



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO
MATURÍN / MONAGAS / VENEZUELA**

**EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE
MATERIALES DINÁMICO PARA LA ESTIMACIÓN DE
PRESIONES ESTÁTICAS EN EL YACIMIENTO SBC-1, CAMPO
SANTA BÁRBARA**

**REALIZADO POR:
EDGAR ALEXANDER CEDEÑO HERNÁNDEZ
C.I.:18.080.862**

**Trabajo Especial de Grado Presentado como Requisito
Parcial Para Optar Al Título de
INGENIERO DE PETRÓLEO**

MATURÍN, MARZO DE 2011



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO
MATURÍN/MONAGAS/VENEZUELA**

**EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE
MATERIALES DINÁMICO PARA LA ESTIMACIÓN DE
PRESIONES ESTÁTICAS EN EL YACIMIENTO SBC-1, CAMPO
SANTA BÁRBARA**

**REALIZADO POR:
EDGAR ALEXANDER CEDEÑO HERNÁNDEZ
C.I.: 18.080.862**

REVISADO POR:

**ING. FABIOLA MOTTOLA
ASESOR ACADÉMICO**

**ING. LUIS ALBORNETT
ASESOR INDUSTRIAL**

**ING. YELITZA RUIZ
CO-ASESOR INDUSTRIAL**

MATURÍN, MARZO DE 2011



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO
MATURÍN/MONAGAS/VENEZUELA**

**EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE MATERIALES
DINÁMICO PARA LA ESTIMACIÓN DE PRESIONES ESTÁTICAS EN EL
YACIMIENTO SBC-1, CAMPO SANTA BÁRBARA**

**REALIZADO POR:
EDGAR ALEXANDER CEDEÑO HERNÁNDEZ
C.I.: 18.080.862**

APROBADO POR

**MSC. ISAAC CONTRERAS
JURADO PRINCIPAL**

**ING. MARIA ESTHER GAMBOA
JURADO PRINCIPAL**

**ING. FABIOLA MOTTOLA
ASESOR ACADÉMICO**

MATURÍN, MARZO DE 2011

RESOLUCIÓN

De acuerdo al artículo 41 del Reglamento de Trabajos de Grado: “Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados a otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al consejo Universitario, para su autorización”.



DEDICATORIA

A dios todo poderoso por guiarme en todas las decisiones que he tomado, por bendecirme con salud y bienestar para poder alcanzar mis metas y por estar allí en mis buenos y malos momentos.

A mi Madre “Maritna Hernández”, por darme el privilegio de vivir y por ser ejemplo de empeño y trabajo, siempre enseñándome a nunca perder la fe, a ser humilde y a luchar por alcanzar mis metas, para mi eres mi amiga, parte de este logro te pertenece.

A mi Padre “Edgar Cedeño” por siempre brindarme su apoyo incondicional en todo momento, y guiarme siempre por el buen camino ayudándome a tomar las decisiones correctas.

A mi hermana “Edmary Cedeño”, espero que este logro, que no es solo mío si no tuyo también sirva de estímulo y motivación para que pronto alcances todas tus metas.

A toda mi familia en especial “A mis abuelos y abuelas”, aunque algunos de ustedes ya no estén entre nosotros, fueron, son y serán siempre para mí el vivo ejemplo de que a pesar de las adversidades y dificultades, que se nos presenten si nos proponemos metas en la vida podemos alcanzarlas.

A “Grisel Plaza”, por su apoyo incondicional, y por creer siempre en mi, y estar siempre a mi lado en los momentos buenos y malos, cada día le agradezco a dios por ponerte en mi camino.

A todos mis amigos y compañeros que han compartido momentos importantes durante este camino.



AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por nunca dejarme desfallecer ante los problemas, y darme la sabiduría y entendimiento necesario para culminar mi carrera y por guiarme por los caminos recorridos y los que aun me faltan por recorrer.

A mis Padres que han hecho muchos sacrificios para apoyarme y darme lo que necesito para alcanzar mis metas.

A la Universidad De Oriente, Núcleo Monagas, por convertirse en mi segunda casa, al acogerme en sus aulas y darme la oportunidad de obtener los conocimientos necesarios para formarme como profesional.

A los profesores que laboran en la Universidad De Oriente, Admirables profesionales, siempre haciendo cada clase interesante, no conformándose con brindarnos solo conocimientos de la materia, sino que hacen su labor con tanta dedicación que estimulan a seguir adelante con nuestros estudios.

A la Ing. Fabiola Mottola, por ayudarme con su orientación a realizar este trabajo, por su dedicación, comprensión, paciencia y sobre todo su profesionalismo y calidad humana.

A la superintendencia de la gerencia de yacimientos de punta de mata (PDVSA) por brindarme la oportunidad de realizar mis pasantías dentro de su admirable grupo de trabajo, brindándome la oportunidad crecer un poco más cada día como profesional.

Al Ing. Luis Albornett, por brindarme su apoyo incondicional en la realización de este trabajo haciendo todo lo que estuvo a su alcance por orientarme durante este arduo camino, por su dedicación, paciencia y profesionalismo, gracias.



ÍNDICE GENERAL

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vii
INDICE DE FIGURAS	xii
INDICE DE GRAFICOS	xiii
INDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
EL PROBLEMA	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.2.1 Objetivo General	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	6
2.2 RASGOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	7
2.2.2 Características del Campo	8
2.3 BASES TEÓRICAS.....	10
2.3.1 Variación Composicional en los Yacimientos de Hidrocarburos.....	10
2.3.2 Yacimientos con Mayor Tendencia a Variación Composicional	11
2.3.3 Método de Balance de Materiales en Yacimientos de Gas Condensado.....	11
2.3.4 Ecuación de Balance de Materiales para Yacimientos de Gas Condensado.....	13
2.3.5 Balance de Materiales Dinámico.....	14
2.3.6 Ventajas de la Aplicación del Balance de Materiales Dinámico.....	14
2.3.7 Principios del Balance de Materiales Dinámico.....	15
2.3.8 Aplicación de la Metodología de Balance de Materiales Dinámico en Pozos Productores de Gas o Gas Condensado	17
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	20
CAPÍTULO III	22
MARCO METODOLÓGICO	22
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	22
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.3 POBLACIÓN {Y MUESTRA}	23

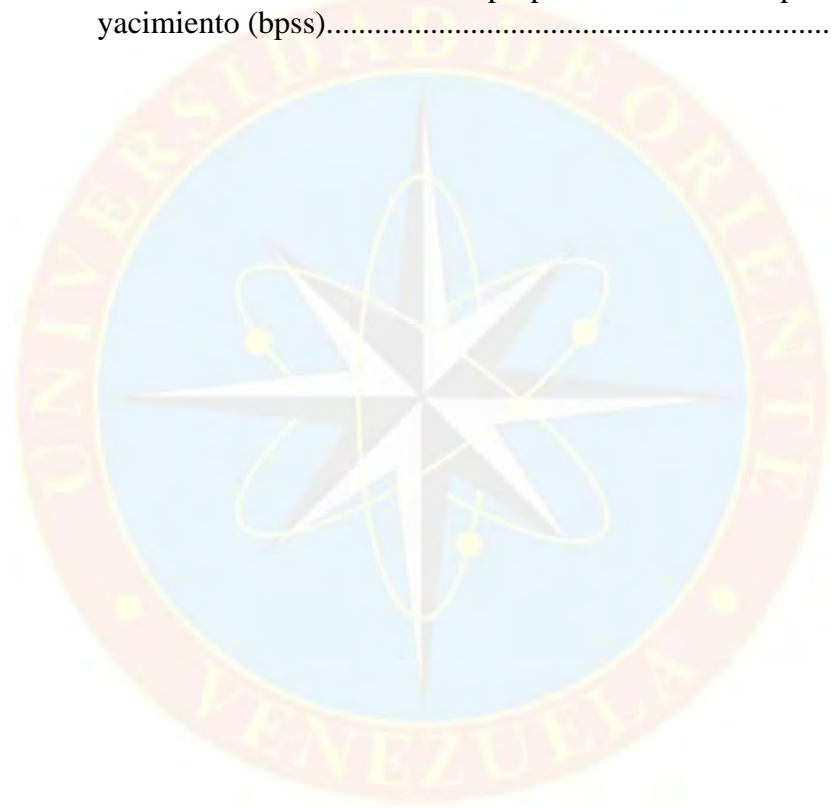
3.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	23
3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	25
3.5.1 Revisión Bibliográfica.....	25
3.5.2 Entrevistas	26
3.5.3 Centinela (Centro de Información Técnica del Negocio Lagoven).....	26
3.5.4 Simde (Sistema Integral para Manejo de Documentos en Electrónico).....	26
3.6 RECURSOS	27
3.6.1 Humanos.....	27
3.6.2 Financieros	27
3.6.3 Materiales	27
3.6.4 Tecnológicos.....	28
CAPÍTULO IV	29
ANÁLISIS DE RESULTADOS	29
4.1 DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN ENERGÉTICA ASOCIADA A LOS POZOS DE GAS CONDENSADO EN ESTUDIO, A TRAVÉS DE DATOS DE PRESIÓN ESTÁTICAS.....	29
4.1.1 Estudio y Recopilación de Información de la Zona Central-Este y Oeste del Yacimiento sbc-1, Campo Santa Bárbara	29
4.1.2 Comportamiento de Presión de los Pozos de Gas Condensado en Estudio Pertenecientes a las Zonas Central-Este y Oeste del Yacimiento SBC-1	31
4.1.3 Determinación de la Declinación Energética Asociada a los Pozos de Gas Condensado en Estudio, a través de Datos de Presión Estáticas	32
4.2 ESTIMACIÓN DE PRESIONES ESTÁTICAS PROMEDIO DE YACIMIENTO DE LOS POZOS DE GAS CONDENSADO EN ESTUDIO DEL CAMPO SANTA BÁRBARA, A PARTIR DE PRESIONES DINÁMICAS (DE FONDO FLUYENTE).....	41
4.2.1 Cálculo de Constante de Proporcionalidad de Presión del Yacimiento (bpss) para los Pozos de Gas Condensado en Estudio del Campo Santa Bárbara	42
4.2.2 Estimación de Presiones Estáticas Promedio de Yacimiento de los Pozos de Gas Condensado en Estudio, del Campo Santa Bárbara, a Partir de Presiones Dinámicas.....	46
4.3 DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN ENERGÉTICA ASOCIADA A LOS POZOS DE GAS CONDENSADO EN ESTUDIO, A PARTIR DE PRESIONES ESTÁTICAS OBTENIDAS DE LAS PRESIONES DE FONDO FLUYENTE	49
4.4 COMPARACIÓN DE LAS PRESIONES ESTÁTICAS PROMEDIO, REALES (OBTENIDAS CON LAS PRUEBAS DE RESTAURACIÓN DE PRESIÓN) Y ESTIMADAS (CALCULADAS CON LA METODOLOGÍA DE BALANCE DE MATERIALES DINÁMICO) Y SU INFLUENCIA EN LA DECLINACIÓN ENERGÉTICA	58

CAPITULO V	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	63
5.1 CONCLUSIONES	63
5.2 RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
HOJAS METADATOS	106



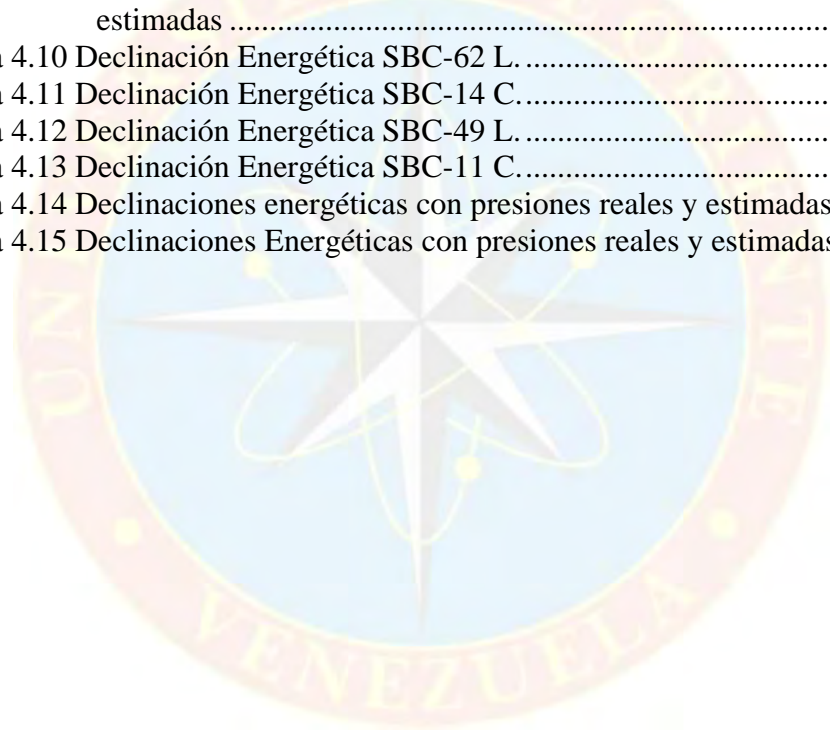
INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Distribución de yacimientos del campo Santa Bárbara ^[3]	8
Figura 2.2 Columna de Fluidos del Campo Santa Bárbara ^[4]	10
Figura 2.3 Comportamiento del estado de flujo pseudo- estable ^[6]	16
Figura 2.4 Condiciones estabilizadas del balance de materiales convencional y balance de materiales dinámico [6]	16
Figura 2.5 Método para el cálculo de presión estática para tasa constante ^[6]	17
Figura 2.6 Cálculo de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss).....	19



INDICE DE GRAFICOS

Gráfica 4.1 Distribución de sartas por unidad de flujo.	30
Gráfica 4.2 Histórico de presión para los pozos en estudio.	32
Gráfica 4.3 Declinación Energética SBC-49 L.....	37
Gráfica 4.4 Declinación Energética SBC-14 C.....	38
Gráfica 4.5 Declinación Energética SBC-61 L.....	39
Gráfica 4.6 Declinación Energética SBC-62 L.....	41
Gráfica 4.7 Cálculo del bpss para el pozo SBC-62 L.	44
Gráfica 4.8 Cálculo del bpss para el pozo SBC-61 L.	45
Gráfica 4.9 Histograma de frecuencia del porcentaje de error de las presiones estimadas	48
Gráfica 4.10 Declinación Energética SBC-62 L.....	52
Gráfica 4.11 Declinación Energética SBC-14 C.....	53
Gráfica 4.12 Declinación Energética SBC-49 L.....	55
Gráfica 4.13 Declinación Energética SBC-11 C.....	56
Gráfica 4.14 Declinaciones energéticas con presiones reales y estimadas.	59
Gráfica 4.15 Declinaciones Energéticas con presiones reales y estimadas.	60



INDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Pozos por zona (Central-Este y Oeste). Fuente: Propia	31
Tabla 4.2 Muestra de pozos	34
Tabla 4.3 Gas equivalente y Z_{2f} (presión estática y de fondo fluuyente).....	35
Tabla 4.4 Datos Estáticos SBC-49 L.	36
Tabla 4.5 Datos Dinámicos SBC-49 L.....	36
Tabla 4.6 Datos Estáticos SBC-14 C	37
Tabla 4.7 Datos Dinámicos SBC-14 C	37
Tabla 4.8 Datos Estáticos SBC-61 L.	38
Tabla 4.9 Datos Dinámicos SBC-61 L.....	39
Tabla 4.10 Datos Estáticos SBC-62 L.....	40
Tabla 4.11 Datos Dinámicos SBC-62 L.....	40
Tabla 4.12 Cálculo de tasa total equivalente de gas.....	43
Tabla 4.13 Datos del pozo SBC-62 L.	44
Tabla 4.14 Datos del pozo SBC-61 L.	45
Tabla 4.15 Constantes de proporcionalidad de presiones (bpss).	46
Tabla 4.16 Presiones estáticas estimadas.....	48
Tabla 4.17 Z_{2f} Para presiones estimadas – gas total equivalente.	49
Tabla 4.18 Datos estáticos estimados SBC- 62 L.	51
Tabla 4.19 Datos dinámicos SBC- 62 L.....	51
Tabla 4.20 Datos estáticos estimados SBC- 14 C.....	52
Tabla 4.21 Datos dinámicos SBC- 14 C.	53
Tabla 4.22 Datos estáticos estimados SBC- 49 L.	54
Tabla 4.23 Datos dinámicos SBC- 49 L.....	54
Tabla 4.24 Datos estáticos estimados SBC- 61 L.	55
Tabla 4.25 Datos dinámicos SBC- 61 L.....	56
Tabla 4.26 Resultado de las declinaciones.....	57
Tabla 4.27 Comparación de declinaciones.....	62

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE MONAGAS
ESCUELA DE INGENIERÍA DE PETRÓLEO
MATURÍN/MONAGAS/VENEZUELA**



**EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE MATERIALES DINÁMICO
PARA LA ESTIMACIÓN DE PRESIONES ESTÁTICAS EN EL YACIMIENTO SBC-
1, CAMPO SANTA BÁRBARA**

RESUMEN

Realizado por:

Edgar Alexander Cedeño Hernández
C.I. 18.080.862

Marzo, 2011

Asesor Académico:

Ing. Fabiola Mottola

Asesor Industrial:

Ing. Luis Albornett

El presente trabajo tuvo como objetivo principal, la evaluación de la técnica de balance de materiales dinámico (BMD) para la estimación de presiones estáticas a partir de las presiones de fondo fluyente en los pozos pertenecientes al yacimiento SBC-1, del Campo Santa Bárbara. Para el logro de este objetivo se revisaron de forma exhaustiva las bases de datos de presiones de los pozos de gas condensado del área en estudio; para realizar la selección de la muestra; las mismas debían cumplir con los parámetros necesarios para la aplicación de la metodología de BMD. Luego se determinó la declinación energética de dichos pozos con sus respectivas presiones estáticas, obtenidas con pruebas de restauración de presión. Seguidamente se estimaron presiones estáticas promedios del yacimiento, y se compararon con las presiones reales, estableciendo un margen de error entre ambas menor a 5 % para el 88,89% de la muestra y menor a 7% para la totalidad de la de las presiones estimadas, así mismo se determinó la declinación energética usando las presiones estáticas estimadas del yacimiento por la metodología de BMD, para estudiar la aplicación del uso de dichas presiones en el estudio energético, y a su vez comparándolas con la declinación real obtenida por las pruebas de restauración; arrojando como resultado que para alcanzar una declinación energética con el mínimo de error las presiones estimadas deben de estar por debajo del 1% de error con respecto a las presiones reales.

INTRODUCCIÓN

La técnica de balance de materiales (BM) convencional es usada para estimar las reservas existentes en un yacimiento a cualquier tiempo durante el agotamiento; así como, predecir el comportamiento futuro y además la recuperación total bajo condiciones de abandono. Del volumen de hidrocarburos presente originalmente sitio (POES, GOES, GCOES) se obtendrá la fracción que puede realmente extraerse (reservas), de acuerdo a la tecnología disponible, y será ésta la que se comprometerá para futura comercialización.

El empleo de esta técnica (BM) requiere presiones estáticas promedio del yacimiento, las cuales se obtienen con el cierre temporal de los pozos, para la aplicación de pruebas de restauración presión. En muchos casos, en yacimientos de baja permeabilidad implica que, se prolonguen los tiempos de estabilización de presión trayendo como consecuencia mayor diferimiento de producción. Adicionalmente, en yacimientos de gas condensado existe un marcado efecto de segregación de las fases durante el periodo de almacenamiento inmediato al cierre del pozo; asociado en parte, a la alta compresibilidad del gas lo que retrasa la estabilización de presión. Hecho que a su vez, es desfavorable para la industria desde el punto de vista económico debido a la pérdida de producción.

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la técnica de balance de materiales dinámico (BMD) planteada por L. Mattar, D. Andersón (2005), mediante su aplicación en los pozos de gas condensado pertenecientes al yacimiento SBC-1 del Campo Santa Bárbara. Metodología la cual, se refiere a la estimación de presiones estáticas promedios obtenidas a partir de presiones dinámicas; y su posterior comparación con presiones obtenidas a través de pruebas de Restauración. Así como; de las respectivas curvas de declinación energética con ambas presiones estáticas. En

tal sentido, en esta investigación se propuso un método alternativo para el cálculo de las variables antes mencionada. Finalmente se contrastaron los resultados de esta técnica BMD (con respecto a la estimación de la presión estática y curvas de declinación energética) con el objetivo de determinar la aplicabilidad de la misma en yacimientos de gas condensado del Norte de Monagas, como un método opcional al convencional (BM). Para así, evitar afectaciones de producción aducidas al cierre de los pozos y por ende menor impacto económico.



CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Campo Santa Bárbara forma parte de la Cuenca Oriental de Venezuela específicamente en la subcuenca de Maturín, dentro del área conocida como Norte de Monagas y pertenece a la unidad de explotación Pirital (PDVSA). La cual, está conformada por las áreas operacionales: yacimiento SBC-1 (Zona Centra-Este y Oeste), la de mayor producción, yacimiento SBC-8 (Zona Sur), yacimiento SBC-6 (Zona Sur-Oeste) y yacimiento PIC-1 (Flanco Norte); estos son de alto potencial energético con una producción aproximada del 15% a nivel nación. Mediante estudios de geología e ingeniería de yacimientos realizados en estos, se caracterizan por ser profundos (16000 pies) con grandes dimensiones; así mismo, presentan condiciones de altas presiones y temperatura (12000 lpc y 310°F de condición inicial respectivamente), y tasas de producción elevadas; además manifiestan una columna de fluido composicional marcada con profundidad, que va desde gas condensado a crudo negro.

En estos campos para la determinación y monitoreo de las presiones estáticas promedio del yacimiento, se requiere realizar pruebas de restauración de presión (Build Up). En dichas pruebas es necesario el cierre de los pozos; lo cual es, desfavorable para Petróleos de Venezuela (PDVSA) porque ocasiona pérdidas económicas: en primer lugar argumentado al diferimiento de producción, al dejarse de extraer hidrocarburos valiosamente comerciables; en muchos casos ocasionado por los tiempos prolongados de cierre mientras se alcanza estabilización de la presión en fondo. Y en segundo término, a los riesgos inherentes a un cierre de pozo con herramientas dentro. Por lo antes expuesto, se minimizan la ejecución de dichas

pruebas trayendo consigo limitada información del yacimiento; es por ello que, se expone la técnica de Balance de Materiales Dinámico (BMD) como un método novedoso y alternativo.

El método de Balance de Materiales Dinámico posee el mismo principio del Balance de Materiales Convencional, con la denotada diferencia de que se aplica tanto para tasas constantes como para tasas variables de producción, sumado al hecho que, la data requerida para el estudio es menos costosa obtenerla. El propósito de esta investigación fue el de obtener presiones estáticas promedio del yacimiento (P_e) a partir de presiones dinámicas de fondo (P_{wf}), sin la necesidad de incurrir en cierres de pozos. Una vez realizado el cálculo de presiones estáticas promedio, se verificaron y contrastaron dichos valores con las presiones estáticas obtenidas de las pruebas de restauración de presión, con el interés de evaluar la metodología propuesta por L. matar y D. Andersón (2005)

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo General

Evaluar la técnica de balance de materiales dinámico para la estimación de presiones estáticas a partir de presiones dinámicas en pozos de gas condensado del yacimiento SBC-1 del campo Santa Bárbara.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la declinación energética asociada a los pozos de gas condensado en estudio, a través de datos de presión estáticas.

- Estimar las presiones estáticas promedio de yacimiento de los pozos de gas condensado del Campo Santa Bárbara, a partir de presiones dinámicas (de fondo fluyente).
- Determinar la declinación energética asociada a los pozos de gas condensado en estudio, a partir de presiones estáticas obtenidas de las presiones de fondo fluyente.
- Comparar las presiones estáticas promedio, reales (obtenidas con las pruebas de restauración de presión build up) y estimadas (calculadas con la metodología de balance de materiales dinámico) y su influencia en la declinación energética.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

En la gerencia de yacimientos PDVSA - Distrito Punta de Mata, se evaluó la factibilidad de la aplicación de la técnica o el método de balance de materiales dinámico, con el propósito de determinar o estimar presiones estáticas promedios de yacimiento (P_e), generadas a partir de presiones dinámicas de fondo en pozos de gas condensado, pertenecientes al yacimiento SBC-1 del Campo Santa Bárbara. Y evitar de esta forma, los posibles diferimientos de producción causado por el cierre de pozos para pruebas de restauración de presión (Build Up). Con la validación de esta metodología de balance de materiales dinámico (BMD) se obtendría un método alternativo para calcular presiones estáticas (P_e) para, entre otros fines: realizar estudios de declinación de presión, estimación de reservas, monitoreo de comportamiento de los pozos; además de incurrir en menos costos para la obtención de la data (y consigo de la presión estática); así mismo se podrían minimizar eventuales riesgos o problemas operacionales a causa del cierre del pozo con herramientas en fondo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Cedeño, G. (2002): “Evaluación de la ecuación de Balance de Materiales como una herramienta para el análisis de yacimiento de gas condensado MUC-1 del Campo Carito – Mulata, Área Carito Central”. En este trabajo se evaluó la ecuación de balance de materiales de crudo generalizada como una herramienta para el análisis del yacimiento de gas condensado MUC-1 de los campos El Carito y Mulata, Distrito Punta de Mata. La misma permitió comparar los resultados de Gas Original en Sitio (GOES) y Condensado Original en Sitio (COES) obtenidos empleando el software MBAL con los de simulación numérica composicional (Eclipse 300). Los resultados del estudio arrojados por el MBAL resultó un GOES de 2914,76 MMMPCN y a través de la simulación numérica de 2943 MMMPCN por lo que se concluyó en un buen ajuste del modelo, ya que mostró una diferencia de 0,96% , considerando la misma como aceptable^[1].

Sardinha, D. (2009): “Validación de la metodología de Balance de Materiales Dinámico, para el cálculo de presiones estáticas sin diferimiento de producción en el campo Carito-Mulata”. Los Campos Carito-Mulata forman parte de la Cuenca Oriental de Venezuela, dentro del área conocida como Norte de Monagas situada a 98 km de Maturín, ésta es una de las áreas petrolíferas más importante en el oriente del país. De dicho Campo se seleccionaron 6 pozos (CRC-21, MUC-19, MUC-72, MUC-73, SBC-40 y SBC-63) para aplicar la metodología de Balance de Materiales Dinámico (BMD), con la finalidad de obtener presiones estáticas promedio de yacimiento (Pe) bajo condiciones dinámicas de flujo (pwf). En primer lugar, se

efectuó el estudio de la declinación energética en cada pozo, para datos dinámicos y estáticos, observando en un 70% de los pozos evaluados, un comportamiento paralelo entre ambas curvas, posteriormente, se procedió a calcular las P_e , a través de la metodología, para luego compararlas con las obtenidas de gradientes estáticos realizados durante las pruebas BUP, generando resultados favorables, debido a que, el %Error relativo entre ambos métodos fue menor al 5%, en todos los casos estudiados, además, el estudio económico indicó que la aplicación de BMD reduce las pérdidas económicas asociadas al diferimiento de producción y, minimiza en un 78% los costos generados para obtener la P_e .^[2]

2.2 RASGOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1 Ubicación Geográfica del Campo Santa Bárbara

El Campo Santa Bárbara está localizado al Norte del Estado Monagas, a tres (3) Km de la localidad de Punta de Mata entre los municipios Cedeño y Ezequiel Zamora y pertenece al área operacional Pirital del Distrito Punta de Mata de PDVSA. La región Norte del Estado Monagas; abarca una superficie aproximada de 390 km² y comprende los campos: El Furrial, El Carito, Mulata, Santa Bárbara y Pirital. Se encuentra delimitado al Norte con la sección montañosa de la serranía del Interior central y oriental, al Sur con el alineamiento Furrial – Tejero, al Oeste con el límite del Estado Anzoátegui y al Este se extiende hasta el área de Manresa

El campo se encuentra geológicamente ubicado en el flanco Norte de la Cuenca Oriental de Venezuela. Este campo está dividido en cuatro yacimientos principales: SBC-1 (Zona Este-Central-Oeste), SBC –6 (Zona Oeste) SBC-8 (Zona Sur) y PIC- 1 (Zona Norte). De los cuatro yacimientos, los más explotados son el SBC-1 y SBC-8, mientras que los yacimientos SBC- 6 y PIC-1 están en desarrollo. ^[3] (Ver figura 2.1).



Figura 2.1 Distribución de yacimientos del campo Santa Bárbara ^[3]
Fuente: Informe del yacimiento SBC-1 de los campos Santa Bárbara y Pirital

2.2.2 Características del Campo

La estructura del campo Santa Bárbara está definida por un anticlinal asimétrico, con eje Este - Oeste limitado al Norte y Sur por dos fallas de corrimiento y en sus flancos Este y Oeste está separado por fallas transcurrentes de orientación Norte - Sur. Los rasgos menores de esta estructura los constituyen fallas normales de diferente magnitud con desplazamientos verticales entre 35 a 100 pies, producto de la compensación de volúmenes en relación con los esfuerzos compresivos dominantes en el área. Con el estudio sísmico - geológico del campo se han podido detectar fallas normales, inversas y corrimiento de diversa magnitud.

Geológicamente, este campo se caracteriza por poseer dos bloques:

- El Bloque Alóctono está formado por sedimentos de la edad terciaria y cretácica, los cuales han sido localizados sobre un gran plano de fallas que se conoce como corrimiento de Pirital, superpuesto a los sedimentos de la Formación Carapita.

- El Bloque Autóctono se ubica en el flanco sur de la cuenca, donde predominan las fallas normales de rumbo oeste–este. Este bloque está representado por la columna sedimentaria que se encuentra debajo del corrimiento de Piritál conformada por los yacimientos pertenecientes a la edad cretácica y la Formación Naricual cubierta por la Formación Carapita. Los horizontes más prospectivos en el campo Santa Bárbara se ubican en los yacimientos de la edad Cretácica-Paleoceno (formación San Antonio y San Juan) y del Terciario (Formación Naricual y Carapita Basal), con un espesor promedio de 3500 pie.

La profundidad promedio de los pozos es alrededor de 16.500 pies, mientras que las propiedades petrofísicas como la porosidad y permeabilidad, varían desde 6 a 15 % y de 1 a 200 mD, respectivamente.

En lo relacionado a la columna de fluidos, estos en la parte alta de la estructura presentan el comportamiento típico de un gas condensado subsaturado, del cual se obtiene en superficie un condensado atípico de 36 °API. En las zonas más profundas el fluido tiene un comportamiento de crudo negro subsaturado (ver Figura 2.2). Entre estas dos regiones coexiste una zona de transición generándose en contraposición una franja de fluido crítico o cuasicrítico. A esta franja de fluido se ha denominado interfase gas-petróleo, asignándole de acuerdo a lo observado durante la perforación y pozos completados una profundidad original alrededor de 15.800 pie bajo el nivel del mar (TVDss).[4]

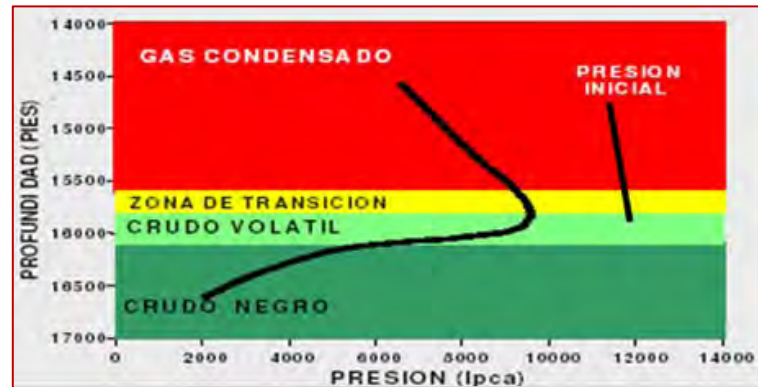


Figura 2.2 Columna de Fluidos del Campo Santa Bárbara ^[4]
Fuente: PDVSA. 2004. Revisión del modelo estructural del campo Santa Bárbara

Al inicio de la explotación del campo la presión inicial del yacimiento estaba en el orden de los 12000 lpc, en la actualidad se encuentra entre un rango de 6700-7500 lpc, referido a la profundidad del datum (15800 pies TVDss). El campo comprende una superficie aproximada de 230 Km². Los líquidos originales en sitio (LOES) del campo son de 3418 MMBN, con un gas original en sitio (GOES) de 21261 BPCN, posee unas reservas probadas de petróleo de 2000 MMBN y 9881 MMPCN de gas. ^[4]

2.3 BASES TEÓRICAS

2.3.1 Variación Composicional en los Yacimientos de Hidrocarburos

En los yacimientos con variación composicional la columna de fluidos se caracteriza por una variación de la composición con la profundidad, lo cual puede ser confirmado por pruebas iniciales y análisis de fluidos (PVT) de los pozos presentes en el área; así como también por los análisis petrofísicos; dependiendo de la posición estructural de las formaciones éstas pueden contener gas condensado, petróleo volátil y/o petróleo negro. ^[4]

Las causas principales de la variación composicional se debe a los fenómenos de barodifusión, el cual implica la difusión de los componentes debido a los cambios de presión por efectos gravitacionales; y la termodifusión, la cual consiste en la difusión de componentes causa de la variación de temperatura con la profundidad. ^[5]

2.3.2 Yacimientos con Mayor Tendencia a Variación Composicional

Los yacimientos que han presentado cambios importantes en su composición con profundidad poseen las siguientes características ^[5]:

- Yacimientos de gran espesor.
- Yacimientos de gas condensado y de petróleo volátil.
- Presencia de pequeñas cantidades de hidrocarburo pesados
- Presencia de gran cantidades de fracciones intermedias.

2.3.3 Método de Balance de Materiales en Yacimientos de Gas Condensado

Existen tres mecanismos principales de producción que son los responsables del recobro en yacimientos de gas. Estos son en orden de importancia:

- Expansión del gas por declinación de presión.
- Empuje de agua proveniente de un acuífero activo asociado al yacimiento de gas.
- Expansión del agua connata y reducción del volumen poroso por compactación al ocurrir la disminución de la presión de los poros.

La ecuación de balance de materiales aplicada en yacimientos de gas, se usa para determinar la cantidad de gas presente en el yacimiento a cualquier tiempo durante el agotamiento, siempre y cuando se haya alcanzado producir aproximadamente el 5% del (POES-GOES). Igualmente, se usa para estimar la cantidad de hidrocarburos inicialmente en el yacimiento y predecir el comportamiento futuro y la recuperación total de gas bajo unas condiciones de abandono dadas.

El método de balance de materiales se fundamenta en el principio de la conservación de la masa; lo cual, se podría representar de la siguiente manera:

Ec. (2.1)

En 1941, Schilthuis presentó una forma general de la ecuación de balance de materiales derivada como un balance volumétrico basada en la simple suposición de que el volumen poroso permanece constante o cambia de tal manera que puede ser determinado como una función de la caída de presión en el yacimiento a consecuencia de la producción de los fluidos.

Así pues, otra forma de expresar la EBM es:

Ec. (2.2)

Las suposiciones básicas consideradas en la deducción de la ecuación de balance de materiales para yacimientos de gas son las siguientes:

- a) El espacio poroso se encuentra inicialmente ocupado por gas y agua connata.
- b) La composición del gas no cambia durante la explotación del yacimiento.
- c) Se considera $R_{sw} = 0$ (relación gas-agua en solución)
- d) El yacimiento es considerado como un tanque y por esto es visto como un modelo de dimensión cero.
- e) El volumen poroso del yacimiento se considera constante.
- f) La temperatura del yacimiento se considera constante.
- g) Las propiedades de la roca y de los fluidos se consideran uniformes.
- h) Las presiones y las saturaciones se distribuyen en forma continua. ^[5]

2.3.4 Ecuación de Balance de Materiales para Yacimientos de Gas Condensado

Históricamente la predicción del comportamiento de yacimientos de gas condensado ha sido ardua debido a los cambios de fases que frecuentemente ocurren en estos yacimientos, tales como: condensación retrógrada a presiones por debajo de la presión de rocío (P_{roc}), ($P_{yac} < P_{roc}$), vaporización del condensado retrógrado a bajas presiones (generalmente y como datos de laboratorio menor a 1000 lpc) y la vaporización del agua disuelta o dispersa en el gas ($P_{yac} < P_{roc}$).

Dependiendo de las características del yacimiento se recomienda el uso de simuladores composicionales cuando el yacimiento sea significativamente grande (50 - 100 MMBN de reservas de condensado) y se tenga buena información sobre las propiedades de las rocas y fluidos del mismo; o bien, el uso de los modelos analíticos cuando el yacimiento sea pequeño y no se disponga de la información necesaria o no se cuente de inmediato con los recursos para hacer un estudio de simulación numérica composicional. ^[5]

La ecuación de balance de materiales para yacimientos de gas, considerando los tres mecanismos de producción, sin incluir la inyección de fluidos, es la siguiente:

$$\frac{dG}{dt} = \frac{dG_{\text{Expansión del Gas}}}{dt} + \frac{dG_{\text{Connata y Reducción del Volumen}}}{dt} + \frac{dG_{\text{Instrucción del Agua}}}{dt} + \frac{dG_{\text{Recobro por Expansión del Agua}}}{dt} + \frac{dG_{\text{Recobro por Instrucción del Agua}}}{dt} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

2.3.5 Balance de Materiales Dinámico

El método de balance de materiales dinámico es una extensión del balance de materiales convencional, propuesta por Luis Mattar (2005), esta técnica fue propuesta para yacimientos de petróleo y gas; y aplicada tanto para tasas de flujo constantes como variables. Se basa en convertir las presiones de fondo fluyente a presiones estáticas promedios del yacimiento, una vez realizado este procedimiento la ecuación de balance de materiales convencional es aplicable. El procedimiento es gráfico y directo:

- a) Conociendo la tasa de flujo y la presión de fondo fluyente a un tiempo dado, se convierte la presión de fondo fluyente a presión estática que existe en el yacimiento en ese tiempo.
- b) Una vez calculada la presión estática (a través de la presión de fondo fluyente) se emplea en conjunto con la producción acumulada para realizar los cálculos de balance de materiales a través del método clásico o convencional. ^[6]

2.3.6 Ventajas de la Aplicación del Balance de Materiales Dinámico

El Balance de Materiales Dinámico (BMD) se presenta como una metodología o técnica alternativa para determinar presiones promedios de yacimientos sin tener

que cerrar el pozo para obtener datos de presión estática (se estiman a partir de presiones dinámicas), evitando de esta manera afectaciones de producción por cierre de los pozos productores. Por tanto, la obtención de la data para el análisis es menos costosa.

Así mismo, permite luego determinar de forma fiable los volúmenes de hidrocarburos en sitio y en ese sentido las reservas asociadas empleando la técnica de balance de materiales (clásico).^[6]

2.3.7 Principios del Balance de Materiales Dinámico

El balance de materiales dinámico se fundamenta en el mismo principio del balance de materiales convencional; es decir, con un régimen de flujo pseudo-estable o estabilizado, en el cual, las caídas de presión estática y dinámicas en el tiempo serán proporcionales en el límite del yacimiento, el medio del yacimiento y el fondo del pozo (Ver figura 2.3). Pudiendo este método ser aplicado tanto para tasas constantes como variables de producción (Ver figura 2.4). Por consiguiente la presión de fondo fluyente y la presión estática promedio del yacimiento, trazadas en función del tiempo o la producción acumulada tendrán la misma tendencia.^[6] (Ver figura 2.5)

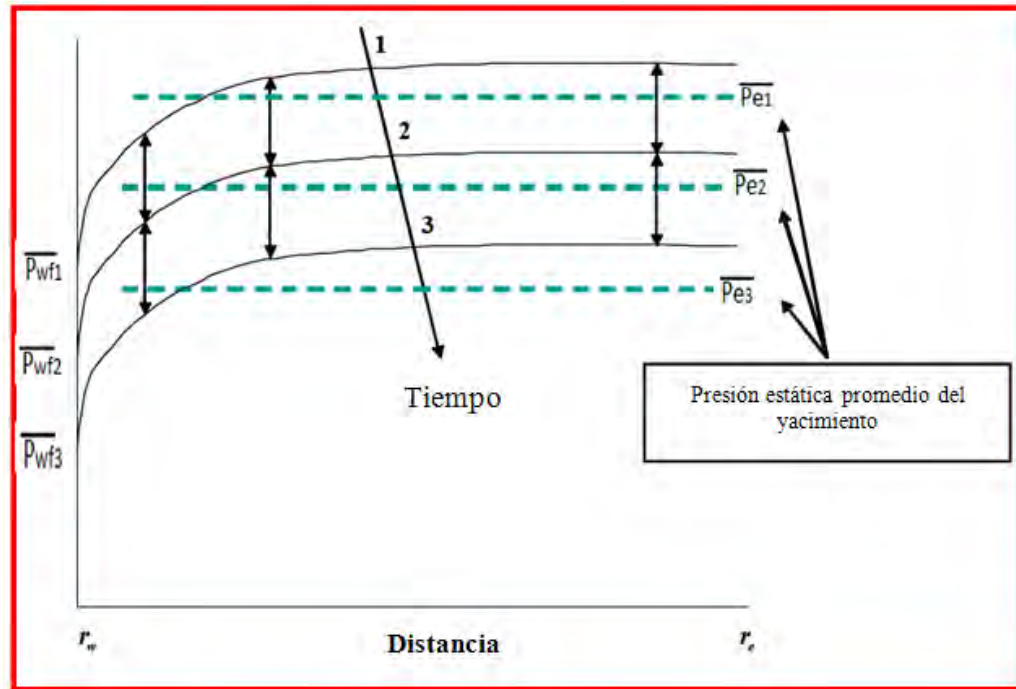


Figura 2.3 Comportamiento del estado de flujo pseudo- estable ^[6]
Fuente: MATTAR, L. (2005)

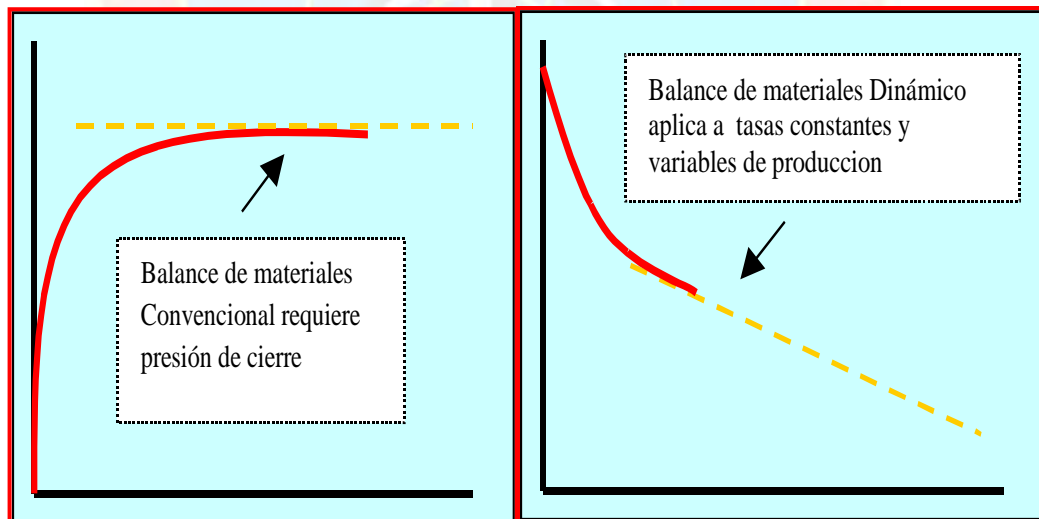


Figura 2.4 Condiciones estabilizadas del balance de materiales convencional y balance de materiales dinámico [6]
Fuente: MATTAR, L. (2005)

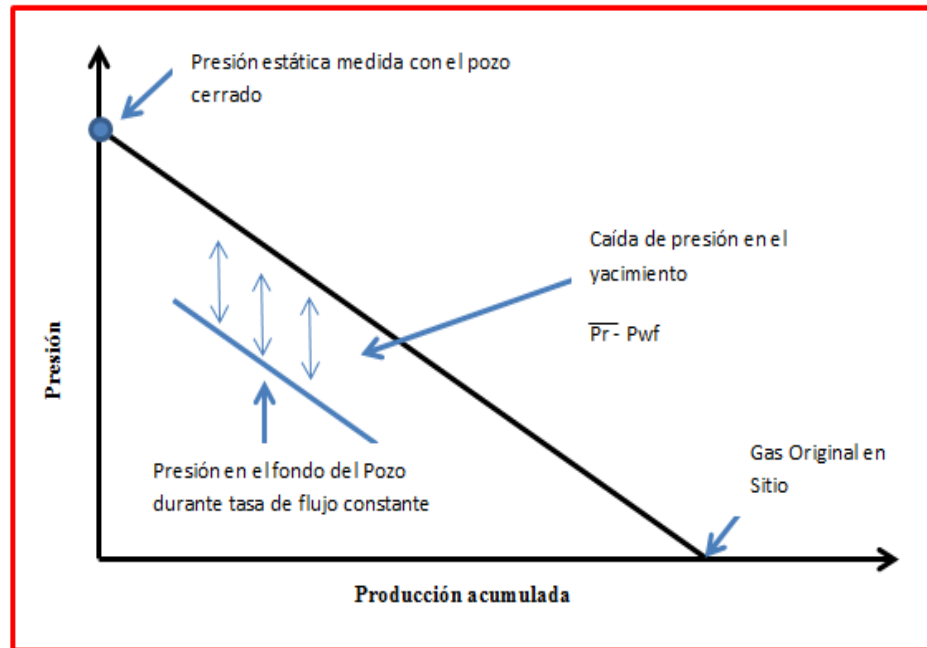


Figura 2.5 Método para el cálculo de presión estática para tasa constante ^[6]
Fuente: MATTAR, L. (2005)

2.3.8 Aplicación de la Metodología de Balance de Materiales Dinámico en Pozos Productores de Gas o Gas Condensado

El procedimiento para la aplicación de la metodología de Balance de Materiales Dinámico en pozos que producen a tasa variable es el siguiente ^[6]:

- Convertir la presión inicial y la presión de fondo fluyente en pseudo-presión (P_{pi}) y (P_{pwf}) con la ecuación (2.4)
- Asumir un valor del gas originalmente en sitio (GOES).
- Calcular el pseudo- tiempo (t_{ca}) a través de la ecuación (2.5)
- Graficar $P_{pi} - P_{pwf}$ versus pseudo-tiempo t_{ca} , luego, extrapolar hasta el eje de las ordenadas e interceptar para obtener la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (b_{pss}) (Ver grafica 2.6)
- Calcular la pseudo presión promedio de yacimiento a través de la ecuación (2.6)

Cálculo de pseudo presiones para pozos de gas a tasa variable:

—

Ec. (2.4)

Donde:

P_p = Pseudo-presión (lpc).

P = Presión (lpc).

Viscosidad del gas (cPs).

Factor de compresibilidad del gas a la presión promedio de yacimiento.

(Factor de compresibilidad del gas condensado).

Cálculo de pseudo tiempo para pozos de gas a tasa variable:

—

Ec. (2.5)

Donde:

t_{ca} = Pseudo-tiempo de Balance de Materiales para pozos de gas (días).

Viscosidad del gas (cPs).

C_g = Compresibilidad del gas a la presión promedio de yacimiento (lpc-1).

Cálculo de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss) para pozos de gas a tasa variable:

_____ — —

Ec. (2.6)

Donde:

$bpss$ = Constante de flujo pseudo estable

Permeabilidad (md).

Espesor (pies).

T= Temperatura de yacimiento ($^{\circ}$ R).

r_e = Radio de drenaje (pies).

r_{wa} = Radio del pozo (pies).

Método Gráfico:

Mediante este método se determina la constante de proporcionalidad de presión en el yacimiento (bpss), el cual consiste en graficar los parámetros $(P_e - P_{wf})/Q_{gt}$ en función del G_{pt}/Q_{gt} , con el objetivo de interceptar dichos puntos con el eje de las ordenadas cuyo corte nos representa el valor de bpss. Ver grafica 2.6

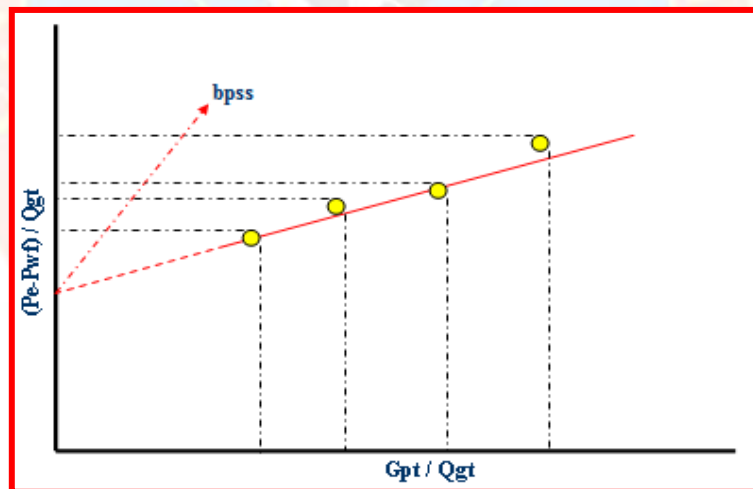


Figura 2.6 Cálculo de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss).

Fuente: propia

El cálculo de la presión promedio de yacimiento a partir, de la presión de fondo fluyente para pozos de gas condensado con tasa variable de producción, se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$P_e = P_{pwf} + b_{pss} * Q_{gt} \text{ Ec. (2.7)}$$

Lo que constituye una novedad para la estimación de presiones estáticas en los pozos de gas condensado dado el caso que dicha ecuación, nos permite obtener valores estáticos de presión sin incurrir en cierre de pozos. Lo cual constituye el principio de la metodología a ser aplicada.

Dónde:

P_p = Pseudo- presión correspondiente a la presión promedio de yacimiento (P_{yac}) (lpc/cps).

P_{pwf} = Pseudo- presión correspondiente a la presión de fondo fluyente (lpc²/cps).

b_{pss} = Constante de flujo pseudo estable.

Q_{gt} = Tasa equivalente de gas (para el caso de gas condensado) a la fecha de realización de la prueba de restauración (MMPCN/D).

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Diagrama de fases: diagrama a través del cual se observan los cambios de fases de las mezclas de hidrocarburos que se presentan naturalmente en yacimientos de petróleo y gas (o condensado), mediante una envolvente de fases que resulta de la unión de las curvas del punto de burbujeo y de rocío, las cuales convergen en el punto crítico, en el cual las propiedades intensivas del gas y el líquido son idénticas.

Estado estable: El régimen de flujo es definido como un estado estable si la presión en cualquier lugar del yacimiento permanece constante (no cambia con el tiempo) se cumple que $(dp/dt)=cte$.

Estado pseudo-estable: estado caracterizado por la tendencia tipo lineal de la presión con el tiempo, es decir, se cumple que (dp/dt) tiende a ser constante en todos los puntos del yacimiento.

Estado transitorio: Es definido como la condición de flujo en la cual la presión con respecto al tiempo en cualquier posición del yacimiento es distinta de cero $(dp/dt) \neq 0$.

Gas condensado: Es un fluido monofásico en condiciones de yacimiento originales, está compuesto principalmente de metano [C1] y de otros hidrocarburos de cadena corta, pero también contiene hidrocarburos de cadena larga, denominados fracciones pesadas. Bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, este fluido se separará en dos fases, una gaseosa y otra líquida, lo que se conoce como condensado retrógrado.

Pruebas de restauración (Build up): La prueba Build up, consiste en tomar datos de presión y realizar el estudio de un yacimiento a través de un pozo que a ha sido cerrado temporalmente para tal finalidad. Uno de los principales objetivos de este análisis es determinar la presión estática del yacimiento sin necesidad de esperar semanas ó meses para que la presión del yacimiento se estabilice.

Punto de rocío: La mezcla de hidrocarburos se encuentra en fase gaseosa en equilibrio termodinámico con una cantidad infinitesimal (gota) de líquido.

Yacimientos de gas condensado: Son depósitos de hidrocarburos que poseen un comportamiento termodinámico muy complejo, debido a su composición y a las condiciones de presión y temperatura a las cuales se encuentra la mezcla, provocando así la formación de un líquido condensado del gas, cuando la presión del yacimiento cae por debajo de la presión de rocío.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación estuvo enfocada en la evaluación de la técnica de balance de materiales dinámico para el cálculo de presiones estáticas a partir de presiones dinámicas en los pozos de gas condensado en el yacimiento SBC-1 del campo Santa Bárbara con el fin de implementar un método alternativo para el cálculo de presiones promedio del yacimiento.

Esta investigación estuvo orientada dentro de una modalidad del tipo Descriptiva, que según Arias. (1999) - “consiste en la caracterización de un hecho o fenómeno para establecer su estructura o comportamiento.”- (p.20).^[7]: Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aún cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación. Son más estructuradas que las demás clases de estudio además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según Arias F. (1999), “el diseño de la investigación es la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado”. De acuerdo a las estrategias planteadas para fundamentar el estudio y alcanzar los objetivos propuestos, para esta investigación se estableció un diseño de investigación de Campo ya que la misma se llevo a cabo a partir de la recolección de datos tomados directamente de la realidad, para una mejor evaluación de la técnica en estudio.

3.3 POBLACIÓN {Y MUESTRA

Según Arias F. (1999): “La población o universo se refiere al conjunto para el cual serán validadas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación” (p.22).^[7] Para este estudio, la población estuvo constituida por 26 pozos y la muestra a su vez por 8 pozos, pertenecientes a la zona Oeste y Central-Este del yacimiento SBC-1 del Campo Santa Bárbara.

3.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

ETAPA I: Determinación de la declinación energética asociada a los pozos de gas condensado en estudio, a través de datos de presión estáticos.

Esta primera etapa se completó con la búsqueda de información de presiones estáticas y dinámicas en archivos y sistemas computarizados los cuales actúan como centro de recopilación de toda la información concerniente a las condiciones y necesidades actuales; así como, también información de los yacimientos con sus respectivos pozos, trabajos realizados en ellos como informes de presiones y registros. Luego se analizó en detalle las presiones estáticas, dinámicas y la producción obtenida en la zona Central-Este y Oeste del yacimiento SBC-1 mediante gráficos de declinación energética, los cuales se elaboraron graficando P/Z_{2f} en función del Gas total equivalente (Gpt), que permitieron obtener una tendencia aproximada al comportamiento real de ambas variables en función del tiempo y la producción acumulada, con el objetivo de establecer las causas o acontecimientos asociados a dicho comportamiento, en el periodo de tiempo evaluado. El cálculo de Z_{2f} se realizó mediante la correlación de Rayes, Piper y Mc Cain, para fluidos tipo gas condensado la cual se muestra a continuación:

Ec.(3.1)

Mientras que para el cálculo del gas total equivalente se utilizó la siguiente ecuación:

Ec.(3.2)

ETAPA II: Estimación de las presiones estáticas promedio de yacimiento de los pozos de gas condensado del Campo Santa Bárbara, a partir de presiones dinámicas (de fondo fluyente).

Partiendo de datos reales obtenidos de pruebas de presión dinámicas, realizadas a los pozos de gas condensado en estudio del yacimiento SBC-1, se aplicó un método gráfico correspondiente a la determinación de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss), el cual consistió en graficar en un plano cartesiano $(P_e - P_{wf}) / (Q_{gt})$ en el eje de las ordenadas (Y) en función de $(G_{pt}) / (Q_{gt})$ graficado en el eje de las abscisas (X), valores a los cuales se les dió una tendencia lineal según la metodología y cuyo corte con el eje (Y) nos indicó el valor del (bpss), luego por medio del método de balance de materiales dinámico se estimaron presiones estáticas promedio del yacimiento para los pozos objeto de estudio.

ETAPA III: Determinación de la declinación energética asociada a los pozos de gas condensado en estudio, a partir de presiones estáticas obtenidas de las presiones de fondo fluyente.

Se analizaron en detalle las presiones estáticas obtenidas a partir de las presiones dinámicas, mediante la aplicación de la metodología de (BMD), para los

pozos en estudio, y su respectiva producción obtenida en la zona Central-Este y Oeste de acuerdo a la ubicación de los mismos en el yacimiento SBC-1, mediante gráficos (P/Z_{2f} VS Gpt) que permitieron obtener una tendencia aproximada al comportamiento energético real de ambas variables en función del tiempo y la producción acumulada.

ETAPA IV: Comparación de las presiones estáticas promedio, reales (obtenidas con las pruebas de restauración de presión build up) y estimadas (calculadas con la metodología de balance de materiales dinámico) y su influencia en la declinación energética.

Se cotejaron ambos resultados de presión, las obtenidas de las pruebas de restauración y las estimadas mediante el método de BMD, y luego se estableció un margen de diferencia entre cada una de ellas donde se observó el porcentaje de desviación entre los datos de presión reales y estimados parámetro que se consideró clave para la evaluación de la aplicabilidad de la técnica de BMD para la estimación de dichas presiones. Seguidamente, se determinó a través de las declinaciones energéticas para cada caso la influencia de las presiones estimadas en dicha declinación, en comparación con la de presiones reales, lo cual sirvió como parámetro de evaluación de la aplicación del método al yacimiento SBC-1.

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la realización de este proyecto de investigación, se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos:

3.5.1 Revisión Bibliográfica

Con el objeto de tener un mayor conocimiento y entendimiento del tema en estudio y obtener las bases teóricas necesarias para el desarrollo de esta investigación

se realizó una revisión bibliográfica, la cual estuvo conformada por libros, tesis de grado, informes realizados en el área de investigación que incluyen información y características de la investigación, de carácter técnico necesaria para el estudio.

3.5.2 Entrevistas

La entrevista supone la interacción verbal entre dos o más personas. En este sentido, se efectuaron consultas técnicas y de manera directa al personal especializado en el área objeto de estudio que labora en la gerencia de yacimiento de la empresa PDVSA, distrito Punta de Mata. Para esta investigación se aplicaron encuestas no estructuradas.

Los instrumentos utilizados para realizar esta investigación fueron:

3.5.3 Centinela (Centro de Información Técnica del Negocio Lagoven)

Es un sistema que actúa como centro de recopilación de todos los datos necesarios para cubrir las condiciones y necesidades actuales de producción. Permite el almacenamiento y uso de todos los parámetros y características referentes al comportamiento de producción de los pozos, procesamientos y utilización del gas, contabilización de crudos y productos además de mantener información actualizadas de las instalaciones y equipos de las divisiones de Occidente y Oriente.

3.5.4 Simde (Sistema Integral para Manejo de Documentos en Electrónico)

Sistema usado como base de datos que contiene información relacionada de los yacimientos con sus respectivos pozos, en la cual podemos buscar cada uno de los trabajos realizados en ellos así como informe de presiones, registros, informe

geológicos, diagramas, planos, informes financieros y análisis de las diversas pruebas realizadas.

3.6 RECURSOS

Se refiere a los recursos indispensables para hacer posible esta investigación, en cuanto al potencial humano, económico y material que prestaron acceso a la información. Se contó con una serie de recursos, a saber:

3.6.1 Humanos

Entre las personas que asesoraron esta investigación se pueden nombrar: asesores industriales, quienes pertenecen a la empresa PDVSA, Distrito Punta de Mata, Gerencia de Yacimientos. De igual forma se contó con el apoyo y asesoría de profesores de la Escuela de Ingeniería de Petróleo de la Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas.

3.6.2 Financieros

La empresa PDVSA, Distrito Punta de Mata, facilitó la ayuda económica para el desarrollo del trabajo de investigación durante el tiempo estipulado requerido por el mismo.

3.6.3 Materiales

Incluyo el material bibliográfico (libros, folletos, informes, manuales, artículos, archivos de la empresa, trabajos de investigación desarrollados en la Universidad de Oriente relacionados con el tema en estudio y demás fuentes de información), y materiales de oficina (computadoras, impresoras, papel, fotocopadoras, etc.).

3.6.4 Tecnológicos

La empresa facilitó los equipos tecnológicos para la recolección y procesamiento de datos; estos equipos estuvieron provistos con Windows XP y MS Office 97 (Word, Power Point, Excel), Internet; así como también programas de computación específicos para desarrollar la investigación como: OFM, CENTINELA, SIMDE, entre otros.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

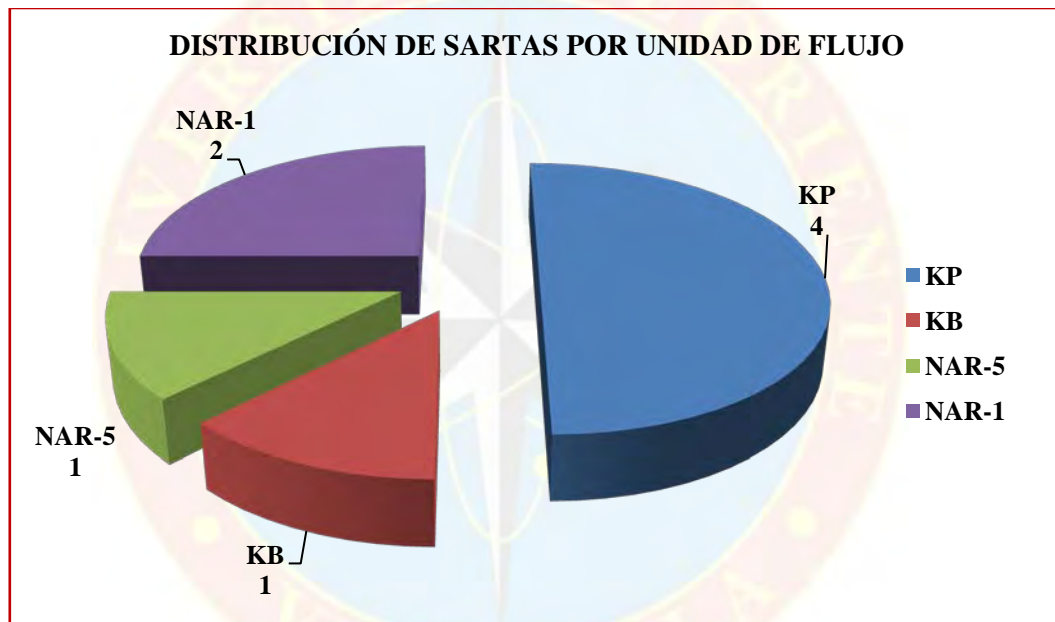
4.1 DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN ENERGÉTICA ASOCIADA A LOS POZOS DE GAS CONDENSADO EN ESTUDIO, A TRAVÉS DE DATOS DE PRESIÓN ESTÁTICAS

Para la determinación de la declinación energética de los pozos de gas condensado en estudio pertenecientes al Campo Santa Bárbara, los mismos fueron seleccionados basándose en los que presentaron por lo mínimo tres (3) pruebas de Restauración de Presión (build up - BUP), específicamente aquellos con datos de presión estática y dinámicas realizadas para la misma fecha, luego del inicio del proyecto de inyección de gas a alta presión implementado en Julio del año 2001, para dar mayor representatividad a la muestra con respecto a la tendencia de la declinación energética, para el cumplimiento de este objetivo se realizaron una serie de pasos:

4.1.1 Estudio y Recopilación de Información de la Zona Central-Este y Oeste del Yacimiento sbc-1, Campo Santa Bárbara

Con la finalidad de determinar el comportamiento energético del yacimiento SBC-1 conformado operacionalmente por las zonas Central-Este y Oeste, se efectuó una búsqueda y recopilación de información general referente a datos de presiones, factores de compresibilidad y gas total equivalente producido, de los pozos pertenecientes a estas áreas del yacimiento. Con el propósito de identificar el número de pozos de gas condensado activos en la zona de estudio y su respectiva ubicación; así como, también discretizarlos por la unidad de flujo en la cual producen actualmente.

Para el desarrollo de esta investigación se seleccionaron ocho (8) de veinte seis (26) pozos, debido a que estos cumplieron con las premisas necesarias para el desarrollo de la metodología del BMD, y a su vez contaron con un registro de información de presión estáticas y dinámicas (más de tres pruebas), realizadas luego del proceso de inyección, en los cuales las sartas productoras se encuentran distribuidas de acuerdo de acuerdo a la unidad de flujo donde se encuentra completada de la siguiente manera (Ver Gráfica 4.1)



**Gráfica 4.1 Distribución de sartas por unidad de flujo.
Fuente: Propia**

Realizada la distribución de cada una de las sartas, se determinó que el mayor número de éstas están completadas en la unidad de flujo KP con cuatro (4), seguidamente en NAR-1 con dos (2) y por último NAR-5 y KB con una (1) sarta respectivamente. Por consiguiente, se contaron con pozos completados en distintos horizontes productores, para la aplicación de la metodología de Balance de Materiales Dinámico.

Cabe destacar, que para el desarrollo de esta investigación se trabajó, con pozos pertenecientes a ambas zonas del yacimiento SBC-1, zona Central-Este y Oeste como se muestra a continuación. (Ver Tabla 4.1)

Tabla 4.1 Pozos por zona (Central-Este y Oeste). Fuente: Propia

POZO	
ZONA CENTRAL-ESTE	ZONA OESTE
SBC-93 U	SBC-62 L
SBC-49 L	SBC-52 L
SBC-11 C	SBC-61 L
SBC-14 C	
SBC-20 C	

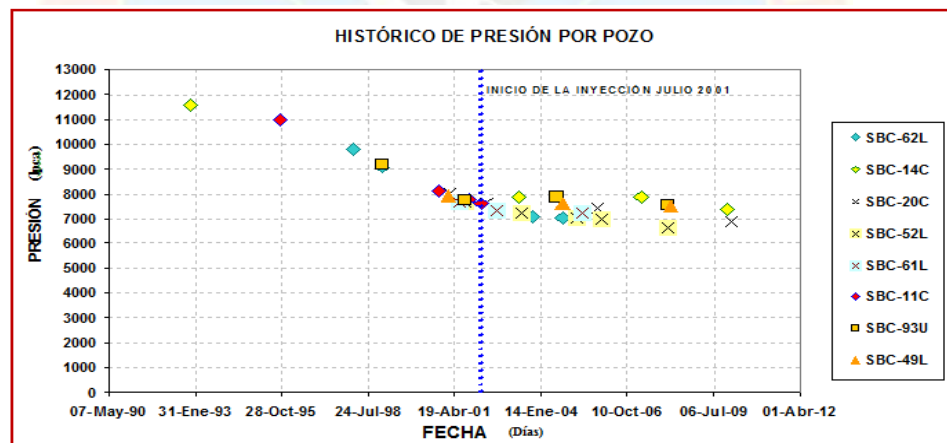
4.1.2 Comportamiento de Presión de los Pozos de Gas Condensado en Estudio Pertenecientes a las Zonas Central-Este y Oeste del Yacimiento SBC-1

El histórico de presión de los pozos en estudio perteneciente a las zonas Central-Este y Oeste del yacimiento SBC-1, utilizado para realizar el análisis energético, fue elaborado con presiones obtenidas mediante pruebas de restauración de presión. Las cuales fueron corregidas a una profundidad de referencia ya establecida para el campo Santa Bárbara (Datum 15800 pbnm).

En Julio del año 2001, se implementó un proyecto de recuperación secundaria por inyección de gas a alta presión (PIGAP II) con el objetivo de realizar un mantenimiento en la presión del yacimiento. Para contribuir así, a mantener la producción de los pozos pertenecientes al yacimiento y a su vez obtener una mayor recuperación de las reservas.

Realizado el histórico de presión de los pozos en estudio para el período, antes y después de darse inicio al proyecto de recuperación secundaria por inyección de

gas, (ver grafica 4.2), ambas zonas (Central-Este y Oeste) mostraron una significativa declinación de la energía, como resultado del vaciamiento (típico comportamiento de un yacimiento volumétrico) hasta mediados del año 2001. Posterior a esta fecha, la tendencia a la depletación se torna menos acelerada. Este comportamiento es debido a diversas razones: en primer lugar, al inicio del proceso de inyección de gas y segundo por el cierre de producción de varias sartas como consecuencia a la alta relación gas liquido (RGL) (sobre todo las que se encontraban completadas en la parte alta de la estructura) por tratarse de un yacimiento de gas condensado cuya presión se encuentra por debajo del punto de rocío (saturado). A raíz de esta variación en la declinación (desaceleración), se tomaron para este estudio datos de presión luego del inicio del proceso de inyección, para evitar el contraste de las pendientes causado por las tendencias de las declinaciones antes y después de implementarse el proyecto.



Gráfica 4.2 Histórico de presión para los pozos en estudio.
Fuente: Propia

4.1.3 Determinación de la Declinación Energética Asociada a los Pozos de Gas Condensado en Estudio, a través de Datos de Presión Estáticas

Para la determinación de la declinación energética de los pozos de gas condensado seleccionados; luego del cumplimiento de las premisas ya discutidas, se

construyeron gráficos de la relación de la presión estática (P_e) y el factor de compresibilidad del gas condensado (Z_{2f}) en función del gas total equivalente (G_{pt}), (P/ Z_{2f} vs G_{pt}). Obtenidas las presiones de pruebas dinámicas y de restauración de presión (Ver tabla 4.2) y el Z_{2f} tanto para las presiones dinámicas como estáticas se obtuvieron a través de la correlación de Rayes, Piper y McCain, la cual se utiliza para fluidos tipo gas condensado con las siguientes condiciones: ($1,1 \leq T_{sr} \leq 2,1$) y ($0,7 \leq P_{sr} \leq 20$), conociéndose como temperatura pseudoreducida el término (T_{sr}) y presión pseudoreducida a (P_{sr}), en función del Gas total equivalente (G_{pt}); el cual, toma en cuenta tanto el gas producido como el gas vaporizado del condensado asociado a dicho fluido, y que se determinó para la fecha de realización de la prueba. (Ver Tabla 4.3). Apéndice A.

La información mostrada en la tabla 4.2, de los pozos de gas condensado en estudio, fue obtenida mediante las pruebas de presión dinámicas y de restauración de presión build up, realizadas para cada una de las fechas, obteniéndose así datos estáticos como dinámicos de presión necesarios para determinación de la declinación energética para cada pozo. Cabe destacar que para el pozo SBC-62 L se consideró la prueba correspondiente al año 1998 ya que no presentó variación importante en la tendencia de su declinación y por ende se anexó al estudio.

Luego de haber obtenido los datos de presiones de interés para cada pozo, se procedió a calcular las variables restantes, para determinar la declinación energética, (Gas total equivalente, Z_{2f} correspondiente a las presiones estáticas y dinámicas). Mostradas en la tabla 4.3, en donde se obtuvo una serie de datos con respecto al factor de compresibilidad bifásico cuya variación dependió directamente del valor de presión utilizado para el cálculo de dichas variables.

Tabla 4.2 Muestra de pozos
Fuente: Propia

POZO	PRUEBA	FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (Ipc)	PWF (Ipc)
SBC- 49 L	BUILD UP	16/02/2001	7920,4	7650,0
		15/09/2004	7597,0	7278,7
		21/02/2008	7492,3	7259,0
SBC- 14 C	BUILD UP	01/05/2003	7943,0	7600,0
		27/03/2007	7885,0	7370,4
		15/12/2009	7336,8	7050,0
SBC- 61 L	BUILD UP	20/06/2001	7664,6	6450,0
		26/08/2002	7315,8	5991,3
		14/05/2005	7208,3	6083,9
SBC-62 L	BUILD UP	09/02/1998	9813,0	8462,1
		15/10/2003	7095,2	6200,0
		21/09/2004	7010,5	6142,1
SBC- 93 U	BUILD UP	03/09/2001	7899,8	7567,1
		15/07/2004	7765,5	7150,0
		27/01/2008	7533,0	7154,1
SBC- 20 C	BUILD UP	08/03/2001	8028,4	7440,0
		29/04/2002	7644,7	7025,3
		27/10/2005	7384,3	6850,0
SBC- 52 L	BUILD UP	04/06/2003	7217,8	7150,6
		24/02/2005	7026,8	6635,5
		19/12/2005	6961,3	6853,2
		22/01/2008	6655,7	6500,0
SBC- 11 U	BUILD UP	17/11/2002	7582,3	7350,0
		18/05/2005	7843,9	7507,0
		12/12/2009	7433,1	7230,0

Tabla 4.3 Gas equivalente y Z_{2f} (presión estática y de fondo fluyente)
Fuente: Propia

POZO	FECHA	GAS EQUIVALENTE (MMPCN)	(Z _{2f}) PRESIÓN ESTÁTICA	(Z _{2f}) PWF
SBC- 49 L	16/02/01	21927,317	1,30934	1,28671
	15/09/04	38020,386	1,28375	1,25836
	21/02/08	52738,396	1,27514	1,25662
SBC- 14 C	01/05/03	42170,090	1,31143	1,28270
	27/03/07	53657,069	1,30832	1,26719
	15/12/09	62662,990	1,26098	1,23807
SBC- 61 L	20/06/01	17033,468	1,28665	1,18728
	26/08/02	20776,880	1,25999	1,15709
	14/05/05	29531,818	1,25681	1,17234
SBC-62 L	09/02/98	2847,363	1,48277	1,35381
	15/10/03	20564,399	1,23942	1,16806
	21/09/04	21687,519	1,23571	1,16795
SBC- 93 U	03/09/01	21123,925	1,30811	1,28066
	15/07/04	40472,014	1,29750	1,24760
	27/01/08	77278,759	1,27900	1,24873
SBC- 20 C	08/03/01	32061,520	1,30882	1,25045
	29/04/02	38603,372	1,26977	1,21081
	27/10/05	55250,401	1,24516	1,19527
SBC- 52 L	04/06/03	30675,665	1,25336	1,24802
	24/02/05	41974,110	1,24076	1,21066
	19/12/05	49604,813	1,23440	1,22601
	22/01/08	65403,406	1,20930	1,19736
SBC- 11 C	17/11/02	19118,301	1,28379	1,26090
	18/05/05	27742,161	1,30565	1,27811
	12/12/09	45321,956	1,27357	1,25755

Para una información más detallada, referente a las ecuaciones usadas para la obtención de los resultados mostrados referente al gas total equivalente y al factor de compresibilidad del gas condensado tanto para presiones dinámicas como estáticas Ver Apéndice A.

Declinación Energética para los pozos de gas condensado en estudio del Yacimiento SBC-1, pertenecientes al Campo Santa Bárbara

Pozo SBC-49 L

Para este pozo se consideraron tres (3) pruebas de restauración de presión realizadas a partir del año 2001 hasta el 2008, y para las mismas fechas se determinaron presiones dinámicas y estáticas en la arena KB. (Ver tabla 4.4 y 4.5)

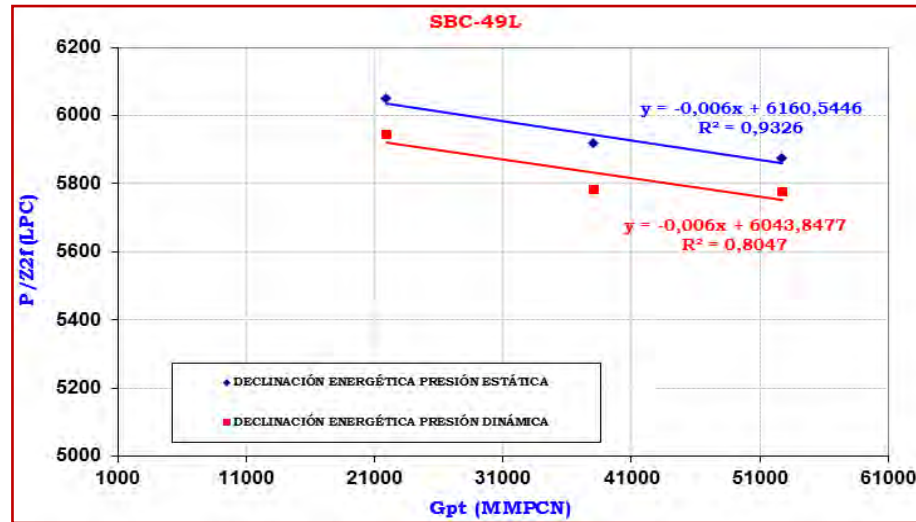
**Tabla 4.4 Datos Estáticos SBC-49 L.
Fuente: Propia**

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z_{2t})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z_{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
16/02/01	7920,4	1,30934	6049,140	21927,317	-0,006
15/09/04	7597,0	1,28375	5917,803	38020,386	
21/02/08	7492,3	1,27514	5875,610	52738,396	

**Tabla 4.5 Datos Dinámicos SBC-49 L.
Fuente: Propia**

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z_{2t})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z_{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
16/02/01	7650,0	1,28671	5945,409	21927,317	-0,006
15/09/04	7278,7	1,25836	5784,271	38020,386	
21/02/08	7259,0	1,25662	5776,623	52738,396	

La declinación energética para los datos de presión estática como de fondo fluyente fue de -0,006 lpc/MMPCN, lo que representa un 0% de error entre ambas curvas. Mediante este comportamiento se infiere un régimen de flujo pseudo-estable ya que, las caídas de presión tanto estáticas (P_e) como dinámicas (P_{wf}), declinan en una misma proporción en función del tiempo, manteniendo una misma tendencia. Lo que indica que cumple o se corrobora con uno de los enunciados más importantes de esta técnica de balance de materiales dinámico (BMD). (Ver Gráfica 4.3)



Gráfica 4.3 Declinación Energética SBC-49 L
Fuente: Propia

Pozo SBC-14 C

Para este pozo se consideraron tres (3) pruebas de Restauración de Presión realizadas a partir del año 2003 hasta el 2009, fechas para las cuales se determinaron presiones dinámicas y estáticas, en la arena NAR-5, (Ver tabla 4.6 y 4.7)

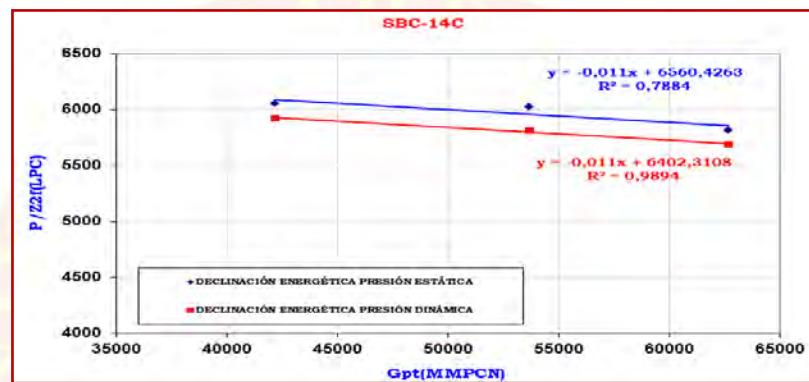
Tabla 4.6 Datos Estáticos SBC-14 C

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
01/05/03	7943,0	1,31143	6056,748	42170,090	-0,011
27/03/07	7885,0	1,30832	6026,835	53657,069	
15/12/09	7336,8	1,26098	5818,346	62662,990	

Tabla 4.7 Datos Dinámicos SBC-14 C

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
01/05/03	7600,0	1,28270	5925,012	42170,090	-0,011
27/03/07	7370,4	1,26719	5816,341	53657,069	
15/12/09	7050,0	1,23807	5694,330	62662,990	

En la gráfica 4.4 Se puede observar que las declinaciones energéticas para ambos casos presentan una misma tendencia con un valor de $-0,011$ lpc/MMPCN, lo que refleja un ajuste entre la determinada con las presiones estáticas (P_e) y presiones dinámicas (P_{wf}), confirmando de esta manera que la caída de presión para ambas curvas son proporcionales en función del tiempo (teoría bajo la cual se fundamenta el principio del balance de materiales dinámico).



Gráfica 4.4 Declinación Energética SBC-14 C.
Fuente: Propia

Pozo SBC-61 L

Para este pozo se consideraron tres (3) pruebas de restauración de presión realizadas a partir del año 2001 hasta el 2005 en la arena KP, fechas en las cuales se determinaron presiones estáticas y dinámicas. (Ver tabla 4.8 y 4.9)

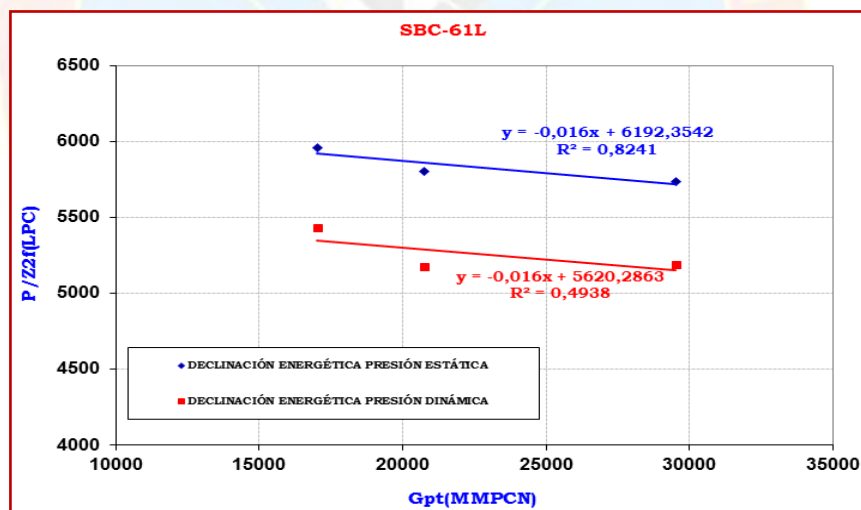
Tabla 4.8 Datos Estáticos SBC-61 L.
Fuente: Propia

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z_{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
20/06/01	7664,6	1,28665	5956,975	17033,468	-0,016
26/08/02	7315,8	1,25999	5806,247	20776,880	
14/05/05	7208,3	1,25681	5735,419	29531,818	

Tabla 4.9 Datos Dinámicos SBC-61 L.
Fuente: Propia

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
20/06/01	6450,0	1,18728	5432,592	17033,468	-0,016
26/08/02	5991,3	1,15709	5177,903	20776,880	
14/05/05	6083,9	1,17234	5189,562	29531,818	

La gráfica 4.5 muestra una declinación energética para presiones estáticas (Pe) y presiones de fondo fluente (Pwf), con pendientes de -0,016 lpc/MMPCN respectivamente, demostrando declinaciones proporcionales entre ambas curvas en el tiempo, lo cual permite inferir el posible estado de pseudo-estabilidad alcanzado por dicho pozo, además corrobora que a pesar de la dispersión de los puntos tomados para la determinación de la declinación estos se ajustan a la tendencia



Gráfica 4.5 Declinación Energética SBC-61 L.
Fuente: Propia

Pozo SBC-62 L

Para el estudio energético del pozo SBC-62 L se tomaron en cuenta tres (3) pruebas de restauración de presión realizadas a partir del año 1998 hasta el 2004 en la arena KB, fechas en las cuales se determinaron presiones estáticas y dinámicas. (Ver tabla 4.10 y 4.11)

Tabla 4.10 Datos Estáticos SBC-62 L.

Fuente: Propia

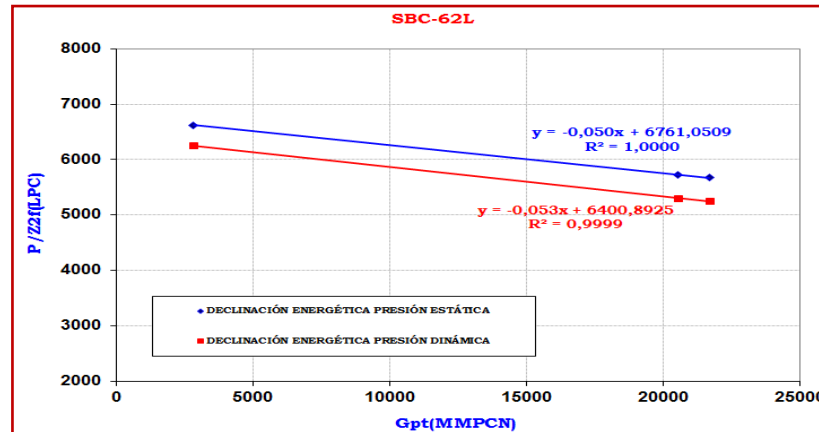
FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z_{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
09/02/98	9813,0	1,48277	6618,064	2847,363	-0,050
15/10/03	7095,2	1,23942	5724,648	20564,399	
21/09/04	7010,5	1,23571	5673,226	21687,519	

Tabla 4.11 Datos Dinámicos SBC-62 L.

Fuente: Propia

FECHA	PWF (lpc)	(Z_{2f})	PWF/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
09/02/98	8462,1	1,35381	6250,616	2847,363	-0,053
15/10/03	6200,0	1,16806	5307,956	20564,399	
21/09/04	6142,1	1,16795	5258,867	21687,519	

En la gráfica 4.6 se muestran las declinaciones energéticas correspondientes a los datos estáticos así como también de los datos dinámicos de presión; las cuales, presentan valores de pendiente de -0,050 lpc/MMPCN y -0,053 lpc/MMPCN respectivamente lo que representó un margen de error de 5,1% en lo que respecta a la declinación proporcional con el tiempo, que se consideró aceptable para la comparación de las declinaciones.



Gráfica 4.6 Declinación Energética SBC-62 L.
Fuente: Propia

Los pozos restantes presentaron una tendencia similar a la observada en los ya analizados, debido a que para la realización de la investigación sólo se consideraron los que mostraron declinaciones proporcionales para ambas curvas con del tiempo (dinámicas y estáticas). Lo cual, es la base fundamental de la técnica que evaluamos. Es oportuno acotar que la tendencia de ambas declinaciones se trazó considerando como mínimo tres puntos de presión tanto dinámica como estática para la misma fecha, Para observar con más detalle la declinación energética para la totalidad de los pozos. Ver Apéndice B.

4.2 ESTIMACIÓN DE PRESIONES ESTÁTICAS PROMEDIO DE YACIMIENTO DE LOS POZOS DE GAS CONDENSADO EN ESTUDIO DEL CAMPO SANTA BÁRBARA, A PARTIR DE PRESIONES DINÁMICAS (DE FONDO FLUYENTE)

Partiendo de datos reales obtenidos de pruebas de presión dinámicas, realizadas para la misma fecha de las pruebas estáticas utilizadas para el desarrollo del objetivo 4.1, a los pozos de gas condensado en estudio del yacimiento SBC-1, se aplicó un método gráfico correspondiente a la determinación de la constante de

proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss), luego por medio de la aplicación de la metodología de balance de materiales dinámico se estimaron presiones estáticas promedio del yacimiento, para cada uno de los pozos partiendo de presiones de fondo fluyente; desarrollándose de la forma como se especifica a continuación:

4.2.1 Cálculo de Constante de Proporcionalidad de Presión del Yacimiento (bpss) para los Pozos de Gas Condensado en Estudio del Campo Santa Bárbara

El cálculo de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss) se realizó mediante un método gráfico, el cual se determinó del corte con el eje de las ordenadas al realizar la gráfica de $(P_i - P_{wf})/Q_{gt}$ en función de G_{pt}/Q_{gt} , método que se considera sencillo, completo y directo, ya que toma en cuenta de manera implícita los cambios de permeabilidad y variación de daño en la formación. Este procedimiento conjuntamente con el cálculo de cada una de las variables anteriormente nombradas como; el gas total equivalente (G_{pt}), que fue calculado para el cumplimiento del objetivo 4.1, y la tasa total equivalente de gas (Q_{gt}), se realizó a cada uno de los pozos de la muestra, para el período de tiempo analizado (Ver tabla 4.12), para mayor detalle Ver Apéndice A.

Tabla 4.12 Cálculo de tasa total equivalente de gas.
Fuente: Propia

POZO	FECHA	tasa real de gas (MPCN/D)	tasa real de petróleo (BN/D)	Gravedad API	GE	Mc	Fg	Qgt (MMPCN)/D
SBC-49L	16/02/01	12949,3	1213,1	34,6	0,852	211,986	533,676	13,597
	15/09/04	10797,4	1029,0	42,6	0,813	165,777	651,077	11,467
	21/02/08	11953,0	1207,9	43,7	0,808	160,952	666,382	12,758
SBC-14C	01/05/03	8494,0	1418,6	34,2	0,854	214,982	527,508	9,242
	27/03/07	8461,9	937,0	42,4	0,814	166,685	648,274	9,069
	15/12/09	8603,1	969,1	42,4	0,814	166,685	648,274	9,231
SBC-61L	20/06/01	10059,0	868,5	34,5	0,852	212,727	532,137	10,521
	26/08/02	8413,6	1012,6	41,0	0,820	173,333	628,468	9,050
	14/05/05	7805,1	644,4	42,0	0,816	168,532	642,648	8,219
SBC-62L	09/02/98	10227,2	1861,0	31,6	0,868	236,732	486,681	11,133
	15/10/03	8005,3	631,8	37,7	0,836	191,321	580,486	8,372
	21/09/04	6235,5	409,8	37,7	0,836	191,321	580,486	6,473
SBC-93U	03/09/01	19429,7	1897,1	39,6	0,827	180,534	608,338	19,218
	15/07/04	17822,6	2293,8	39,6	0,827	180,534	608,338	20,584
	27/01/08	29103,6	2516,1	41,8	0,817	169,471	639,825	30,713
SBC-20C	08/03/01	11881,2	1685,7	34,0	0,855	216,512	524,413	12,765
	29/04/02	12837,8	1618,4	39,7	0,827	180,000	609,787	13,825
	27/10/05	13935,6	1417,7	41,2	0,819	172,351	631,317	14,831
SBC-52L	04/06/03	14145,9	1557,6	41,5	0,818	170,899	635,579	15,136
	24/02/05	21952,0	2174,3	41,5	0,818	170,899	635,579	23,334
	19/12/05	24231,1	2129,1	41,5	0,818	170,899	635,579	25,584
	22/01/08	22722,3	1839,0	43,6	0,808	161,379	664,998	23,945
SBC-11C	17/11/02	415,2	1111,8	36,0	0,845	202,126	555,031	16,810
	18/05/05	17971,2	2377,7	36,0	0,845	202,126	555,031	17,020
	12/12/09	28358,1	2906,9	40,1	0,825	177,895	615,565	19,530

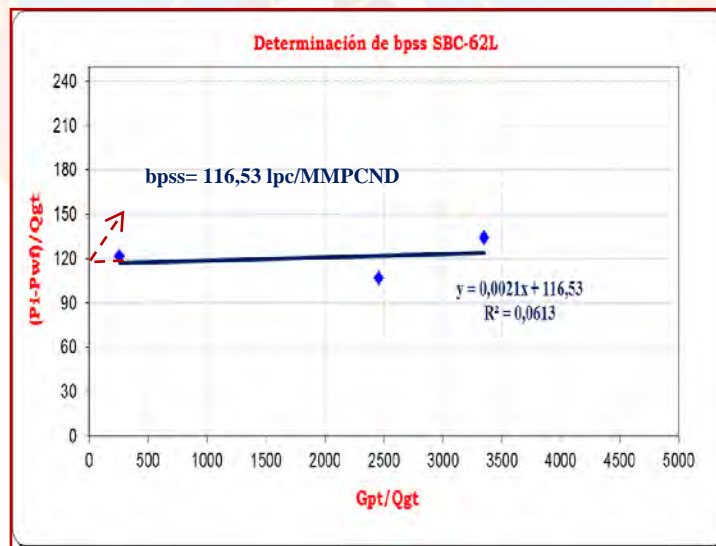
Luego de obtener los valores de Qgt (tasa total equivalente de gas) y conociendo previamente los valores de Gpt (Gas total equivalente), datos de presión estática y dinámicas para una misma fecha, se procedió a determinar la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bps), la cual representa para este caso un gradiente de proporción de presión, que a su vez multiplicado por la tasa total de gas equivalente y adicionándole la presión de fondo fluyente, permite estimar las presiones estáticas del yacimiento (Ver Ec 2.6), A continuación se muestran los resultados para los pozos SBC-62 L y SBC- 61 L:

POZO SBC-62 L

Tabla 4.13 Datos del pozo SBC-62 L.
Fuente: Propia

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt(MMPC N/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc/MMPCND)
09/02/98	9813,0	8462,1	11,13291	121,344	2847,363	255,761	116,53
15/10/03	7095,2	6200,0	8,37205	106,930	20564,399	2456,315	
21/09/04	7010,5	6142,1	6,47338	134,143	21687,519	3350,260	

Para el pozo SBC-62L, se obtuvo un valor para la constante de proporcionalidad de presión de yacimiento (bpss) de 116,53 lpc/MMPCND, lo que representa en términos energéticos el valor en el cual disminuye la presión por cada millón de pies cubico de gas total equivalente producido por día (impactando su área de drenaje). (Ver Grafica 4.7)



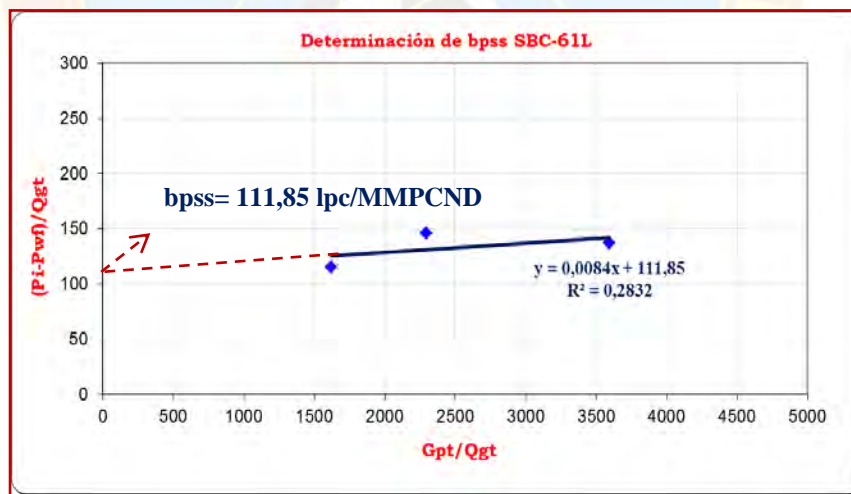
Gráfica 4.7 Cálculo del bpss para el pozo SBC-62 L.
Fuente: Propia

POZO SBC-61 L

Tabla 4.14 Datos del pozo SBC-61 L.
Fuente: Propia

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt(MMPCN/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc/MMPCND)
20/06/01	7664,6	6450,0	10,521	115,440	17033,468	1618,972	111,85
26/08/02	7315,8	5991,3	9,050	146,358	20776,880	2295,791	
14/05/05	7208,3	6083,9	8,219	136,803	29531,818	3593,019	

El pozo SBC-61L, presento un valor de la bpss de 111,85 lpc/MMPCND, lo que indica en términos energéticos al igual que el pozo anterior el valor en el cual disminuye la presión por cada millón de pies cubico de gas total equivalente producido por día (impactando su área de drenaje). (Ver Grafica 4.8)



Gráfica 4.8 Cálculo del bpss para el pozo SBC-61 L.
Fuente: Propia

Luego de realizado el cálculo de (bpss) para los pozos en estudio, no se observó un único valor de la “bpss” obtenidas; condición entendible ya que cada pozo posee

condiciones o características específicas de yacimiento como lo son: permeabilidad (K), daño (S), radio de drenaje, radio aparente, Ver ecuación 2.6, y que a su vez influyen en la Qgt y la Pwf, y por consiguiente al valor del bpss. A continuación se muestran los valores del bpss para todos los pozos (Ver Tabla 4.15)

Tabla 4.15 Constantes de proporcionalidad de presiones (bpss).
Fuente: Propia

POZO	SBC-49 L	SBC-14 C	SBC-61 L	SBC-62 L	SBC-93 U	SBC-20 C	SBC-52 L	SBC-11 C
bpss (lpc/MMPCND)	21,49	48,71	111,85	116,53	7,78	52,73	19,11	20,74

Para una información más detallada referente al procedimiento realizado para el cálculo de la constante de proporcionalidad de presión de yacimiento (bpss) para los pozos restantes Ver Apéndice C.

4.2.2 Estimación de Presiones Estáticas Promedio de Yacimiento de los Pozos de Gas Condensado en Estudio, del Campo Santa Bárbara, a Partir de Presiones Dinámicas

Luego de realizado el cálculo de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss), para los pozos objeto de estudio se procedió al cálculo de las presiones estáticas a partir de las presiones dinámicas (Pwf) Ver apéndice C, a través de la ecuación:

$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss) \quad \text{Ec.(2.6)}$$

En la tabla 4.16 se muestran los valores de presión estáticas calculadas por la metodología de Balance de Materiales Dinámico (BMD) y su posterior comparación con las presiones estáticas reales (determinadas mediante pruebas de restauración de presión), obteniéndose como resultado porcentajes de error relativo por debajo de 7%

y un porcentaje de error promedio menor a 4% para la totalidad de las presiones pertenecientes a la muestra en estudio. El incremento en el porcentaje de error en algunos pozos para fechas específicas pudieran atribuirse a la variación en algunos casos de la presión de fondo fluyente (pwf), como resultado de algún reacondicionamiento (Estimulación, cambio de reductor), el cual pudo afectar directamente el cálculo de la constante de proporcionalidad de presión (bpss), y por lo tanto el valor de la presión estática estimada. Por consiguiente, dados los resultados obtenidos de las presiones estimadas se podrían considerar aceptables en función de los errores calculados, por lo que se puede sugerir la aplicación de la metodología de BMD.

Lo antes mencionado se pudo corroborar en el histograma de frecuencia del porcentaje de error de las presiones estimadas (Ver Grafica 4.9), donde se puede apreciar que el 88,89% de los valores de presión estáticas estimadas por la metodología de Balance de Materiales Dinámico en comparación con las presiones reales, se encuentran por debajo del 5 % de error y para la totalidad de la muestra se encuentra por debajo de 7 %. Por consiguiente se concluye que, la metodología de balance de materiales dinámico es aceptable para la estimación de presiones estáticas a partir de presiones de fondo fluyente; siempre y cuando se cumpla con las premisas mínimas para la aplicación de la misma.

Tabla 4.16 Presiones estáticas estimadas.
Fuente: Propia

POZO	FECHA	PRESIONES REALES (lpc)	PRESIONES ESTIMADAS (lpc)	%ERROR	ERROR PROMEDIO
SBC-49 L	16/02/2001	7920,4	7942,2	0,27	0,59
	15/09/2004	7597,0	7525,1	0,96	
	21/02/2008	7492,3	7533,1	0,54	
SBC-14 C	01/05/2003	7943,0	8050,1	1,33	1,48
	27/03/2007	7875,0	7812,2	0,93	
	15/12/2009	7336,8	7499,6	2,17	
SBC-61 L	20/06/2001	7664,6	7626,8	0,50	2,63
	26/08/2002	7315,8	7003,5	4,46	
	14/05/2005	7208,3	7003,2	2,93	
SBC-62 L	09/02/1998	9813,0	9759,5	0,55	1,11
	15/10/2003	7095,2	7175,6	1,12	
	21/09/2004	7010,5	6896,4	1,65	
SBC-93 U	03/09/2001	7899,8	7716,7	2,37	3,5
	15/07/2004	7765,5	7310,2	6,23	
	27/01/2008	7533,0	7393,1	1,89	
SBC-20 C	08/03/2001	8028,4	8113,1	1,04	1,9
	29/04/2002	7644,7	7754,3	1,41	
	27/10/2005	7384,3	7632,0	3,25	
SBC-52 L	04/06/2003	7217,8	7439,9	2,98	3,32
	24/02/2005	7026,8	7081,5	0,77	
	19/12/2005	6961,3	7342,2	5,19	
	22/01/2008	6655,7	6957,7	4,34	
SBC-11 C	17/11/2002	7582,3	7698,7	1,51	1,45
	18/05/2005	7843,9	7860,1	0,21	
	12/12/2009	7433,1	7635,1	2,65	



Gráfica 4.9 Histograma de frecuencia del porcentaje de error de las presiones estimadas
Fuente: Propia

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DECLINACIÓN ENERGÉTICA ASOCIADA A LOS POZOS DE GAS CONDENSADO EN ESTUDIO, A PARTIR DE PRESIONES ESTÁTICAS OBTENIDAS DE LAS PRESIONES DE FONDO FLUYENTE

Para la determinación de la declinación energética asociada a los pozos de gas condensado en estudio, se construyeron gráficos de (P/Z_{2f}) , en función del gas total equivalente (Gpt), una vez obtenidas las presiones a través del método de balance de materiales dinámico, y el valor de Z_{2f} para las presiones estáticas estimadas se calculó a través de la correlación de Rayes, Piper y Mc Caín, debido a que como se expuso en el objetivo 4.1, es la que se utiliza para fluidos tipo gas condensado con las siguientes condiciones: $(1,1 \leq Tsr \leq 2,1)$ y $(0,7 \leq Psr \leq 20)$, (Ver tabla 4.17) .Con relación a el gas total equivalente se utilizó el mismo valor obtenido en el desarrollo del objetivo 4.1, correspondiente a la misma fecha.

Tabla 4.17 Z_{2f} Para presiones estimadas – gas total equivalente.
Fuente: Propia

POZO	PRESIONES ESTIMADAS (lpc)	Z_{2f}	GPT (MMPCN)
SBC-49 L	7942,2	1,31118	21927,317
	7525,1	1,27798	38020,386
	7533,1	1,27841	52738,396
SBC-14 C	8050,1	1,32050	42170,090
	7812,2	1,30243	53657,069
	7499,6	1,27412	62662,990
SBC-61 L	7626,8	1,28510	17033,468
	7003,5	1,23870	20776,880
	7003,2	1,23455	29531,818
SBC-62 L	9759,5	1,48873	2847,363
	7175,6	1,22475	20564,399
	6896,4	1,19934	21687,519

SBC-93 U	7716,7	1,29295	21123,925
	7310,2	1,26044	40472,014
	7393,1	1,26776	77278,759
SBC-20 C	8113,1	1,34227	32061,520
	7754,3	1,31291	38603,372
	7632,0	1,30491	55250,401
SBC-52 L	7439,9	1,27521	30675,665
	7081,5	1,22963	41974,110
	7342,2	1,25967	49604,813
	6957,7	1,23151	65403,406
SBC-11 C	7698,7	1,29331	19118,301
	7860,1	1,30698	27742,161
	7635,1	1,28967	45321,956

El cálculo del factor de compresibilidad del gas condensado (Z_{2f}), para las presiones estimadas de todos los pozos se muestran en el Apéndice A, Seguidamente luego del cálculo del Z_{2f} se procedió a determinar la declinación energética para cada pozo, de manera similar al desarrollo del objetivo 4.1, por lo que se consideraron los pozos SBC-62 L Y SBC-14 C, SBC-49 L y SBC-61 L, como muestra, y los restantes se exponen en el apéndice D:

Pozo SBC-62 L

Para este pozo se consideraron datos de presiones estáticas promedio obtenidas mediante la aplicación del Balance de Materiales Dinámico (BMD) ver tabla 4.16, tomando en cuenta tres (3) pruebas de presión dinámicas realizadas a partir del año 1998 hasta el 2004 en la arena KB, mediante la cuales se estimaron las presiones estáticas utilizadas.(Ver tablas 4.18 y 4.19).

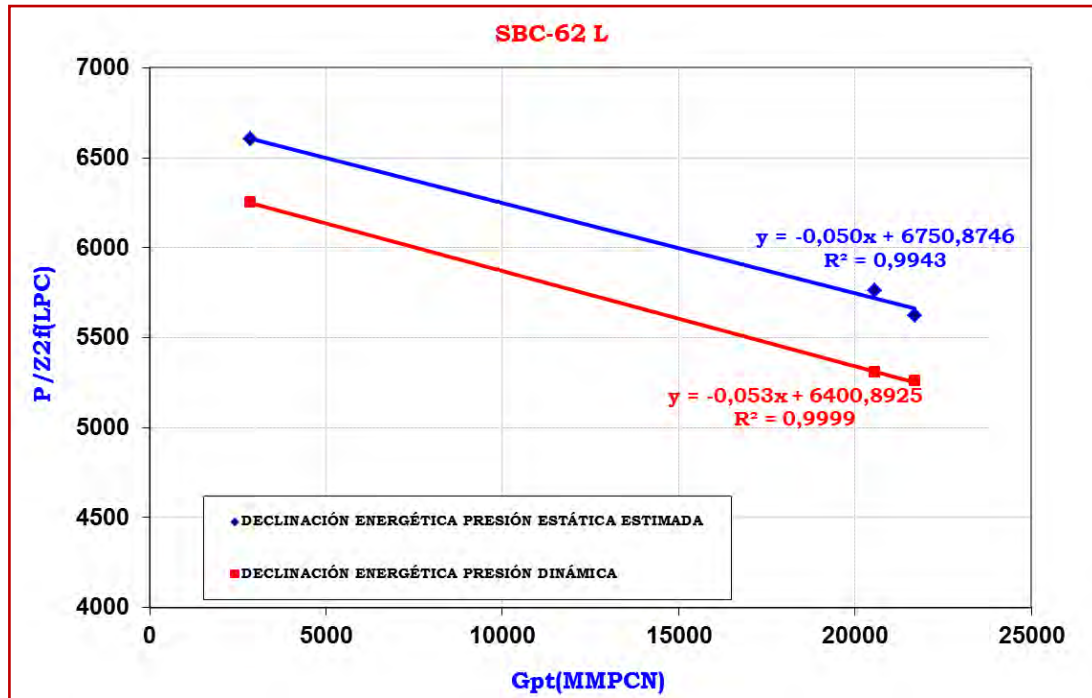
Tabla 4.18 Datos estáticos estimados SBC- 62 L.**Fuente: Propia**

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA ESTIMADA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTIMADA/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
09/02/98	9759,5	1,48873	6555,587	2847,363	-0.050
15/10/03	7175,6	1,22475	5858.828	20564,399	
21/09/04	6896,4	1,19934	5750,162	21687,519	

Tabla 4.19 Datos dinámicos SBC- 62 L.**Fuente: Propia**

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
09/02/98	8462,1	1,35380	6250,616	2847,363	-0,053
15/10/03	6200,0	1,16805	5307,956	20564,399	
21/09/04	6142,1	1,16794	5258,867	21687,519	

En la gráfica 4.10 se puede apreciar la declinación energética del pozo SBC-62 L elaborada con presiones estáticas estimadas de yacimiento a partir de presiones de fondo fluyente (Pwf), en comparación con la declinación energética elaborada con presiones dinámicas, mostrando declinaciones de -0.050 lpc/MMPCN para la curva de datos estáticos y de -0.053 lpc/MMPCN para la curva elaborada con datos dinámicos de presión, con una diferencia entre ambas pendientes de 6%, lo cual se puede atribuir al hecho de que las presiones estáticas estimadas son aproximaciones a las presiones estáticas reales, lo que se traduce en cierto grado de desviación o un porcentaje (aunque mínimo) de error en el cálculo de las mismas.



Gráfica 4.10 Declinación Energética SBC-62 L.

Fuente: Propia

Pozo SBC-14 C

En este pozo se tomaron en cuenta datos de presiones estáticas promedio obtenidas mediante la aplicación del Balance de Materiales Dinámico ver tabla 4.16, partiendo de tres (3) pruebas de presión dinámica realizadas desde el año 2003 hasta el 2009 en la arena NAR-5, mediante la cuales se estimaron las presiones estáticas utilizadas.(Ver tablas 4.20 y 4.21).

Tabla 4.20 Datos estáticos estimados SBC- 14 C.

Fuente: Propia

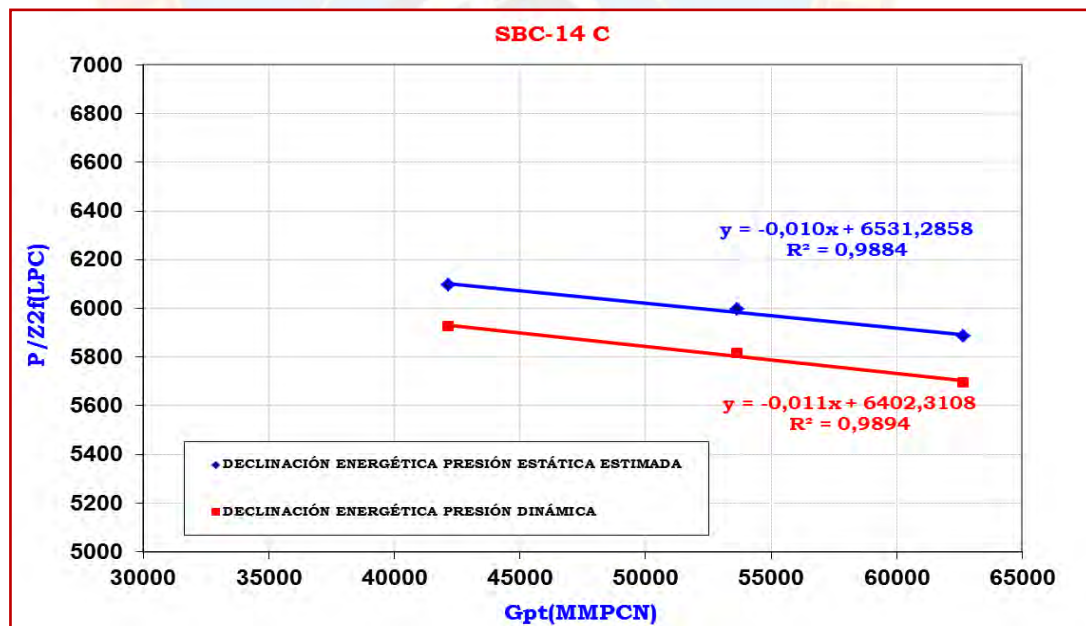
FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA ESTIMADA (lpc)	(Z_{2f})	PRESIÓN ESTIMADA/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
01/05/03	8050,1	1,32050	6096,277	2847,363	-0.010
27/03/07	7812,2	1,30243	5998,139	20564,399	
15/12/09	7499,6	1,27412	5886,089	21687,519	

Tabla 4.21 Datos dinámicos SBC- 14 C.

Fuente: Propia

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
01/05/03	7600,0	1,28270	5925,012	42170,090	-0,011
27/03/07	7370,4	1,26719	5816,341	53657,069	
15/12/09	7050,0	1,23807	5694,330	62662,990	

La Gráfica 4.11 muestra una declinación energética de -0.010 lpc/MMPCN para los datos estimados de presión, mientras que la curva referente a datos dinámicos presenta una declinación de -0.011 lpc/MMPCN, existiendo un margen de error entre ambas de 10%. Resultados los cuales reflejan discrepancia con respecto a dichas tendencias en función del tiempo, como consecuencia de los errores existentes en las presiones estimadas en comparación con las reales, que a su vez repercuten en una desviación en la tendencia de la curva, a pesar de presentar un ajuste aproximadamente del 98%.



Gráfica 4.11 Declinación Energética SBC-14 C.

Fuente: Propia

Pozo SBC-49 L

En este pozo se consideraron datos de presiones estáticas promedio obtenidas mediante la aplicación de la metodología de BMD ver tabla 4.16, partiendo de tres (3) pruebas de presión dinámicas realizadas a partir del año 2001 hasta el 2008 en la arena KB, mediante las cuales se estimaron las presiones estáticas utilizadas. (Ver tablas 4.22 y 4.23).

Tabla 4.22 Datos estáticos estimados SBC- 49 L.
Fuente: Propia

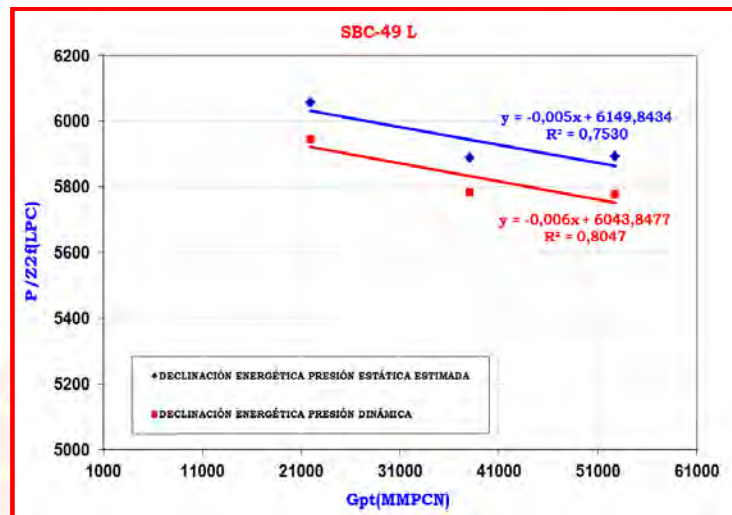
FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA ESTIMADA (lpc)	(Z_{2f})	PRESIÓN ESTIMADA/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
16/02/01	7942,2	1,31118	6057,273	21927,317	-0,005
15/09/04	7525,1	1,27798	5888,268	38020,386	
21/02/08	7533,1	1,27841	5892,560	52738,396	

Tabla 4.23 Datos dinámicos SBC- 49 L.
Fuente: Propia

FECHA	PWF (lpc)	(Z_{2f})	PWF/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
16/02/01	7650,0	1,28671	5945,409	21927,317	-0,006
15/09/04	7278,7	1,25836	5784,271	38020,386	
21/02/08	7259,0	1,25662	5776,623	52738,396	

En la gráfica 4.12 se puede apreciar la declinación energética del pozo SBC-49 L elaborada con presiones estáticas estimadas de yacimiento a partir de presiones de fondo fluente (Pwf), en comparación con la declinación energética elaborada con presiones dinámicas, mostrando declinaciones de -0.005 lpc/MMPCN para la curva de datos estáticos y de -0.006 lpc/MMPCN para la curva elaborada con datos dinámicos de presión, reflejando una diferencia entre ambas pendientes de 20%, lo cual se atribuye a que las presiones estáticas estimadas a pesar de mantener un

diferencia aceptable (menor a 5%) en comparación con las presiones estáticas reales, modifica la tendencia final de la curva de declinación determinada para este estudio.



Gráfica 4.12 Declinación Energética SBC-49 L.
Fuente: Propia

Pozo SBC-61 L

tomando en cuenta tres (3) pruebas de presión dinámicas realizadas a partir del año 2001 hasta el 2005 en la arena KP, se estimaron presiones estáticas promedio, mediante la aplicación del Balance de Materiales Dinámico (BMD), , mediante las cuales se estimaron las presiones estáticas utilizadas. (Ver tablas 4.24 y 4.25).

Tabla 4.24 Datos estáticos estimados SBC- 61 L.

Fuente: Propia

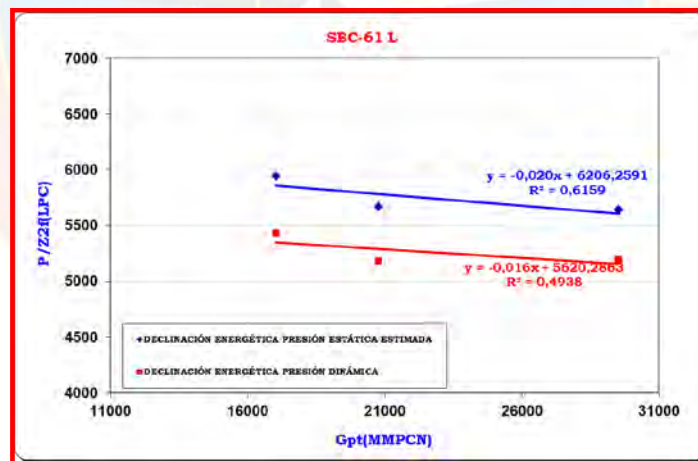
FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA ESTIMADA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTIMADA /(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
17/11/02	7626,8	1,28510	5934,791	17033,468	-0,020
18/05/05	7003,5	1,23870	5653,669	20776,880	
12/12/09	7003,2	1,23455	5672,674	29531,818	

Tabla 4.25 Datos dinámicos SBC- 61 L.

Fuente: Propia

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
17/11/02	6450,0	1,18728	5432,592	17033,468	-0,016
18/05/05	5991,3	1,15709	5177,903	20776,880	
12/12/09	6083,9	1,17234	5189,562	29531,818	

La Gráfica 4.13 muestra una declinación energética de -0.020 lpc/MMPCN para los datos estimados de presión, mientras que la curva referente a datos dinámicos presenta una declinación de -0.016 lpc/MMPCN, existiendo un margen de error entre ambas de 20%, lo cual se atribuye como ya se ha venido explicando anteriormente a las pequeñas diferencias existentes entre ambas presiones (reales y estimadas), siendo esta última con las cuales se elaboraron las curvas de declinación energética, para el cumplimiento de este objetivo.



Gráfica 4.13 Declinación Energética SBC-11 C.

Fuente: Propia

En los pozos restantes se observa comportamiento con el mismo patrón al de los pozos ya analizado (SBC-62 L Y SBC-14 C, SBC-49 L, SBC-61 L), en los cuales las tendencias de sus declinaciones con respecto a las presiones estáticas estimadas y

las presiones dinámicas presentan variaciones en su proporcionalidad en función del tiempo, debido a que las presiones estimadas difieren en pequeñas magnitudes con respecto a las presiones reales, lo que trae como consecuencia un arrastre de error y por ende exista discrepancia entre sus pendientes en el periodo de tiempo analizado que se incrementa con la determinación de la declinación energética, que según los datos de presiones reales representa una declinación energética proporcional en función del tiempo de ambas curvas; Por consiguiente el método de balance de materiales dinámico arrojó resultados positivos para la estimación de presiones estáticas de yacimiento a partir de presiones de fondo fluyente con errores por debajo del 5% para la mayoría de los datos, por otra parte resultó con variaciones considerables en el porcentaje de error en lo que respecta a la declinación proporcional de ambas curvas, (dinámica y estática estimada) (Ver tabla 4.26), como consecuencia de lo antes expuesto (las pequeñas variaciones entre las presiones reales y estimadas modifican la tendencia de la declinación determinada). A pesar de que en algunos casos se reflejaron altos porcentajes de ajustes entre las tendencias de dichas declinaciones (hasta de 99%).

Tabla 4.26 Resultado de las declinaciones

POZO	FECHA	GPT (MMPCN)	PRESIONES ESTIMADAS (lpc)	PWF (lpc)	PRESIONES ESTIMADAS/Z _{2r}	PWF/Z _{2r}	DEC. ESTÁTICA	DEC. DINÁMICA	% ERROR
SBC-49 L	16/02/2001	21927,317	7942,2	7650,00	6057,273	5945,409	-0,005	-0,006	20,00
	15/09/2004	38020,386	7525,1	7278,70	5888,268	5784,271			
	21/02/2008	52738,396	7533,1	7259,00	5892,560	5776,623			
SBC-14 C	01/05/2003	42170,090	8050,1	7600,0	6096,277	5925,012	-0,010	-0,011	10,00
	27/03/2007	53657,069	7812,2	7370,4	5998,139	5816,341			
	15/12/2009	62662,990	7499,6	7050,0	5886,089	5694,330			
SBC-61 L	20/06/2001	17033,468	7626,8	6450,0	5934,791	5432,592	-0,020	-0,016	20,00
	26/08/2002	20776,880	7003,5	5991,3	5653,669	5177,903			
	14/05/2005	29531,818	7003,2	6083,9	5672,674	5189,562			
SBC-62 L	09/02/1998	2847,363	9759,5	8462,1	6555,587	6250,616	-0,050	-0,053	6,00
	15/10/2003	20564,399	7175,6	6200,0	5858,828	5307,956			
	21/09/2004	21687,519	6896,4	6142,1	5750,162	5258,867			
SBC-93 U	03/09/2001	21123,925	7716,7	7567,1	5972,475	5908,777	-0,002	-0,003	50,00
	15/07/2004	40472,014	7310,2	7150,0	5870,648	5731,004			

	27/01/2008	77278,759	7393,1	7154,1	5831,623	5729,094			
SBC-20 C	08/03/2001	32061,520	8113,1	7440,0	6214,079	5949,867	-0,005	-0,008	60,00
	29/04/2002	38603,372	7754,3	7025,3	6123,459	5802,174			
	27/10/2005	55250,401	7632,0	6850,0	6090,536	5730,914			
SBC-52 L	04/06/2003	30675,665	7439,9	7150,6	5834,254	5729,518	-0,005	-0,007	40,00
	24/02/2005	41974,110	7081,5	6635,5	5759,049	5480,865			
	19/12/2005	49604,813	7342,2	6853,2	5828,669	5589,852			
	22/01/2008	65403,406	6957,7	6500,0	5649,730	5428,605			
SBC-11 C	17/11/2002	19118,301	7698,7	7350,0	5952,694	5829,148	-0,002	-0,004	100,00
	18/05/2005	27742,161	7860,1	7507,0	6013,890	5873,520			
	12/12/2009	45321,956	7635,1	7230,0	5920,226	5749,274			

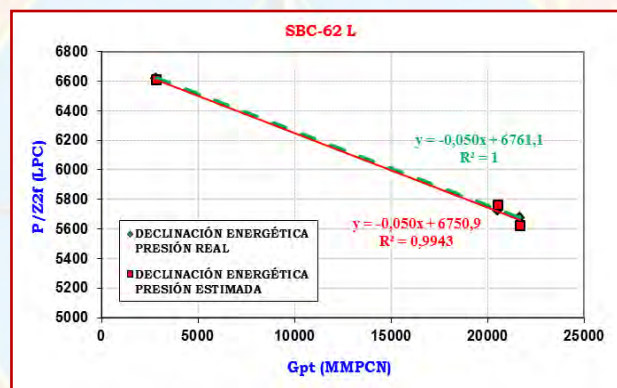
Para observar con más detalle la declinación energética determinada para los pozos restantes Ver Apéndice D.

4.4 COMPARACIÓN DE LAS PRESIONES ESTÁTICAS PROMEDIO, REALES (OBTENIDAS CON LAS PRUEBAS DE RESTAURACIÓN DE PRESIÓN) Y ESTIMADAS (CALCULADAS CON LA METODOLOGÍA DE BALANCE DE MATERIALES DINÁMICO) Y SU INFLUENCIA EN LA DECLINACIÓN ENERGÉTICA

Luego de haber determinado la declinación energética con presiones estáticas (determinadas mediante pruebas de restauración) y presiones estimadas (obtenidas mediante la aplicación de la metodología de balance de materiales dinámico), para cada pozo de gas condensado objeto de estudio, se realizó la comparación de ambas declinaciones con respecto a su tendencia y la influencia de las presiones estimadas en ella, a continuación se muestran los pozos SBC-62 L, SBC-11 C y SBC-61 L, para observar con mayor detalle las comparaciones de los pozos restantes Ver Apéndice E

Pozo SBC- 62 L

En la gráfica 4.14 se muestran las declinaciones energéticas determinada con ambas presiones (estáticas reales y estimadas), las cuales presentan una misma tendencia con valores de pendiente de 0,050 lpc/MMPCN, reflejando un 0% de error entre ambas curvas, Esto debido a que las presiones estimadas utilizadas para el estudio energético ajustaron con un mínimo de error con respecto a las presiones reales. Arrojando resultados positivos para determinar declinaciones energéticas a partir de presiones estáticas estimadas.

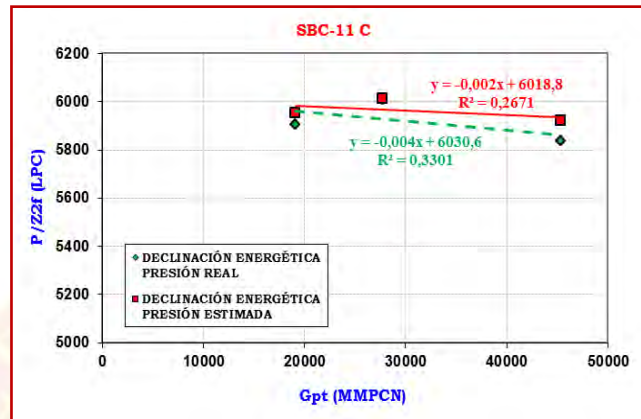


Gráfica 4.14 Declinaciones energéticas con presiones reales y estimadas.
Fuente: Propia

Pozo SBC- 11 C

En la gráfica 4.15, se puede observar que las declinaciones energéticas determinadas para las presiones reales y estimadas, presentaron valores de -0.004 lpc/MMPCN y 0.002 lpc/MMPCN, con un margen de error de 50% aproximadamente, reflejando tendencias distintas para ambas curvas, como consecuencia de la discrepancia entre las presiones reales y las estimadas, que a pesar

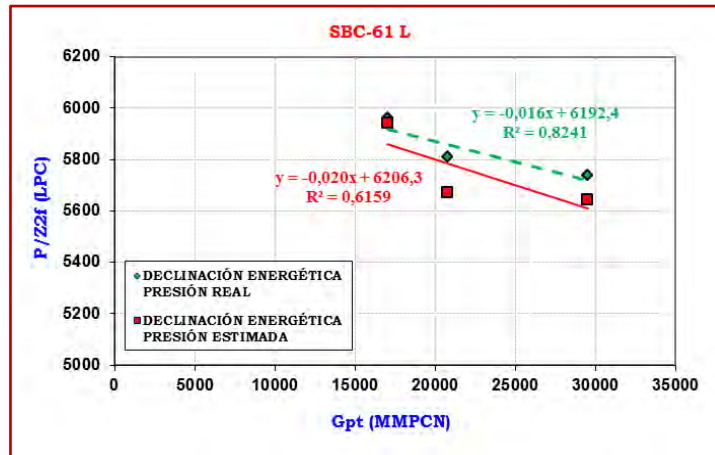
de ser menor a 5%, afectan la tendencia de dicha declinación. No obstante pudiese ser considerado para el estudio energético. Como se demuestra en la tabla 4.27



Gráfica 4.15 Declinaciones Energéticas con presiones reales y estimadas.
Fuente: Propia

Pozo SBC- 61 L

Para el pozo SBC-61 L se puede apreciar que las declinaciones energéticas determinadas para las presiones reales y estimadas, presentaron valores de -0.016 lpc/MMPCN y -0.020 lpc/MMPCN, con un margen de error de 25% aproximadamente, reflejando tendencias distintas para ambas curvas, como consecuencia de lo ya expuesto (la variación entre las presiones reales y estimadas), que a pesar de estar dentro de rango aceptable menor a 5%, afectan la tendencia de dicha declinación. Ver Grafica 4.16. Sin embargo diferencias menores a 50% entre las tendencias de las declinaciones reales y estimadas se pudiesen considerar aceptables para la realización del estudio energético Ver tabla 4.27



Gráfica 4.16 Declinaciones Energéticas con presiones reales y estimadas.

Fuente: Propia

Tanto las declinaciones energéticas determinadas mediante datos de presiones reales y estimadas, son aceptables para el estudio del comportamiento energético de los pozos objeto de estudio, a pesar de que en algunos casos la diferencia entre ambas tendencias presenten un alto porcentaje de error (51%) las mismas pueden ser consideradas para el estudio energético.

Para consolidar lo antes expuesto, a continuación se presenta un breve ejemplo para los pozos SBC-62 L, SBC-11 C; Considerando una tasa de producción 10 MMPCND en un tiempo estipulado de un mes (30 días), se evaluaron ambas declinaciones para observar la diferencia entre las ambas, Procedimiento con el cual se lograron resultados positivos con diferencia determinadas menores a 1,3 lpc. (Ver tabla 4.27)

Para el pozo SBC-62 L

D.E real 1= 0.050 lpc/MMPCN*10MMPCN/día*30días

D.E real 1= 15 lpca/mes

D.E estimada 1= 0.050 lpc/MMPCN*10MMPCN*30días

D.E estimada 1= 15 lpc/mes

Para el pozo SBC-11 C

D.E 1= 0.004 lpc/MMPCN*10MMPCN/día*30días

D.E 1= 1,2 lpc/mes

D.E 2= 0.002 lpc/MMPCN*10MMPCN/día*30días

D.E 2= 0.6 lpc/mes

Tabla 4.27 Comparación de declinaciones

POZO	DECLINACIÓN ENERGÉTICA REAL (lpc/mes)	DECLINACIÓN ENERGÉTICA ESTIMADA (lpc/mes)	DIFERENCIA (lpc)
SBC-62 L	15	15	0
SBC-11 C	1,2	0,6	0,6
SBC-93 U	0,9	0,6	0,3
SBC-49 L	1,8	1,5	0,3
SBC-14 C	3,3	3	0,3
SBC-20 C	2,4	1,5	0,9
SBC-52 L	2,1	1,5	0,6
SBC-61 L	4,8	6	1,2

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las declinaciones energéticas determinadas empleando presiones estáticas reales y presiones dinámicas, presentaron una misma tendencia o caída proporcional de la presión en función del tiempo.
- De acuerdo a las tendencias reflejadas por ambas declinaciones energéticas (dinámicas y estáticas reales), se infiere a nivel de pozo un régimen de flujo pseudo-estable para el periodo de tiempo evaluado.
- El valor de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento (bpss), estuvo en un rango de 7,78 y 116,53 lpc/MMPCND.
- El 88,9% de los pozos en estudio presentaron un porcentaje de error por debajo de 5% entre las presiones reales y las estimadas a través de la metodología de BMD, y menor a 7% para la totalidad de la muestra; por lo que se considera aceptable la aplicación de la metodología.
- Las declinaciones energéticas determinadas con presiones estimadas a través de la metodología de BMD y presiones dinámicas, presentaron desviaciones considerables (0 – 50%), como consecuencia en algunos casos del arrastre de error que proviene desde la estimación de las presiones estática (a partir de las presiones dinámicas).
- A pesar de existir en ciertos casos, altos porcentajes de error (0 – 33%) entre las declinaciones energéticas determinadas con presiones estáticas reales y estimadas, pudieran considerarse para estimar condiciones energéticas.
- El método de BMD es considerado confiable para la estimación de presiones estáticas a partir de presiones de fondo fluyente, para pozos de gas condensado del yacimiento SBC-1.

- El método de BMD es considerado confiable para la determinación de las declinaciones energéticas con presiones estáticas estimadas a partir de presiones de fondo fluyente.
- La aplicación del BMD reduce las pérdidas económicas asociadas al diferimiento de producción.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario validar la data de presiones dinámicas y estáticas a utilizar, al momento de aplicar de metodología de Balance de materiales dinámico.
- Realizar o disponer de capturas de información de presiones de fondo fluyente continuas o recientes para que la metodología sea más confiable.
- Para la aplicación de la metodología de BMD, el pozo debe presentar una declinación proporcional de sus presiones (dinámicas y estáticas) en función del tiempo.
- Considerar la mejor tendencia lineal al momento de graficar la constante de proporcionalidad de presión en el yacimiento (bps).
- Evaluar la aplicabilidad de la metodología en pozos con sensores en fondo instalados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) CEDEÑO, G. (2002). **“Evaluación de la ecuación de Balance de Materiales como una herramienta para el análisis de yacimiento de gas condensado MUC-1 del Campo Carito – Mulata, Área Carito Central”**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui.
- 2) SARDINHA, D. (2009). **“Validación de la metodología de Balance de Materiales Dinámico, para el cálculo de presiones estáticas sin diferimiento de producción en el campo Carito-Mulata”**. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui.
- 3) PDVSA, (2006). **“Informe actual del yacimiento SBC-1 de los campos Santa Bárbara y Pirital”**.
- 4) PDVSA, (2004). **“Revisión del modelo estructural del campo Santa Bárbara”**.
- 5) ROJAS, G. (2005). **“Ingeniería de Yacimientos de Gas y Gas Condensado”**. Segunda Edición. Puerto la Cruz, Venezuela.
- 6) MATTAR, L. (2005) **“Conferencia Internacional de Petróleo Canadiense”**.
- 7) ARIAS, F. (1999). **“El Proyecto de Investigación”**. Tercera Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.



APÉNDICES

APÉNDICE A

(Cálculo del gas total equivalente y factor de compresibilidad del gas condensado)



Muestra de cálculo del gas total equivalente referente a el pozo SBC-93 U para la fecha 03/09/2001

$$GE = 141,5 / (131,5 + API)$$

$$GE = 141,5 / (131,5 + 36,9)$$

$$GE = 0,827$$

$$Mc = 6084 / (API - 5,9)$$

$$Mc = 6084 / (39,6 - 5,9)$$

$$Mc = 180,53$$

$$Fg = 132800 * (GE / Mc)$$

$$Fg = 132800 * (0,827 / 180,53)$$

$$Fg = 608,338$$

$$Gpt = (Fg * \text{Petroleo Acumulado (BLS)} + \text{Gas acumulado (MPCN)} * 1000) / (0.000001)$$

$$Gpt = ((608,338 * 2794972) + (19423636 * 1000)) / (0.000001)$$

$$Gpt = 21123,925 \text{ MMPCN}$$

Muestra de cálculo de la tasa de gas equivalente referente el pozo SBC-93 U para la fecha 03/09/2001

$$GE = 141,5 / (131,5 + API)$$

$$GE = 141,5 / (131,5 + 36,9)$$

$$GE = 0,827$$

$$Mc = 6084 / (API - 5,9)$$

$$Mc = 6084 / (39,6 - 5,9)$$

$$Mc = 180,53$$

$$F_g = 132800 * (GE/Mc)$$

$$F_g = 132800 * (0,827/180,53)$$

$$F_g = 608,338$$

$$Q_{gt} = (F_g * \text{Tasa real de petróleo (BN/D)} + \text{Tasa real de gas (MPCN/D)} * 1000) / (0.000001)$$

$$Q_{gt} = (608,338 * 1897,1 \text{ (BN/D)} + 19429,7 \text{ (MPCN/D)} * 1000) / (0.000001)$$

$$Q_{gt} = 19,218 \text{ MMPCN/D}$$

Muestra de cálculo del factor de compresibilidad bifásico para presiones reales (obtenidas mediante pruebas de restauración de presión) referente el pozo SBC-93 U para la fecha 03/09/2001

Partiendo de los datos:

PYAC(LPCA)	TEM(YAC°F)	GE(gas)	A0	A1	A2	A3	A4	A5
7899,8	293,0	0,82700175	2,24353	-0,0375281	-3,56593	0,00082923	1,53428	0,131987

Cálculo la presión y temperatura pseudo-crítica:

$$P_{sc} = (706) - (51,1 * GE) - (11,1 * GE^2)$$

$$P_{sc} = (706) - (51,1 * 0,827) - (11,1 * 0,827^2)$$

$$P_{sc} = 656,148566$$

$$T_{sc} = (187) + (330 * GE) - (71,5 * GE^2)$$

$$T_{sc} = (187) + (330 * 0,827) - (71,5 * 0,827^2)$$

$$T_{sc} = 411,009448$$

Cálculo la presión y temperatura pseudo-crítica corregidas:

%C02	%H2S	A	B	e
6,16	0,0011	0,0616111	0,0000111	8,38575511

$$A = (\%CO_2 + \%H_2S) / (100)$$

$$A = 0,0616111$$

$$B = (\%H_2S) / 100$$

$$B = 0,0000111$$

$$e = (120 * (A^{0,9}) - (A^{1,6})) + (1,5 * (B^{0,5}) - (B^4))$$

$$e = (120 * (0,0616111^{0,9}) - (0,0616111^{1,6})) + (1,5 * (0,0000111^{0,5}) - (0,0000111^4))$$

$$e = 8,38575511$$

$$Tsc) \text{ corregida} = Tsc - e$$

$$Tsc) \text{ corregida} = 411,009448 - 8,38575511$$

$$Tsc) \text{ corregida} = 402,62369289$$

$$Psc) \text{ corregida} = ((Psc * Tsc) \text{ corregida}) / (Tsc)$$

$$Psc) \text{ corregida} = ((656,148566 * 402,62369289)) / (411,009448)$$

$$Psc) \text{ corregida} = 642,76128$$

Cálculo la presión y temperatura pseudo-reducidas:

$$Psr = (Pyac - 14,7) / Psc) \text{ corregida}$$

$$Psr = (7899,8 - 14,7) / 642,76128$$

$$Psr = 12,3133117$$

$$Tsr = (Temp \text{ yac} + 460) / Tsc) \text{ corregida}$$

$$Tsr = (293 + 460) / 402,62369289$$

$$Tsr = 1,87023271$$

Factor de compresibilidad bifásico Z_{2f}

$$Z_{2f} = (A0) + (A1 * P_{sr}) + (A2 / T_{sr}) + (A3 * P_{sr}^2) + (A4 / T_{sr}^2) + (A5 * (P_{sr} / T_{sr}))$$

$$Z_{2f} = (2,24353) + (-0,0375281 * 12,3133117) + (-3,56593 / 1,87023271) + (0,00082923 * 12,3133117^2) + (1,53428 / 1,87023271^2) + (0,131987 * (12,3133117 / 1,87023271))$$

$$Z_{2f} = 1,30811$$

Muestra de cálculo del factor de compresibilidad bifásico para presiones dinámicas referente el pozo SBC-93 U para la fecha 03/09/2001

Partiendo de los datos:

Pwf(LPCA)	TEM(YAC°F)	GE(gas)	A0	A1	A2	A3	A4	A5
7567,1	293,0	0,82700175	2,24353	-0,0375281	-3,56593	0,00082923	1,53428	0,131987

Cálculo la presión y temperatura pseudo-crítica:

$$P_{sc} = (706) - (51,1 * GE) - (11,1 * GE^2)$$

$$P_{sc} = (706) - (51,1 * 0,827) - (11,1 * 0,827^2)$$

$$P_{sc} = 656,148566$$

$$T_{sc} = (187) + (330 * GE) - (71,5 * GE^2)$$

$$T_{sc} = (187) + (330 * 0,827) - (71,5 * 0,827^2)$$

$$T_{sc} = 411,009448$$

Cálculo la presión y temperatura pseudo-crítica corregidas:

%CO ₂	%H ₂ S	A	B	e
6,16	0,0011	0,0616111	0,0000111	8,38575511

$$A = (\%CO_2 + \%H_2S) / (100)$$

$$A = 0,0616111$$

$$B = (\%H_2S) / 100$$

$$B = 0,0000111$$

$$e = (120 * (A^{0,9}) - (A^{1,6})) + (1,5 * (B^{0,5}) - (B^4))$$

$$e = (120 * (0,0616111^{0,9}) - (0,0616111^{1,6})) + (1,5 * (0,0000111^{0,5}) - (0,0000111^4))$$

$$e = 8,38575511$$

$$T_{sc} \text{ corregida} = T_{sc} - e$$

$$T_{sc} \text{ corregida} = 411,009448 - 8,38575511$$

$$T_{sc} \text{ corregida} = 402,62369289$$

$$P_{sc} \text{ corregida} = ((P_{sc} * T_{sc} \text{ corregida}) / T_{sc})$$

$$P_{sc} \text{ corregida} = ((656,148566 * 402,62369289) / 411,009448)$$

$$P_{sc} \text{ corregida} = 642,76128$$

Cálculo la presión y temperatura pseudo-reducidas:

$$P_{sr} = (P_{wf} - 14,7) / P_{sc} \text{ corregida}$$

$$P_{sr} = (7567,1 - 14,7) / 642,76128$$

$$P_{sr} = 11,7957074$$

$$T_{sr} = (Temp \text{ yac} + 460) / T_{sc} \text{ corregida}$$

$$T_{sr} = (293 + 460) / 402,62369289$$

$$T_{sr} = 1,87023271$$

Factor de compresibilidad bifásico Z_{2f}

$$Z_{2f} = (A_0) + (A_1 * P_{sr}) + (A_2 / T_{sr}) + (A_3 * P_{sr}^2) + (A_4 / T_{sr}^2) + (A_5 * (P_{sr} / T_{sr}))$$

$$Z_{2f} = (2,24353) + (-0,0375281 * 11,7957074) + (-3,56593 / 1,87023271) + (0,00082923 * 11,7957074^2) + (1,53428 / 1,87023271^2) + (0,131987 * (11,79570 / 1,87023271))$$

$$Z_{2f} = 1,28066$$

Muestra de cálculo del factor de compresibilidad bifásico para presiones estáticas estimadas referente el pozo SBC-93 U para la fecha 03/09/2001

Partiendo de los datos:

P-estimada(LPCA)	TEM(YAC°F)	GE(gas)	A0	A1	A2	A3	A4	A5
7727.3	293,0	0,82700175	2,24353	-0,0375281	-3,56593	0,00082923	1,53428	0,131987

Cálculo la presión y temperatura pseudo-crítica:

$$P_{sc} = (706) - (51,1 * GE) - (11,1 * GE^2)$$

$$P_{sc} = (706) - (51,1 * 0,827) - (11,1 * 0,827^2)$$

$$P_{sc} = 656,148566$$

$$T_{sc} = (187) + (330 * GE) - (71,5 * GE^2)$$

$$T_{sc} = (187) + (330 * 0,827) - (71,5 * 0,827^2)$$

$$T_{sc} = 411,009448$$

Cálculo la presión y temperatura pseudo-crítica corregidas:

%CO2	%H2S
6,16	0,0011

A	B	e
0,0616111	0,0000111	8,38575511

$$A = (\%CO_2 + \%H_2S) / (100)$$

$$A = 0,0616111$$

$$B = (\%H_2S) / 100$$

$$B = 0,0000111$$

$$e = (120 * (A^{0,9}) - (A^{1,6})) + (1,5 * (B^{0,5}) - (B^4))$$

$$e = (120 * (0,0616111^{0,9}) - (0,0616111^{1,6})) + (1,5 * (0,0000111^{0,5}) - (0,0000111^4))$$

$$e = 8,38575511$$

$$Tsc) \text{ corregida} = Tsc - e$$

$$Tsc) \text{ corregida} = 411,009448 - 8,38575511$$

$$Tsc) \text{ corregida} = 402,62369289$$

$$Psc) \text{ corregida} = ((Psc * Tsc) \text{ corregida}) / (Tsc)$$

$$Psc) \text{ corregida} = ((656,148566 * 402,62369289)) / (411,009448)$$

$$Psc) \text{ corregida} = 642,76128$$

Cálculo la presión y temperatura pseudo-reducidas:

$$Psr = (P\text{-estimada} - 14,7) / Psc) \text{ corregida}$$

$$Psr = (7727,3 - 14,7) / 642,76128$$

$$Psr = 12,0449181$$

$$Tsr = (Temp \text{ yac} + 460) / Tsc) \text{ corregida}$$

$$Tsr = (293 + 460) / 402,62369289$$

$$Tsr = 1,87023271$$

Factor de compresibilidad bifásico Z_{2f}

$$Z_{2f} = (A0) + (A1 * Psr) + (A2 / Tsr) + (A3 * Psr^2) + (A4 / Tsr^2) + (A5 * (Psr / Tsr))$$

$$Z_{2f} = (2,24353) + (-0,0375281 * 12,0449181) + (-$$

$$3,56593 / 1,87023271) + (0,00082923 * 12,0449181^2$$

$$) + (1,53428 / 1,87023271^2) + (0,131987 * (12,0449181 / 1,87023271))$$

$$Z_{2f} = 1,29382$$

El resultado de las variables anteriormente calculadas para los pozos restantes se presenta a continuación

:



Tabla A.1 Cálculo del gas total equivalente

POZO	FECHA	GAS ACUMULADO (MPCN)	PETRÓLEO ACUMULADO (BLS)	GRAVEDAD API	GE	MC	FG (PCN/BN)	GAS EQUIV (MMPCN)
SBC-49L	16/02/01	20573829	2536161	34,6	0,852	211,986	533,676	21927,317
	15/09/04	35404299	4018089	42,6	0,813	165,777	651,077	38020,386
	21/02/08	49171913	5352013	43,7	0,808	160,952	666,382	52738,396
SBC-14C	01/05/03	38058543	7794281	34,2	0,854	214,982	527,508	42170,090
	27/03/07	47590500	9358032	42,4	0,814	166,685	648,274	53657,069
	15/12/09	56007483	10266503	42,4	0,814	166,685	648,274	62662,990
SBC-61L	20/06/01	15935113	2064047	34,5	0,852	212,727	532,137	17033,468
	26/08/02	19248925	2431236	41,0	0,820	173,333	628,468	20776,880
	14/05/05	27429422	3271459	42,0	0,816	168,532	642,648	29531,818
SBC-62L	09/02/98	2640485	425079	31,6	0,868	236,732	486,681	2847,363
	15/10/03	19404657	1997879	37,7	0,836	191,321	580,486	20564,399
	21/09/04	20473768	2090921	37,7	0,836	191,321	580,486	21687,519
SBC-93U	03/09/01	19423636	2794972	39,6	0,827	180,534	608,338	21123,925
	15/07/04	37538138	4822770	39,6	0,827	180,534	608,338	40472,014
	27/01/08	71974597	8290020	41,8	0,817	169,471	639,825	77278,759
SBC-20C	08/03/01	29550133	4788947	34,0	0,855	216,512	524,413	32061,520
	29/04/02	35270348	5465881	39,7	0,827	180,000	609,787	38603,372
	27/10/05	50550905	7443953	41,2	0,819	172,351	631,317	55250,401
SBC-52L	04/06/03	28419257	3550164	41,5	0,818	170,899	635,579	30675,665
	24/02/05	39003152	4674415	41,5	0,818	170,899	635,579	41974,110
	19/12/05	46203638	5351306	41,5	0,818	170,899	635,579	49604,813
	22/01/08	60919080	6743365	43,6	0,808	161,379	664,998	65403,406
SBC-11C	17/11/02	15162702	2980121	36,0	0,845	202,126	555,031	19118,301
	18/05/05	15344249	3035799	36,0	0,845	202,126	555,031	27742,161
	12/12/09	17418844	3433319	40,1	0,825	177,895	615,565	45321,956

Tabla A.2 Cálculo del factor de compresibilidad del gas condensado para presiones estáticas

POZO	%CO2	%H2S	PYAC (lpc)	TEMP (YAC°F)	GE(gas)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	Psc	Tsc	A	B	e	Tsc (corre)	Psc (corre)	Psr	Tsr	Z _{2F}
SBC-49L	5.68	0.0009	7920,4	297,8	0,851896	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,41	416,24	0,05676	0,000009	7,86082	408,38	642,05	12,36	1,86	1,30934
	5.68	0.0009	7597,0	297,0	0,812751	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,14	407,98	0,05676	0,000009	7,86082	400,12	644,47	11,81	1,89	1,28375
	5.68	0.0009	7492,3	295,2	0,807648	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,49	406,88	0,05676	0,000009	7,86082	399,02	644,79	11,64	1,89	1,27514
SBC-14C	5.75	0.0008	7943,0	298,0	0,853953	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,27	416,66	0,05751	0,000008	7,94244	408,72	641,80	12,40	1,85	1,31143
	5.75	0.0008	7885,0	301,8	0,813686	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,07	408,18	0,05751	0,000008	7,94244	400,23	644,29	12,26	1,90	1,30832
	5.75	0.0008	7336,8	290,1	0,813686	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,07	408,18	0,05751	0,000008	7,94244	400,23	644,29	11,41	1,87	1,26098
SBC-61L	5.83	0.0009	7664,6	291,0	0,852410	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,38	416,34	0,05831	0,000009	8,02971	408,31	641,76	11,97	1,84	1,28665
	5.83	0.0009	7315,8	293,3	0,820290	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,61	409,59	0,05831	0,000009	8,02971	401,56	643,74	11,39	1,88	1,25999
	5.83	0.0009	7208,3	308,9	0,815562	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,94	408,58	0,05831	0,000009	8,02971	400,55	644,03	11,22	1,92	1,25681
SBC-62L	6.00	0.0008	9813,0	264,0	0,867566	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	653,31	419,48	0,06001	0,000008	8,21321	411,27	640,52	15,34	1,76	1,48277
	6.00	0.0008	7095,2	286,7	0,836288	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	655,50	412,97	0,06001	0,000008	8,21321	404,76	642,47	11,07	1,84	1,23942
	6.00	0.0008	7010,5	296,2	0,836288	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	655,50	412,97	0,06001	0,000008	8,21321	404,76	642,47	10,93	1,87	1,23571
SBC-93U	6.16	0.0011	7899,8	293,0	0,827002	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,15	411,01	0,06161	0,000011	8,38576	402,62	642,76	12,31	1,87	1,30811
	6.16	0.0011	7765,5	295,3	0,827002	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,15	411,01	0,06161	0,000011	8,38576	402,62	642,76	12,10	1,88	1,29750
	6.16	0.0011	7533,0	295,3	0,816503	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,88	408,78	0,06161	0,000011	8,38576	400,39	643,40	11,73	1,89	1,27900
SBC-20C	6.10	0.0014	8028,4	205,0	0,854985	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,20	416,88	0,06101	0,000014	8,32259	408,56	641,14	12,55	1,63	1,30882
	6.10	0.0014	7644,7	206,2	0,826519	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,18	410,91	0,06101	0,000014	8,32259	402,58	642,89	11,91	1,65	1,26977
	6.10	0.0014	7384,3	208,3	0,819340	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,68	409,38	0,06101	0,000014	8,32259	401,06	643,33	11,50	1,67	1,24516
SBC-52L	6.00	0.0012	7217,8	295,4	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,000012	8,21460	400,87	643,59	11,24	1,88	1,25336
	6.00	0.0012	7026,8	302,6	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,000012	8,21460	400,87	643,59	10,94	1,90	1,24076
	6.00	0.0012	6961,3	299,0	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,000012	8,21460	400,87	643,59	10,84	1,89	1,23440
	6.00	0.0012	6655,7	292,6	0,808110	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,46	406,98	0,06001	0,000012	8,21460	398,77	644,19	10,35	1,89	1,20930
SBC-11C	6.15	0.0011	7582,3	303,3	0,844776	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,91	414,75	0,06151	0,000011	8,37505	406,38	641,69	11,84	1,88	1,28379
	6.15	0.0011	7843,9	305,0	0,844776	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,91	414,75	0,06151	0,000011	8,37505	406,38	641,69	12,25	1,88	1,30565
	6.15	0.0011	7433,1	306,0	0,824592	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,32	410,50	0,06151	0,000011	8,37505	402,12	642,93	11,58	1,90	1,27357

Tabla A.3 Cálculo del factor de compresibilidad del gas condensado para presiones dinámicas

Pozo	%C02	%H2S	PYAC (lpc)	TEMP (YAC°F)	GE (gas)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	Psc	Tsc	A	B	e	Tsc (corre)	Psc (corre)	Psr	Tsr	Z _{2F}
SBC-49L	5,68	0,0009	7650,0	297,8	0,851896	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,41	416,24	0,05676	0,000009	7,86082	408,38	642,05	11,94	1,86	1,28671
	5,68	0,0009	7278,7	297,0	0,812751	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,14	407,98	0,05676	0,000009	7,86082	400,12	644,47	11,32	1,89	1,25836
	5,68	0,0009	7259,0	295,2	0,807648	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,49	406,88	0,05676	0,000009	7,86082	399,02	644,79	11,28	1,89	1,25662
SBC-14C	5,75	0,0008	7600,0	298,0	0,853953	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,27	416,66	0,05751	0,000008	7,94244	408,72	641,80	11,86	1,85	1,28270
	5,75	0,0008	7370,4	301,8	0,813686	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,07	408,18	0,05751	0,000008	7,94244	400,23	644,29	11,46	1,90	1,26719
	5,75	0,0008	7050,0	290,1	0,813686	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,07	408,18	0,05751	0,000008	7,94244	400,23	644,29	10,97	1,87	1,23807
SBC-61L	5,83	0,00085	6450,0	291,0	0,852410	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,38	416,34	0,05831	0,000009	8,02971	408,31	641,76	10,07	1,84	1,18728
	5,83	0,00085	5991,3	293,3	0,820290	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,61	409,59	0,05831	0,000009	8,02971	401,56	643,74	9,33	1,88	1,15709
	5,83	0,00085	6083,9	308,9	0,815562	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,94	408,58	0,05831	0,000009	8,02971	400,55	644,03	9,47	1,92	1,17234
SBC-62L	6,00	0,00078	8462,1	264,0	0,867566	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	653,31	419,48	0,06001	0,000008	8,21321	411,27	640,52	13,23	1,76	1,35381
	6,00	0,00078	6200,0	286,7	0,836288	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	655,50	412,97	0,06001	0,000008	8,21321	404,76	642,47	9,67	1,84	1,16806
	6,00	0,00078	6142,1	296,2	0,836288	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	655,50	412,97	0,06001	0,000008	8,21321	404,76	642,47	9,58	1,87	1,16795
SBC-93U	6,16	0,0011	7567,1	293,0	0,827002	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,15	411,01	0,06161	0,000011	8,38576	402,62	642,76	11,80	1,87	1,28066
	6,16	0,0011	7150,0	295,3	0,827002	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,15	411,01	0,06161	0,000011	8,38576	402,62	642,76	11,15	1,88	1,24760
	6,16	0,0011	7154,1	295,3	0,816503	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,88	408,78	0,06161	0,000011	8,38576	400,39	643,40	11,14	1,89	1,24873
SBC-20C	6,10	0,0014	7440,0	205,0	0,854985	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,20	416,88	0,06101	0,000014	8,32259	408,56	641,14	11,63	1,63	1,25045
	6,10	0,0014	7025,3	206,2	0,826519	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,18	410,91	0,06101	0,000014	8,32259	402,58	642,89	10,95	1,65	1,21081
	6,10	0,0014	6850,0	208,3	0,819340	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,68	409,38	0,06101	0,000014	8,32259	401,06	643,33	10,67	1,67	1,19527
SBC-52L	6,00	0,00118	7150,6	295,4	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,000012	8,21460	400,87	643,59	11,13	1,88	1,24802
	6,00	0,00118	6635,5	302,6	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,000012	8,21460	400,87	643,59	10,33	1,90	1,21066
	6,00	0,00118	6853,2	299,0	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,000012	8,21460	400,87	643,59	10,67	1,89	1,22601
	6,00	0,00118	6500,0	292,6	0,808110	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,46	406,98	0,06001	0,000012	8,21460	398,77	644,19	10,11	1,89	1,19736
SBC-11C	6,15	0,0011	7350,0	303,3	0,844776	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,91	414,75	0,06151	0,000011	8,37505	406,38	641,69	11,48	1,88	1,26493
	6,15	0,0011	7507,0	305,0	0,844776	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,91	414,75	0,06151	0,000011	8,37505	406,38	641,69	11,72	1,88	1,27811
	6,15	0,0011	7230,0	306,0	0,824592	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,32	410,50	0,06151	0,000011	8,37505	402,12	642,93	11,27	1,90	1,25755

Tabla A.4 Cálculo del factor de compresibilidad del gas condensado para presiones estimadas

Pozo	%C02	%H2S	PYAC (lpc)	TEMP (YAC°F)	GE (gas)	A0	A1	A2	A3	A4	A5	Psc	Tsc	A	B	e	Tsc (corre)	Psc (corre)	PsR	Tsr	Z _{2F}
SBC-49 L	5,68	0,0009	7942,2	297,8	0,851896	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,41	416,24	0,05676	0,00001	7,86082	408,38	642,05	12,39	1,86	1,31118
	5,68	0,0009	7525,1	297,0	0,812751	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,14	407,98	0,05676	0,00001	7,86082	400,12	644,47	11,70	1,89	1,27798
	5,68	0,0009	7533,1	295,2	0,807648	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,49	406,88	0,05676	0,00001	7,86082	399,02	644,79	11,71	1,89	1,27841
SBC-14 C	5,75	0,0008	8050,1	298,0	0,853953	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,27	416,66	0,05751	0,00001	7,94244	408,72	641,80	12,57	1,85	1,32050
	5,75	0,0008	7812,2	301,8	0,813686	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,07	408,18	0,05751	0,00001	7,94244	400,23	644,29	12,15	1,90	1,30243
	5,75	0,0008	7499,6	290,1	0,813686	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,07	408,18	0,05751	0,00001	7,94244	400,23	644,29	11,66	1,87	1,27412
SBC-61 L	5,83	0,0009	7626,8	291,0	0,852410	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,38	416,34	0,05831	0,00001	8,02971	408,31	641,76	11,91	1,84	1,28510
	5,83	0,0009	7003,5	293,3	0,820290	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,61	409,59	0,05831	0,00001	8,02971	401,56	643,74	10,90	1,88	1,23870
	5,83	0,0009	7003,2	308,9	0,815562	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,94	408,58	0,05831	0,00001	8,02971	400,55	644,03	10,90	1,92	1,23455
SBC-62 L	6,00	0,0008	9759,5	264,0	0,867566	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	653,31	419,48	0,06001	0,00001	8,21321	411,27	640,52	15,26	1,76	1,48873
	6,00	0,0008	7175,6	286,7	0,836288	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	655,50	412,97	0,06001	0,00001	8,21321	404,76	642,47	11,19	1,84	1,22475
	6,00	0,0008	6896,4	296,2	0,836288	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	655,50	412,97	0,06001	0,00001	8,21321	404,76	642,47	10,76	1,87	1,19934
SBC-93 U	6,16	0,0011	7716,7	293,0	0,827002	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,15	411,01	0,06161	0,00001	8,38576	402,62	642,76	12,03	1,87	1,29295
	6,16	0,0011	7310,2	295,3	0,827002	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,15	411,01	0,06161	0,00001	8,38576	402,62	642,76	11,40	1,88	1,26044
	6,16	0,0011	7393,1	295,3	0,816503	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,88	408,78	0,06161	0,00001	8,38576	400,39	643,40	11,51	1,89	1,26776
SBC-20 C	6,10	0,0014	8309,4	205,0	0,854985	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,20	416,88	0,06101	0,00001	8,32259	408,56	641,14	12,98	1,63	1,34227
	6,10	0,0014	7966,9	206,2	0,826519	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,18	410,91	0,06101	0,00001	8,32259	402,58	642,89	12,42	1,65	1,31291
	6,10	0,0014	7860,1	208,3	0,819340	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,68	409,38	0,06101	0,00001	8,32259	401,06	643,33	12,24	1,67	1,30491
SBC-52 L	6,00	0,0012	7439,9	295,4	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,00001	8,21460	400,87	643,59	11,58	1,88	1,27521
	6,00	0,0012	7081,5	302,6	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,00001	8,21460	400,87	643,59	11,03	1,90	1,22963
	6,00	0,0012	7342,2	299,0	0,817919	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,78	409,08	0,06001	0,00001	8,21460	400,87	643,59	11,43	1,89	1,25967
	6,00	0,0012	6957,7	292,6	0,808110	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	657,46	406,98	0,06001	0,00001	8,21460	398,77	644,19	10,82	1,89	1,23151
SBC-11 C	6,15	0,0011	7698,7	303,3	0,844776	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,91	414,75	0,06151	0,00001	8,37505	406,38	641,69	12,02	1,88	1,29331
	6,15	0,0011	7860,1	305,0	0,844776	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	654,91	414,75	0,06151	0,00001	8,37505	406,38	641,69	12,27	1,88	1,30698
	6,15	0,0011	7635,1	306,0	0,824592	2,24353	-0,03753	-3,56593	0,00083	1,53428	0,13199	656,32	410,50	0,06151	0,00001	8,37505	402,12	642,93	11,90	1,90	1,28967



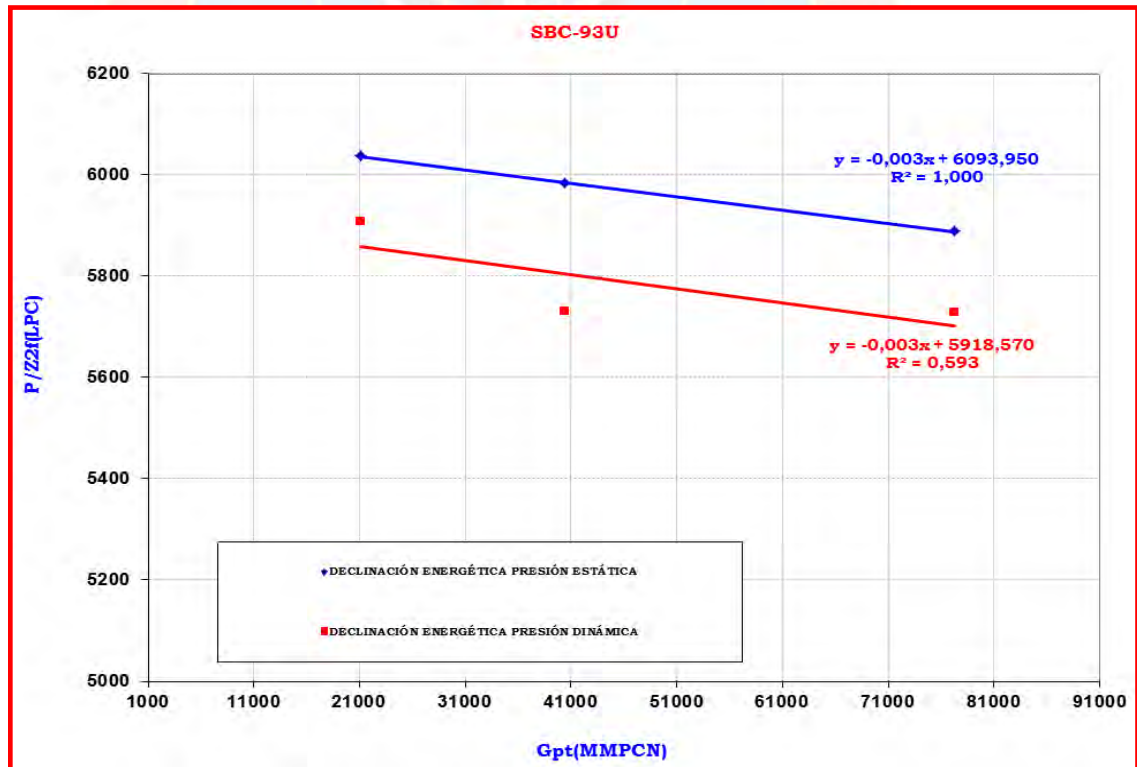
APENDICE B
(Declinación energética determinada con presiones estáticas y dinámicas)
(para los pozos SBC- 93 U, SBC- 20 C, SBC- 52 L, SBC- 11 C)

Tabla B.1 Datos estáticos SBC- 93 U

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc /MMPCN
03/09/01	7899,8	1,30811	6039,110	21123,925	-0,003
15/07/04	7765,5	1,29750	5984,941	40472,014	
27/01/08	7533,0	1,27900	5889,740	77278,759	

Tabla B.2 Datos dinámicos SBC- 93 U

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
03/09/01	7899,8	1,30811	6039,110	21123,925	-0,003
15/07/04	7765,5	1,29750	5984,941	40472,014	
27/01/08	7533,0	1,27900	5889,740	77278,759	



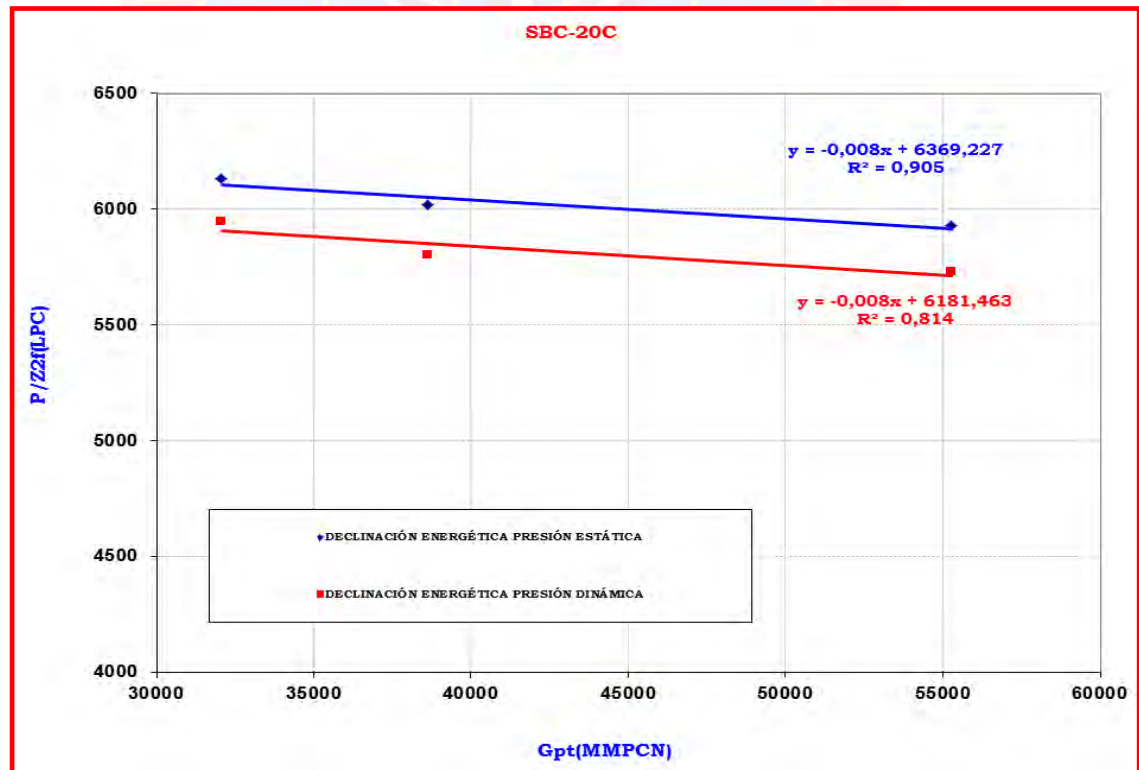
Gráfica B.1 Declinación Energética SBC- 93 U

Tabla B.3 Datos Estáticos SBC-20 C

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
08/03/01	8028,4	1,30882	6134,070	32061,520	-0,008
29/04/02	7644,7	1,26977	5920,543	38603,372	
27/10/05	7384,3	1,24516	5930,415	55250,401	

Tabla B.4 Datos Dinámicos SBC-20 C

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
08/03/01	7440,0	1,25045	5949,867	32061,520	-0,008
29/04/02	7025,3	1,21081	5802,174	38603,372	
27/10/05	6850,0	1,19527	5730,914	55250,401	



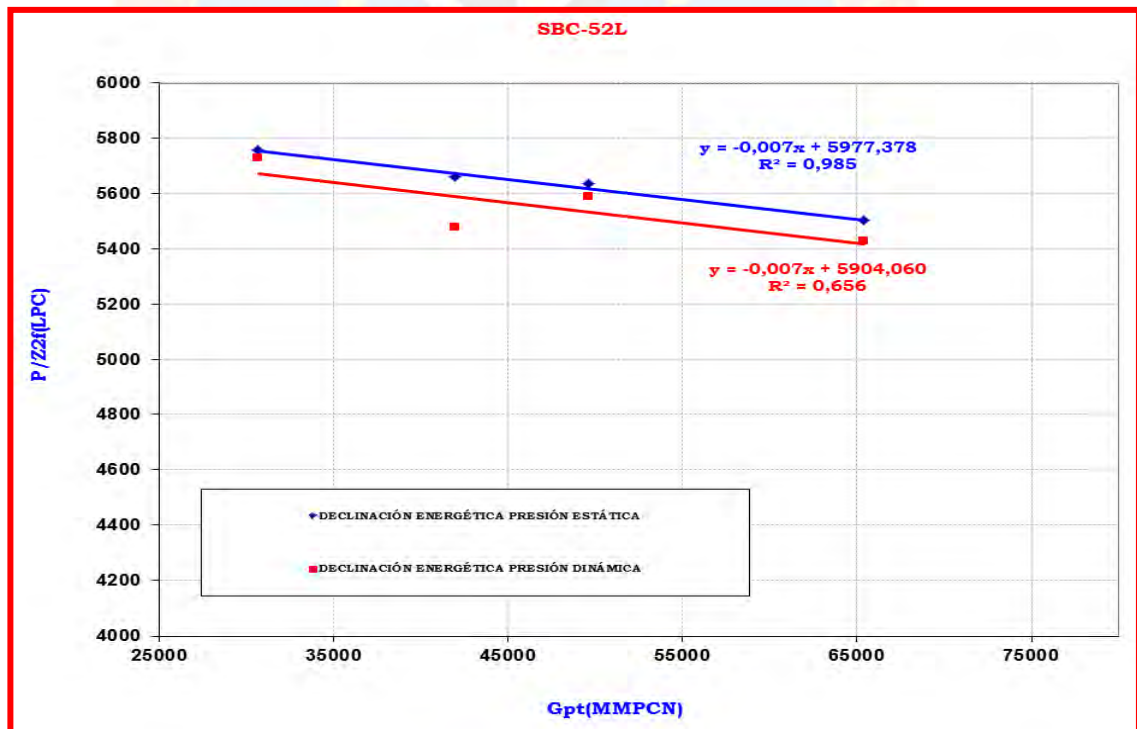
Gráfica B.2 Declinación Energética SBC- 20 C

Tabla B.5 Datos Estáticos SBC-52 L

FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
04/06/03	7217,8	1,25336	5758,794	30675,665	-0,007
24/02/05	7026,8	1,24076	5663,311	41974,110	
19/12/05	6961,3	1,23440	5639,360	49604,813	
22/01/08	6655,7	1,20930	5503,788	65403,406	

Tabla B.6 Datos Dinámicos SBC-52 L

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
04/06/03	7150,6	1,24802	5729,518	30675,665	-0,007
24/02/05	6635,5	1,21066	5480,865	41974,110	
19/12/05	6853,2	1,22601	5589,852	49604,813	
22/01/08	6500,0	1,19736	5428,605	65403,406	



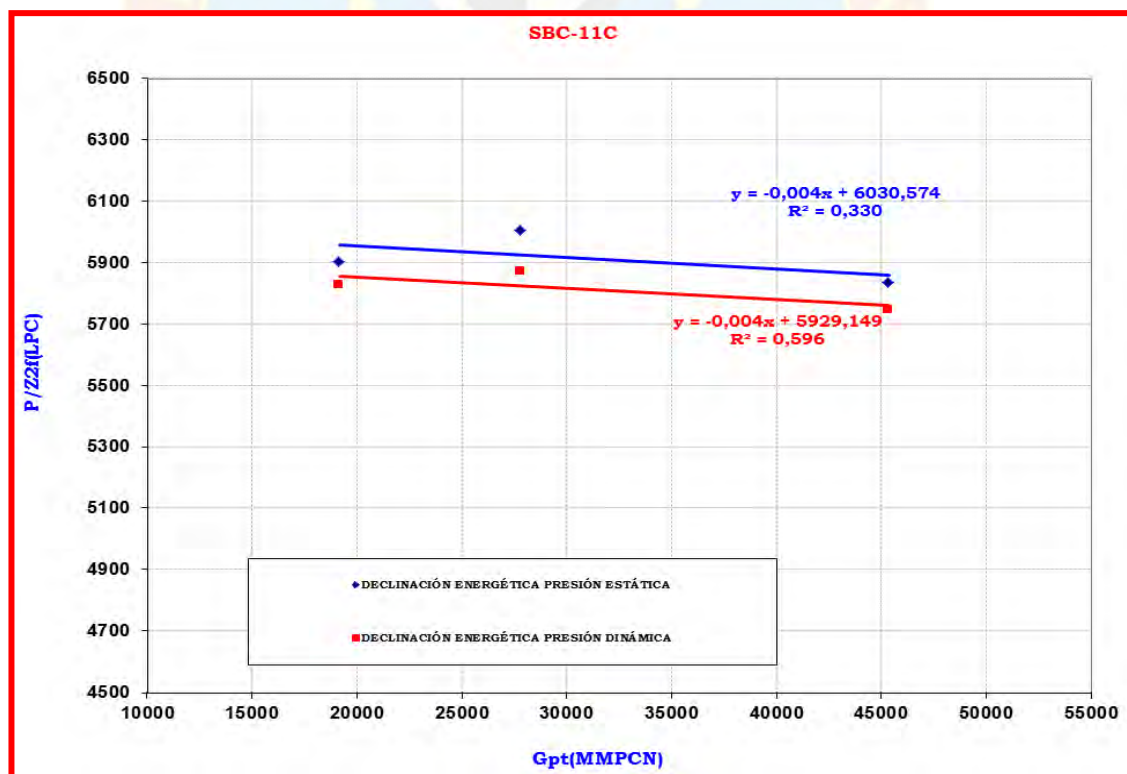
Gráfica B.3 Declinación Energética SBC- 52 L

Tabla B.7 Datos Estáticos SBC-11 C

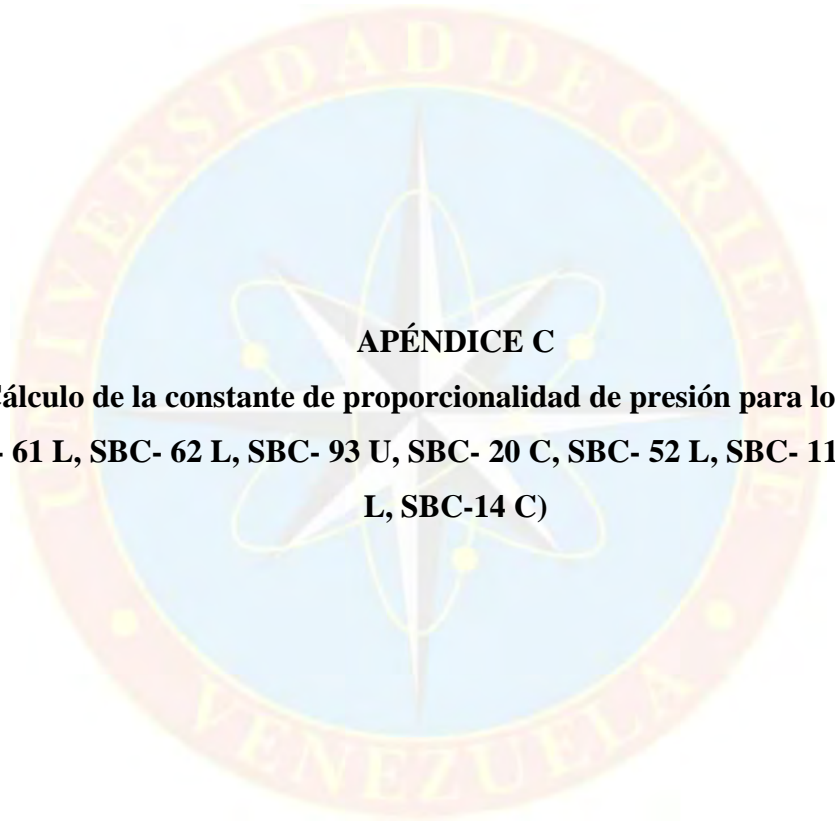
FECHA	PRESIÓN ESTÁTICA (lpc)	(Z _{2f})	PRESIÓN ESTÁTICA/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
17/11/02	7582,30	1,28379	5906,202	19118,301	-0,004
18/05/05	7843,90	1,30565	5907,650	27742,161	
12/12/09	7433,10	1,27357	5836,431	45321,956	

Tabla B.8 Datos Dinámicos SBC-11 C

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2f})	PWF/(Z _{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
17/11/02	7350,0	1,26090	5829,148	19118,301	-0,004
18/05/05	7507,0	1,27811	5873,520	27742,161	
12/12/09	7230,0	1,25755	5749,274	45321,956	



Gráfica B.4 Declinación Energética SBC- 11 C



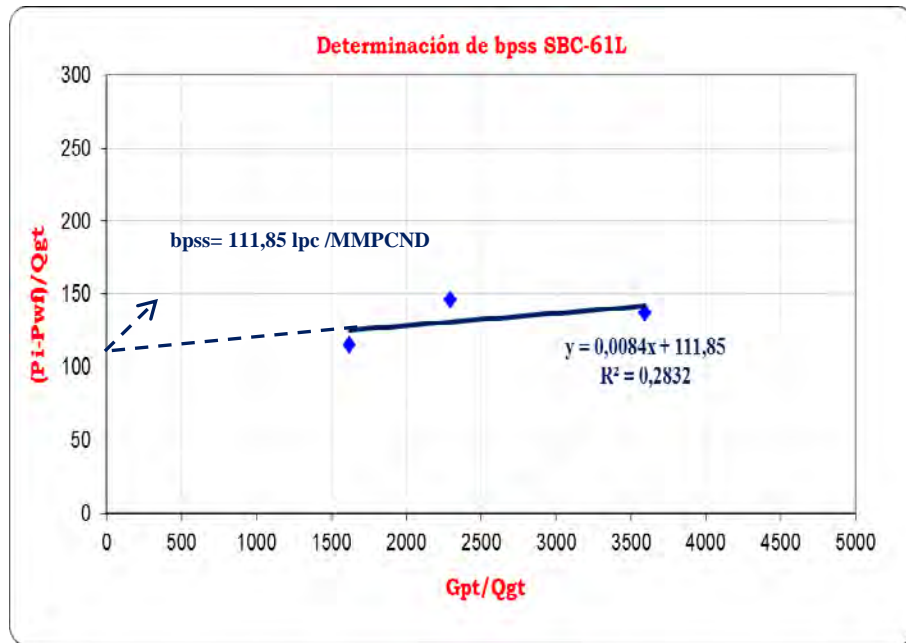
APÉNDICE C

(Cálculo de la constante de proporcionalidad de presión para los pozos)

**(SBC- 61 L, SBC- 62 L, SBC- 93 U, SBC- 20 C, SBC- 52 L, SBC- 11 C, SBC-49
L, SBC-14 C)**

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCN/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
20/06/01	7664,6	6450,0	10,521	115,440	17033,468	1618,972	111,85
26/08/02	7315,8	5991,3	9,050	146,358	20776,880	2295,791	
14/05/05	7208,3	6083,9	8,219	136,803	29531,818	3593,019	

Tabla C.1 Datos del pozo SBC-61 L



Gráfica C.1 Cálculo del bpss para el pozo SBC-61 L

$$P \text{ real} = 7664,6 \text{ lpc}$$

$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss)$$

$$P \text{ estimada} = 6450,0 \text{ lpc} + (10,521 \text{ MMPCND} * 111,85 \text{ lpc /MMPCND})$$

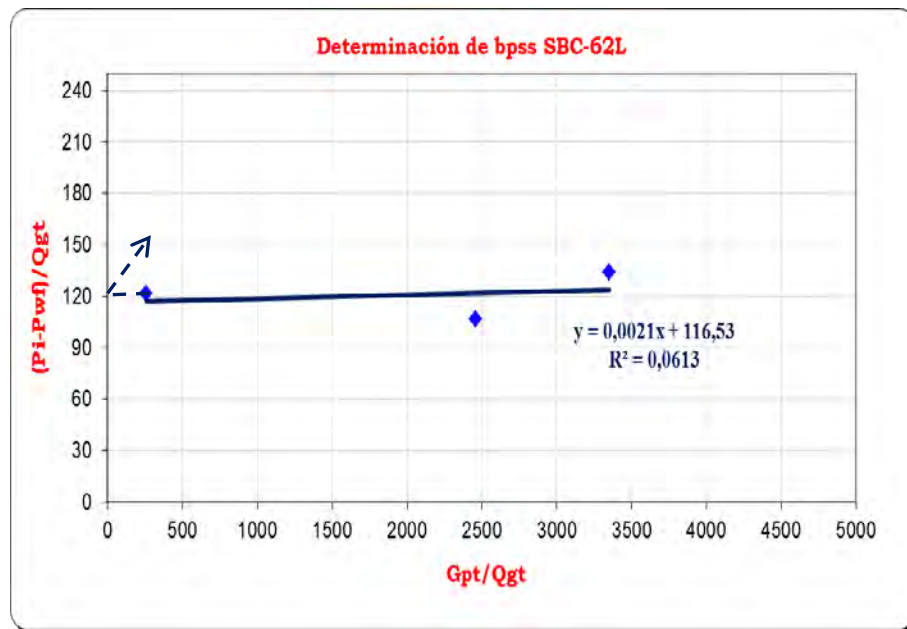
$$P \text{ estimada} = 7626,8 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(7664,6 \text{ lpc} - 7626,8 \text{ lpc})}{(7664,6)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 0,50$$

Tabla C.2 Datos del pozo SBC-62 L

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCN/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
09/02/98	9813,0	8462,1	11,132	121,344	2847,363	255,761	116,53
15/10/03	7095,2	6200,0	8,372	106,930	20564,399	2456,315	
21/09/04	7010,5	6142,1	6,473	134,143	21687,519	3350,260	



bpss= 116,53 lpc/MMPCND

Gráfica C.2 Cálculo del bpss para el pozo SBC-62 L

$$P_{real} = 9813,0 \text{ lpc}$$

$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss)$$

$$P_{estimada} = 8462,1 \text{ lpc} + (11,132 \text{ MMPCND} * 116,53 \text{ lpc /MMPCND})$$

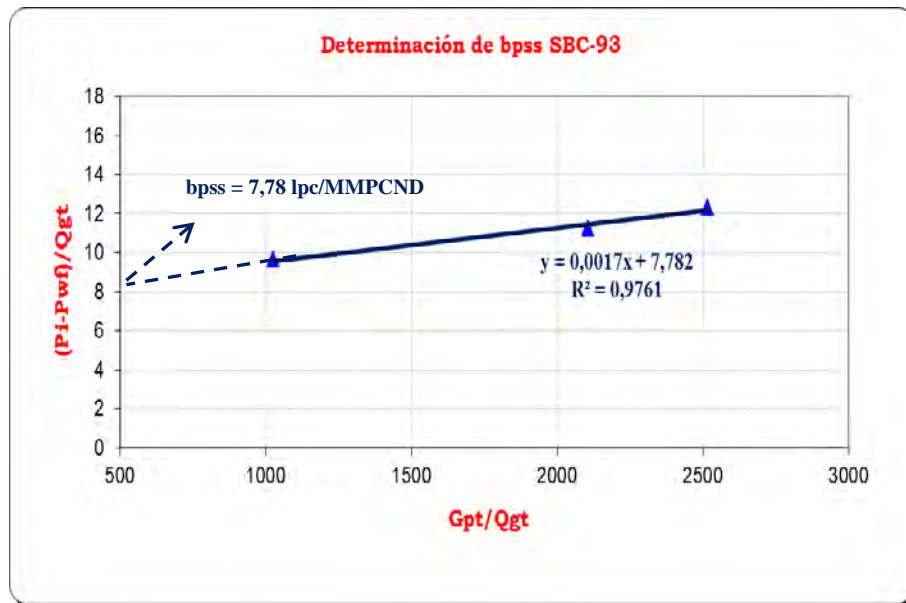
$$P_{estimada} = 9759,5 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(9813,0 \text{ lpc} - 9759,5 \text{ lpc})}{(9813,0)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 0,55$$

Tabla C.3 Datos del pozo SBC-93 U

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCND/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCND)	Gpt/Qgt	bpss (lpc/MMPCND)
03/09/01	7899,8	7567,1	19,218	17,312	21123,925	1099,174	7,78
15/07/04	7765,5	7150,0	20,584	29,900	40472,014	1966,209	
27/01/08	7533,0	7154,1	30,713	12,338	77278,759	2516,120	



Gráfica C.3 Cálculo del bpss para el pozo SBC-93 U

$$P_{\text{real}} = 7899,8 \text{ Lpc}$$

$$P_e = P_{\text{wf}} + (Q_{\text{gt}} * \text{bpss})$$

$$P_{\text{estimada}} = 7567,1 \text{ lpc} + (19,218 \text{ MMPCND} * 7,78 \text{ lpc /MMPCND})$$

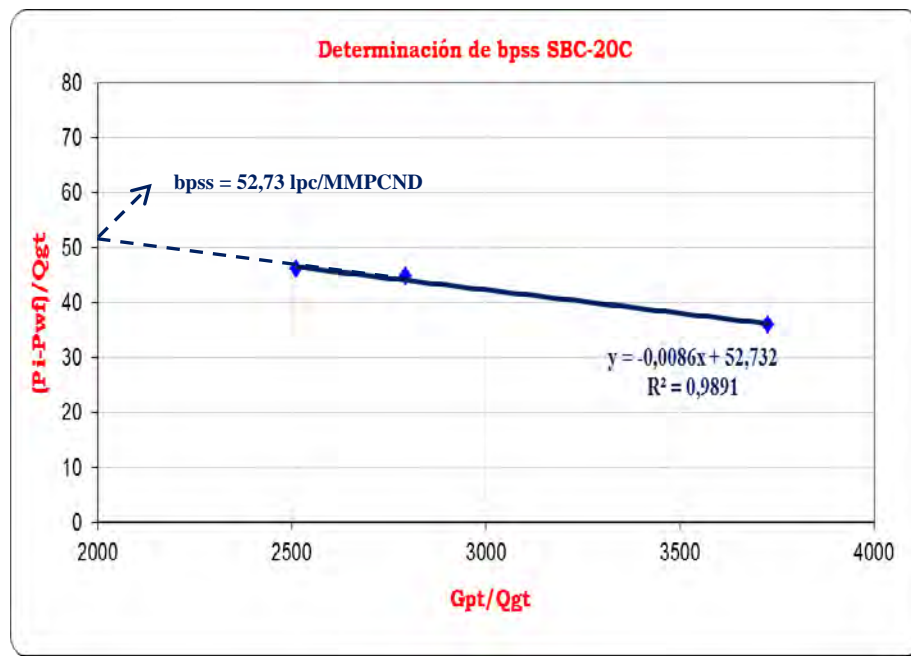
$$P_{\text{estimada}} = 7716,7 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(7899,8 \text{ lpc} - 7716,7 \text{ lpc})}{(7899,8)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 2,37$$

Tabla C.4 Datos del pozo SBC-20 C

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf(lpc)	Qgt (MMPCND/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
08/03/01	8028,4	7440,0	12,765	46,094	32061,520	2511,634	52,73
29/04/02	7644,7	7025,3	13,825	44,801	38603,372	2792,352	
27/10/05	7384,3	6850,0	14,831	36,026	55250,401	3725,427	



Gráfica C.4 Cálculo del bpss para el pozo SBC-20 C

$$P_{\text{real}} = 8028,4 \text{ lpc}$$

$$P_e = P_{\text{wf}} + (Q_{\text{gt}} * \text{bpss})$$

$$P_{\text{estimada}} = 7440,0 \text{ lpc} + (12,765 \text{ MMPCND} * 52,73 \text{ lpc /MMPCND})$$

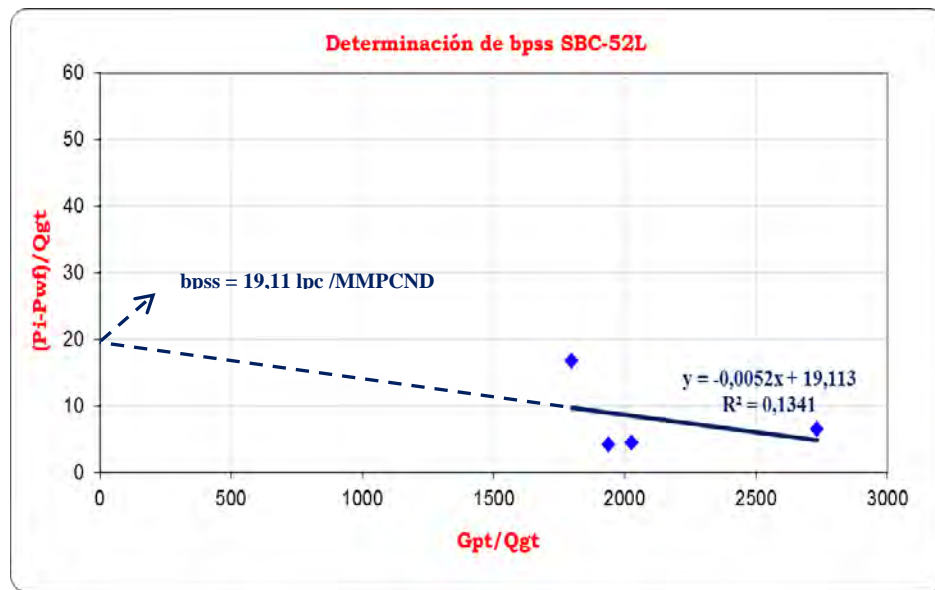
$$P_{\text{estimada}} = 8113,09 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(8028,4 \text{ lpc} - 8113,09 \text{ lpc})}{(8028,4)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 1,04$$

Tabla C.5 Datos del pozo SBC-52 L

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCN/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
04/06/03	7217,8	7150,6	15,136	4,445	30675,665	2026,686	19,11
24/02/05	7026,8	6635,5	23,334	16,770	41974,110	1798,844	
19/12/05	6961,3	6853,2	25,584	4,223	49604,813	1938,876	
22/01/08	6655,7	6500,0	23,945	6,503	65403,406	2731,375	



Gráfica C.5 Cálculo del bpss para el pozo SBC-52 L

$$P_{\text{real}} = 7217,8 \text{ lpc}$$

$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss)$$

$$P_{\text{estimada}} = 7150,6 \text{ lpc} + (15,136 \text{ MMPCND} * 19,11 \text{ lpc /MMPCND})$$

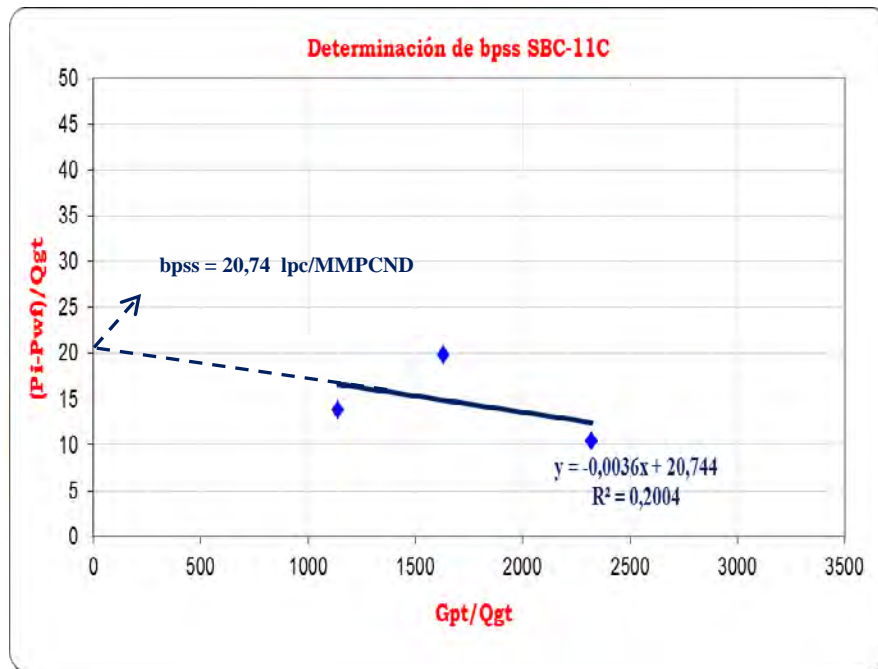
$$P_{\text{estimada}} = 7439,9 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(7217,8 \text{ lpc} - 7439,9 \text{ lpc})}{(7217,8)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 2,98$$

Tabla C.6 Datos del pozo SBC-11 C

Fecha	Pi PMP(lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCN/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
17/11/02	7582,3	7350,0	16,810	13,819	19118,301	1137,317	20,74
18/05/05	7843,9	7507,0	17,020	19,794	27742,161	1629,974	
12/12/09	7433,1	7230,0	19,530	10,399	45321,956	2320,633	



Gráfica C.6 Cálculo del bpss para el pozo SBC-11 C

$$P \text{ real} = 7582,3 \text{ lpc}$$

$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss)$$

$$P_{estimada} = 7350,0 \text{ lpc} + (16,810 \text{ MMPCND} * 20,74 \text{ lpc /MMPCND})$$

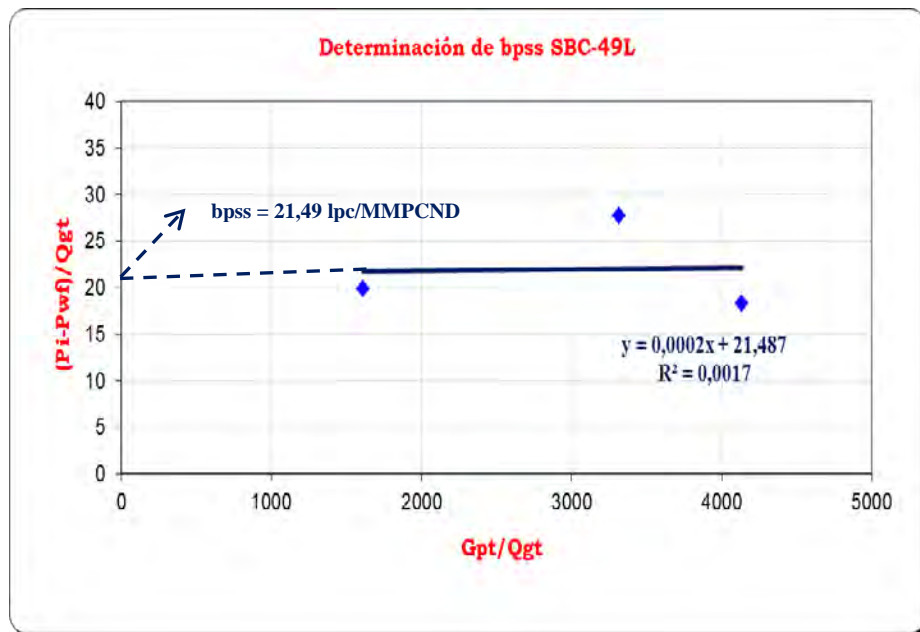
$$P_{estimada} = 7698,70 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(7582,3 \text{ lpc} - 7698,70 \text{ lpc})}{(7582,3)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 1,51$$

Tabla C.7 Datos del pozo SBC-49 L

Fecha	Pi PMP (lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCN/D)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
16/02/01	7920,39	7650,00	13,597	19,887	21927,317	1612,694	21,49
15/09/04	7597,00	7278,70	11,467	27,757	38020,386	3315,531	
21/02/08	7492,25	7259,00	12,758	18,283	52738,396	4133,776	



Gráfica C.7 Cálculo del bpss para el pozo SBC-49 L

$$P_{real} = 7920,39 \text{ lpc}$$

$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss)$$

$$P_{estimada} = 7650,0 \text{ lpc} + (13,597 \text{ MMPCND} * 21,49 \text{ lpc /MMPCND})$$

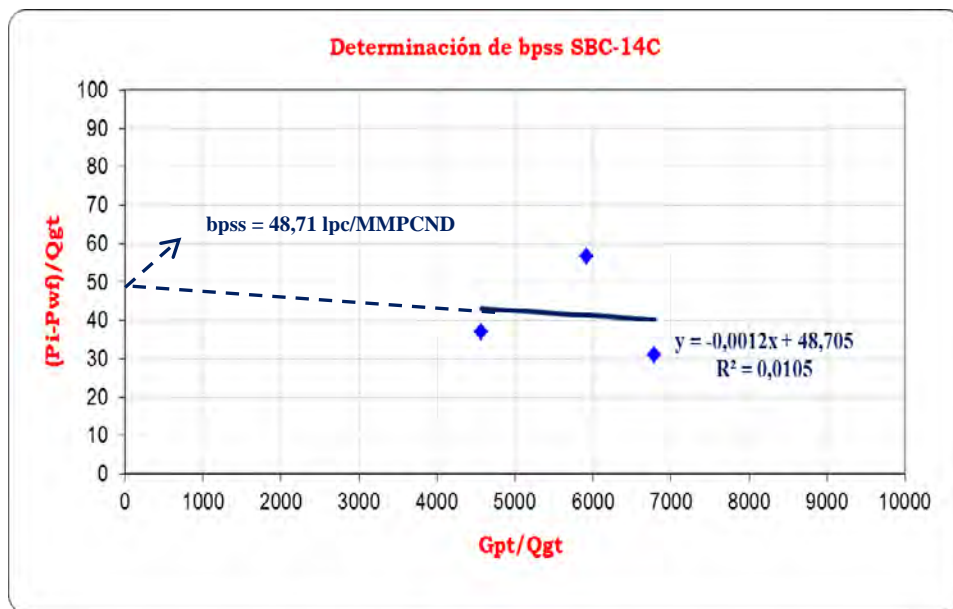
$$P_{estimada} = 7942,2 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(7920,4 \text{ lpc} - 7942,2 \text{ lpc})}{(7920,4)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 0,27$$

Fecha	Pi PMP (lpc)	Pwf (lpc)	Qgt (MMPCND)	(Pi-Pwf)/Qgt	Gpt (MMPCN)	Gpt/Qgt	bpss (lpc /MMPCND)
01/05/03	7943,0	7600,0	9,242	37,112	42170,000	4562,706	48,71
27/03/07	7885,0	7370,4	9,069	56,737	53657,069	5916,319	
15/12/09	7336,8	7050,0	9,231	31,068	62662,990	6788,069	

Tabla C.8 Datos del pozo SBC-14 C



Gráfica C.8 Cálculo del bpss para el pozo SBC-14 C

$$P \text{ real} = 7943,0 \text{ lpc}$$

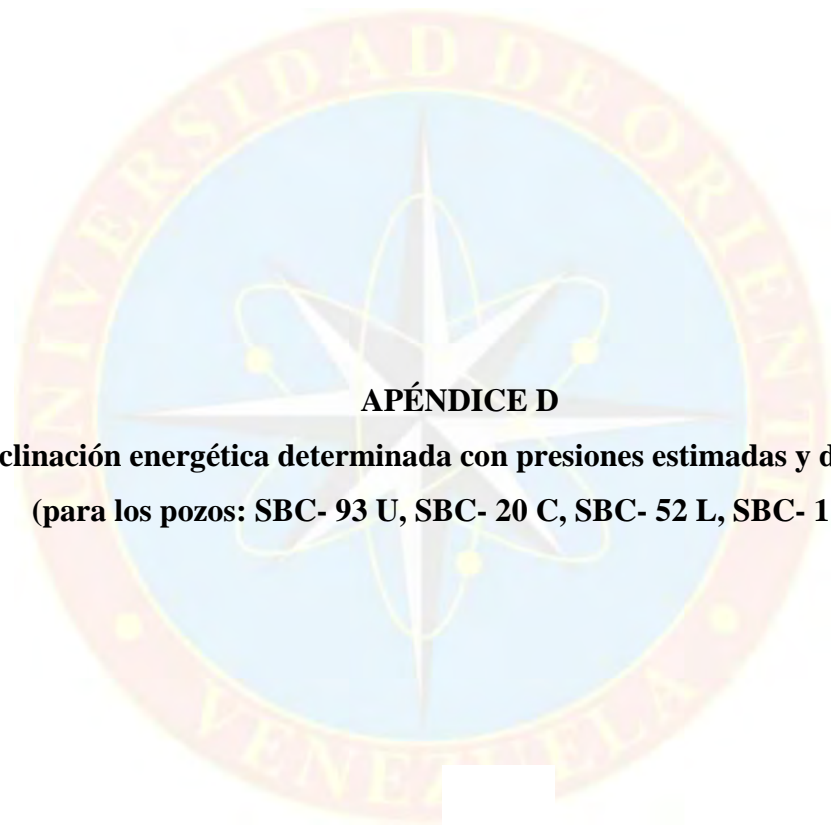
$$P_e = P_{wf} + (Q_{gt} * bpss)$$

$$P \text{ estimada} = 7600,0 \text{ lpc} + (9,242 \text{ MMPCND} * 48,71 \text{ lpc /MMPCND})$$

$$P \text{ estimada} = 8050,1 \text{ lpc}$$

$$\% \text{ Error} = \frac{(7943,0 \text{ lpc} - 8050,1 \text{ lpc})}{(7943,0)} * 100$$

$$\% \text{ Error} = 1,33$$



APÉNDICE D

(Declinación energética determinada con presiones estimadas y dinámicas)

(para los pozos: SBC- 93 U, SBC- 20 C, SBC- 52 L, SBC- 11 C)

Pozo SBC-93 U

Para el estudio energético del pozo SBC-93 U se consideraron presiones estáticas estimadas a partir de presiones dinámicas, mediante la aplicación de la metodología de BMD, para las fechas correspondientes (Ver tabla D.1 y D.2)

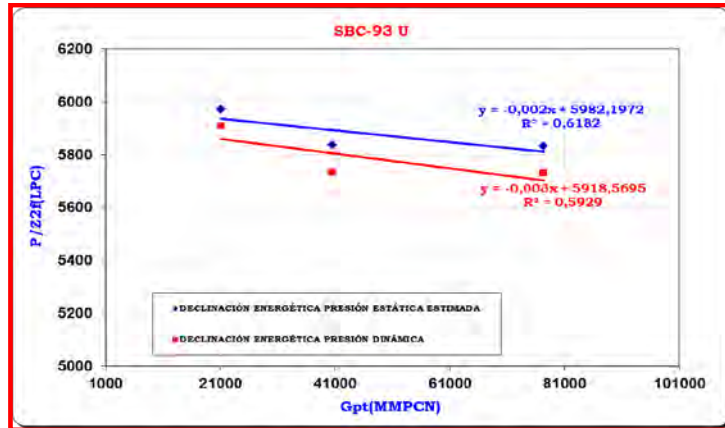
Tabla D.1 Datos estáticos SBC- 93 U

FECHA	PRESIÓN ESTIMADA (lpc)	(Z _{2t})	PRESION ESTIMADA/(Z _{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
03/09/01	7716,7	1,29295	5972,475	21123,925	-0,002
15/07/04	7310,2	1,26044	5870,648	40472,014	
27/01/08	7393,1	1,26776	5831,623	77278,759	

Tabla D.2 Datos dinámicos SBC- 93 U

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2t})	PWF/(Z _{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
03/09/01	7567,1	1,28066	5908,777	21123,925	-0,003
15/07/04	7150,0	1,24760	5731,004	40472,014	
27/01/08	7154,0	1,24873	5729,094	77278,759	

La gráfica D.1 refleja una declinación energética para ambas curvas (estáticas estimadas y dinámicas) con pendientes de -0,002 lpc/MMPCN y -0,003 lpc/MMPCN respectivamente, presentando un margen de error de 50%, trayendo como consecuencia una desviación en la tendenciade la curva de datos estimados, lo cual se puede atribuir a que las presiones utilizadas para la determinación de la declinación (presiones estimadas), son aproximaciones de las presiones estáticas reales por ende presentan un cierto margen de error, como ya se expuso anteriormente Ver tabla 4.16.



Gráfica D.1 Declinación energética SBC- 93 U

Pozo SBC-20 C

En el estudio energético para el pozo SBC-20 C se consideraron presiones estáticas estimadas a partir de la aplicación de la metodología de balance de materiales dinámico. (Ver tabla D.3 y D.4)

Tabla D.3 Datos estáticos SBC- 20 C

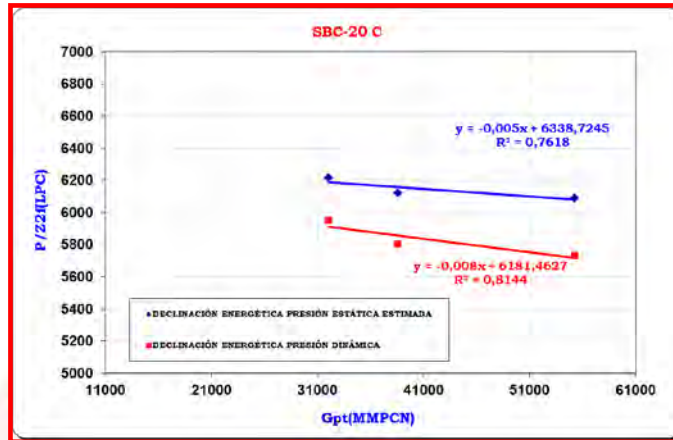
FECHA	PRESIÓN ESTIMADA (lpc)	(Z _{2t})	PRESION ESTIMADA/(Z _{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
08/03/01	8113,1	1,34227	6214,079	32061,520	-0,005
29/04/02	7754,3	1,31291	6123,459	38603,372	
27/10/05	7632,0	1,30491	6090,536	55250,401	

Tabla D.4 Datos dinámicos SBC- 20 C

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2t})	PWF/(Z _{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
08/03/01	7440,0	1,25045	5949,867	32061,520	-0,008
29/04/02	7025,3	1,21081	5802,174	38603,372	
27/10/05	6850,0	1,19527	5730,914	55250,401	

En la gráfica D.2 se observa una declinación energética para datos de presión estática estimados con una pendiente de -0.005 lpc/MMPCN, mientras que para la curva elaborada con datos dinámicos es de -0.008 lpc/MMPCN, con un margen de error de 60%, lo que nos indica que ambas declinaciones presentaron una variación considerable en su proporcionalidad en función del tiempo, como consecuencia del

porcentaje error (mínimo) pero considerable de las presiones estimadas al momento de determinar su declinación, Ver tabla 4.16.



Gráfica D.2 Declinación energética SBC- 20 C

Pozo SBC-52 L

Para el pozo SBC-52 L se tomaron en cuenta presiones estáticas estimadas a partir de presiones dinámicas, mediante la aplicación de la metodología de BMD, para las fechas correspondientes (Ver tabla D.5 y D.6)

Tabla D.5 Datos estáticos SBC- 52 L

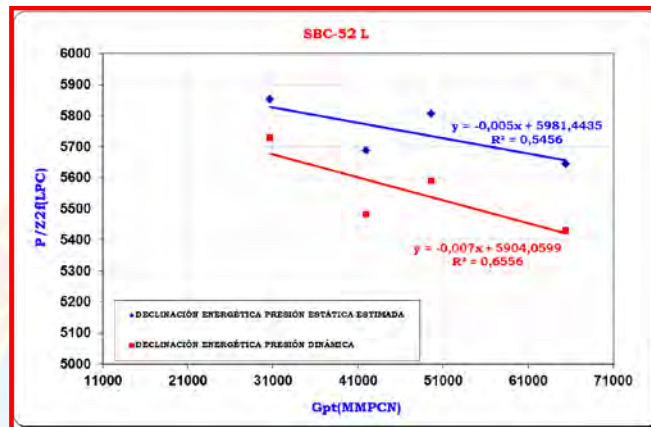
FECHA	PRESIÓN ESTIMADA (lpc)	(Z_{2f})	PRESIÓN ESTIMADA/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
04/06/03	7439,9	1,27521	5834,254	30675,665	-0,005
24/02/05	7081,5	1,22963	5759,049	41974,110	
19/12/05	7342,2	1,25967	5828,669	49604,813	
22/01/08	6957,7	1,23151	5649,730	65403,406	

Tabla D.6 Datos dinámicos SBC- 52 L

FECHA	PWF (lpc)	(Z_{2f})	PWF/(Z_{2f})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
04/06/03	7150,6	1,24802	5729,518	30675,665	-0,007
24/02/05	6635,5	1,21066	5480,865	41974,110	
19/12/05	6853,2	1,22601	5589,852	49604,813	
22/01/08	6500,0	1,19736	5428,604924	65403,406	

La grafica D.3 muestra la declinación energética del pozo SBC-52 L elaborada tanto para las presiones estáticas estimadas de -0.005 lpc/MMPCN como para los datos de

presión dinámica de -0.007 lpc/MMPCN, con un error de 40% aproximadamente entre ambas, por consiguiente las tendencias de dichas curvas en función del tiempo son variables, caso contrario lo demostrado por la declinación determinada con las presiones reales. Resultados los cuales pueden atribuirse como ya se ha venido resaltando anteriormente a las presiones estimadas.



Gráfica D.3 Declinación energética SBC- 11 C

Pozo SBC-11 C

Para el estudio energético del pozo SBC-11 C se consideraron presiones estáticas estimadas a partir de presiones dinámicas mediante la aplicación de la metodología de BMD. (Ver tabla D.7 y D.8)

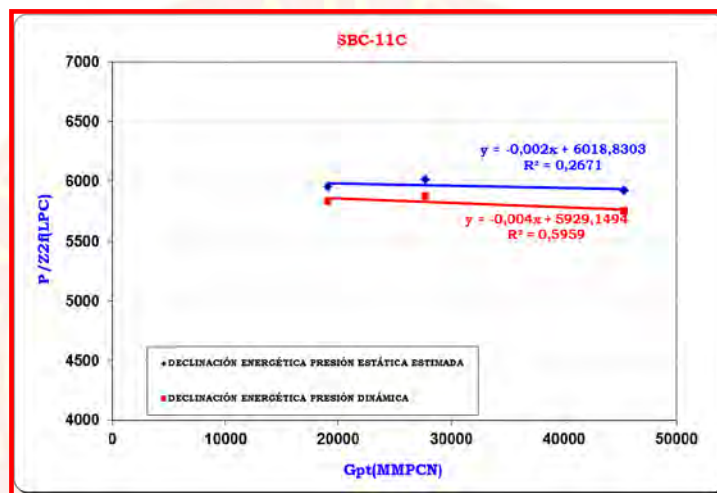
Tabla D.7 Datos estáticos SBC- 11 C

FECHA	PRESIÓN ESTIMADA (lpc)	(Z _{2t})	PRESIÓN ESTIMADA /(Z _{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
17/11/02	7698,7	1,29331	5952,624	19118,301	-0,002
18/05/05	7860,1	1,30698	6013,890	27742,161	
12/12/09	7635,1	1,28967	5920,226	45321,956	

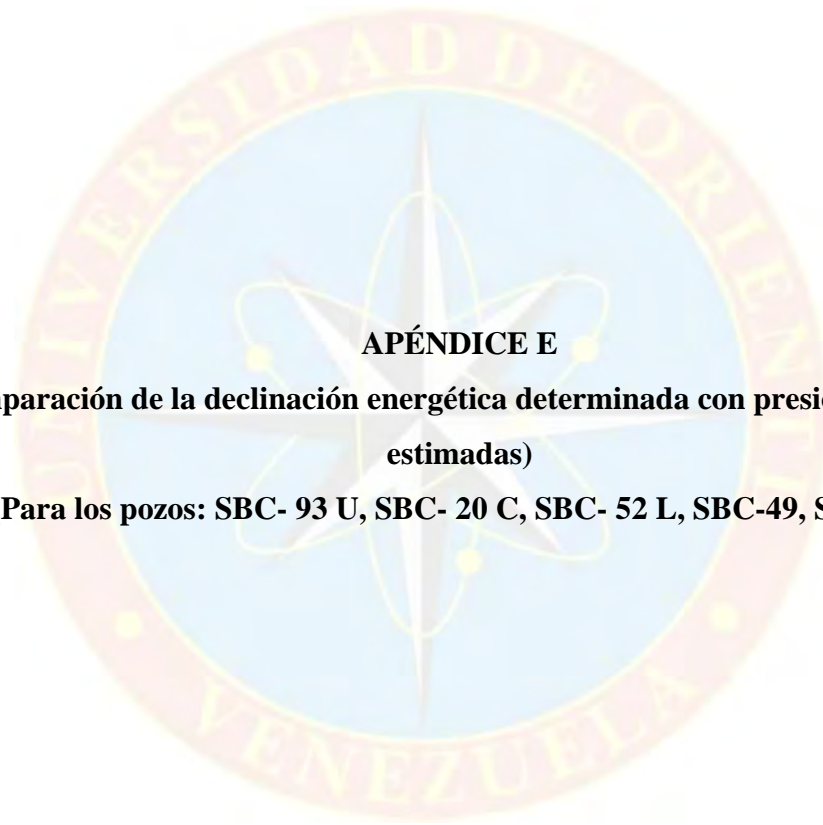
Tabla D.8 Datos dinámicos SBC- 11 C

FECHA	PWF (lpc)	(Z _{2t})	PWF/(Z _{2t})	Gpt (MMPCN)	(PENDIENTE) lpc/MMPCN
17/11/02	7350,0	1,26090	5829,148	19118,301	-0,004
18/05/05	7507,0	1,27811	5873,520	27742,161	
12/12/09	7230,0	1,25755	5749,274	45321,956	

En la gráfica D.4 se observan las declinaciones energéticas determinadas con presiones estáticas estimadas y presiones dinámicas con valores de -0.002 lpc/MMPCN y -0.004 lpc/MMPCN, lo cual nos refleja un margen de error de 100% entre ambas, concluyendo de esta forma que las tendencias de ambas curvas varían sus proporcionalidades en función del tiempo como consecuencia de la deferencia (aunque mínima) entre los valores estimados y los reales.



Grafica D.4 Declinación energética SBC- 11 C



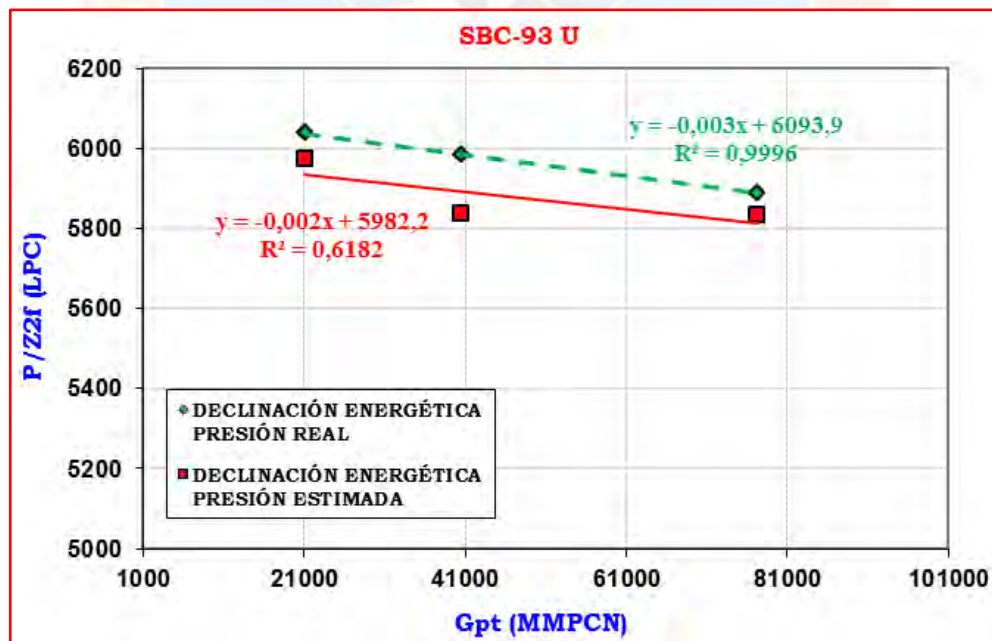
APÉNDICE E

(Comparación de la declinación energética determinada con presiones reales y estimadas)

(Para los pozos: SBC- 93 U, SBC- 20 C, SBC- 52 L, SBC-49, SBC-14)

Pozo SBC- 93 U

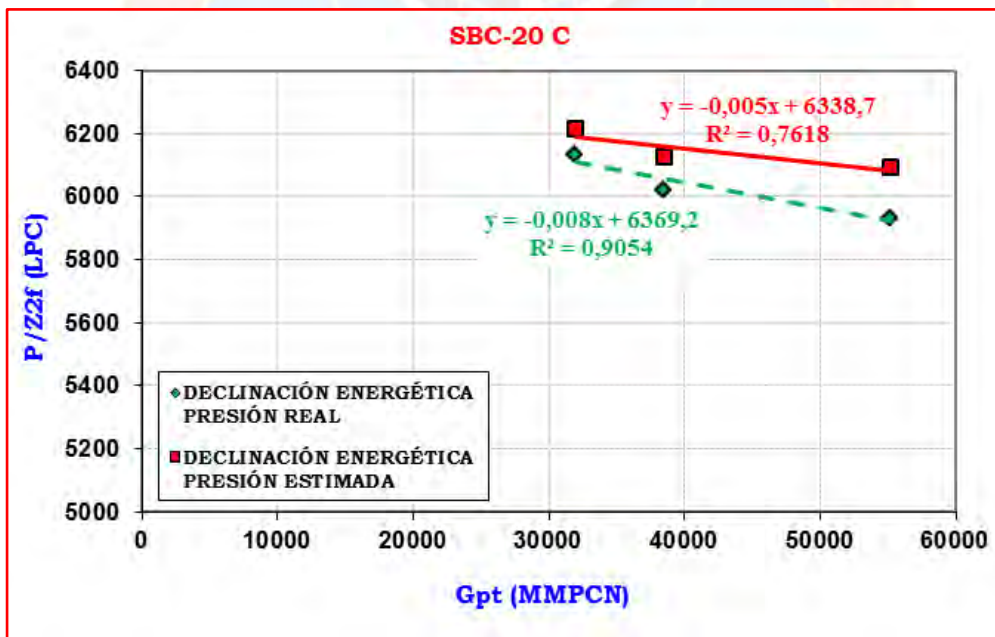
En la gráfica E.1 se puede apreciar la comparación entre la declinación energética determinada con presiones reales obtenidas mediante pruebas de restauración build up y presiones estimadas obtenidas con la aplicación de la metodología de BMD, donde ambas presentan para este pozo en particular una diferencia porcentual de 33,33% de error con respecto a sus tendencias, porcentaje el cual a simple vista podría ser considerado alto, pero para este estudio se considero aceptable debido a que por debajo del 50% de error entre ambas declinaciones, las caídas de presión mensual podrían ser determinadas por cualquiera de las dos tendencias para una producción dada dado a que la diferencia entre ambas seria despreciable. Ver tabla 4.27



Gráfica E.1 Declinaciones energéticas SBC- 93 U

Pozo SBC- 20 C

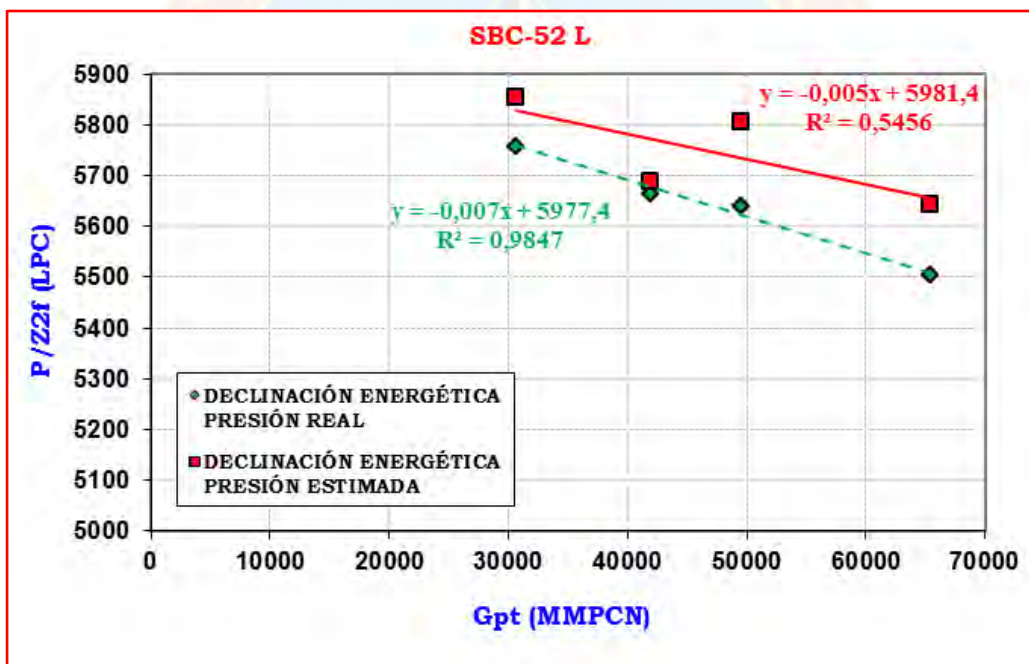
La gráfica E.2 refleja al igual que el pozo anterior las declinaciones energéticas determinadas tanto con las presiones reales obtenidas mediante pruebas de restauración como la determinada a través de presiones estáticas estimadas a partir de presiones dinámicas, en la presente se denota un porcentaje de error de 27,5 % entre ambas curvas lo cual se atribuye a las diferencias mínimas (menor a 5%) entre las presiones reales y estimadas, por otra parte esta diferencia es aceptable para determinar declinaciones energéticas con las presiones estimadas dado a que la diferencias entre las caídas de presión con una u otra curva son despreciables (menor a 1,2 lpc/mes) Ver tabla 4.27



Gráfica E.2 Declinaciones energéticas SBC- 20 C

Pozo SBC- 52 L

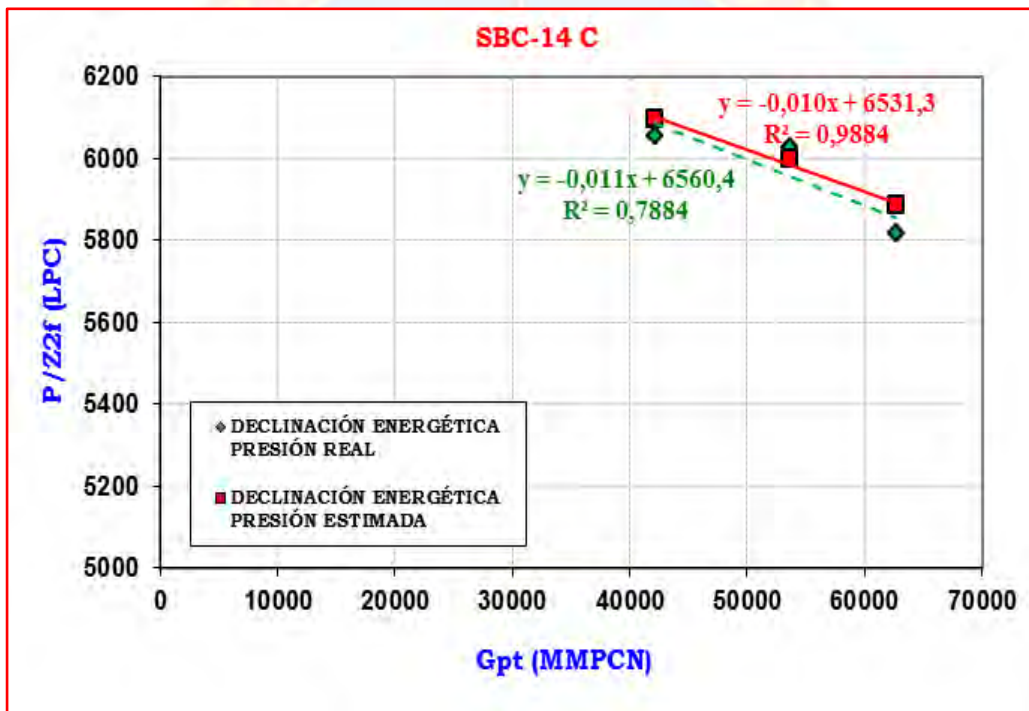
En la gráfica E.3 se observa una diferencia entre ambas declinaciones de 28,57% como consecuencia de la dispersión de los puntos de presión estimada en la gráfica lo cual puede atribuirse al cálculo de la constante de proporcionalidad de presión del yacimiento para este pozo en específico cuya tendencia se trazó linealmente, como especifica la metodología, aunque no fue la más representativa lo que afecto el cálculo de las presiones, sin embargo, el error se encuentra por debajo del 50%, siendo así aplicable la declinación energética con presiones estimadas.



Gráfica E.2 Declinaciones energéticas SBC- 52 L

Pozo SBC- 14 C

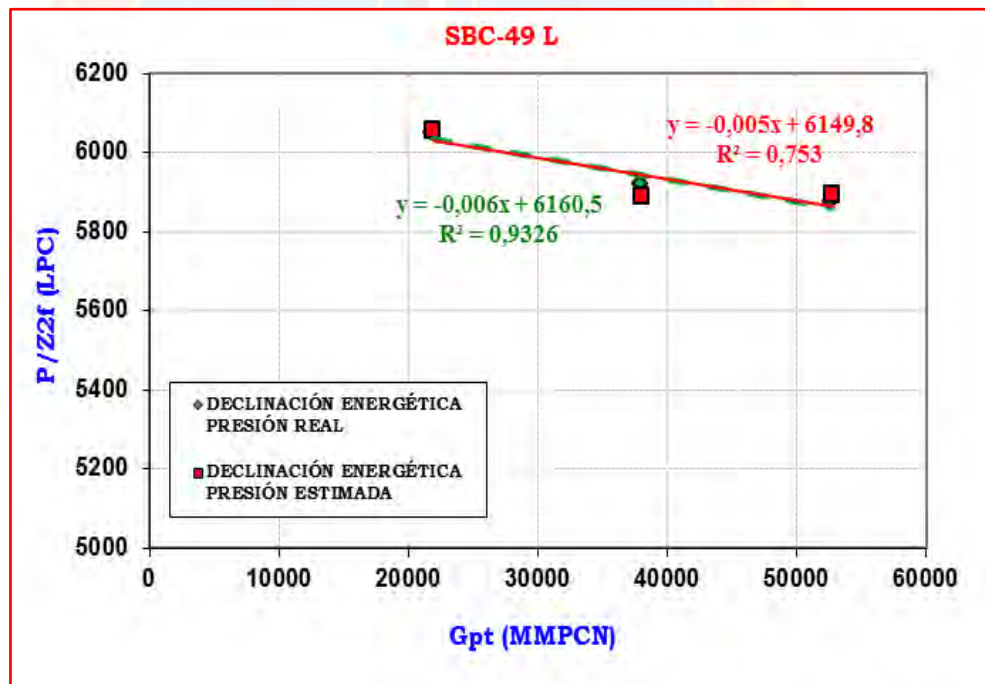
En la presente grafica E.4 se observa una diferencia entre la declinación energética determinada con presiones reales y presiones estimadas de 9,09% y un ajuste de las curvas por encima del 70%, de tal manera reflejado este comportamiento, ambas declinaciones son consideradas para realizar un estudio energético para una producción dada. Debido a que las caídas de presión utilizando una u otra curva serian despreciables. Ver tabla 4.27



Grafica E.4 Declinaciones energéticas SBC- 14 C

Pozo SBC- 49 L

La gráfica E.5 muestra la declinación energética determinada para presiones estáticas reales (build up), y presiones estáticas estimadas (BMD), con pendientes de -0.006 lpc/MMPCN y -0.005 lpc/MMPCN, presentando un margen de error de 16,66%, lo que pudo ser causa de las diferencias entre las presiones reales y estimadas que a pesar de ser (menor a 5%), desvían la tendencia de la curva, sin embargo esta diferencia es aceptable para la aplicación de la metodología tanto para la estimación de presiones como para la de determinación la declinación energética siempre y cuando el error se encuentre por debajo del 50%.



Gráfica E.5 Declinaciones energéticas SBC- 49 L

HOJAS METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 1/6

Título	EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE BALANCE DE MATERIALES DINÁMICO PARA LA ESTIMACIÓN DE PRESIONES ESTÁTICAS EN EL YACIMIENTO SBC-1, CAMPO SANTA BÁRBARA
Subtítulo	

El Título es requerido. El subtítulo o título alternativo es opcional.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Cedeño H. Edgar A.	CVLAC	C.I. 18.080.862
	e-mail	Alex17588@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres de un autor. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores.

Palabras o frases claves:

Materiales dinámicos
Pruebas de presión
Constantes de proporcionalidad

El representante de la subcomisión de tesis solicitará a los miembros del jurado la lista de las palabras claves. Deben indicarse por lo menos cuatro (4) palabras clave.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Sub-área
Tecnología y Ciencias aplicadas	Ingeniería de petróleo

Debe indicarse por lo menos una línea o área de investigación y por cada área por lo menos un subárea. El representante de la subcomisión solicitará esta información a los miembros del jurado.

Resumen (Abstract):

El presente trabajo tuvo como objetivo principal, la evaluación de la técnica de balance de materiales dinámico (BMD) para la estimación de presiones estáticas a partir de las presiones de fondo fluente en los pozos pertenecientes al yacimiento SBC-1, del Campo Santa Bárbara. Para el logro de este objetivo se revisaron de forma exhaustiva las bases de datos de presiones de los pozos de gas condensado del área en estudio; para realizar la selección de la muestra; las mismas debían cumplir con los parámetros necesarios para la aplicación de la metodología de BMD. Luego se determinó la declinación energética de dichos pozos con sus respectivas presiones estáticas, obtenidas con pruebas de restauración de presión. Seguidamente se estimaron presiones estáticas promedios del yacimiento, y se compararon con las presiones reales, estableciendo un margen de error entre ambas menor a 5 % para el 88,89% de la muestra y menor a 7% para la totalidad de la de las presiones estimadas, así mismo se determinó la declinación energética usando las presiones estáticas estimadas del yacimiento por la metodología de BMD, para estudiar la aplicación del uso de dichas presiones en el estudio energético, y a su vez comparándolas con la declinación real obtenida por las pruebas de restauración; arrojando como resultado que para alcanzar una declinación energética con el mínimo de error las presiones estimadas deben de estar por debajo del 1% de error con respecto a las presiones reales.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Ing. Fabiola Motola	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	CI: 8.290.936
	e-mail	
	e-mail	
Ing. Isaac Contreras	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
Ing. Maria E. Gamboa	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Se requiere por lo menos los apellidos y nombres del tutor y los otros dos (2) jurados. El formato para escribir los apellidos y nombres es: "Apellido1 InicialApellido2., Nombre1 InicialNombre2". Si el autor esta registrado en el sistema CVLAC, se anota el código respectivo (para ciudadanos venezolanos dicho código coincide con el numero de la Cedula de Identidad). El campo e-mail es completamente opcional y depende de la voluntad de los autores. La codificación del Rol es: CA = Coautor, AS = Asesor, TU = Tutor, JU = Jurado.

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2011	05	19

Fecha en formato ISO (AAAA-MM-DD). Ej: 2005-03-18. El dato fecha es requerido.

Lenguaje: spa Requerido. Lenguaje del texto discutido y aprobado, codificado usando ISO 639-2. El código para español o castellano es spa. El código para ingles en. Si el lenguaje se especifica, se asume que es el inglés (en).

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
CEDEÑO EDGAR.DOCX

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (opcional)

Temporal: _____ (opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniería de petróleo

Dato requerido. Ejemplo: Licenciado en Matemáticas, Magister Scientiarium en Biología Pesquera, Profesor Asociado, Administrativo III, etc

Nivel Asociado con el trabajo: ingeniería

Dato requerido. Ejs: Licenciatura, Magister, Doctorado, Post-doctorado, etc.

Área de Estudio:

Tecnología y ciencias aplicadas

Usualmente es el nombre del programa o departamento.

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente Núcleo Monagas

Si como producto de convenciones, otras instituciones además de la Universidad de Oriente, avalan el título o grado obtenido, el nombre de estas instituciones debe incluirse aquí.

Hoja de metadatos para tesis y trabajos de Ascenso- 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLAÑOS CUAJELA
Secretario

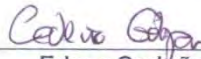


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

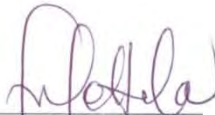
JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso - 6/6
Derechos:

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicado CU-034-2009): "Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad, y solo podrán ser utilizados a otros fines, con el consentimiento del Consejo de Núcleo Respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."



Edgar Cedeño
C.I.: 18.080.862
AUTOR



Ing. Fabiola Mottola
C.I.: 8,290.936
TUTOR