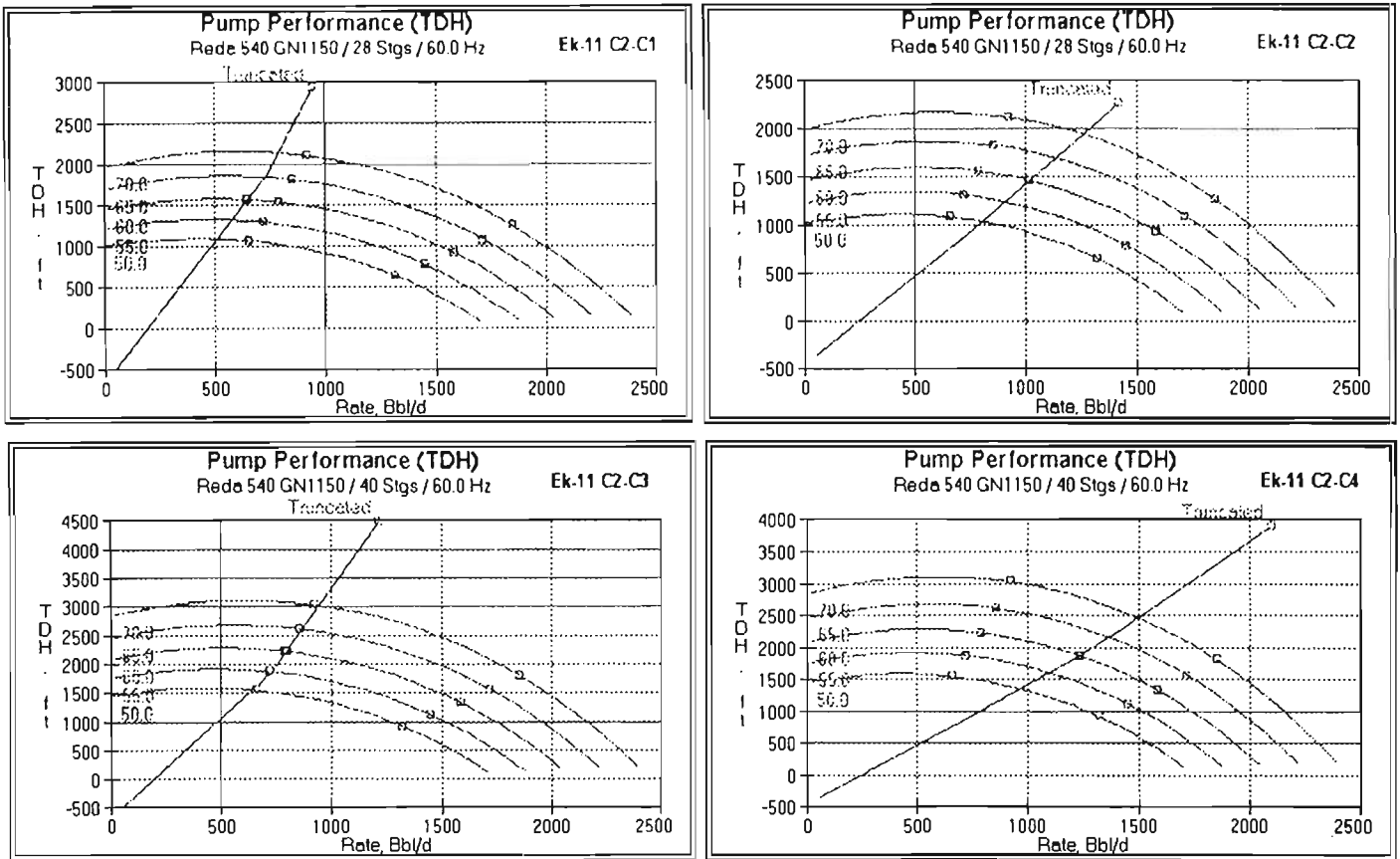


Fig. 4

Con relación al punto de operación del BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-11 C2-C1
- Caso 2: Ek-11 C2-C2
- Caso 3: Ek-11 C2-C3
- Caso 4: Ek-11 C2-C4

Las comparativas son EK-11 C2-C1 con Ek-11 C2-C2 y EK-11 C2-C3 con Ek-11 C2-C4, en ambas comparativas se observa el mismo comportamiento, para las corridas con TF 1 1/2" el gasto se ve fuertemente reducido por lo que el punto de operación se desplaza hacia la izquierda de la gráfica y para el caso1, inclusive, se sale del rango de operación recomendado por los fabricantes, para el caso 3, la situación es ligeramente menos crítica ya que aunque no sale del rango recomendado por los fabricantes si se encuentra en el limite permitido, ambos casos operando en franco esfuerzo descendente, es decir, los impulsores friccionan en su parte inferior con la parte superior de los difusores.

De manera gráfica se aprecia el fuerte efecto que ocasiona la reducción del aparejo de producción a TF de 1 1/2", con lo que se confirma que esta disminución afecta fuertemente el comportamiento de los equipos BEC.

Ek-101:

SubPUMP Summary Report

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	EK-101			
Comment	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Stage number:	102	102	150	150
Oil Rate, Bbl/d	850	850	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	60.4	66.1	94.5	100.9
Operating Current, Amps:	16.3	17.8	25	26.7
Operating Voltage, Volts:	2241	2241	2270	2270
Pump Efficiency, %:	46.2	52.3	52	53.9
Motor Efficiency, %:	84.7	85.4	85.1	85.5
Operating Thrust Load, lbr	1196	1112.6	1652.7	1405.7
Maximum Thrust Load, lbr	1215.4	1209	1849.8	1839.3
Surf Final Liq Rate(O+V), Bbl/d	654.3	874.4	866.4	1129.2
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+V), Bbl/d	751.1	1003.7	989.9	1290.2
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	5731.1	5323.5	7906.4	6707.2
Pump Intake Pressure, psi:	2689.7	2204.3	2221.9	1643.4
Pump Operating Power, HP:	54.6	60	88.6	94.8
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105

Tabla No. 5

Esta comparativa forma parte del segundo escenario planteado, analizando para el pozo Ek-101 dos diferentes gastos de diseño, 850 BPD (Caso 1 y 2) y 1100 BPD (caso 3 y 4), en ambos se mantiene constante el numero de etapas y se cambia el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", con objeto de observar que efecto tiene una reducción drástica del diámetro del aparejo de producción sobre parámetros como amperajes y HP.

Como en el pozo anterior se observa en las dos comparativas decrementos sobre los HP y las eficiencias de motor y bomba consecuencia de reducciones de liquido final en superficie del orden de los 250 BPD, y nuevamente se puede decir que en este caso la reducción del aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", si afecta el comportamiento del BEC.

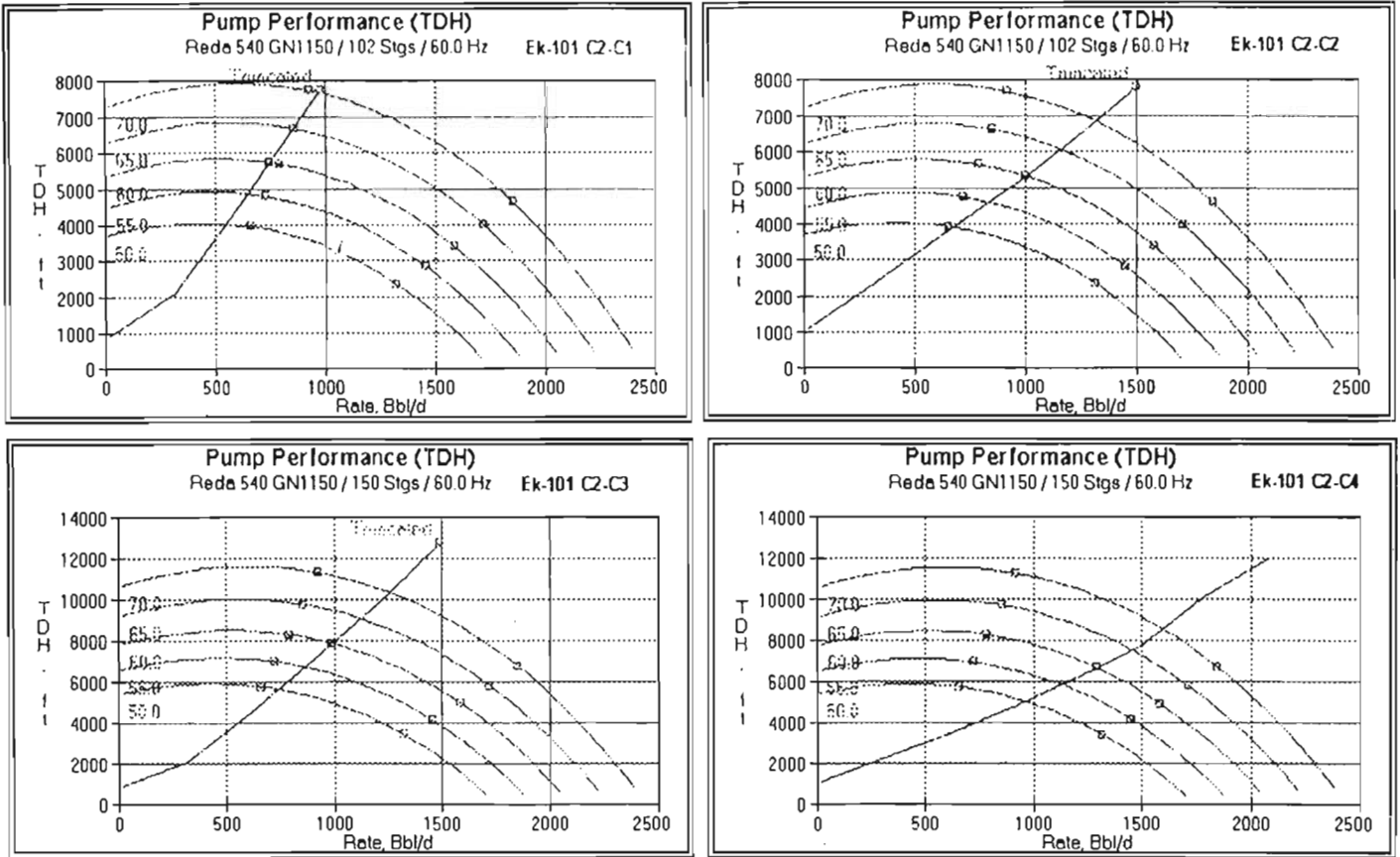


Fig. 5

Con relación al punto de operación del BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-101 C2-C1
- Caso 2: Ek-101 C2-C2
- Caso 3: Ek-101 C2-C3
- Caso 4: Ek-101 C2-C4

Las comparativas son EK-101 C2-C1 con Ek-101 C2-C2 y EK-101 C2-C3 con Ek-101 C2-C4, para las corridas con TF 1 ½" el gasto se ve fuertemente reducido por lo que el punto de operación se desplaza hacia la izquierda, en el caso1, inclusive se sale del rango de operación recomendado por los fabricantes, para el caso 3 la situación no es crítica ya que el punto de operación se mantienen dentro del rango recomendado por los fabricantes en el lado izquierdo de la gráfica, sección en que el esfuerzo descendente no se manifiesta completamente.

Nuevamente de manera gráfica se observa de mejor manera que tan fuerte es el efecto de reducción del aparejo de producción a TF de 1 ½", con lo que se confirma que esta reducción afecta fuertemente el comportamiento de los equipos BEC.

Balam-21:

SubPUMP Summary Report

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Balam-21			
Comment:	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Stage number:	180	180	150	150
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	850	850
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	112.9	121.1	87.2	96.2
Operating Current, Amps:	32.4	34.7	23.2	25.4
Operating Voltage, Volts:	2105	2105	2270	2270
Pump Efficiency, %:	51.7	53.9	46.1	52.7
Motor Efficiency, %:	84.6	85.3	84.2	85.2
Operating Thrust Load, lb:	2017.3	1724.3	1772.7	1635.1
Maximum Thrust Load, lb:	2318.4	2315.5	1921.5	1919.5
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	854.7	1124.8	656	902.3
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	969.9	1276.4	749.8	1031.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	6.4	6.4
Free Gas by Volume into Pump, %:	0.4	0.7	0.2	0.5
Total Dynamic Head (TDH), ft:	9593.1	8170	8457	7771.3
Pump Intake Pressure, psi:	1356.5	1232.3	1449.2	1334.4
Pump Operating Power, HP:	106.9	115	81.2	90.1
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213

Tabla No. 6

Esta comparativa es la última del segundo escenario planteado, analizando para el pozo Balam-21 dos diferentes gastos de diseño, 1100 BPD (Caso 1 y 2) y 850 BPD (caso 3 y 4), en ambos se mantiene constante el número de etapas y se cambia el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", con objeto de observar que efecto tiene la reducción del aparejo de producción sobre parámetros como amperajes y HP.

Como en los pozos anteriores se observa en las dos comparativas decrementos sobre los HP y las eficiencias de motor y bomba como consecuencia de reducciones de líquido final en superficie del orden de los 300 BPD, y nuevamente se puede decir que en este caso la reducción del aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", si afecta el comportamiento del BEC.

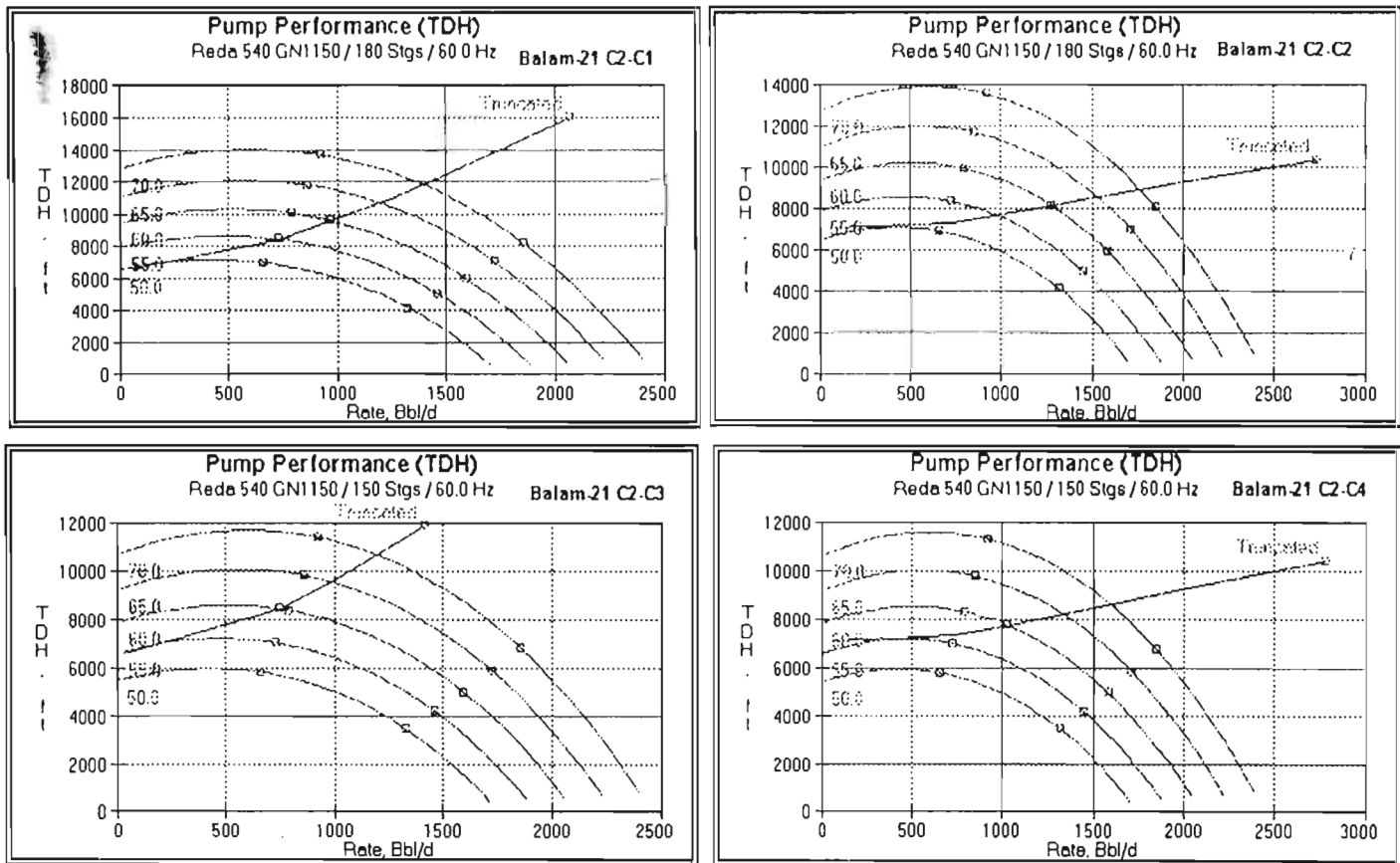


Fig. 6

Con relación al punto de operación del sistema BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Balam-21 C2-C1
- Caso 2: Balam-21 C2-C2
- Caso 3: Balam-21 C2-C3
- Caso 4: Balam-21 C2-C4

Las comparativas son Balam-21 C2-C1 con Balam-21 C2-C2 y Balam-21 C2-C3 con Balam-21 C2-C4, para las corridas con TF 1 1/2" el gasto se ve fuertemente reducido por lo que el punto de operación se desplaza hacia la izquierda de la gráfica y para el caso 3, inclusive se sale del rango de operación recomendado por los fabricantes, para el caso 1 la situación no es crítica ya que el punto de operación se mantienen dentro del rango recomendado por los fabricantes en el lado izquierdo de la gráfica, sección en que el esfuerzo descendente no se manifiesta completamente.

Nuevamente de manera gráfica se observa de mejor manera que tan fuerte es el efecto de reducción del aparejo de producción a TF de 1 1/2", con lo que se confirma que esta reducción afecta fuertemente el comportamiento de los equipos BEC.

▪ Tercer escenario

Ek-11:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Ek-11			
Comment:	TF 1 1/2" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 1 1/2" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Stage number:	56	28	102	40
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	38.5	22.9	67.9	31.4
Operating Current, Amps:	16.9	9.7	33.9	20.7
Operating Voltage, Volts:	1280	1330	1320	967
Pump Efficiency, %:	51.4	52.5	54	54
Motor Efficiency, %:	84.9	84.8	85.2	85.1
Operating Thrust Load, lbr:	634.8	314	976.9	399.3
Maximum Thrust Load, lbr:	639.4	318.2	1183	460.8
Surf Final Liq Rate(O+V), Bbl/d:	859	919.2	1119.9	1113.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+V), Bbl/d:	953.3	1021.9	1240.1	1237
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	2995.4	1462.8	4624.4	1870.8
Pump Intake Pressure, psi:	3203.9	3149.7	2968.9	2974.8
Pump Operating Power, HP:	32.9	16.8	62.9	25.3
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285

Tabla No. 10

Esta comparativa es la primera del tercer escenario planteado, analizando para el pozo Ek-11 dos diferentes gastos de diseño, 850 BPD (Caso 1 y 2) y 1100 BPD (caso 3 y 4), cambiando el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2" y variando el número de etapas, con objeto de observar que efecto tiene la reducción del diámetro del aparejo de producción sobre éste parámetro al aportar el mismo gasto de producción.

Para este pozo se observa en las dos comparativas un comportamiento muy similar, al reducir el aparejo de producción a TF de 1 1/2" se requiere incrementar el número de etapas en un 100% para el gasto de 850 BPD y en un 150% para el gasto de 1100 BPD, para poder mantener el aproximadamente la misma producción en superficie, en consecuencia parámetros como HP y amperaje se incrementan, pero al mantener el gasto de producción constante las eficiencias de motor y bomba prácticamente se mantienen constantes.

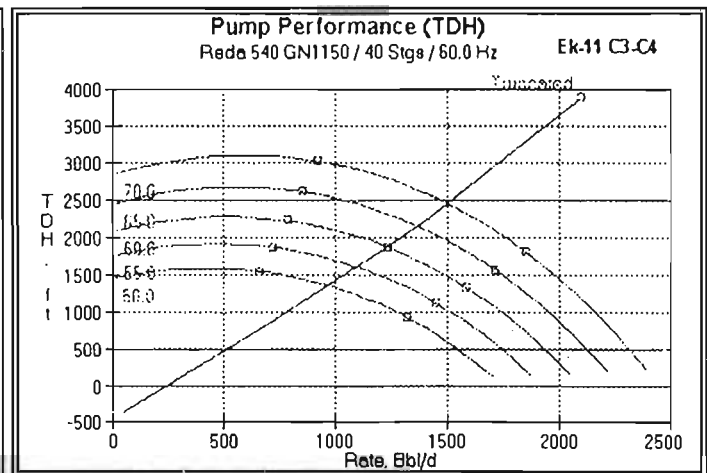
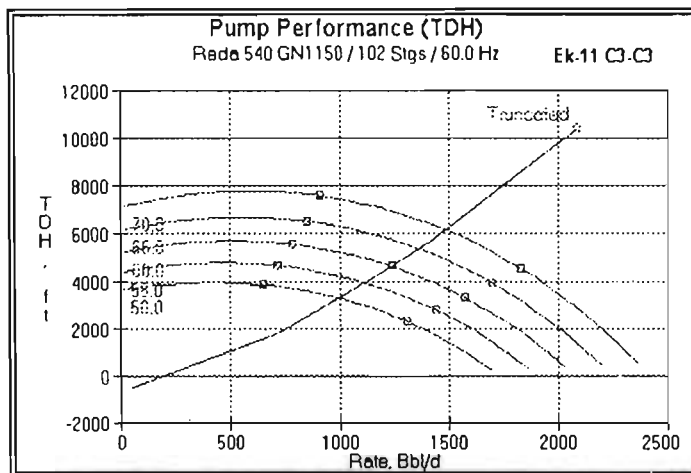
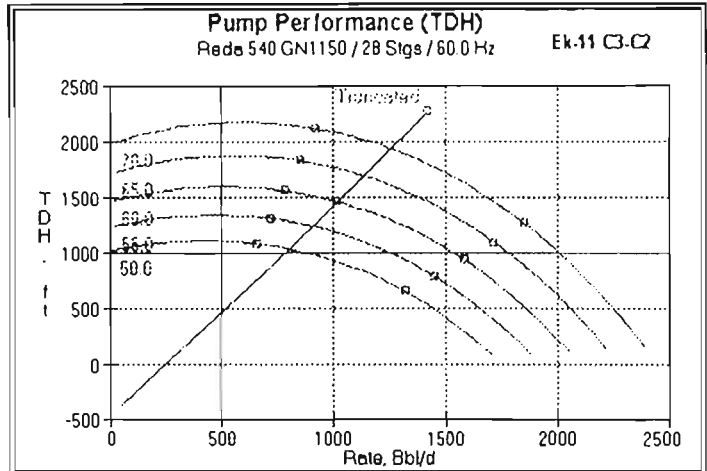
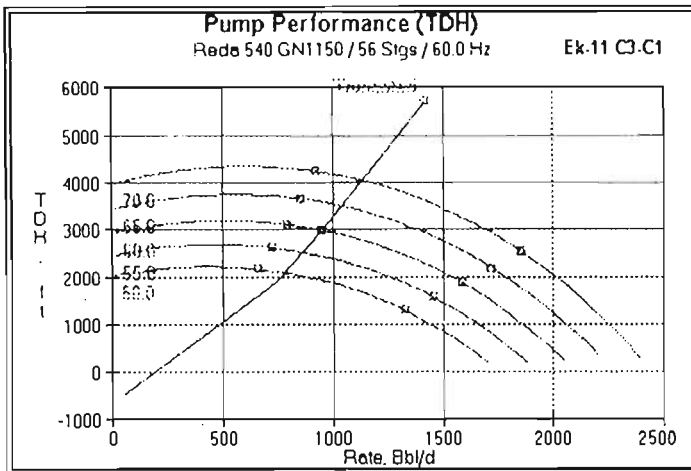


Fig. 7

Con relación al punto de operación del sistema BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-11 C3-C1
- Caso 2: Ek-11 C3-C2
- Caso 3: Ek-11 C3-C3
- Caso 4: Ek-11 C3-C4

Las comparativas son EK-11 C3-C1 con Ek-11 C3-C2 y EK-11 C3-C3 con Ek-11 C3-C4, en ambas comparativas se observa el mismo comportamiento, para las corridas con TF 1 1/2" el gasto se mantuvo prácticamente constante gracias al incremento del número de etapas, por lo que para ambos gastos de producción se logra mantener el punto de operación en el mismo lugar, logrando condiciones más favorables para el caso del gasto de producción de 1100 BPD (casos 3 y 4), ya que el punto de operación se localiza en la parte media de la gráfica, es decir, en la zona de máxima eficiencia de la bomba.

Ek-101:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	EK-101			
Comment:	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Stage number:	150	102	228	150
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	94.5	66.1	148	100.9
Operating Current, Amps:	25	17.8	43.3	26.7
Operating Voltage, Volts:	2270	2241	2078	2270
Pump Efficiency, %:	52.1	52.3	54	53.9
Motor Efficiency, %:	85.1	85.4	85.4	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1652.9	1112.6	2177.4	1405.7
Maximum Thrust Load, lb:	1787.3	1209	2811.7	1839.3
Surf Final Liq Rate(O+V), Bbl/d:	866.1	874.4	1096.7	1129.2
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+V), Bbl/d:	990.9	1003.7	1246.9	1290.2
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	7903.4	5323.5	10369.1	6707.2
Pump Intake Pressure, psi:	2222.7	2204.3	1714.8	1643.4
Pump Operating Power, HP:	88.6	60	141.9	94.8
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105

Tabla No. 11

Esta comparativa forma parte del tercer escenario planteado, analizando para el pozo Ek-101 dos diferentes gastos de diseño, 850 BPD (Caso 1 y 2) y 1100 BPD (caso 3 y 4), cambiando el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2" y variando el numero de etapas, con objeto de observar que efecto tiene la reducción del aparejo de producción sobre éste parámetro al aportar el mismo gasto de producción.

Para este pozo, se observa en las dos comparativas un comportamiento muy similar, al reducir el aparejo de producción a TF de 1 1/2" se requiere incrementar el número de etapas en un 50% para el gasto de 850 BPD y en un 50% para el gasto de 1100 BPD, para poder mantener el aproximadamente la misma producción en superficie, en consecuencia parámetros como HP y amperaje se incrementan, pero al mantener el gasto de producción constante las eficiencias de motor y bomba prácticamente se mantienen constantes.

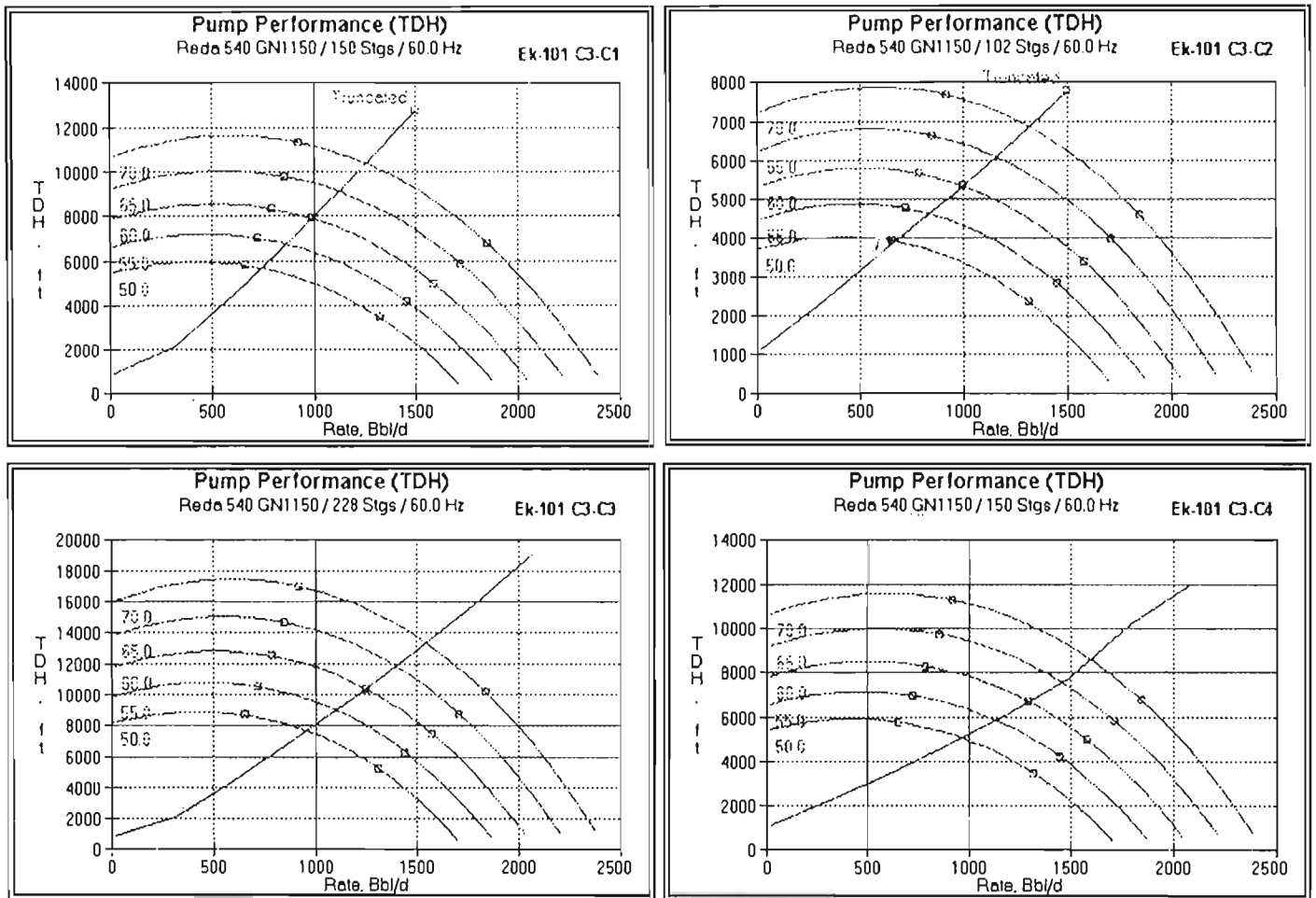


Fig. 8

Con relación al punto de operación del sistema BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-101 C3-C1
- Caso 2: Ek-101 C3-C2
- Caso 3: Ek-101 C3-C3
- Caso 4: Ek-101 C3-C4

Las comparativas son EK-101 C3-C1 con Ek-101 C3-C2 y EK-101 C3-C3 con Ek-101 C3-C4, para las corridas con TF 1 1/2" el gasto se mantuvo prácticamente constante gracias al incremento del número de etapas, por lo que para ambos gastos de producción se logra mantener el punto de operación en el mismo lugar, logrando condiciones más favorables para el caso del gasto de producción de 1100 BPD (casos 3 y 4), ya que el punto de operación se localiza en la parte media de la gráfica, es decir, en la zona de máxima eficiencia de la bomba.

Balam-21:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Balam-21			
Comment:	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Stage number:	228	180	180	150
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	850	850
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	148.5	121.1	109.9	96.2
Operating Current, Amps:	41.4	34.7	29.3	25.4
Operating Voltage, Volts:	2200	2105	2270	2270
Pump Efficiency, %:	54	53.9	51.6	52.7
Motor Efficiency, %:	83.1	85.3	85.5	85.2
Operating Thrust Load, lb:	2274.8	1724.3	1988.7	1635.1
Maximum Thrust Load, lb:	2936.7	2315.5	2305.8	1919.5
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1059.7	1124.8	837.7	902.3
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1198.1	1276.4	954.9	1031.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	6.4	6.4
Free Gas by Volume into Pump, %:	0.6	0.7	0.4	0.5
Total Dynamic Head (TDH), ft:	10764	8170	9448.9	7771.3
Pump Intake Pressure, psi:	1262	1232.3	1364.5	1334.4
Pump Operating Power, HP:	142.4	115	103.8	90.1
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213

Tabla No. 12

En ésta comparativa, la última del tercer escenario planteado, analizando para el pozo Balam-21 dos diferentes gastos de diseño, 1100 BPD (Caso 1 y 2) y 850 BPD (caso 3 y 4), cambiando el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2" y variando el número de etapas, con objeto de observar que efecto tiene la reducción del aparejo de producción sobre éste parámetro al aportar el mismo gasto de producción.

Para este pozo se observa en las dos comparativas un comportamiento muy similar, al reducir el aparejo de producción a TF de 1 1/2" se requiere incrementar el número de etapas en un 20% para el gasto de 850 BPD y en un 26% para el gasto de 1100 BPD, para poder mantener el aproximadamente la misma producción en superficie, en consecuencia parámetros como HP y amperaje se incrementan, pero al mantener el gasto de producción constante las eficiencias de motor y bomba prácticamente se mantienen sin variación.

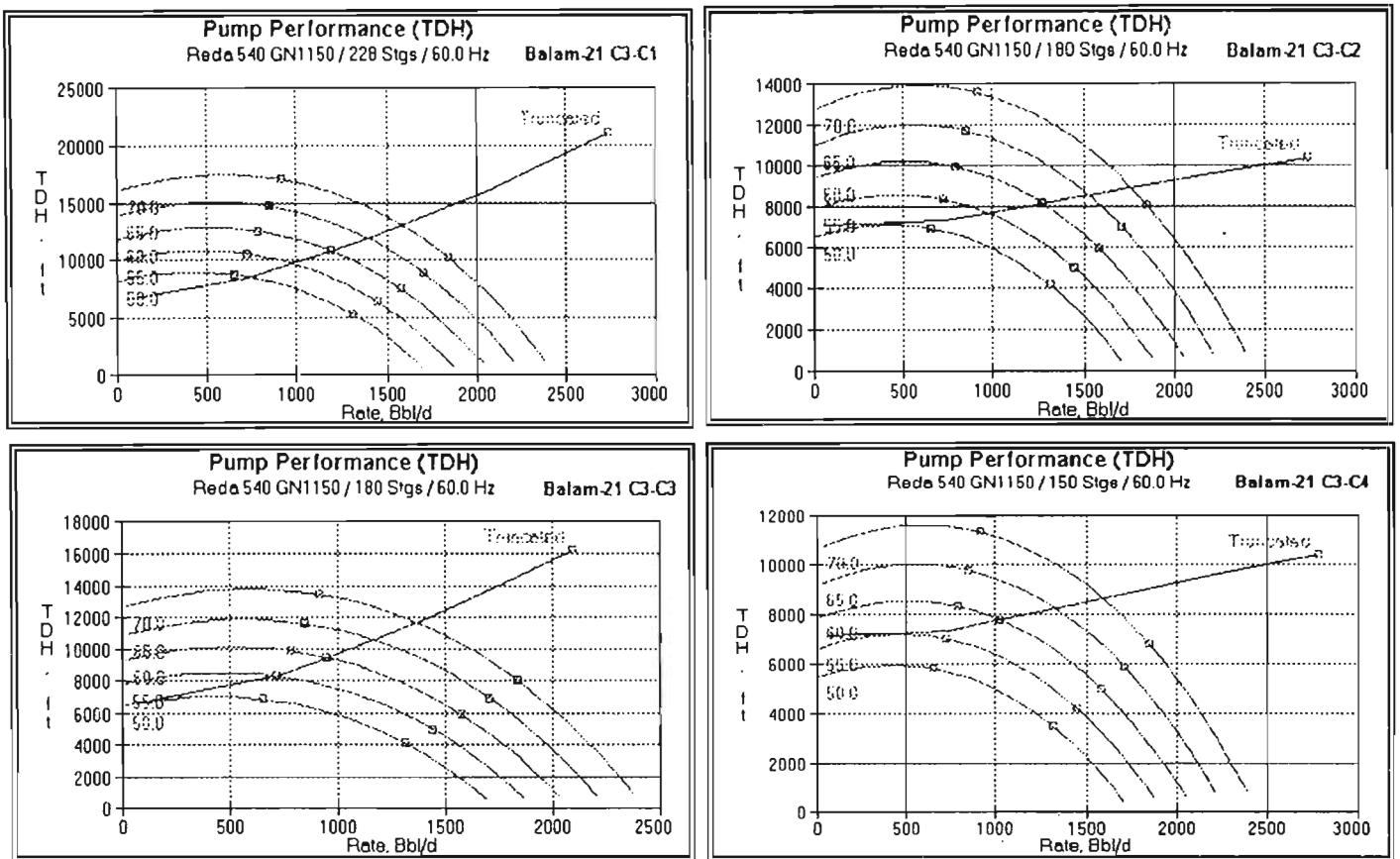


Fig. 9

Con relación al punto de operación del sistema BEC, se tiene una gráfica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Balam-21 C3-C1
- Caso 2: Balam-21 C3-C2
- Caso 3: Balam-21 C3-C3
- Caso 4: Balam-21 C3-C4

Las comparativas son Balam-21 C3-C1 con Balam-21 C3-C2 y Balam-21 C3-C3 con Balam-21 C3-C4, para las corridas con TF 1 1/2" el gasto se mantuvo prácticamente constante gracias al incremento del número de etapas, por lo que para ambos gastos de producción se logra mantener el punto de operación en el mismo lugar y nuevamente se logran condiciones más favorables para el caso del gasto de producción de 1100 BPD (casos 1 y 2), ya que el punto de operación se localiza en la parte media de la gráfica, es decir, en la zona de máxima eficiencia de la bomba.

Cuarto escenario

Ek-11:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Ek-11			
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Stage number:	102	40	90	43
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	68.3	30.9	63.4	34
Operating Current, Amps:	34	20.3	31.8	16.6
Operating Voltage, Volts:	1225	967	1225	1325
Pump Efficiency, %:	54	54	54.8	56.8
Motor Efficiency, %:	83.4	84.9	83.1	85.5
Operating Thrust Load, lb:	979.9	399.4	933.7	438.6
Maximum Thrust Load, lb:	1183	460.8	1034.8	491.1
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1123	1115.8	1089.5	1195.5
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1243.5	1239.6	1207	1327.8
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	4638.8	1871.1	4418.2	2058.5
Pump Intake Pressure, psi:	2966.2	2972.7	2996.3	2901
Pump Operating Power, HP:	63.3	25.4	57.7	28.5
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285

Tabla No. 7

Esta comparativa es la primera del cuarto escenario planteado, analizando para el pozo Ek-11 dos diferentes equipos BEC, GN1150 (Caso 1 y 2) y GN1600 (caso 3 y 4), cambiando en ambas el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", variando el número de etapas, con objeto de confirmar lo visto en el escenario anterior, pero ahora con un solo gasto de producción 1100 BPD y poder comparar resultados entre dos tipos diferentes de equipos.

Se confirma el comportamiento observado en el escenario anterior, al reducir el aparejo de producción a TF de 1 1/2" se requiere incrementar el número de etapas en un 150% para el equipo GN1150 y en un 110% para el equipo GN1600, para mantener aproximadamente la misma producción en superficie.

Al comparar los resultados entre equipos BEC (caso 1 vs. 3 y 2 vs. 4), se observan resultados tabulados muy similares, por lo que se puede emplear cualquiera de los dos equipos, sin embargo, por el rango de operación más alto del equipo GN1600 se debe verificar que el punto de operación del mismo no caiga fuera del rango recomendado.

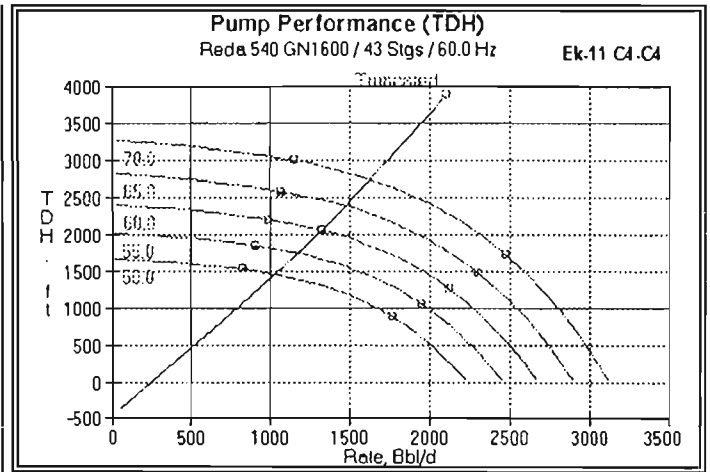
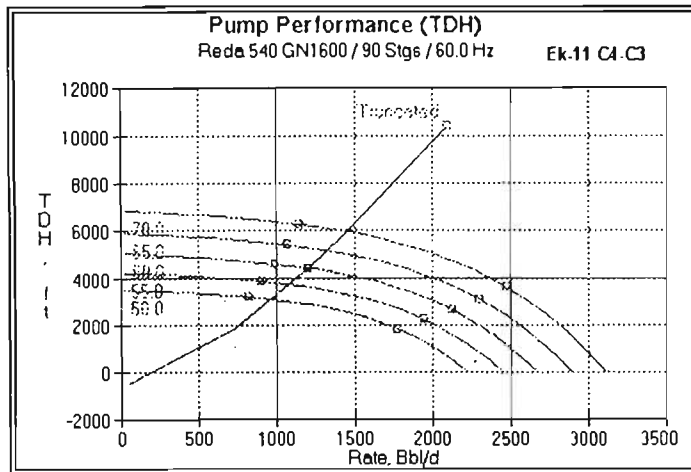
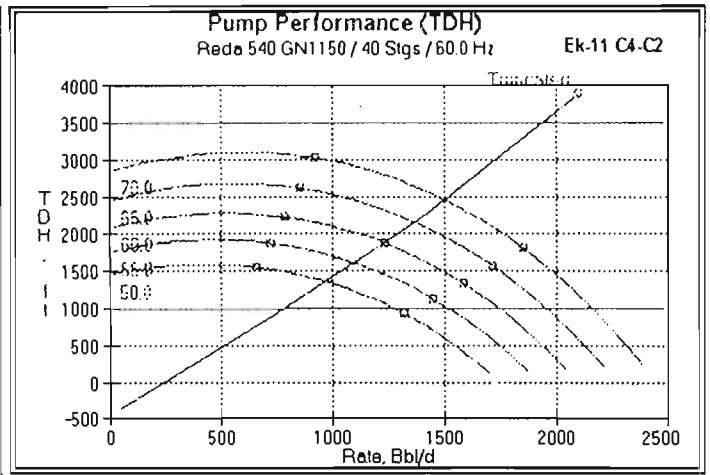
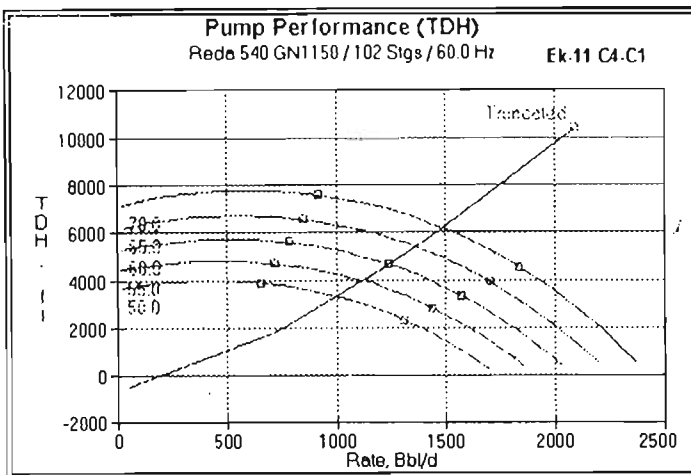


Fig. 10

Con relación al punto de operación del sistema BEC, se tiene una grafica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-11 C4-C1
- Caso 2: Ek-11 C4-C2
- Caso 3: Ek-11 C4-C3
- Caso 4: Ek-11 C4-C4

Las comparativas son EK-11 C4-C1 con Ek-11 C4-C2 y EK-11 C4-C3 con Ek-11 C4-C4, al variar el aparejo de producción el gasto se mantuvo prácticamente constante gracias al incremento del numero de etapas, y para ambos gastos de producción se logra mantener el punto de operación en el mismo lugar, logrando condiciones más favorables para el caso del equipo GN1150 (casos 1 y 2), ya que el punto de operación se localiza en la parte media de la gráfica, es decir, en la zona de máxima eficiencia de la bomba, sin embargo el equipo GN1600 (caso 3 y 4) a pesar de encontrarse cargado hacia la zona de esfuerzos descendentes, esta dentro del rango recomendado por los fabricantes, por lo que hasta lo ahora visto puede ser también considerado como candidato a introducción, y más apoyado en sus mayores dimensiones y mejor comportamiento en el manejo de arena.

Ek-101:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	EK-101			
Comment:	TF 1 1/2' y GN1150	TP 3 1/2' y GN1150	TF 1 1/2' y GN1600	TP 3 1/2' y GN1600
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Stage number:	228	150	212	134
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	148	100.7	142.9	93.9
Operating Current, Amps:	43.4	26.7	41.7	24.9
Operating Voltage, Volts:	2078	2270	2078	2270
Pump Efficiency, %:	54	53.8	55.4	55.7
Motor Efficiency, %:	85.4	85.5	85.5	85
Operating Thrust Load, lb:	2176.5	1404.3	2165.3	1375.7
Maximum Thrust Load, lb:	2811.7	1839.3	2591.8	1628.9
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1097.2	1130.7	1092.5	1109.1
Avg Prmp Final Fld Rate(O+G+W),Bbl/d:	1247.5	1291.9	1242.4	1267.8
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	10364.7	6700.4	10308.8	6565.3
Pump Intake Pressure, psi:	1713.6	1640.1	1724	1687.7
Pump Operating Power, HP:	141.9	94.8	136.8	88
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105

Tabla No. 8

Esta comparativa forma parte del cuarto escenario planteado, analizando para el pozo Ek-101 dos diferentes equipos BEC, GN1150 (Caso 1 y 2) y GN1600 (caso 3 y 4), cambiando en ambas el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", variando el número de etapas, con objeto de confirmar lo visto en el escenario anterior, ahora con un solo gasto de producción 1100 BPD y poder comparar resultados entre dos tipos diferentes de equipos.

Se confirma el comportamiento observado en el escenario anterior, al reducir el aparejo de producción a TF de 1 1/2" se requiere incrementar el número de etapas en un 50% para el equipo GN1150 y en un 58% para el equipo GN1600, para mantener aproximadamente la misma producción en superficie.

Al comparar los resultados entre equipos BEC (caso 1 vs. 3 y 2 vs. 4), se observan resultados tabulados muy similares, por lo que se puede emplear cualquiera de los dos equipos, sin embargo por el rango de operación mas alto del equipo GN1600 se debe verificar que el punto de operación del mismo no caiga fuera del rango recomendado.

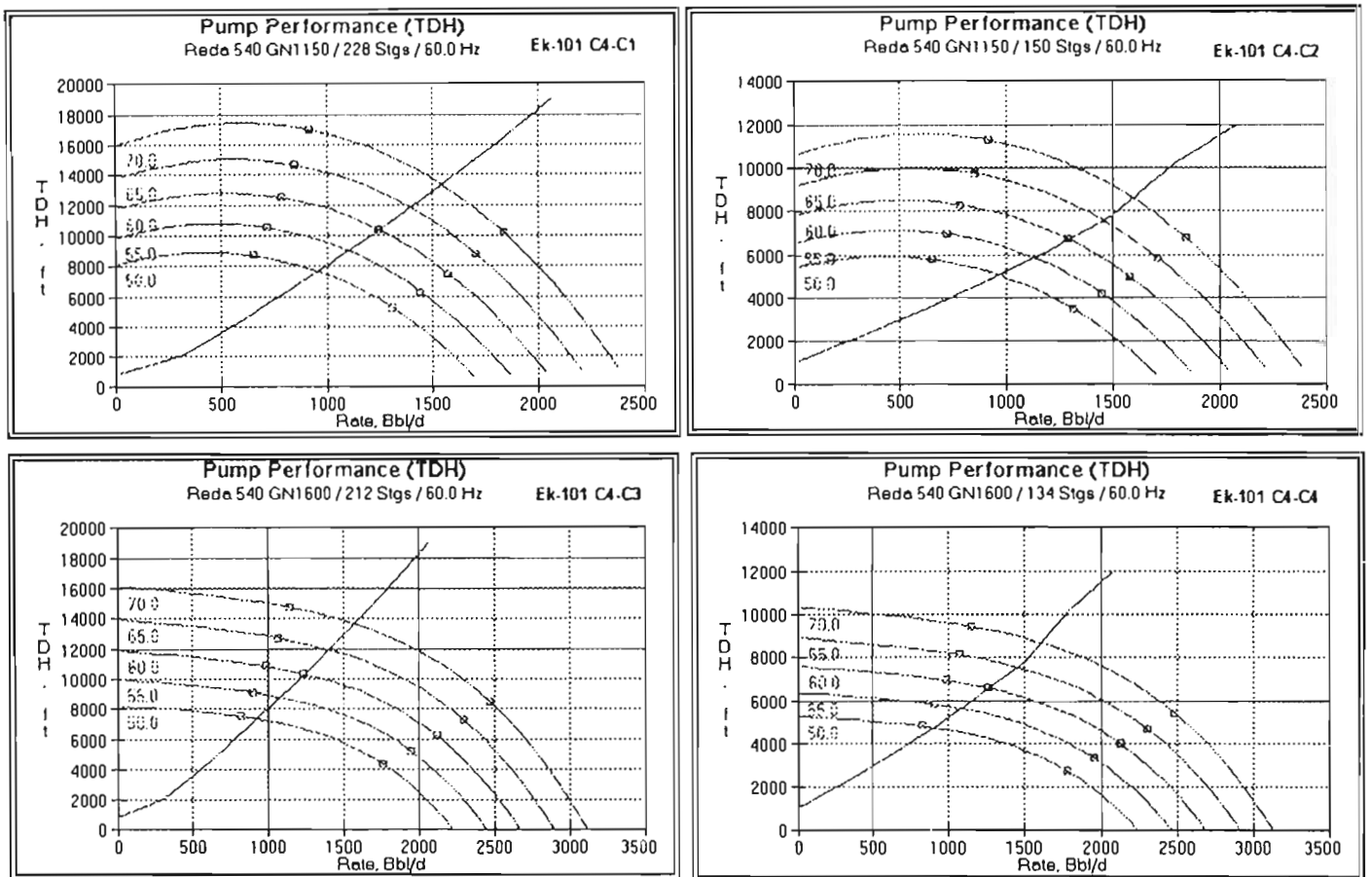


Fig. 11

Con relación a las graficas de punto de operación del BEC, se tiene una grafica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Ek-101 C4-C1
- Caso 2: Ek-101 C4-C2
- Caso 3: Ek-101 C4-C3
- Caso 4: Ek-101 C4-C4

Las comparativas son EK-101 C4-C1 con Ek-101 C4-C2 y EK-101 C4-C3 con Ek-101 C4-C4, al variar el aparejo de producción el gasto se mantuvo prácticamente constante gracias al incremento del número de etapas, por lo que para ambos gastos de producción se logra mantener el punto de operación en el mismo lugar; logrando condiciones más favorables para el caso del equipo GN1150 (casos 1 y 2), ya que el punto de operación se localiza en la parte media de la gráfica, es decir, en la zona de máxima eficiencia de la bomba, sin embargo el equipo GN1600 (caso 3 y 4) a pesar de encontrarse cargado a la zona de esfuerzos descendentes, esta dentro del rango recomendado por los fabricantes, y con lo visto hasta ahora puede ser también considerado como candidato a introducción, y más apoyado en un mejor comportamiento en el manejo de arena debido a sus mayores dimensiones.

Balam-21:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Balam-21			
Comment:	TF 1 1/2' y GN1150	TP 3 1/2' y GN1150	TF 1 1/2' y GN1600	TP 3 1/2' y GN1600
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Stage number:	228	180	228	165
Oil Rate, Bbl/d	1100	1100	1100	1100
Design Frequency, Hz	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	148.4	121.1	154.5	111.3
Operating Current, Amps:	34	20.3	31.8	16.6
Operating Voltage, Volts:	2200	2105	2200	2270
Pump Efficiency, %	54	53.9	55.6	54.9
Motor Efficiency, %	83.1	85.3	83.3	85.4
Operating Thrust Load, lbr	2277	1724.3	2336.1	1696.6
Maximum Thrust Load, lb:	2936.7	2315.5	2911.3	2104.3
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d	1058.3	1124.8	1108.1	1065.5
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d	1196.5	1276.4	1251.5	1209.7
Free Gas by Volume @ Pump, %	10.5	10.5	10.5	10.5
Free Gas by Volume into Pump, %:	0.6	0.7	0.7	0.7
Total Dynamic Head (TDH), ft	10774.6	8170	11034	8048.1
Pump Intake Pressure, psi:	1262.7	1232.3	1240	1259.4
Pump Operating Power, HP:	142.3	115	148.3	105.3
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213

Tabla No. 9

Esta comparativa es la última del cuarto escenario planteado, analizando para el pozo Balam-21 dos diferentes equipos BEC, GN1150 (Caso 1 y 2) y GN1600 (caso 3 y 4), cambiando en ambas el aparejo de producción de TP 3 1/2" a TF 1 1/2", variando el número de etapas, con objeto de confirmar lo visto en el escenario anterior, ahora con un solo gasto de producción 1100 BPD y poder comparar resultados entre dos tipos diferentes de equipos.

Se confirma el comportamiento observado en el escenario anterior, al reducir el aparejo de producción a TF de 1 1/2" se requiere incrementar el número de etapas en un 25% para el equipo GN1150 y en un 40% para el equipo GN1600, para mantener aproximadamente la misma producción en superficie.

Al comparar los resultados entre equipos BEC (caso 1 vs. 3 y 2 vs. 4), se observan resultados tabulados muy similares, por lo que se puede emplear cualquiera de los dos equipos, sin embargo por el rango de operación más alto del equipo GN1600 se debe verificar que el punto de operación del mismo no caiga fuera del rango recomendado.

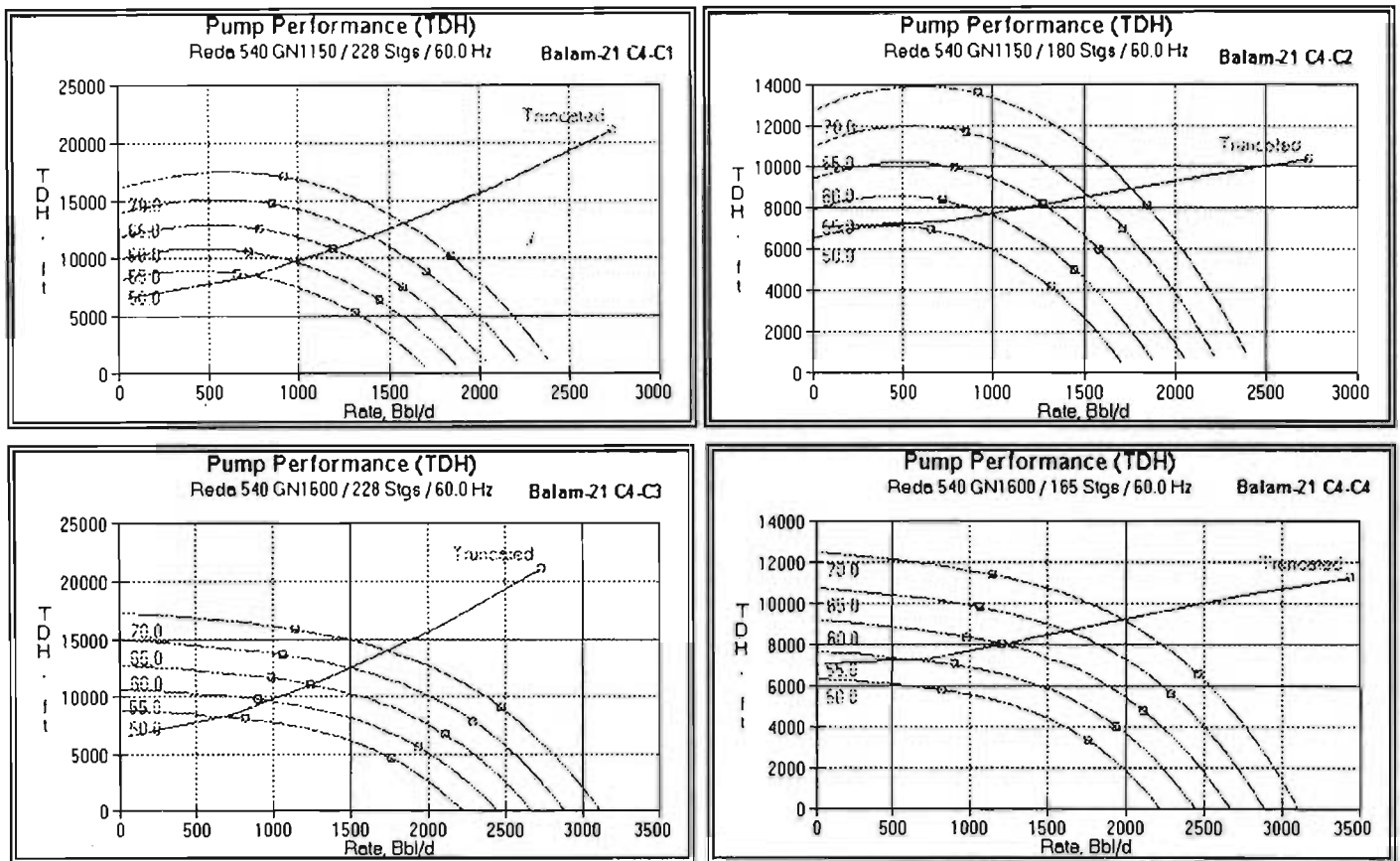


Fig. 12

Con relación a las graficas de punto de operación del BEC, se tiene una grafica para cada caso con una correspondencia como sigue:

- Caso 1: Balam-21 C4-C1
- Caso 2: Balam-21 C4-C2
- Caso 3: Balam-21 C4-C3
- Caso 4: Balam-21 C4-C4

Las comparativas son Balam-21 C4-C1 con Balam-21 C4-C2 y Balam-21 C4-C3 con Balam-21 C4-C4, en ambas comparativas se observa el mismo comportamiento, para las corridas con TF 1 1/2" el gasto se mantuvo prácticamente constante gracias al incremento del número de etapas, por lo que para ambos gastos de producción se logra mantener el punto de operación en el mismo lugar, logrando condiciones más favorables para el caso del equipo GN1150 (casos 1 y 2), ya que el punto de operación se localiza en la parte media de la gráfica, es decir, en la zona de máxima eficiencia de la bomba, sin embargo el equipo GN1600 (caso 3 y 4) a pesar de encontrarse cargado a la zona de esfuerzos descendentes, está dentro del rango recomendado por los fabricantes, por lo que sin duda puede ser también considerado como candidato a introducción, y más apoyado por su mejor comportamiento en el manejo de arena debido a sus mayores dimensiones.

Quinto escenario

Ek-11:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Ek-11			
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Stage number:	102	40	90	43
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Design Frequency, Hz:	65	65	67	67
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	74.5	26.6	71.3	33.4
Operating Current, Amps:	37	13.2	35.4	16.3
Operating Voltage, Volts:	1327.1	1435.4	1367.9	1479.6
Pump Efficiency, %:	51.3	20.3	48	37.9
Motor Efficiency, %:	83.6	83	83.5	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1330.9	566.7	1229.6	619
Maximum Thrust Load, lb:	1472.2	570.6	1358.1	641
Surf Final Liq Rate(O+V), Bbl/d:	923.9	260.5	903.5	590.1
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+V), Bbl/d:	1019	288.9	997.4	654.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	6289.8	2669.4	5813.8	2918.4
Pump Intake Pressure, psi:	2095.8	2832.7	2255.1	2676.8
Pump Operating Power, HP:	74.4	22.5	71.9	29.9
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285

Tabla No. 13

Esta comparativa es la primera del quinto escenario planteado, analizando para el pozo Ek-11 las mismas comparativas del cuarto escenario, pero ahora simulando depresión del yacimiento, con el objeto es verificar hasta que presión de fondo estática se puede mantener operando el equipo dentro del rango recomendado por los fabricantes, y de esta manera comparar que equipo logra menores presiones, lo cual implica un mayor tiempo de aplicación, las presiones mínimas logradas fueron para el Caso 1: 320 Kg/cm² (4550 psi), Caso 2: 330 Kg/cm² (4693 psi), Caso 3: 330 Kg/cm² (4693 psi) y Caso 4: 340 Kg/cm² (4835 psi).

Comparando los resultados se observa que los casos 1 y 3 que representan a los diseños con TF 1 1/2", manejan mayores cuotas de producción con la menor presión para el caso 1 (GN1150), los casos 2 y 4 que representan los diseños con TP 3 1/2" se ven fuertemente afectados por el depresionamiento en cuanto a la cuota de producción y para el caso 4 (GN1600) no se consigue mantener operado el equipo debajo de los 340 Kg/cm², sin embargo, el caso 3 (GN1600) con TF 1 1/2" representa una buena opción, ya que maneja alta cuota de producción, relativa baja presión de abandono requiriendo para esto apenas dos Hz más que el equipo (GN1150).

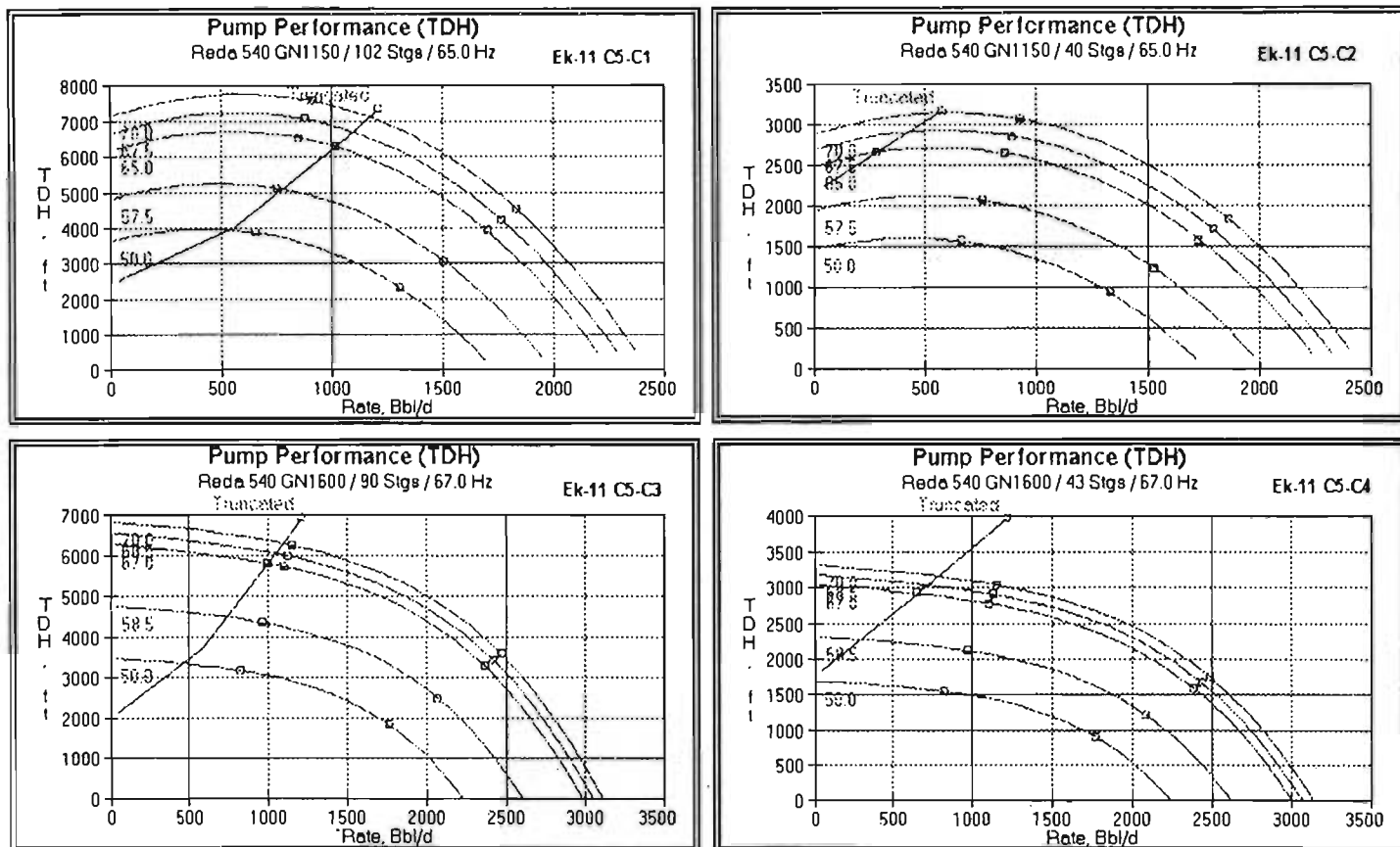


Fig. 13

Con relación a las graficas de punto de operación del BEC, se tiene una grafica para cada caso con una correspondencia como sigue:

Caso 1:	Ek-11 C5-C1	320 Kg/cm ² (4550 psi)
Caso 2:	Ek-11 C5-C2	330 Kg/cm ² (4693 psi)
Caso 3:	Ek-11 C5-C3	330 Kg/cm ² (4693 psi)
Caso 4:	Ek-11 C5-C4	340 Kg/cm ² (4835 psi)

Gráficamente se ve más claro el efecto de mejor comportamiento para las corridas con TF 1 ½" el gasto se mantuvo prácticamente constante cerca de los 1000 BPD, con mejores condiciones de operación para el caso 1, sin que el caso 2 deje de ser una buena opción ya que apenas y sale del rango de operación recomendado, por otro lado los casos 2 y 4 que representan a los diseños con TP 3 ½", se ven totalmente fuera del rango de operación recomendado y con gastos muy por debajo de los diseño llagando hasta los 450 BPD para el caso 2 (GN1150).

Ek-101:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	EK-101			
Comment:	TF 1 1/2' y GN1150	TP 3 1/2' y GN1150	TF 1 1/2' y GN1600	TP 3 1/2' y GN1600
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Stage number:	228	150	212	134
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	60	60	65
Oper. Motor Load @60 Hz, HP:	145	95.6	135.9	101
Operating Current, Amps:	42.3	25.3	39.5	26.7
Operating Voltage, Volts:	2078	2270	2078	2459.2
Pump Efficiency, %:	53.2	51.9	50.7	49.1
Motor Efficiency, %:	85.5	85.2	85.5	85.5
Operating Thrust Load, lb:	2409	1653.2	2281.9	1718.7
Maximum Thrust Load, lb:	2935.2	1927.2	2705.7	2003.1
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	965.9	883	909.5	919.2
Avg Prmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1068.1	983.2	1006.1	1021.6
Free Gas by Volume @ Pump, %:	14.2	14.2	14.2	14.2
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	11472.7	7916.6	10846.2	8184.2
Pump Intake Pressure, psi:	1088.9	1270.5	1212.5	1191.2
Pump Operating Power, HP:	139	89.8	129.9	102.3
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105

Tabla No. 14

Esta comparativa forma parte del quinto escenario planteado, analizando para el pozo Ek-101 las mismas comparativas armadas en el cuarto escenario, pero ahora simulando depresión del yacimiento, con el objeto es verificar hasta que presión de fondo estática se puede mantener operando el equipo dentro del rango recomendado por los fabricantes, y de esta manera comparar que equipo opera a menores presiones, lo cual implica un mayor tiempo de aplicación, las presiones mínimas logradas para todos los caso fue de 285 Kg/cm² (4052 psi).

De los datos tabulados se observa que para todos los casos, los dos equipos operan de manera adecuada, en todos ellos se logra mantener la cuota de producción del orden de los 1000 BPD, a demás, los cuatro casos pueden operar por debajo de los 300 Kg/cm² (4266psi), que según pronostico de producción este pozo manejará como presión estática mínima, inclusive 15 Kg/cm² por de bajo de este valor, con lo que se garantiza que para cualquier condición planteada en este pozo el equipo BEC operará durante todo el tiempo pronosticado y solo el caso 4 requerirá de incrementar la frecuencia hasta 65 Hz, los casos restantes se mantienen con 60 Hz.

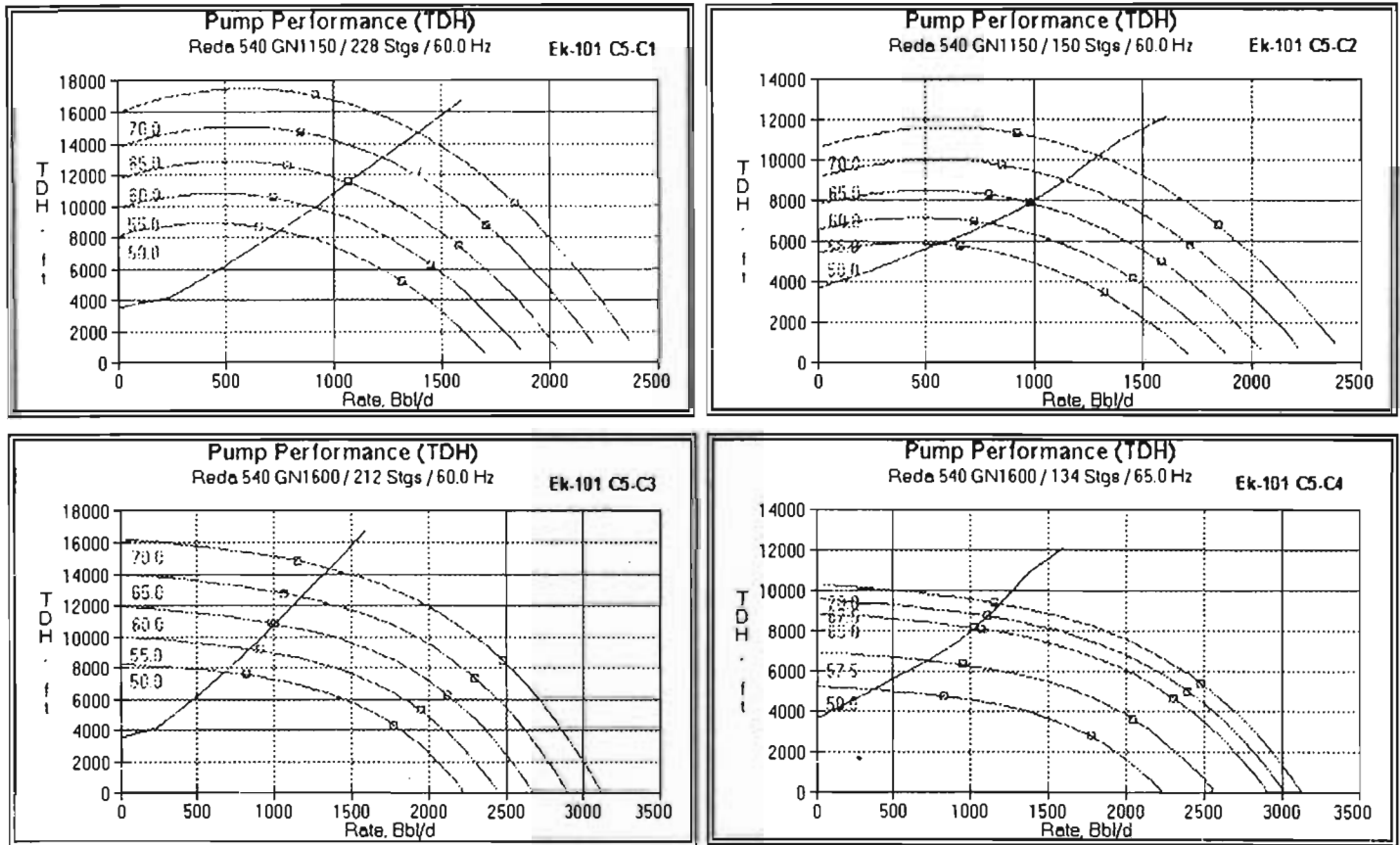


Fig. 14

Con relación a las graficas de punto de operación del BEC, se tiene una grafica para cada caso con una correspondencia como sigue:

Caso 1:	Ek-101 C5-C1	285 Kg/cm ² (4052 psi)
Caso 2:	Ek-101 C5-C2	285 Kg/cm ² (4052 psi)
Caso 3:	Ek-101 C5-C3	285 Kg/cm ² (4052 psi)
Caso 4:	Ek-101 C5-C4	285 Kg/cm ² (4052 psi)

En este caso, gráficamente podemos ver que las corridas con equipo GN1150 se comportan de mejor manera ya que terminan operando dentro del rango recomendado por los fabricantes, sin embargo, la zona en la que termina operando el equipo GN1600 después de depresionar el yacimiento no es mala, ya que se encuentra en el limite del rango de operación, además, nuevamente no hay que olvidar que este tipo de equipos (flujo mixto) manejan de mejor manera la producción de arena, por lo que el caso 3 con equipo NG1600 representa una buena opción de equipo a introducir.

Balam-21:

Resultados de Simulación

Well Description \ Case Number	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Well Name:	Balam-21			
Comment:	TF 1 1/2' y GN1150	TP 3 1/2' y GN1150	TF 1 1/2' y GN1600	TP 3 1/2' y GN1600
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Stage number:	228	180	228	165
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Design Frequency, Hz:	60	62	62	67
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	141.1	117.4	154.2	124
Operating Current, Amperes:	39.7	33.6	42.8	33.9
Operating Voltage, Volts:	2200	2175.2	2273.3	2534.8
Pump Efficiency, %:	50.8	48.8	49.5	46.4
Motor Efficiency, %:	83	85	83.3	85
Operating Thrust Load, lbr:	2642.1	2289.1	2707.6	2303.7
Maximum Thrust Load, lbr:	3025.7	2550.6	3202.9	2706.8
Surf Final Liq Rate(O+G+V), Bbl/d:	847.7	796.8	912.9	854.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+V), Bbl/d:	920.3	868.5	988	928.5
Free Gas by Volume @ Pump, %:	53.6	53.6	53.6	53.6
Free Gas by Volume into Pump, %:	5.2	5	5.5	5.2
Total Dynamic Head (TDH), ft:	12207.8	10611.4	12496.7	10673.9
Pump Intake Pressure, psi:	524.5	540.7	503.8	522.3
Pump Operating Power, HP:	135	114.7	152.7	130.4
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213

Tabla No. 15

Esta es la última comparativa del quinto escenario planteado, analizando para el pozo Balam-21 las mismas comparativas del cuarto escenario, pero ahora simulando disminución de presión en el yacimiento, con el objeto es verificar hasta que presión de fondo estática se puede mantener operando el equipo dentro del rango recomendado por los fabricantes, y de esta manera comparar que equipo se puede mantener operando a menores presiones, lo cual implica un mayor tiempo de aplicación, las presiones mínimas logradas para todos los casos fue de 120 Kg/cm² (1706 psi).

De los datos tabulados se observa nuevamente que para todos los casos, los dos equipos operan de manera adecuada, en todos ellos se logra mantener la cuota de producción del orden de los 900 BPD, a demás, los cuatro casos pueden operar por cerca de los 117 Kg/cm² (1663 psi), que según pronóstico de producción este pozo manejará como presión estática mínima, llegando a operar hasta con 120 Kg/cm² (1706 psi), con lo que se garantiza que para cualquier de las condiciones planteadas equipo BEC se mantendrá operando, en este pozo el caso 1 no requiere de incrementar frecuencia, los casos 2 y 3 requieren un incremento de 2 Hz y solo el caso 4 requerirá de incrementar la frecuencia hasta 67 Hz.

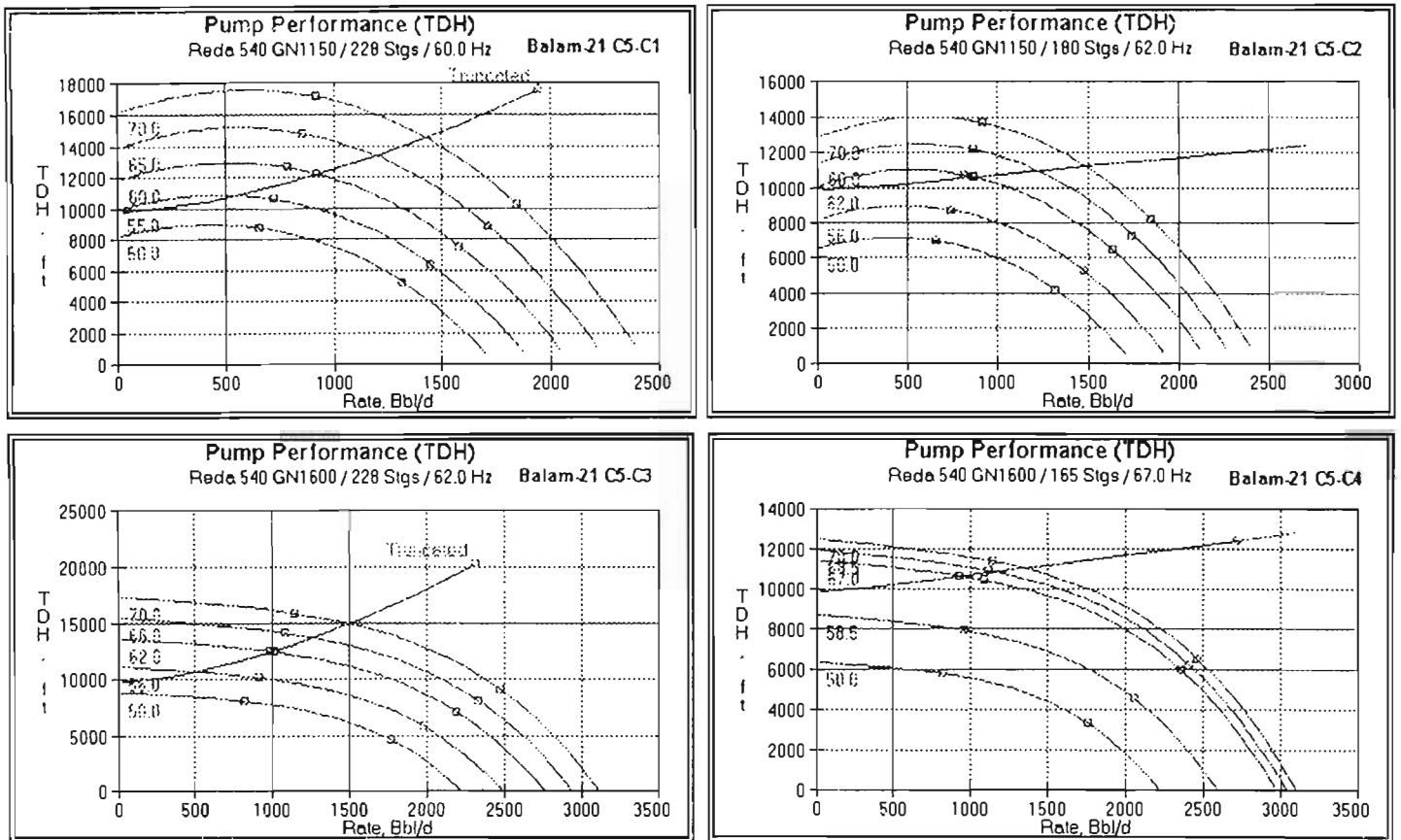


Fig. 15

Con relación a las graficas de punto de operación del BEC, se tiene una grafica para cada caso con una correspondencia como sigue:

Caso 1:	Balam-21 C5-C1	120 Kg/cm ² (1706 psi)
Caso 2:	Balam-21 C5-C1	120 Kg/cm ² (1706 psi)
Caso 3:	Balam-21 C5-C1	120 Kg/cm ² (1706 psi)
Caso 4:	Balam-21 C5-C1	120 Kg/cm ² (1706 psi)

Nuevamente, gráficamente podemos ver que las corridas con equipo GN1150 se comportan de mejor manera ya que terminan operando dentro del rango recomendado por los fabricantes, sin embargo, para el caso 3 la zona en la que termina operando el equipo GN1600 después de depresionar el yacimiento no es mala y solo el caso 4 finaliza fuera de del rango recomendado por el fabricante, nuevamente no hay que olvidar que este equipo maneja mejor la producción de arena por sus mayores dimensiones, por lo que el caso 3 con equipo GN1600 representa una buena opción de equipo a introducir.

CONCLUSIONES

1. La reducción del aparejo de producción de TP 3 ½" a TF 2 7/8", no genera una caída de presión por fricción adicional en el aparejo de producción debida a la reducción de las dimensiones del mismo, por lo que no se observa ningún cambio sustancial en el comportamiento del BEC, es decir, los equipos operarían prácticamente de la misma manera con una u otra configuración de aparejo de producción.
2. Por otro lado para las profundidades de colocación de bomba que se manejan en los pozos del activo, generan longitudes de TF que no pueden ser manejadas en un solo tramo para TF de 2 7/8" debido a que no existe carrete capaz de alojar estas longitudes, y de existir tendría unas dimensiones muy difíciles de manejar en los reducidos espacios en plataforma, por lo que se realizaron simulaciones con tubería de menores dimensiones, que facilitara su manejo, transporte y que de ser posible tenga una mayor presencia comercial, una buena alternativa para esto es la TF de 1 ½".
3. Cuando se reduce al aparejo de producción de TP 3 ½" a TF 1 ½" manteniendo constante el número de etapas, se observa una fuerte reducción en la producción de líquidos que los equipos BEC pueden manejar, lo cual redundaría en una reducción de eficiencia del motor y bomba, en los HP consumidos y desplaza el punto de operación hacia la izquierda de su gráfica, hacia la zona de esfuerzos descendentes, al grado de llevarlos al límite permitido por los fabricantes de equipos BEC o incluso fuera de este rango recomendado, siendo más severo mientras más reducido sea el gasto de diseño.
4. Al permitir el manejo libre del número de etapas, se pudo regresar a condiciones adecuadas de operación en los equipos BEC que se vieron afectados por la reducción de las dimensiones del aparejo de producción de TP 3 ½" a TF de 1 ½", ya que se pudo mantener prácticamente la misma cuota de producción, requiriendo en todos los casos de un mayor número de etapas, ya que la presión que estas etapas adicionales generan vencen la pérdida de presión por fricción ocasionada por efecto de reducir el aparejo de producción; el requerimiento adicional de etapas varía de un 20 a un 150%, dependiendo de las condiciones del pozo en cuanto a presión de fondo estática, profundidad de colocación de la bomba y cuota de producción.
5. Se puede pensar que al instalar TF de 1 ½" se está sometiendo a los equipos BEC a un sobre esfuerzo por efecto de pérdida de presión por fricción excesiva y que en consecuencia se operan los equipos de manera ineficiente, sin embargo, es este sobre esfuerzo el que nos permite operar equipos de mayores dimensiones como el GN1600 en estos pozos, dentro del rango de operación recomendado por los fabricantes.

6. Al comparar los equipos GN1150 y GN1600, se puede ver que sus resultados son muy similares en cuanto al número de etapas para cada condición, apenas un 10% menor para el segundo, con prácticamente las mismas cuotas de producción y requerimientos muy cercanos de potencia y corriente, sin embargo, como su denominación lo indica, el caso del equipo GN1600 opera a máxima eficiencia a una cuota de producción de 1600 BPD, por lo que para el gasto de diseño de 1100 BPD el punto de operación se localiza a la izquierda de la gráfica de comportamiento de bomba, sin que esto sea una limitante para utilización de este tipo de equipos en los pozos analizados, ya que se encuentran dentro del rango de operación recomendado por los fabricantes y operan con un mejor comportamiento en el manejo de arena por sus mayores dimensiones.
7. El hecho de iniciar la operación de los equipos en el lado izquierdo de la gráfica de comportamiento de bomba, redundará en menores tiempos de vida operando dentro del rango de recomendado para los equipos BEC, ya que el punto de operación se va desplazando hacia la izquierda a medida que la presión del yacimiento se abate, sin embargo, en el Activo se está desarrollando un proyecto de mantenimiento de presión, con lo que se logrará mantener operando los equipos más allá de su tiempo de su vida útil.
8. Una vez depresionado el yacimiento se observa un mejor comportamiento en los casos con TF 1 ½", ya que con estos se puede mantener cuotas de producción mayores a las logradas en los casos con TP 3 ½" y esto se debe a que al exigir una mayor presión de descarga a los equipos BEC, para poder vencer las altas caídas de presión por fricción en la TF 1 ½", estos se mantienen más cerca o incluso dentro del rango de operación, lo cual nos deja ver que el sobre esfuerzo, para el caso de depresión del yacimiento resulta favorable para el desempeño de los equipos BEC.
9. También en los casos que se depresionó el yacimiento se observó que las menores presiones de abandono se logran con el equipo GN1150, y esto se debe a que este equipo puede operar a menores cuotas de producción antes de salir de su rango de operación recomendado por el fabricante, es decir, tiene un rango de operación menor al del equipo GN1600, sin embargo, las presiones logradas por este último no están muy alejadas de las logradas con el primero y no hay que perder de vista que es éste el que mejor maneja la producción de arena, y solo requiere de frecuencias ligeramente mayores, para acercar el punto de operación hacia el rango de operación recomendado por los fabricantes.

10. Se demostró la factibilidad técnica de aplicación del BEC con TF en los pozos de baja productividad del Activo, ya que la caída de presión por fricción generada por la reducción del diámetro del aparejo de producción a 1 ½" se compensa incrementando el número de etapas y nos permite emplear equipos de dimensiones mayores, para un mejor manejo de la producción de arena, por otro lado en condiciones de yacimiento depresionado, los equipos BEC se comportan de mejor manera con TF de 1 ½" que con TP de 3 ½", manteniendo prácticamente las mismas cuotas de producción a las mismas frecuencias, con puntos de operación localizados aceptablemente en la gráfica de comportamiento de bomba.

RECOMENDACIONES

Se debe de realizar preparativos al pozo antes de introducir los nuevos equipos, tales como tratamientos de limpieza, los cuales garanticen que los pozos iniciaran con cuotas de producción del orden de las simuladas como gastos de diseño.

Se deben de moler los empacadores permanentes que se encuentran alojados en los pozos, con objeto de poder localizar los equipos BEC a las profundidades de colocación de bomba planteadas en este trabajo.

De manera previa ya se había realizado en el Activo un análisis económico, de espacios y accesorios necesarios para la implantación del sistema BEC con TF, quedando pendiente la parte del flujo multifásico y análisis nodal, por lo que el presente trabajo complementa lo ya realizado, sin embargo si es conveniente actualizar los trabajos anteriores.

NOMENCLATURA

Amps	Amperes
Bld/d	Barriles por día
BPD	Barriles por día
Ft	pies
HP	Caballos de potencia
Hz	Hertz
In	Pulgadas
Kg/cm ²	Kilogramos por centímetro cuadrado
Lb	Libras
MD	Profundidad medida
OD	Diámetro Externo
PCB	Profundidad de colocación de la Bomba
Psi	Libras por pulgada cuadrada
RPM	Revoluciones por minuto
TDH	Carga dinámica total
TF	Tubería Flexible
TP	Tubería de producción
Tubing	Tubería de producción
TVD	Profundidad vertical verdadera
Volts	volts

APÉNDICE

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE Ek-Balam			
Well Name:	EK-101			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	EK			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 2 7/8" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 2 7/8" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)
	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)
	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)
Tubing OD, in:	2.875 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	2.875 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Downhole Temp, °F:	247	247	247	247
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Oil Gravity, °API:	28.0 (1.836 cP)	28.0 (1.836 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	142.8	142.8	184.8	184.8
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.791	0.791	0.791	0.791
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	850	850	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	66.4	66.1	100.8	100.9
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	66.4	66.1	100.8	100.9
Operating Speed, RPM:	3464	3464.6	3462	3461.9
Operating Current, Amps:	17.8	17.8	26.7	26.7
Operating Voltage, Volts:	2241	2241	2270	2270
Operating Power Factor:	0.856	0.856	0.856	0.856
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	52.5	52.3	53.9	53.9
Motor Efficiency, %:	85.4	85.4	85.5	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1106	1112.6	1412.3	1405.7
Maximum Thrust Load, lb:	1208.6	1209	1839.5	1839.3
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	887.3	874.4	1123.6	1129.2
Avg Pmp Final F;d Rate(O+G+W),Bbl/d:	1018.6	1003.7	1283.7	1290.2
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	5291.6	5323.5	6739.1	6707.2
Pump Intake Pressure, psi:	2175.9	2204.3	1655.8	1643.4
Pump Operating Power, HP:	60.2	60	94.7	94.8
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP-RMNE-Ek-Balam			
Well Name:	Ek-11			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Ek			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 2 7/8" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 2 7/8" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, In:	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)
Tubing OD, In:	2.875 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	2.875 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Downhole Temp, °F:	253	253	253	253
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.6 (2.004 cP)	27.6 (2.004 cP)	27.6 (1.974 cP)	27.6 (1.974 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	133.45	133.45	172.7	172.7
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.814	0.814	0.814	0.814
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	850	850	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	23	22.9	31.3	31.4
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	23	22.9	31.3	31.4
Operating Speed, RPM:	3475.6	3476	3473.1	3472.5
Operating Current, Amps:	9.7	9.7	20.6	20.7
Operating Voltage, Volts:	1330	1330	967	967
Operating Power Factor:	0.852	0.852	0.853	0.853
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	52.7	52.5	54	54
Motor Efficiency, %:	84.8	84.8	85	85.1
Operating Thrust Load, lb:	312.6	314	406.1	399.3
Maximum Thrust Load, lb:	318.1	318.2	460.9	460.8
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	929.2	919.2	1089.1	1113.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1033	1021.9	1210	1237
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	1456.1	1462.8	1903.3	1870.8
Pump Intake Pressure, psi:	3140.7	3149.7	2996.8	2974.8
Pump Operating Power, HP:	16.9	16.8	25.2	25.3
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE Ek-Balam			
Well Name:	Balam-21			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Balam			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 2 7/8" y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100BPD	TF 2 7/8" y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)
	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)
	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)
Tubing OD, in:	2.875 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	2.875 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Downhole Temp, °F:	237	237	237	237
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	850	850
Oil Gravity, °API:	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.2	1.2	1.2	1.2
Gas Rate, Mcf/d:	256.52	256.52	198.22	198.22
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.718	0.718	0.718	0.718
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	850	850
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	120.8	121.1	95.9	96.2
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	120.8	121.1	95.9	96.2
Operating Speed, RPM:	3468.4	3468	3469.6	3469.2
Operating Current, Amps:	34.6	34.7	25.4	25.4
Operating Voltage, Volts:	2105	2105	2270	2270
Operating Power Factor:	0.854	0.855	0.854	0.854
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	54	53.9	52.5	52.7
Motor Efficiency, %:	85.3	85.3	85.2	85.2
Operating Thrust Load, lb:	1746	1724.3	1643.8	1635.1
Maximum Thrust Load, lb:	2315.7	2315.5	1919.5	1919.5
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1108.8	1124.8	890.5	902.3
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W),Bbl/d:	1258.3	1276.4	1017.8	1031.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	6.4	6.4
Free Gas by Volume Into Pump, %:	0.7	0.7	0.4	0.5
Total Dynamic Head (TDH), ft:	8274.8	8170	7814.4	7771.3
Pump Intake Pressure, psi:	1239.6	1232.3	1339.9	1334.4
Pump Operating Power, HP:	114.7	115	89.7	90.1
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE Ek-Balam			
Well Name:	EK-101			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	EK			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 1 1/2" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)
	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)
	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Downhole Temp, °F:	247	247	247	247
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Oil Gravity, °API:	28.0 (1.836 cP)	28.0 (1.836 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav. (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	142.8	142.8	184.8	184.8
Gas Sp Grav. (air = 1.0):	0.791	0.791	0.791	0.791
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	850	850	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	60.4	66.1	94.5	100.9
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	60.4	66.1	94.5	100.9
Operating Speed, RPM:	3477.2	3464.6	3471.7	3461.9
Operating Current, Amps:	16.3	17.8	25	26.7
Operating Voltage, Volts:	2241	2241	2270	2270
Operating Power Factor:	0.852	0.856	0.853	0.856
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	46.2	52.3	52	53.9
Motor Efficiency, %:	84.7	85.4	85.1	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1196	1112.6	1652.7	1405.7
Maximum Thrust Load, lb:	1215.4	1209	1849.8	1839.3
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	654.3	874.4	866.4	1129.2
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	751.1	1003.7	989.9	1290.2
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	5731.1	5323.5	7906.4	6707.2
Pump Intake Pressure, psi:	2689.7	2204.3	2221.9	1643.4
Pump Operating Power, HP:	54.6	60	88.6	94.8
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Ek-11			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Ek			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 1 1/2" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)
	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)
	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Downhole Temp, °F:	253	253	253	253
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.6 (2.004 cP)	27.6 (2.004 cP)	27.6 (1.974 cP)	27.6 (1.974 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	133.45	133.45	172.7	172.7
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.814	0.814	0.814	0.814
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	850	850	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	19.7	22.9	27.6	31.4
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	19.7	22.9	27.6	31.4
Operating Speed, RPM:	3464.1	3476	3473.3	3472.5
Operating Current, Amps:	15.4	9.7	12.7	20.7
Operating Voltage, Volts:	800	1330	1380	967
Operating Power Factor:	0.819	0.852	0.81	0.853
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	42.8	52.5	47.8	54
Motor Efficiency, %:	82.9	84.8	82.7	85.1
Operating Thrust Load, lb:	338.5	314	472.6	399.3
Maximum Thrust Load, lb:	319.7	318.2	463.9	460.8
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	587.8	919.2	722.8	1113.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	653.5	1021.9	803.1	1237
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	1580.2	1462.8	2221.3	1870.8
Pump Intake Pressure, psi:	3448.1	3149.7	3326.5	2974.8
Pump Operating Power, HP:	14.3	16.8	22	25.3
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Balam-21			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Balam			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD	TF 1 1/2" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)
	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)
	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Downhole Temp, °F:	237	237	237	237
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	850	850
Oil Gravity, °API:	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav. (fw = 1.0):	1.2	1.2	1.2	1.2
Gas Rate, Mcf/d:	256.52	256.52	198.22	198.22
Gas Sp Grav. (air = 1.0):	0.718	0.718	0.718	0.718
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	850	850
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	112.9	121.1	87.2	96.2
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	112.9	121.1	87.2	96.2
Operating Speed, RPM:	3477.9	3468	3482.5	3469.2
Operating Current, Amps:	32.4	34.7	23.2	25.4
Operating Voltage, Volts:	2105	2105	2270	2270
Operating Power Factor:	0.851	0.855	0.85	0.854
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	51.7	53.9	46.1	52.7
Motor Efficiency, %:	84.6	85.3	84.2	85.2
Operating Thrust Load, lb:	2017.3	1724.3	1772.7	1635.1
Maximum Thrust Load, lb:	2318.4	2315.5	1921.5	1919.5
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	854.7	1124.8	656	902.3
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	969.9	1276.4	749.8	1031.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	6.4	6.4
Free Gas by Volume into Pump, %:	0.4	0.7	0.2	0.5
Total Dynamic Head (TDH), ft:	9593.1	8170	8457	7771.3
Pump Intake Pressure, psi:	1356.5	1232.3	1449.2	1334.4
Pump Operating Power, HP:	106.9	115	81.2	90.1
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE Ek-Balam			
Well Name:	EK-101			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	EK			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y 850 BPD	TP 3 1/2" y 850 BPD	TF 1 1/2" y 1100 BPD	TP 3 1/2" y 1100 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)
	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)
	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Downhole Temp, °F:	247	247	247	247
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Oil Gravity, °API:	28.0 (1.836 cP)	28.0 (1.836 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	142.8	142.8	184.8	184.8
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.791	0.791	0.791	0.791
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	850	850	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	94.5	66.1	148	100.9
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	94.5	66.1	148	100.9
Operating Speed, RPM:	3471.7	3464.6	3446	3461.9
Operating Current, Amps:	25	17.8	43.3	26.7
Operating Voltage, Volts:	2270	2241	2078	2270
Operating Power Factor:	0.853	0.856	0.86	0.856
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	52.1	52.3	54	53.9
Motor Efficiency, %:	85.1	85.4	85.4	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1652.9	1112.6	2177.4	1405.7
Maximum Thrust Load, lb:	1787.3	1209	2811.7	1839.3
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	866.1	874.4	1096.7	1129.2
Avg Pmp Final fld Rate(O+G+W),Bbl/d:	990.9	1003.7	1246.9	1290.2
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	7903.4	5323.5	10369.1	6707.2
Pump Intake Pressure, psi:	2222.7	2204.3	1714.8	1643.4
Pump Operating Power, HP:	88.6	60	141.9	94.8
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Ek-11			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Ek			
Case Date:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)
	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)
	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Downhole Temp, °F:	253	253	253	253
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	850	850	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.6 (2.004 cP)	27.6 (2.004 cP)	27.6 (1.974 cP)	27.6 (1.974 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	133.45	133.45	172.7	172.7
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.814	0.814	0.814	0.814
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	850	850	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	38.5	22.9	67.9	31.4
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	38.5	22.9	67.9	31.4
Operating Speed, RPM:	3475.2	3476	3436.7	3472.5
Operating Current, Amps:	16.9	9.7	33.9	20.7
Operating Voltage, Volts:	1280	1330	1320	967
Operating Power Factor:	0.852	0.852	0.862	0.853
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	51.4	52.5	54	54
Motor Efficiency, %:	84.9	84.8	85.2	85.1
Operating Thrust Load, lb:	634.8	314	976.9	399.3
Maximum Thrust Load, lb:	639.4	318.2	1183	460.8
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	850	919.2	1119.9	1113.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	953.3	1021.9	1240.1	1237
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	2995.4	1462.8	4624.4	1870.8
Pump Intake Pressure, psi:	3203.9	3149.7	2968.9	2974.8
Pump Operating Power, HP:	32.9	16.8	62.9	25.3
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Balam-21			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Balam			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2' y 1100 BPD	TP 3 1/2' y 1100 BPD	TF 1 1/2' y 850 BPD	TP 3 1/2' y 850 BPD
2 Wellbore				
Casing OD, In:	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)
	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)
	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)
Tubing OD, In:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Downhole Temp, °F:	237	237	237	237
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	850	850
Oil Gravity, °API:	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.2	1.2	1.2	1.2
Gas Rate, Mcf/d:	256.52	256.52	198.22	198.22
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.718	0.718	0.718	0.718
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	850	850
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	148.5	121.1	109.9	96.2
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	148.5	121.1	109.9	96.2
Operating Speed, RPM:	3454	3468	3447.8	3469.2
Operating Current, Amps:	41.4	34.7	29.3	25.4
Operating Voltage, Volts:	2200	2105	2270	2270
Operating Power Factor:	0.829	0.855	0.86	0.854
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	54	53.9	51.6	52.7
Motor Efficiency, %:	83.1	85.3	85.5	85.2
Operating Thrust Load, lb:	2274.8	1724.3	1988.7	1635.1
Maximum Thrust Load, lb:	2936.7	2315.5	2305.8	1919.5
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1059.7	1124.8	837.7	902.3
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1198.1	1276.4	954.9	1031.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	6.4	6.4
Free Gas by Volume into Pump, %:	0.6	0.7	0.4	0.5
Total Dynamic Head (TDH), ft:	10764	8170	9448.9	7771.3
Pump Intake Pressure, psi:	1262	1232.3	1364.5	1334.4
Pump Operating Power, HP:	142.4	115	103.8	90.1
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE Ek-Balam			
Well Name:	EK-101			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	EK			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (6393 ft) 7.000 (6839 ft) 4.500 (1668 ft)	9.625 (6393 ft) 7.000 (6839 ft) 4.500 (1668 ft)	9.625 (6393 ft) 7.000 (6839 ft) 4.500 (1668 ft)	9.625 (6393 ft) 7.000 (6839 ft) 4.500 (1668 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Downhole Temp, °F:	247	247	247	247
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Oil Gravity, °API:	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	184.8	184.8	184.8	184.8
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.791	0.791	0.791	0.791
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	148	100.7	142.9	93.9
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	148	100.7	142.9	93.9
Operating Speed, RPM:	3446	3462.2	3452.2	3472.5
Operating Current, Amps:	43.4	26.7	41.7	24.9
Operating Voltage, Volts:	2078	2270	2078	2270
Operating Power Factor:	0.86	0.856	0.859	0.853
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	54	53.8	55.4	55.7
Motor Efficiency, %:	85.4	85.5	85.5	85
Operating Thrust Load, lb:	2176.5	1404.3	2165.3	1375.7
Maximum Thrust Load, lb:	2811.7	1839.3	2591.8	1628.9
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1097.2	1130.7	1092.5	1109.1
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1247.5	1291.9	1242.4	1267.8
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	10364.7	6700.4	10308.8	6565.3
Pump Intake Pressure, psi:	1713.6	1640.1	1724	1687.7
Pump Operating Power, HP:	141.9	94.8	136.8	88
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Ek-11			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Ek			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)	9.625 (9317 ft) 7.000 (4118 ft) 5.000 (2510 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Downhole Temp, °F:	253	253	253	253
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.6 (1.974 cP)	27.6 (1.974 cP)	27.6 (1.974 cP)	27.6 (1.974 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav. (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	172.7	172.7	172.7	172.7
Gas Sp Grav. (air = 1.0):	0.814	0.814	0.814	0.814
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	68.3	30.9	63.4	34
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	68.3	30.9	63.4	34
Operating Speed, RPM:	3443.2	3474.8	3454.5	3460.3
Operating Current, Amps:	34	20.3	31.8	16.6
Operating Voltage, Volts:	1225	967	1225	1325
Operating Power Factor:	0.84	0.852	0.828	0.857
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	54	54	54.8	56.8
Motor Efficiency, %:	83.4	84.9	83.1	85.5
Operating Thrust Load, lb:	979.9	399.4	933.7	438.6
Maximum Thrust Load, lb:	1183	460.8	1034.8	491.1
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1123	1115.8	1089.5	1195.5
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1243.5	1239.6	1207	1327.8
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	4638.8	1871.1	4418.2	2058.5
Pump Intake Pressure, psi:	2966.2	2972.7	2996.3	2901
Pump Operating Power, HP:	63.3	25.4	57.7	28.5
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Balam-21			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Balam			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2' y GN1150	TP 3 1/2' y GN1150	TF 1 1/2' y GN1600	TP 3 1/2' y GN1600
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)	9.625 (9274 ft)
	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)	7.000 (4100 ft)
	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)	5.000 (2009 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Downhole Temp, °F:	237	237	237	237
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.2	1.2	1.2	1.2
Gas Rate, Mcf/d:	256.52	256.52	256.52	256.52
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.718	0.718	0.718	0.718
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	60
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	148.4	121.1	154.5	111.3
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	148.4	121.1	154.5	111.3
Operating Speed, RPM:	3454.1	3468	3448.2	3445.6
Operating Current, Amps:	41.4	34.7	42.8	29.7
Operating Voltage, Volts:	2200	2105	2200	2270
Operating Power Factor:	0.829	0.855	0.835	0.861
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	54	53.9	55.6	54.9
Motor Efficiency, %:	83.1	85.3	83.3	85.4
Operating Thrust Load, lb:	2277	1724.3	2336.1	1696.6
Maximum Thrust Load, lb:	2936.7	2315.5	2911.3	2104.3
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	1058.3	1124.8	1108.1	1065.5
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1196.5	1276.4	1251.5	1209.7
Free Gas by Volume @ Pump, %:	10.5	10.5	10.5	10.5
Free Gas by Volume Into Pump, %:	0.6	0.7	0.7	0.7
Total Dynamic Head (TDH), ft:	10774.6	8170	11034	8048.1
Pump Intake Pressure, psi:	1262.7	1232.3	1240	1259.4
Pump Operating Power, HP:	142.3	115	148.3	105.3
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE Ek-Balam			
Well Name:	EK-101			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	EK			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)	9.625 (6393 ft)
	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)	7.000 (6839 ft)
	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)	4.500 (1668 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)	1.660 (12450 ft)	3.500 (12450 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450	12450 / 12450
Top of Perfs MD/TVD, ft:	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826	14826 / 14826
Downhole Temp, °F:	247	247	247	247
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Oil Gravity, °API:	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)	28.0 (1.829 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	184.8	184.8	184.8	184.8
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.791	0.791	0.791	0.791
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	60	60	65
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	145	95.6	135.9	109.5
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	145	95.6	135.9	101
Operating Speed, RPM:	3449.7	3470.1	3460.4	3761.8
Operating Current, Amps:	42.3	25.3	39.5	26.7
Operating Voltage, Volts:	2078	2270	2078	2459.2
Operating Power Factor:	0.86	0.854	0.857	0.856
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	53.2	51.9	50.7	49.1
Motor Efficiency, %:	85.5	85.2	85.5	85.5
Operating Thrust Load, lb:	2409	1653.2	2281.9	1718.7
Maximum Thrust Load, lb:	2935.2	1927.2	2705.7	2003.1
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	965.9	883	909.5	919.2
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1068.1	983.2	1006.1	1021.6
Free Gas by Volume @ Pump, %:	14.2	14.2	14.2	14.2
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	11472.7	7916.6	10846.2	8184.2
Pump Intake Pressure, psi:	1088.9	1270.5	1212.5	1191.2
Pump Operating Power, HP:	139	89.8	129.9	102.3
Flowline Pressure, psi:	105	105	105	105
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Ek-11			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Ek			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)	9.625 (9317 ft)
7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	7.000 (4118 ft)	
5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	5.000 (2510 ft)	
Tubing OD, in:	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)	1.660 (10170 ft)	3.500 (10170 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054	10170 / 10054
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624	15219 / 14624
Downhole Temp, °F:	253	253	253	253
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.6 (1.858 cP)	27.6 (1.871 cP)	27.6 (1.871 cP)	27.6 (1.884 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.274	1.274	1.274	1.274
Gas Rate, Mcf/d:	172.7	172.7	172.7	172.7
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.814	0.814	0.814	0.814
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	65	65	67	67
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	80.7	28.8	79.6	37.3
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	74.5	26.6	71.3	33.4
Operating Speed, RPM:	3729.2	3792.5	3856.5	3883.2
Operating Current, Amps:	37	13.2	35.4	16.3
Operating Voltage, Volts:	1327.1	1435.4	1367.9	1479.6
Operating Power Factor:	0.853	0.845	0.847	0.856
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	51.3	20.3	48	37.9
Motor Efficiency, %:	83.6	83	83.5	85.5
Operating Thrust Load, lb:	1330.9	566.7	1229.6	619
Maximum Thrust Load, lb:	1472.2	570.6	1358.1	641
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	923.9	260.5	903.5	590.1
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	1019	288.9	997.4	654.3
Free Gas by Volume @ Pump, %:	0	0	0	0
Free Gas by Volume into Pump, %:	0	0	0	0
Total Dynamic Head (TDH), ft:	6289.8	2669.4	5813.8	2918.4
Pump Intake Pressure, psi:	2095.8	2832.7	2255.1	2676.8
Pump Operating Power, HP:	74.4	22.5	71.9	29.9
Flowline Pressure, psi:	285	285	285	285
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski	Orkiszewski

SubPUMP Summary Report

1 Well Description				
Company Name:	PEP - RMNE - Ek-Balam			
Well Name:	Balam-21			
Field Name:	Ek-Balam			
Reservoir Name:	Balam			
Case Number:	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Engineer:	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive	Angel Salazar Munive
Comment:	TF 1 1/2" y GN1150	TP 3 1/2" y GN1150	TF 1 1/2" y GN1600	TP 3 1/2" y GN1600
2 Wellbore				
Casing OD, in:	9.625 (9274 ft) 7.000 (4100 ft) 5.000 (2009 ft)	9.625 (9274 ft) 7.000 (4100 ft) 5.000 (2009 ft)	9.625 (9274 ft) 7.000 (4100 ft) 5.000 (2009 ft)	9.625 (9274 ft) 7.000 (4100 ft) 5.000 (2009 ft)
Tubing OD, in:	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)	1.660 (12464 ft)	3.500 (12464 ft)
Pump Depth MD/TVD, ft:	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991	12464 / 11991
Top of Perfs MD/TVD, ft:	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571	15334 / 14571
Downhole Temp, °F:	237	237	237	237
3 Fluid Properties and Rates				
Oil Rate, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
Oil Gravity, °API:	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)	27.4 (1.333 cP)
Water Rate, Bbl/d:	0	0	0	0
Water Sp Grav, (fw = 1.0):	1.2	1.2	1.2	1.2
Gas Rate, Mcf/d:	256.52	256.52	256.52	256.52
Gas Sp Grav, (air = 1.0):	0.718	0.718	0.718	0.718
Liquid (O+W) @ Surf, Bbl/d:	1100	1100	1100	1100
4 Operation and Performance				
Design Frequency, Hz:	60	62	62	67
Oper. Motor Load @ Design Hz, HP:	141.1	121.3	159.3	138.4
Oper. Motor Load @ 60 Hz, HP:	141.1	117.4	154.2	124
Operating Speed, RPM:	3461.3	3592.6	3568.4	3844.2
Operating Current, Amps:	39.7	33.6	42.8	33.9
Operating Voltage, Volts:	2200	2175.2	2273.3	2534.8
Operating Power Factor:	0.821	0.853	0.835	0.862
Adjusted for Motor Slip:	Yes	Yes	Yes	Yes
Pump Efficiency, %:	50.8	48.8	49.5	46.4
Motor Efficiency, %:	83	85	83.3	85
Operating Thrust Load, lb:	2642.1	2289.1	2707.6	2303.7
Maximum Thrust Load, lb:	3025.7	2550.6	3202.9	2706.8
Surf Final Liq Rate(O+W), Bbl/d:	847.7	796.8	912.9	854.4
Avg Pmp Final Fld Rate(O+G+W), Bbl/d:	920.3	868.5	988	928.5
Free Gas by Volume @ Pump, %:	53.6	53.6	53.6	53.6
Free Gas by Volume into Pump, %:	5.2	5	5.5	5.2
Total Dynamic Head (TDH), ft:	12207.8	10611.4	12496.7	10673.9
Pump Intake Pressure, psi:	524.5	540.7	503.8	522.3
Pump Operating Power, HP:	135	114.7	152.7	130.4
Flowline Pressure, psi:	213	213	213	213
Casing Pressure, psi:	0	0	0	0
Tubing Outflow Correlation:	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros	Duns & Ros