

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

INTERPRETACION DE UNA PRUEBA DE DISIPACION DE  
PRESION (FALLOFF) CON FRACTURA HIDRAULICA.  
MEDIANTE EL USO DE UN SOFTWARE.

**TESINA DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO DE PETRÓLEOS**

Presentado por:

Mayely Alexandra Amán Santillán

Carlos Andrés Pérez Peña

Jacob Eduardo Ulloa Sánchez

Guayaquil - Ecuador

2013

## AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro Modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Gabriel Colmont, Director del Seminario de Graduación, por su invaluable ayuda.

*Mayely*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mi Padre Santiago Ulloa por darme la oportunidad de estudiar aunque no estuvo cerca de mí en todo el camino, él fue la guía y mi apoyo, a mi madre Norma Sánchez por ser la fuerza del día tras día que me impulsa a seguir adelante.

A mis compañeros Mayely, Carlos por su tiempo, amistad y por los conocimientos q transmitidos en este trabajo.

*Jacob*

## AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer a la Espol por todo el apoyo que he recibido en todos los años de carrera universitaria, tanto a la institución como a sus docentes.

Finalmente agradezco de manera especial a Dios, todo lo que he conseguido en mi vida profesional y personal se lo debo a Él, sin EL ninguno de estos logros hubieran sido posibles.

*Carlos*

## DEDICATORIA

La dedicación y el esfuerzo realizado para la culminación de este trabajo es para mi familia, quienes son la luz que ilumina mi camino y el apoyo incondicional durante esta etapa de mi vida.

*Mayely Amán S.*

## DEDICATORIA

Dedico los frutos de este trabajo a todos los maestros de los que he recibido enseñanza en mi vida, tanto educativa como personal y espiritual.

A mis primeros maestros: mis padres, quienes han guiado con su ejemplo mi crecimiento en la vida.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo incondicional siempre que lo he necesitado.

Y al maestro de maestros, Dios. A quien le debo todo en la vida.

*Carlos Pérez P.*

## DEDICATORIA

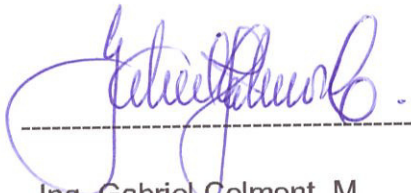
A Dios Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis Padres Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, motivación constante, ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan, todo el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

Al Ing. Gabriel Colmont por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis. GRACIAS A USTEDES.

*Jacob Ulloa S.*

## TRIBUNAL DE GRADUACION



Ing. Gabriel Colmont M.

DIRECTOR DE TESIS



Ing. Daniel Tapia F.

VOCAL DEL TRIBUNAL



## **DECLARACION EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Grado nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

-----  
Mayely Amán S.

-----  
Carlos Pérez P.

  
-----  
Jacob Ulloa S.

## RESUMEN

En muchos reservorios, especialmente en campos antiguos con concentraciones de agua, los pozos de inyección pueden ser tan numerosos como los pozos productores. Consecuentemente, realizar pruebas Falloff a pozos de inyección es particularmente importante para una eficiente planificación y operación tanto para el seguimiento de proyectos de recuperación secundaria y recuperación mejorada. Básicamente estas pruebas se utilizan para estimar propiedades y condiciones en las zonas cercanas al pozo inyector. Siendo útiles para determinar las condiciones del pozo inyector y parámetros del yacimiento bajo condiciones dinámicas.

Para el desarrollo de este trabajo tenemos una data Falloff obtenida de la base de datos de Saphir, la cual será ejecutada en el programa para generar la información necesaria del sistema pozo/yacimiento. Determinando así la capacidad de la formación para producir hidrocarburos (permeabilidad, presión inicial), evaluar la presencia de daño a la formación, determinar la naturaleza de los fluidos y posibles contactos e identificar límites y barreras del yacimiento (fallas sellantes, límites estratigráficos), teniendo en cuenta que estos datos son preliminares ya que inicialmente no se tiene un modelo de interpretación fija. Con los datos de presión y tasas de inyección se genera la curva de la derivada de Bourdet (grafico log log), la cual se

necesitara para encontrar un modelo de interpretación de estos cambios de presión, con la finalidad de poder establecer un ajuste mas exacto y obtener una información mas precisa.

Estos datos se generan en un Modelo Estándar, el cual la interpretación se basa en modelos de reservorio, coeficiente almacenamiento y de pozo. La interpretación inicial se basa en modelo estándar con un coeficiente de almacenamiento constante, un reservorio homogéneo y pozo vertical. Al ver cómo va variando el grafico de la derivada, se procede a realizar tantos cambios sea necesario para tener una información más clara. Una de las maneras de ir encontrando un modelo perfecto es ir descifrando los regímenes de flujo que predominan en esta curva, los cuales después de ciertos intentos se ha reflejado que tenemos la presencia de una fractura. Bajo un modelo de interpretación de un pozo fracturado con conductividad finita con un coeficiente de almacenamiento constante y reservorio homogéneo. Modelo que se ira perfeccionando gracias a los estudios de sensibilidad y mejoramiento del matching.

## INDICE GENERAL

RESUMEN.....	10
INDICE GENERAL .....	12
SIMBOLOGIA .....	14
INDICE DE FIGURAS.....	15
INDICE DE TABLAS.....	16
OBJETIVOS.....	17
INTRODUCCIÓN.....	18
CAPITULO 1	
1. PRUEBA DE DISIPACION DE PRESION (FALLOFF).....	20
1.2. Información Necesaria Para Análisis. ....	23
1.3. Ecuaciones y Modelos para la Interpretación. ....	25
1.4. Regímenes Específicos De Flujo. ....	30
1.5. Variables Y Efectos En El Desarrollo De Una Falloff .....	31
CAPITULO 2	
2. DESCRIPCION Y PLANTEAMIENTO DE UNA PRUEBA FALLOFF .....	35
2.1. Generalidades.....	35
2.2. Descripción General Del Software Saphir. ....	37
2.3. Procesamiento de información mediante Saphir.....	40
2.3.1. Planteamiento Y Datos Del Problema. ....	40
2.4. Desarrollo En Saphir. ....	42
2.4.1. Construcción del Modelo de la Prueba.....	50

2.4.2. Modelo Solución.....	54
CAPITULO 3	
3. DISCUSION y RESULTADOS.....	56
3.1. Asunciones e hipótesis del modelo final. ....	56
RECOMENDACIONES.....	60
CONCLUSIONES.....	61
NOMENCLATURA.....	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	64

## SIMBOLOGIA

$h$	Altura (espesor)
$A$	Área de sección transversal
$C_t$	Compresibilidad total efectiva
$\Delta_p$	Diferencial de presión
$\beta_w$	Factor volumétrico de agua en la formación
$k$	Permeabilidad
$\varphi$	Porosidad
$p_i$	Presión inicial
$p_{sr}$	Presión pseudorreducida
$P_{wf}$	Presión de fono fluyente
$q$	Tasa de flujo (inyección)
$T$	Temperatura
$R_w$	Radio del pozo

## INDICE DE FIGURAS

**Figura 2.1:** "Esquema del comportamiento de la presión y el caudal de un Falloff"

**Figura 2.2:** "Diagrama esquemático de la distribución de fluidos alrededor de un pozo inyector"

**Figura 2.3:** "Ingreso de datos"

**Figura 2.4:** "Ingreso de datos PVT"

**Figura 2.5:** "Ingreso de data, "Load Q""

**Figura 2.6:** "Grafica de presión Falloff"

**Figura 2.7:** "Grafica de la Derivada de Bourdet"

**Figura 2.8:** "Previo Modelo. Líneas Especificas"

**Figura 2.9:** "Primera interpretación"

**Figura 2.10:** "Fractura. Flujo uniforme"

**Figura 2.11:** "Fractura. Conductividad Infinita"

**Figura 2.12:** "Fractura. Conductividad Finita"

**Figura 2.13:** "History Plot, final. Pressure (psia). Liquid Rate (STB/D) vs Time (Hr)"

**Figura 2.14:** "Semi Log Plot final, Pressure (psia) vs Superposition Time"

**Figura 3.1:** "Esquema de un modelo de fractura en un plano horizontal"

**Figura 3.2:** "Esquema de flujo bilineal"

## INDICE DE TABLAS

**Tabla 2.1:** "Resultados previos"

**Tabla 2.2:** "Datos Pre-eliminares Conductividad Finita"

**Tabla 2.3:** "Datos Pre-eliminares Conductividad Infinita"



## OBJETIVOS

### OBJETIVOS GENERALES.

- Analizar una prueba de presión Falloff en un pozo inyector, haciendo uso del software saphir.
- Implementar los conocimientos obtenidos en la formación profesional.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Reconocer los regímenes de flujo que aparecen en la prueba de disipación de presión.
- Identificar el modelo de interpretación apropiado mediante el uso del software saphir.
- Determinar las condiciones de pozo y parámetros del yacimiento bajo condiciones dinámicas.
- Verificar la validez del modelo de interpretación.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se lleva a cabo con carácter Profesional para el Fin de Carrera Universitaria, para la previa obtención del título de Ingeniería de Petróleos.

En el documento que se presenta a continuación, se resuelve un problema con datos que han sido obtenidos de una “Fall-Off Test” cuyo pozo presenta la función de inyección.

Se ha demostrado que la respuesta de la presión del yacimiento ante diferentes cambios en la tasa de flujo, refleja la geometría y las propiedades de flujo del yacimiento. Las pruebas de presión son realizadas con múltiples propósitos y uno de estos es conocer las características de un sistema Pozo / yacimientos

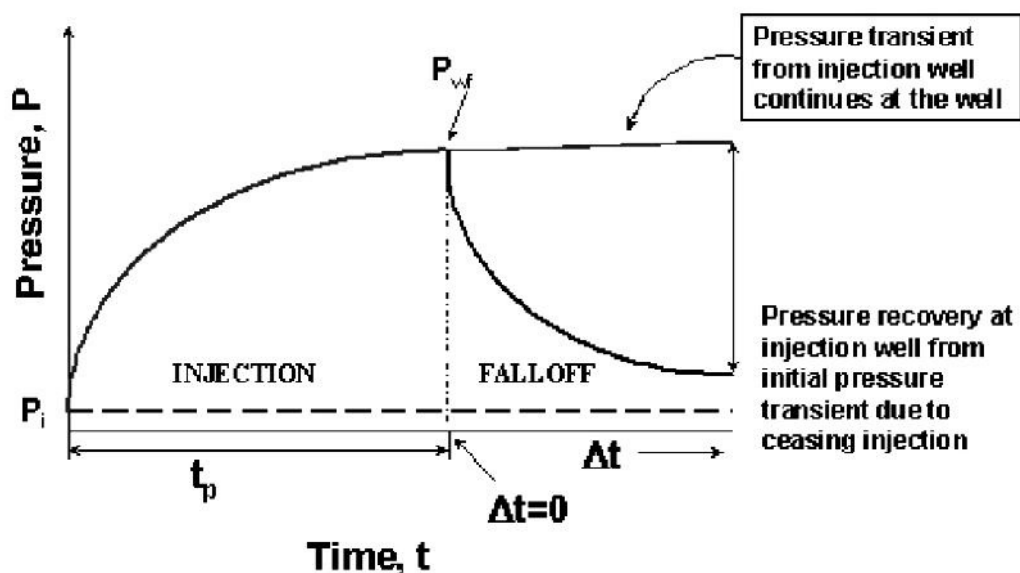
Se Utilizó el Software Saphir de la plataforma Ecrin (KAPPA), (Olivier Houzé, 1988-2011) para la respectiva solución del problema, el cual se ha basado en el uso de la derivada de Bourdet como la herramienta de diagnóstico principal en el análisis de la presión transitoria (PTA).

# **CAPITULO 1**

# 1. PRUEBA DE DISIPACION DE PRESION (FALLOFF).

## 1.1. Generalidades

Son pruebas que se utilizan como herramienta de medición para el seguimiento de pozos inyectores de agua, utilizados como pozos de disposición o asociados a proyectos de recuperación mejorada. Básicamente se utilizan para estimar propiedades y condiciones en las zonas cercanas al pozo inyector. Esta prueba consiste en dos etapas principales, la primera en la cual se inyecta agua a una tasa constante y luego una segunda etapa en la cual se detiene la inyección de agua, entonces ocurrirá una disminución progresiva de la presión de fondo estática del pozo. En este caso, el nivel de líquido dentro del pozo se reducirá progresivamente hasta alcanzar una condición de equilibrio entre la presión estática de la formación y la presión dentro del pozo.



Grafica 1.1: presión vs tiempo.

La inyección de fluidos en un yacimiento pudiera originar la formación de uno o más bancos de fluidos dentro del yacimiento, especialmente en tiempos tempranos de la inyección, cuando la saturación de petróleo en el yacimiento aun es relativamente alta. Por otro lado, en este tipo de proyectos es posible que se tenga una diferencia de movilidades importante entre el fluido inyectado y los fluidos contenidos en el yacimiento. En el caso en que esta diferencia de movilidades se haga significativa probablemente habría que utilizar datos adicionales, sobre todo a la hora de definir la viscosidad de los fluidos a utilizar en el proceso de interpretación, tales como curvas de permeabilidades relativas. Sin embargo el análisis se vuelve complejo, por esta razón se considera el sistema de razón de movilidad unitaria primero. Debido que en el momento en que la razón de movilidad es efectivamente igual a uno, las pruebas Falloff son análogas a las de restauración en pozos productores. **(Colmenares, 2011)**

Con esta prueba es posible determinar:

- Las condiciones del yacimiento en las adyacencias del pozo inyector.

- Seguimiento de las operaciones de inyección de agua y recuperación mejorada.
- Estimar la presión promedio del yacimiento.
- Presión de ruptura del yacimiento.
- Fracturas.
- Daño en la Formación, causado por taponamiento, hinchamiento de arcillas, precipitados, entre otras.
- Permeabilidad efectiva del yacimiento al fluido inyectado, utilizada para pronósticos de inyección.

## 1.2. Información Necesaria Para Análisis.

Para realizar un análisis de prueba de disipación de presión (falloff test) es necesario de cierta información.

**(ken Johnson, Susie Lopez, 2003)**

- Datos de tiempo y presión: Mediciones de presión de superficie y presión de fondo pueden ser de gran utilidad.
- Valores de las tasas antes de la prueba "falloff": Incluye las tasas anteriores de desplazamiento por inyección o de pozos de producción si se completaron en el mismo intervalo.
- Información básica del reservorio y del fluido
- Información del pozo y de la completacion: Radio del pozo,  $r_w$
- Registrar suficiente data de presión para analizar
- Considerar registrar presiones de manera más frecuente, momentos antes de la prueba. Registrar data más frecuente con un medidor electrónico generalmente provee más precisión en la curva de la derivada, proveyendo más puntos para el cálculo de la pendiente.
- Espesor neto,  $h$  (pies); Obtenido de la información del pozo o de perfiles de flujo.

- Permeabilidad,  $k$  (md); Obtenido de la data del núcleo o de pruebas de pozo anteriores.
- Porosidad; Obtenida de la información del pozo o de la data del núcleo.
- Viscosidad del reservorio del fluido,  $(\text{cp})$ ; Obtenida de medición directa o por correlaciones.
- Compresibilidad de todo el sistema,  $c$  ( $\text{psi}^{-1}$ ); Obtenida por correlaciones, medición de núcleo o prueba de pozos.
- Tasa,  $q$  (bpd); Medición directa.



### 1.3. Ecuaciones y Modelos para la Interpretación.

Las pruebas Falloff (disipación de presión) se analizan en términos de modelos de flujo que se derivan de los conceptos básicos para obtener comportamiento de la data de presión en función del tiempo. Siendo los modelos de flujo soluciones analíticas a las ecuaciones de flujo o simuladores numéricos.

**(ken Johnson, Susie Lopez, 2003)**

El punto de partida es una ecuación diferencial parcial (PED) en base a la ley de Darcy y la ecuación de balance de materiales. La PDE se resuelve por Drawdown (reducción de presión) con una variedad de condiciones de contorno del yacimiento para calcular la presión o las tasas del pozo como una función del tiempo y la distancia. Comenzando por la ecuación:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial r^2} + \frac{1}{r} * \frac{\partial P}{\partial r} = \frac{1}{0.000264} * \frac{\phi \mu c_t}{k} * \frac{\partial P}{\partial t}$$

Esta ecuación nos permite asumir un reservorio homogéneo, isotrópico, fluido compresible e Independiente de la presión.

Esta ecuación y suposiciones proporcionan un modelo para el comportamiento de la inyección y un enfoque de análisis para la

evaluación de parámetros del yacimiento. Las ecuaciones son sólo aplicables durante el período de flujo radial de la Falloff.

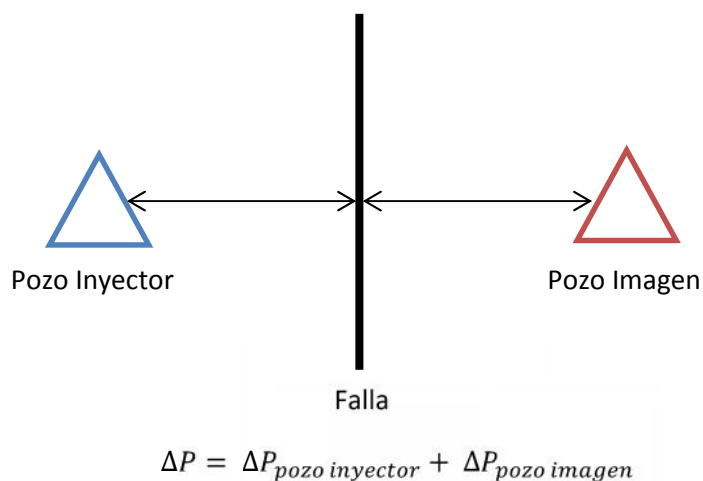
Para un análisis típico de estas pruebas se asumen las siguientes limitaciones:

- Interna, el pozo debe tener un radio finito y la tasa de inyección previa al Falloff debe ser constante ( $t = 0$ ).
- Externa, el comportamiento del reservorio debe ser de manera infinita (en los límites del yacimiento), la prueba de pozo debe alcanzar flujo radial, considerar las propiedades isotrópicas del reservorio y mantener una presión inicial uniforme, ( $P_i$ ).

Las hipótesis de que el depósito es infinito o la tasa de inyección es constante no son siempre válidas, para esto la solución a la ecuación diferencial parcial es lineal, de modo que las soluciones  $E_i$  se pueden añadir de manera conjunta los efectos de frontera y los cambios de tasas en la prueba de pozos. **(ken Johnson, Susie Lopez, 2003)**

Los valores de frontera son interpretados como límites virtuales debido a la implementación de la técnica de pozos ficticios "imágenes".

La contribución de las presiones de los pozos inyectoros reales y de los pozos imágenes se sumarán y serán de consideración al momento de establecer o identificar una frontera.



**Grafica 1.2:** Esquema de una falla, pozo imagen.

Una Falloff en un pozo de inyección es análoga a la prueba de restauración de presión (Build-up) en un pozo de producción. Esta está idealizada para llevarse a cabo mediante una tasa de inyección a una tasa constante antes del cierre en el tiempo de producción.

La gráfica semilogarítmica sólo se utiliza durante la parte del flujo radial de la prueba. Mediante la obtención de la pendiente y la intercepción de la recta con el eje vertical, la solución a la

PDE se puede escribir de la siguiente forma, que se utiliza para definir una línea recta, que es la base del análisis semilog.

Para reservorios finitos o que actúan de manera infinita, el comportamiento de la presión en un Fall-off puede ser modelado de la siguiente manera:

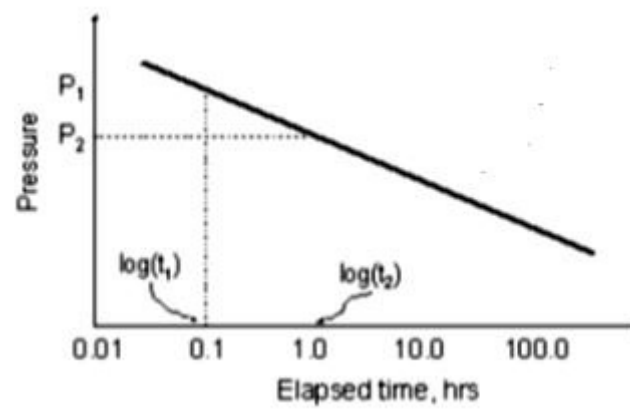
$$\Delta P_{sp} = \frac{P_{initial} - P_{wf}}{q_n}$$

Teniendo como base el análisis de estudio para un Build up, se graficará la función de presión vs la función de superposición en el tiempo, debido a que tenemos una data de caudal variable.

$$\Delta t_{sp} = \left[ \sum_{j=1}^n \left( \frac{q_j - q_{j-1}}{q_n} \right) \log[\Delta t - \Delta t_{j-1}] \right]$$

Y se debe apreciar una línea recta con una intercepción en  $p^*$  a un tiempo de cierre infinito. Donde la pendiente (m) es igual a

$$m = \left| \frac{P_2 - P_1}{(t_2) - (t_1)} \right|$$



Dando paso al cálculo de las variables necesarias para la obtención de las propiedades del pozo. (**ken Johnson, Susie Lopez, 2003**)

#### 1.4. Regímenes Específicos De Flujo.

Los regímenes de flujo se caracterizan por relaciones matemáticas entre la presión, el caudal y el tiempo. Ellos proporcionan una visualización de lo que sucede. Por lo general son de fácil reconocimiento en las gráficas log-log o algún grafico especializado.

- **Coeficiente De Almacenamiento.** Se produce durante la primera parte de la prueba. Es causada por el cierre del pozo, situado en superficie. La ubicación de la válvula de cierre en la cabeza del pozo también prolongará el período de almacenamiento.
- **Flujo Lineal.** Resulta de la inyección en un canal de la arena, o de un pozo que se encuentra ubicado entre fallas paralelas, o de un pozo con una fractura altamente conductiva.
- **Flujo Radial.** Es el régimen de flujo crítico en la que se llevan a cabo todos los cálculos necesarios para el análisis de esta prueba. Este régimen se utiliza para derivar los parámetros clave del yacimiento y las condiciones completacion. **(ken Johnson, Susie Lopez, 2003)**

### 1.5. Variables Y Efectos En El Desarrollo De Una Falloff

Las variables presentes en una prueba de disipación de presión (falloff), generan grandes y considerables efectos a considerar, y estos son:

- **Duración Del Tiempo De Inyección.** La duración del periodo de inyección controla el radio de investigación de la prueba desde que la Falloff se convierte en una respuesta del periodo anterior de la inyección. Dado que la prueba no puede tener un alcance mayor en el reservorio que el periodo de la inyección, el cual debe durar el tiempo suficiente para establecer el flujo radial antes de apagar en el pozo.
- **Tasa De Inyección.** La tasa de inyección determina la elevación de la presión durante el periodo en la inyectividad, por lo tanto la cantidad de presión del falloff durante el periodo de cierre de pozo. Una tasa de inyección muy pequeña puede minimizar el grado de cambio de la presión medida durante la falloff
- **Duración Del Tiempo De Cierre De La Prueba.** Uno de los efectos que se presentan debido a la duración del tiempo de cierre de la prueba es que si este periodo resulta ser muy corto

evita que la falloff alcance el flujo radial y esto se convierte en una información errónea.

Sin olvidar que el aumentar el tiempo de la falloff permite observar la presencia de fallas y efectos de frontera si es que el periodo de inyección previo fue lo suficiente apto para identificar estos detalles.

- **Efecto De Almacenamiento Y Factor De Piel.** Un factor de piel positivo indica un daño en la formación y aumenta el tiempo necesario para llegar al flujo radial en la prueba. Caso contrario un factor de piel negativo indica una estimulación y una reducción del tiempo para alcanzar el flujo radial.

Un alto coeficiente de almacenamiento puede ser causado por el vacío creado al momento del cierre del pozo, o presencia de fracturas. Sin olvidar que este alto valor de almacenamiento en el pozo da paso al tiempo necesario para alcanzar el flujo radial.

- **Efectos De Frontera.** Una Falloff puede proporcionar información sobre el número de límites (fallas-fronteras), forma de las mismas, y la posición del pozo con respecto al marco de referencia establecido.



Para identificar una frontera, tanto en el periodo de inyección como en la Falloff debe durar lo suficiente para poder encontrarla.

Si el flujo radial se desarrolla antes de que se observaran los efectos de frontera, la distancia a la frontera se puede calcular en la planificación de la falloff, ya que esta prueba nos proporciona el tiempo para alcanzar un límite (falla - frontera) a partir del estudio del radio de investigación.

$$t_{frontera} \approx \frac{948 * \phi * \mu * c_t * L_{frontera}}{k}$$

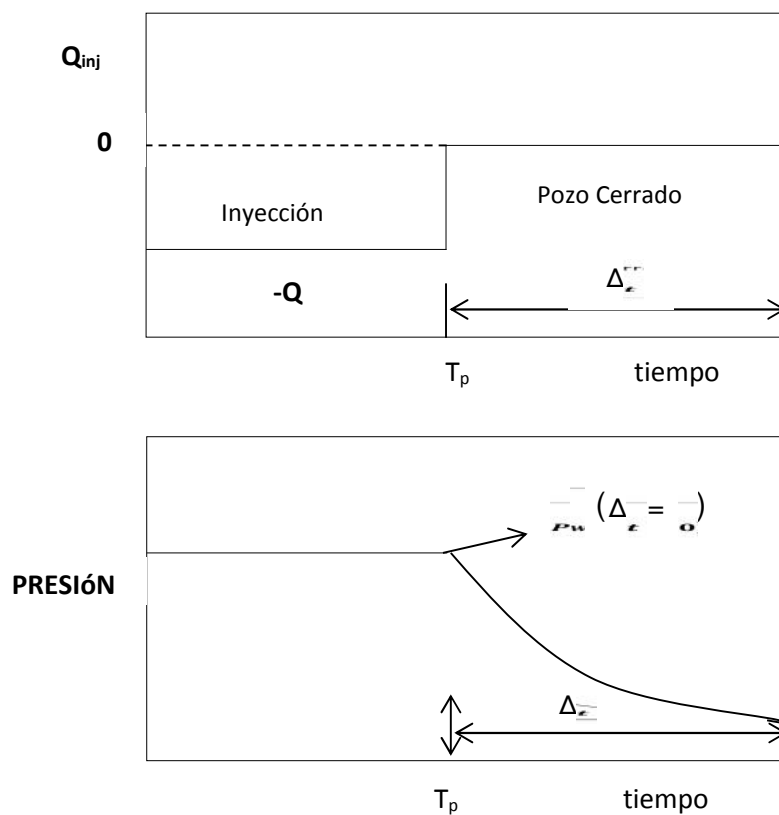
Donde  $L_{frontera}$  es la distancia a la frontera mediada en pies y  $t_{frontera}$  es el tiempo que buscamos para alcanzar la frontera medio en horas. **(ken Johnson, Susie Lopez, 2003)**

## **CAPITULO 2**

## **2. DESCRIPCION Y PLANTEAMIENTO DE UNA PRUEBA FALLOFF**

### **2.1. Generalidades.**

Esta prueba se realiza cerrando el pozo inyector, para así hacer un seguimiento a la presión de fondo del pozo en función del tiempo de cierre. La teoría para el análisis de estas pruebas supone que se tiene una tasa de inyección constante antes de la prueba (ver figura).



**Figura 2.1** Esquema del comportamiento de la presión y el caudal en una Falloff

Cuando se tienen cambios significativos en la tasa de inyección, se pueden aplicar los métodos de análisis para pruebas multitasas o tasas variables. **(John Lee, 2003)**

## 2.2. Descripción General Del Software Saphir.

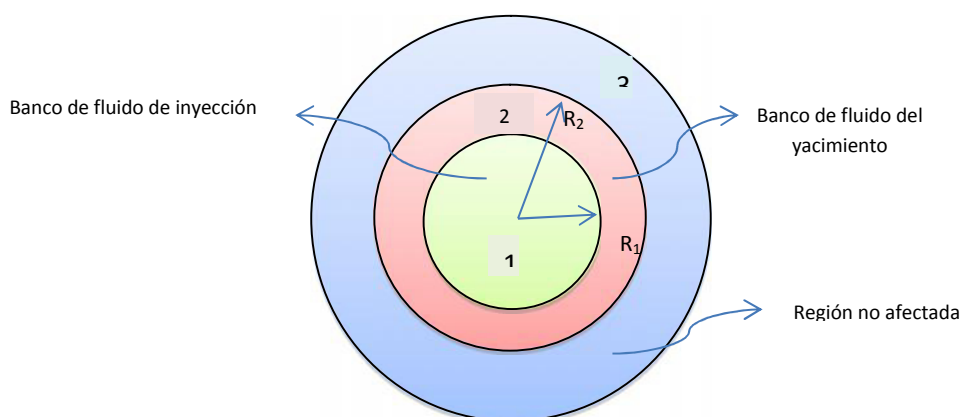
Saphir es una interpretación de la prueba de pozo en un paquete de software basado en la metodología de la derivada de presión. La lógica básica es guiar al usuario a través del proceso de interpretación completo, utilizando esta metodología la vez que proporciona un fácil acceso a las instalaciones complementarias secundarias. Saphir es también muy similar al simulador de yacimiento utilizando una simulación completa de varios de componentes del yacimiento, el cual utiliza la historia real de producción. Además usando uno, dos o tres fases de flujo relacionados con sus curvas de permeabilidad relativa y las tablas de de PVT, así como la capacidad para aplicar la prueba de inyección de gas o de agua, son los mayores ventajas del software Saphir. **(Colmenares, 2011)**

Aplicaciones de modelos numéricos de Saphir:

- La posibilidad de modelado transitorio debido a sus características específicas definidas para el comportamiento transitorio.
- Un sistema de red (Voronoi no estructurados, PEBI) que permite la posibilidad de crear zonas delimitadas por fallas / límites compuestos.

- Puede ser utilizado para construir las curvas de tipo (lineal, monofásicos) producidos por superposición.

La figura x muestra una vista de planta de la distribución de saturación en las cercanías de un pozo de inyección en los sistemas que poseen una relación de la movilidad diferente de la unidad.



**Figura 2.2** Diagrama esquemático de la distribución de fluidos alrededor de un pozo inyector.

Esta figura muestra tres zonas distintas. La Zona-1 representa el banco de agua  $r_1$  del pozo de inyección. La movilidad del fluido inyectado en esta zona ( $\lambda$ ), se define como la relación entre la permeabilidad efectiva del fluido que se inyecta

(evaluada a una saturación promedio) y su viscosidad, o:  $\lambda_1 = \frac{k\mu_1}{\dots}$

La Zona-2 representa el banco de fluido del yacimiento a una distancia de  $r_2$  del pozo de inyección. La movilidad en esta zona se define como el cociente de la permeabilidad relativa del fluido del yacimiento (evaluado a una saturación de agua inicial) y la viscosidad, o:  $\lambda_2 = \frac{k\mu_2}{\dots}$  y por último la Zona-3 representa la región no afectada por el fluido inyectado al yacimiento. **(Colmenares, 2011)**

### **2.3. Procesamiento de información mediante Saphir.**

El planteamiento y resolución de este problema se basa en el desarrollo y solución del software del Ecrin, el cual posee una gama de programas de gran utilidad en la industria hidrocarburifera, para nuestro caso utilizaremos Saphir, el cual es el que se ajusta más a nuestras necesidades y recolección de datos.

#### **2.3.1. Planteamiento Y Datos Del Problema.**

Este problema tiene por objetivos estimar de ser posible:

- La permeabilidad de la formación.
- El factor de daño.
- Presencia de Fracturas con su respectivo diagnóstico.

Mediante los siguientes datos obtenidos de una prueba Falloff como datos de reservorio a condiciones de radio de movilidad unitaria, valores de presión, tiempo y caudal.

$$R_w = 0.25\text{ft}$$



$h = 285\text{ft}$

$\text{Phi} = 0.15$

Parámetros PVT

Factor Volumétrico  $B_w = 1\text{B/STB}$

Viscosidad = 1cp

Total Compr.  $c_t = 3\text{E-}6 \text{ psi}^{-1}$

Descripción.

- Pozo de inyección de agua
- Tiempo de referencia 14/12/2004, 00:00:00, tasas de inyección – “time at end”

**(Olivier Houze, Didier Viturat, Ole S. Fjaere, (et al),**

**2011)**

#### **2.4. Desarrollo En Saphir.**

Mediante las capturas de pantalla presentes del programa en desarrollo, podremos ir observando la resolución y el modelo que va ir tomando esta Falloff test.

Gracias a la fácil interfaz del programa, el ingreso de datos es amigable con el usuario. Lo cual permite una rápida familiarización con el manejo del software.

Con los datos del problema ya planteado, se inicia el programa con el ingreso del input (información de entrada) requerido para identificar la prueba, y seleccionar las principales opciones que identifiquen el proceso de interpretación como:

El tipo de fluido que determinara la Función de la presión a Utilizar (Gas, Petróleo, Agua), para nuestro caso el tipo de fluido de referencia es Agua (Inyección), el tipo de Prueba (Estándar, Interferencia) y la información petrofísica necesaria para dar inicio a la interpretación.

The screenshot shows a software window titled "New document - page 1/2 - Main options" with a close button in the top right corner. The window contains several sections for data entry:

- Main options | Information | Units | Comments** (tabbed interface)
- Test type:**
  - Standard
  - Interference
- Well Radius:** 0.25 ft
- Pay Zone:** 285 ft
- Porosity:** 0.15
- Fluid type:**
  - Reference phase:** Water (dropdown menu)
  - Available rates:**
    - Oil
    - Gas
    - Water
- Reference time (t=0):**
  - Date: 14/12/2004
  - Time: 0:00:00
- Start with analysis:**
  - Standard
  - NonLinear
    - shale gas
    - coalbed methane
  - Multi-Layer
  - Formation Test
  - Slug-Pulse

At the bottom of the window, there are four buttons: "Ayuda", "<< Back", "Next >>", and "Cancelar".

Figura 2.3: Ingreso de datos.

Sin olvidarnos del ingreso de los datos PVT, teniendo en cuenta que estamos considerando un reservorio con una razón de movilidad unitaria.

Figura 2.4: Ingreso de datos PVT.

Después de ingresar los respectivos datos PVT, procedemos hacer el ingreso de la respectiva carga de datos, en la opción “Load Q – Load P”. (Ver figuras 2.5 – 2.6). En caso de no tener un archivo guardado con la extensiones que presenta saphir escogemos la opciones “keyboard - spreadsheet” la cual nos permitirá el ingreso manual de los datos de tiempo y presión. O “Clipboard” que permite copiar los datos de documentos externos al programa.

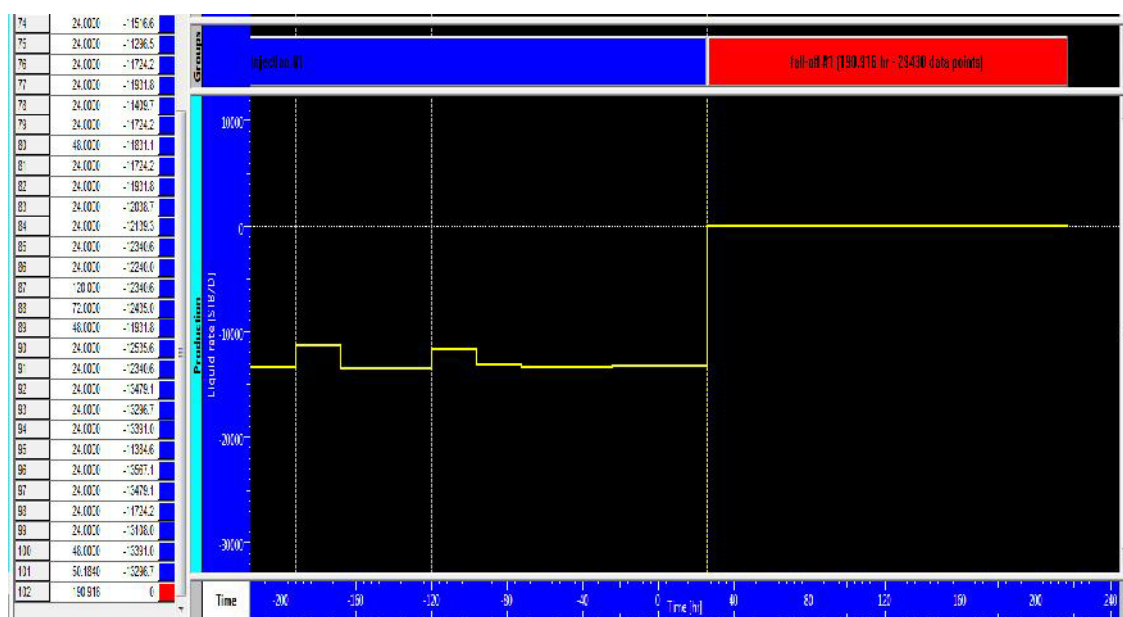


Figura 2.5: Ingreso de data, " Load Q"

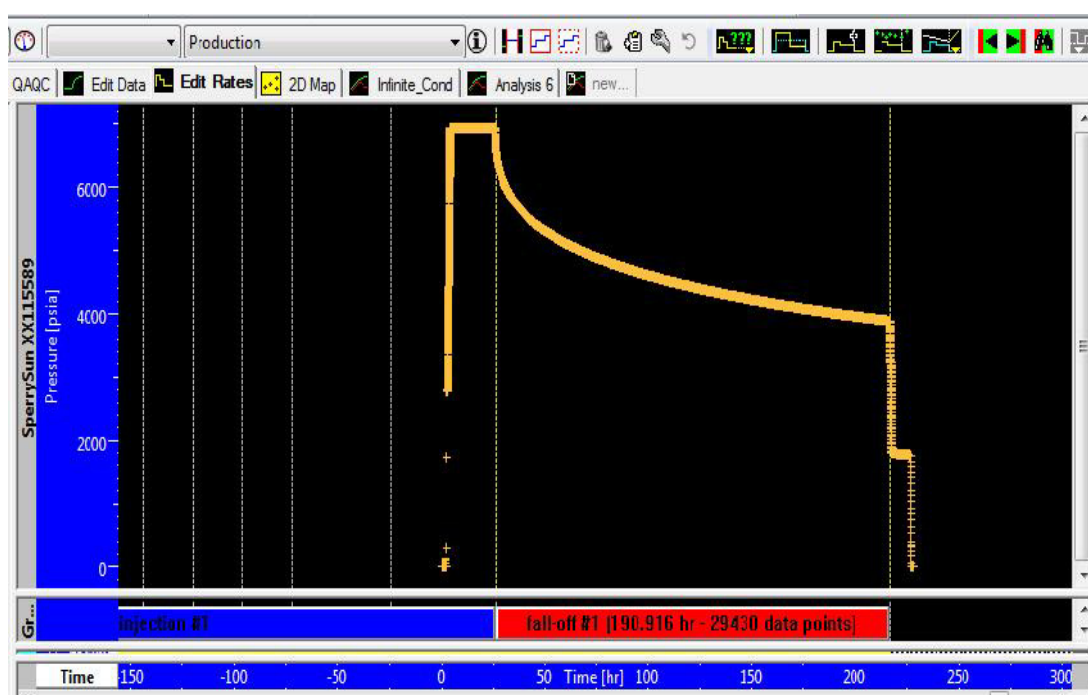
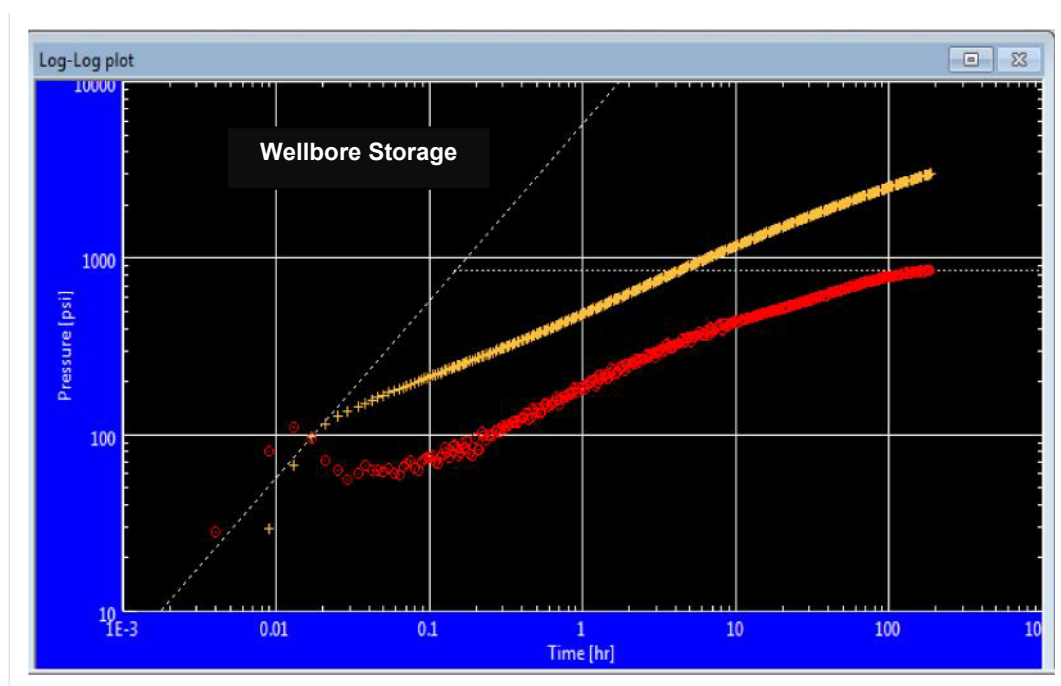


Figura 2.6: Grafica de presión Falloff

Una vez que los datos han sido sincronizados y validados, el análisis propiamente dicho se iniciara, con la extracción de valores de los puntos de presión (Derivada de Bourdet). (Ver figura)



**Figura 2.7:** Grafica de la Derivada de Bourdet

Para Saphir el análisis de la derivada (grafica log – log) implica el reconocimiento automático (pendiente horizontal) para IARF y la pendiente unitaria para identificar el coeficiente de almacenamiento.

Para mejorar este reconocimiento de los regímenes de flujos, que posteriormente Saphir modelara el comportamiento de la

data de presión, nos podemos ayudar manualmente al identificar cada régimen de flujo presente con la colocación de las líneas especializadas.

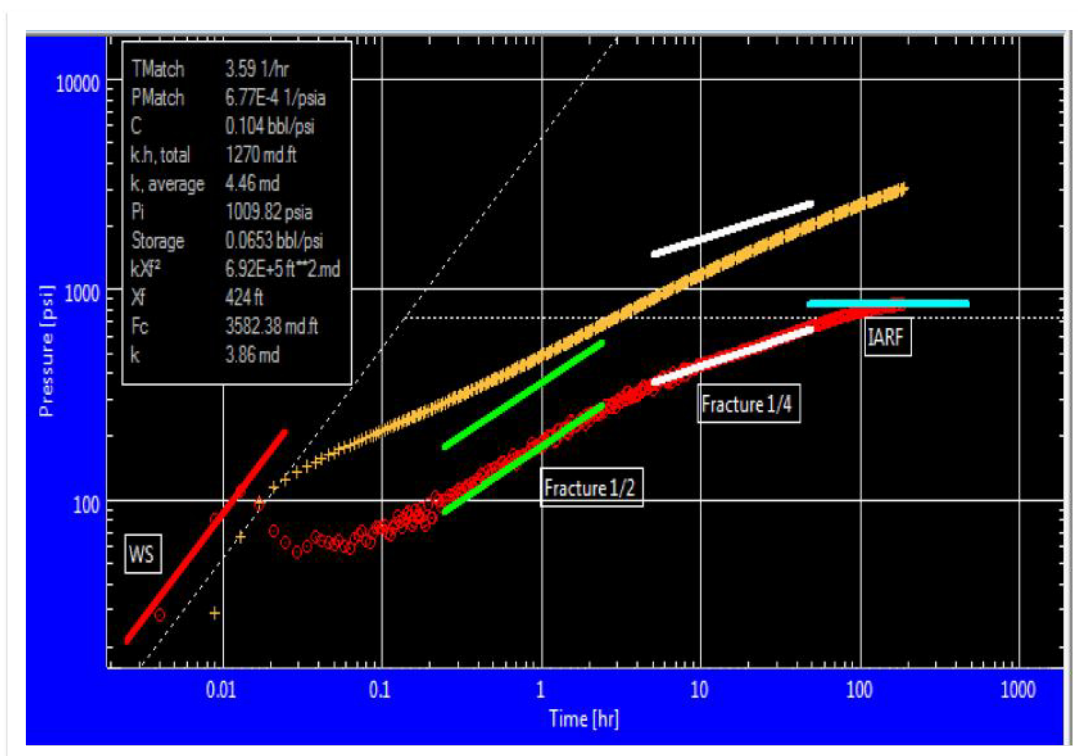


Figura 2.8: Previo Modelo, Líneas Específicas

Las líneas específicas planteadas en este ejercicio fueron escogidas por el reconocimiento previo de los regímenes de flujo y la gran similitud que ha ido tomando la data de presión con las líneas base. Las cuales son:

- Wellbore Storage

- Fractura  $\frac{1}{2}$
- Fractura  $\frac{1}{4}$
- IARF

Esta previa interpretación nos arroja posibles valores teóricos, los cuales se tendrán en cuenta, ya sean validados o rechazados, y potencialmente asociadas a un posible modelo de pozo, reservorio o frontera, así podrán servir de eje de iteración para llegar a los valores reales.

<b>C</b>	<b>0.104 bbl/psi</b>
<b>K</b>	4.46 md
<b>P<sub>i</sub></b>	1009.82 psia
<b>x<sub>f</sub></b>	427 ft
<b>f<sub>c</sub></b>	3582.38 md

Tabla 2.1 Resultados previos



Siendo este el primer modelo a interpretar que nos arroja

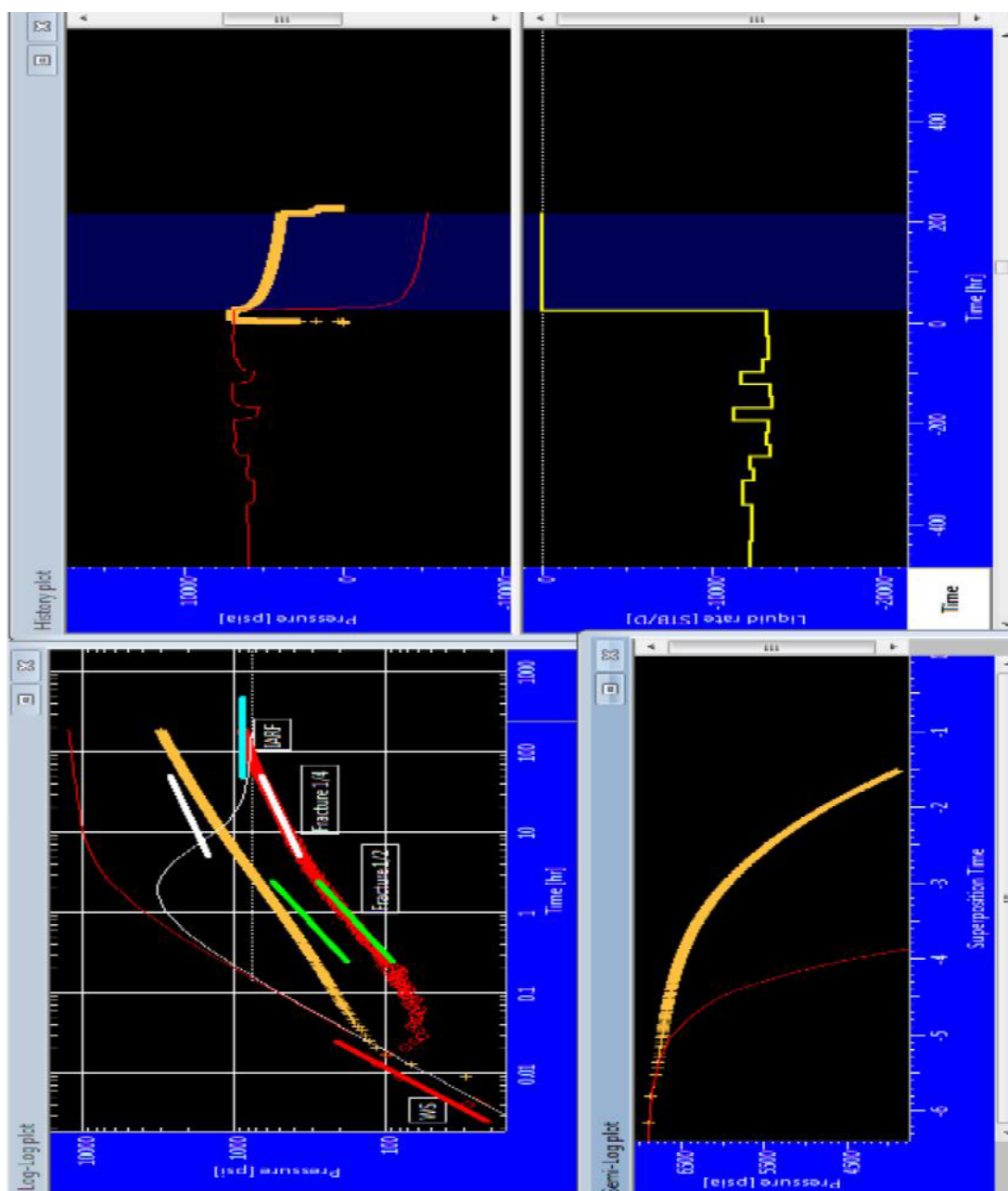


Figura 2.9: Primera Interpretación

### 2.4.1. Construcción del Modelo de la Prueba.

Teniendo una idea de las variables que han ido cambiando en la generación de un primer modelo, se pudo observar la presencia de una fractura, la cual representa un factor muy importante en el diseño de la prueba.

Saphir nos propone 3 modelos de pozo diferente con respecto a la presencia de Fracturas.

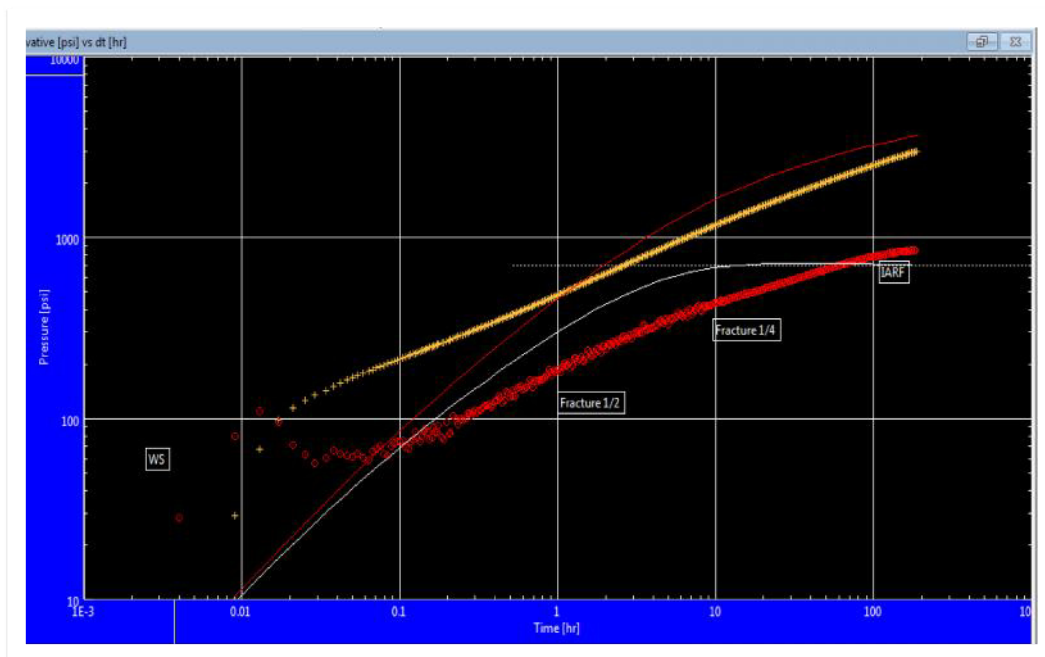


Figura 2.10: Fractura, Flujo Uniforme

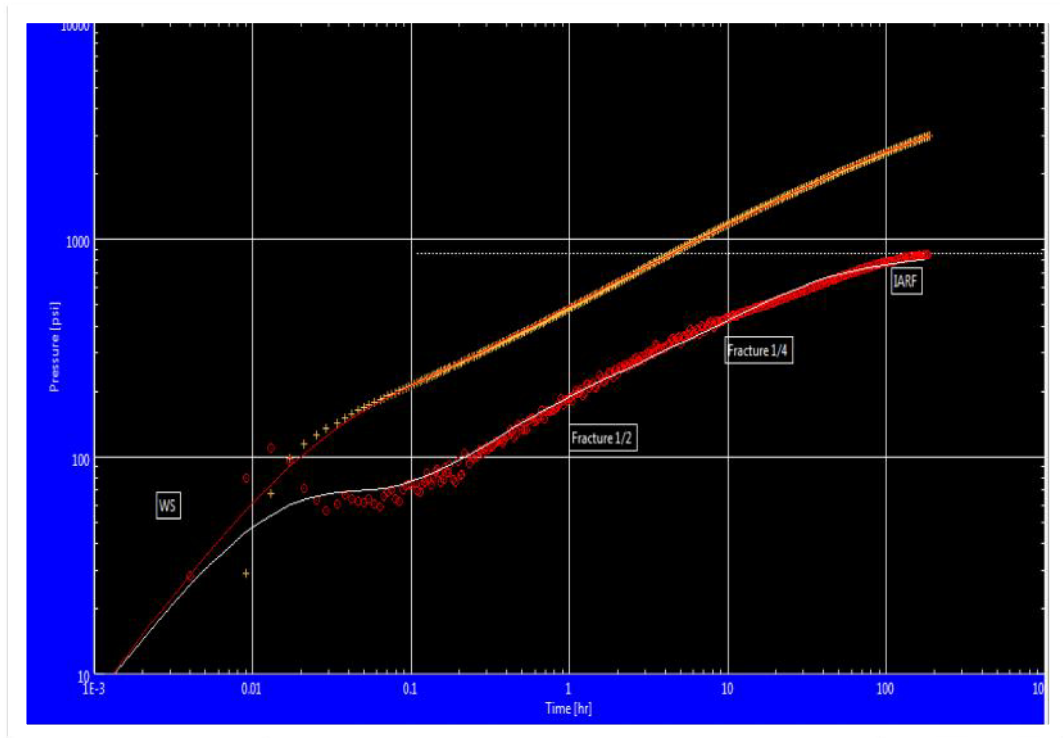


Figura 2.11: Fractura, Conductividad Infinita

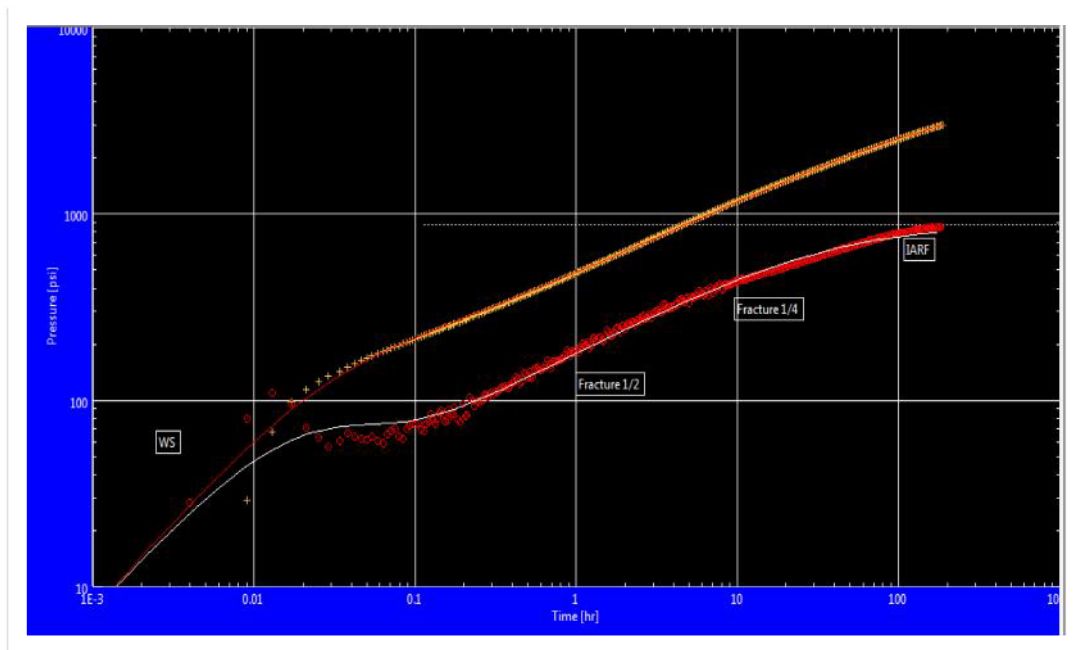


Figura 2.12: Fractura, Conductividad Finita

Después de realizar los 3 diferentes modelos para pozos fracturados la para poder especificar las características del pozo inyector, la Falloff tiene un modelo muy similar entre un pozo fracturado con conductividad infinita e infinita.

<b>C</b>	<b>0.0676 bbl/psi</b>
<b>K</b>	3.8 md
<b>P<sub>i</sub></b>	988.379 psia
<b>S</b>	-6.5601
<b>x<sub>f</sub></b>	365.565 ft
<b>f<sub>c</sub></b>	1.01E+5 md

**Tabla 2.2:** Datos Pre-Eliminares Conductividad Finita

<b>C</b>	<b>0.0699 bbl/psi</b>
<b>K</b>	3.88 md
<b>P<sub>i</sub></b>	912. 03 psia
<b>S</b>	-6.5201
<b>x<sub>f</sub></b>	365 ft
<b>f<sub>c</sub></b>	1.01E+5 md

**Tabla 2.3:** Datos Pre-Eliminares Conductividad Infinita

Para definirnos en un modelo ideal al existir esta semejanza procedemos a evaluar más opciones variables que nos proporciona Saphir como es Improve, la cual se encarga de mejorar el matching de la data el cual se puede repetir varias veces para precisar más los valores. Sin olvidarnos también la opción de Sensibilidad, lo que permite es que la regresión no lineal también es posible recuperar los intervalos de confianza. Se pueden utilizar para evaluar la sensibilidad a los parámetros individuales y los parámetros de eventuales de correlaciones cruzadas. Se puede ejecutar y visualizar una serie de generaciones de modelos correspondientes a diferentes valores de un parámetro dado como el factor de daño con el fin de compararlos en una sola grafica log-log. Esto es, hasta cierto punto, la versión moderna de las de curvas tipo, donde las soluciones adimensionales se sustituyen por la generación y extracción de modelos detallados con rangos de los parámetros de usuarios actuales.

### 2.4.2. Modelo Solución.

Después del uso de las técnicas que nos brinda saphir se logró modelar la data Falloff del pozo inyector, de tal manera que se logró un buen matching con la gráfica log – log que es la base del desarrollo de esta aplicación.

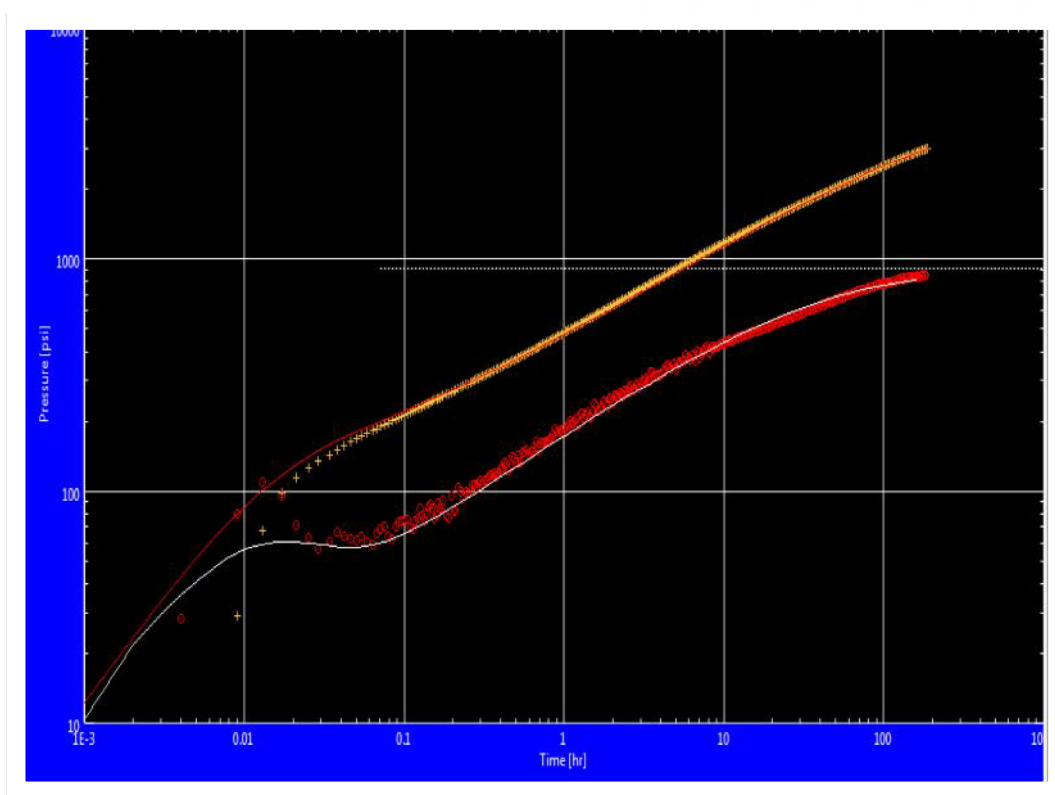
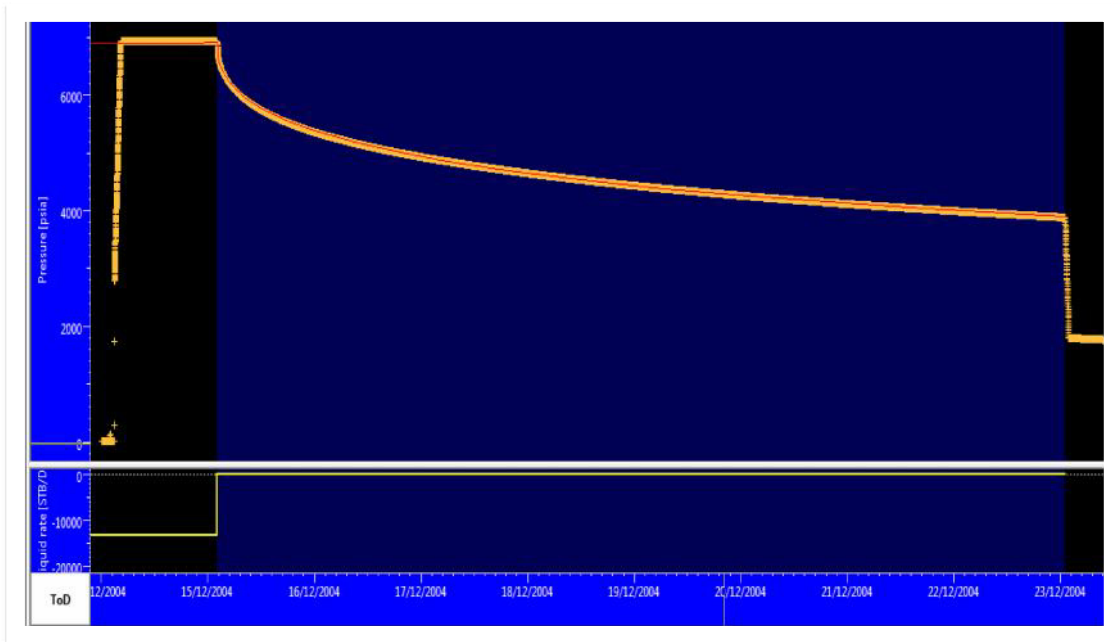
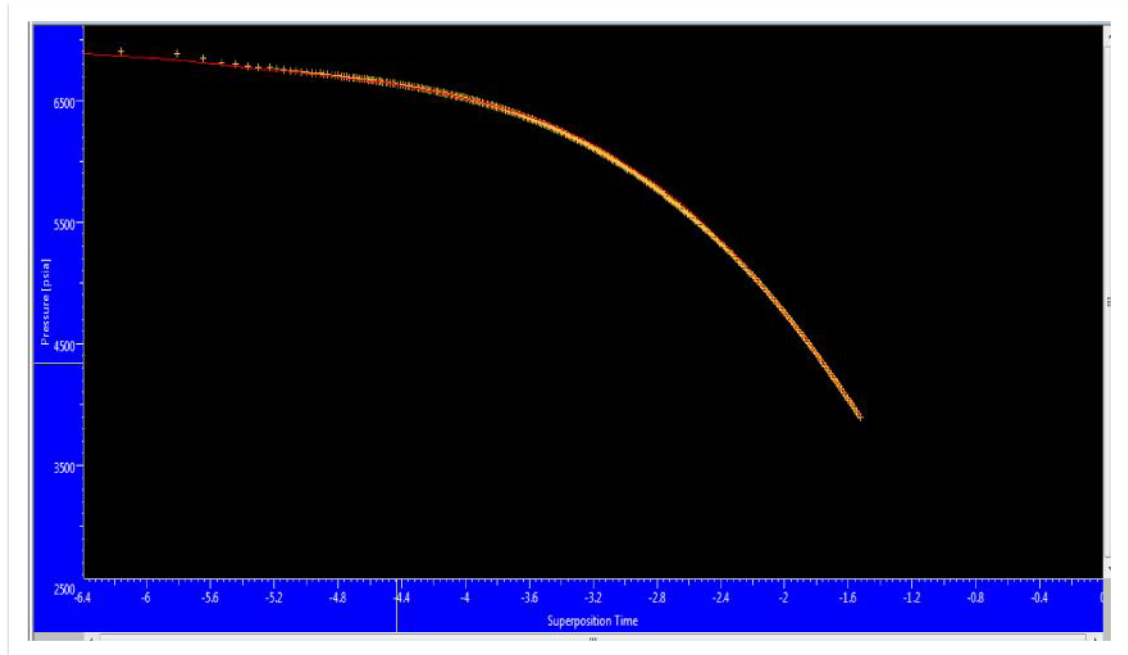


Figura 2.12: Fractura, Conductividad Finita Modelo final.



**Figura 2.13:** History Plot final.  
Pressure (psia), Liquid Rate (STB/D) vs Time (Hr)



**Figura 2.14:** Semi Log Plot final.  
Pressure (psia) vs SuperpositionTime

## CAPITULO 3

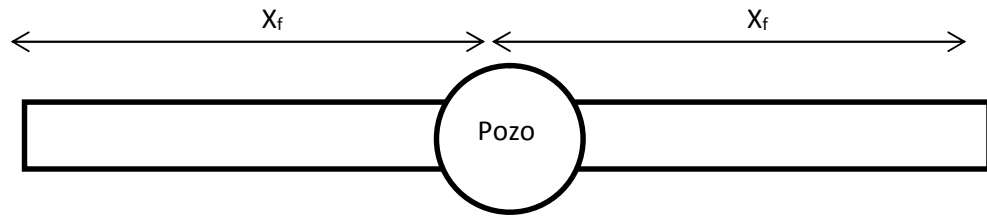
### 3. DISCUSION y RESULTADOS.

#### 3.1. Asunciones e hipótesis del modelo final.

Bajo las interpretaciones previamente hechas se puede concluir que nos hemos topado con una fractura conductiva finita en el desarrollo de la data del Falloff, por lo tanto el fracturamiento es una de las opciones básicas a la hora de mejorar la productividad de un pozo, ya que se requiere de un esfuerzo mecánico inducido por la resistencia al flujo, y se realiza típicamente en las formaciones de baja permeabilidad.

La mecánica de rocas sugiere que en la mayoría de los casos, las fracturas tienen una geometría simétrica. El modelo que utilizamos en las pruebas también supone que las alas de la fractura son dos rectángulos perfectos, para cada longitud  $X_f$ , siendo esa la longitud media de la fractura. Y para fracturas totalmente penetrantes la altura rectángulos es el espesor de la formación. **(Olivier Houze, Didier Viturat, Ole S. Fjaere, (et al), 2011)**





**Figura 3.1:** esquema de un modelo de fractura, en un plano horizontal

Se asume:

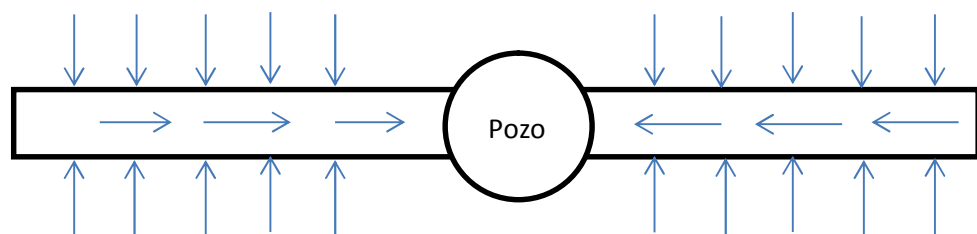
- El pozo intercepta una fractura simple en el plano vertical.
- Existe un gradiente de presión a lo largo de la longitud de la fractura.
- El pozo está ubicado en el centro de la longitud total de la fractura.
- El efecto de almacenamiento del pozo puede estar presente o no.

Parámetros

- $X_f$ : distancia media de la fractura.
- $C$ : coeficiente de almacenamiento.

- $F_c$ : conductividad de la fractura.
- $S$ : factor de piel caracterizado por las restricciones entre el reservorio y el punto de medición.

En el momento inicial, después de que los posibles efectos de almacenamiento del pozo han disminuido, la respuesta es bilineal, en ángulo recto con respecto a la fractura y a lo largo de la longitud de la fractura.



**Figura 3.2:** Esquema de flujo bilineal

En una escala log-log tanto la presión y la curva de derivada se caracterizan por la pendiente unitaria ( $1/4$ ). Después de esto la respuesta corresponde a un flujo lineal en el reservorio, caracterizado por una pendiente unitaria ( $1/2$ ). La pendiente unitaria de  $1/4$  es esencialmente una función del tiempo temprano, y muy a menudo es enmascarado por el efecto de almacenamiento del pozo

Resumiendo una fractura conductiva es el valor  $f_c$  representada por  $k_f * w_f$  donde  $k_f$  es la permeabilidad de la fractura y la  $w_f$  ancho de la misma respectivamente, pero el modelo no requiere el conocimiento de la permeabilidad ni del ancho.  
(Olivier Houze, Didier Viturat, Ole S. Fjaere, (et al), 2011)

## RECOMENDACIONES

Al ir modelando e interpretando la data del Falloff, los datos a ingresar deben ser preferiblemente obtenidos de un periodo largo de la prueba, que sea objeto a análisis, y a los intervalos de tiempo para cada dato lo más seguido posibles.

Ser muy cuidadosos al momento de ingresar la data de presiones y tasas inyección, ya que se saben presentar casos en que las presiones o caudales no se sincronizan correctamente y causan errores posteriores al momento de correr el problema.

Se recomienda que al momento de modelar e interpretar en saphir, no necesariamente se lograra un resultado ideal con tan solo ejecutar el programa con los parámetros de resolución y herramientas. Sin antes haber implementado las líneas específicas en la gráfica log-log, las cuales permiten identificar el régimen de flujo presente y ver qué régimen predominara en la prueba, y con esa base poder aumentar la gama de resoluciones.

## CONCLUSIONES

Una Falloff es una prueba que sirve para hacer para realizar el seguimiento de un pozo inyector de agua y definir las características e información ante un pozo productor.

El modelo y la interpretación de esta data permitieron identificar que este pozo inyector es fracturado y de conductividad finita.

Se obtuvo con éxito los valores de permeabilidad, efecto de daño, demás características propias del estudio y estructura de la falla, ya que estos últimos dependen del modelo del pozo a tener.

Con la interpretación de los modelos para nuestra data, podemos concluir que el aumentar el tiempo de la Falloff se nos permite observar la presencia de fallas (fractura) y efectos de frontera si es que el periodo de inyección previo fue el apropiado.

## NOMENCLATURA

*Bbl/d*, Barriles por días

*Bbl/psi*, Barriles por presión

*cp*, Centipoise

*mD*, Mili Darcy

*ft*, Pies

*hr*, Horas

*Psi*, Presión

*Rb/stb*, Barriles de reservorio por stock tank barrels

## REFERENCIAS

**Dynamic Data Analysis** [Libro] / aut. Olivier Houze, Didier Viturat, Ole S. Fjaere, (et al). - Francia : KAPPA, 2011.

**PRESSURE TRANSTIENT TESTING SPE Texto Book Series Vol. 9** [Libro] / aut. John Lee J. B. Rollins, John Spivey. - Texas : [s.n.], 2003.

**Pruebas de disipación de presión "Fall Off"** [Informe] / aut. Colmenares Audra. - Caracas : [s.n.], 2011.

**the Nuts and Bolts of Falloff Testing.** [Informe] / aut. ken Johnson, Susie Lopez. - United States : [s.n.], 2003.

**ANEXOS.**

<b>Time (hr)</b>	<b>Water rate (STB/D)</b>
-17664	-3069.878087
-16920	-8550.139031999999
-16224	-6138.590714
-15480	-6074.719677
-14760	-5972.355
-14016	-7035.872258
-13296	-6665.932333
-12552	-5629.144194
-11808	-5956.427097
-11088	-4794.238
-10344	-4618.686129
-9624	-7405.426667
-8880	-4011.777218
-8136	-2001.031613
-7464	-2210.710357
-6720	-5468.850645
-6000	-3359.082969
-5256	-3612.083226



-4536	-11441.51
-3792	-11569.33903
-3048	-10784.50935
-2232	-12655.68967
-2208	-11296.4945
-2184	-11516.63777
-2160	-11623.5645
-2136	-11724.20142
-2112	-12629.93372
-2088	-12730.57064
-2064	-11868.86699
-2040	-12661.38276
-2016	-7006.845697
-1992	-10856.20797
-1968	-13661.46217
-1944	-12139.32872
-1920	-13296.65333
-1896	-12535.5866
-1872	-11931.76507
-1848	-15667.9108
-1824	-11724.20142
-1800	-11082.64104

-1776	-11296.4945
-1752	-11082.64104
-1704	-11296.4945
-1680	-11409.71104
-1632	-11931.76507
-1608	-11724.20142
-1584	-11931.76507
-1560	-11724.20142
-1536	-9774.361054000001
-1512	-12139.32872
-1488	-11931.76507
-1464	-993.7896050000001
-1440	-4472.053223
-1416	-20536.22191
-1392	-13202.30621
-1368	-13013.61198
-1320	-12535.5866
-1296	-12038.6918
-1272	-7233.278772
-1248	-11189.56777
-1224	-11082.64104
-1200	-11296.4945

-1176	-11189.56777
-1152	-11296.4945
-1128	-11082.64104
-1104	-11189.56777
-1080	-10937.97547
-1056	-10359.31316
-1032	-11516.63777
-984	-10969.4245
-960	-11724.20142
-936	-11516.63777
-888	-11296.4945
-864	-11516.63777
-840	-11296.4945
-816	-11724.20142
-792	-11931.76507
-768	-11409.71104
-744	-11724.20142
-696	-11831.12815
-672	-11724.20142
-648	-11931.76507
-624	-12038.6918
-600	-12139.32872

-576	-12340.60257	
-552	-12239.96564	
-432	-12340.60257	
-360	-12434.94968	
-312	-11931.76507	
-288	-12535.5866	
-264	-12340.60257	
-240	-13479.05775	
-216	-13296.65333	
-192	-13391.00044	
-168	-11384.55181	
-144	-13567.11505	
-120	-13479.05775	
-96	-11724.20142	
-72	-13107.9591	
-24	-13391.00044	
26.18398208042709	-13296.65333	
217.0999820804282	0	

**PEQUEÑA MUESTRA DE LA DATA DE PRESION.****Date**                      **Pressure (psia)**

14/12/2004 00:01:48	10.8633462
14/12/2004 00:02:02	10.8923538
14/12/2004 00:02:17	10.950369
14/12/2004 00:02:35	11.022888
14/12/2004 00:02:49	11.0809032
14/12/2004 00:03:04	11.1824298
14/12/2004 00:03:18	11.2839564
14/12/2004 00:03:32	11.3564754
14/12/2004 00:03:47	11.458002
14/12/2004 00:04:01	11.60304
14/12/2004 00:04:19	11.7335742
14/12/2004 00:04:34	11.8351008
14/12/2004 00:04:48	11.9366274
14/12/2004 00:05:02	12.0091464
14/12/2004 00:05:17	12.0526578
14/12/2004 00:05:35	12.0961692
14/12/2004 00:05:49	12.1251768
14/12/2004 00:06:04	12.1396806
14/12/2004 00:06:18	12.1686882
14/12/2004 00:06:32	12.1976958
14/12/2004 00:06:47	12.2267034
14/12/2004 00:07:01	12.2412072
14/12/2004 00:07:19	12.255711
14/12/2004 00:07:34	12.255711
14/12/2004 00:07:48	12.2847186
14/12/2004 00:08:02	12.2992224
14/12/2004 00:08:17	12.255711
14/12/2004 00:08:35	12.2121996
14/12/2004 00:08:49	12.2121996
14/12/2004 00:09:04	12.2121996
14/12/2004 00:09:18	12.183192
14/12/2004 00:09:32	12.183192
14/12/2004 00:09:47	12.183192
14/12/2004 00:10:05	12.1541844
14/12/2004 00:10:19	12.1541844
14/12/2004 00:10:34	12.183192
14/12/2004 00:10:48	12.2121996
14/12/2004 00:11:02	12.2121996
14/12/2004 00:11:17	12.255711
14/12/2004 00:11:35	12.2847186
14/12/2004 00:11:49	12.2847186

14/12/2004 00:12:04	12.2847186
14/12/2004 00:12:18	12.2847186
14/12/2004 00:12:32	12.2847186
14/12/2004 00:12:47	12.2702148
14/12/2004 00:13:05	12.255711
14/12/2004 00:13:19	12.2412072
14/12/2004 00:13:34	12.183192
14/12/2004 00:13:48	12.1541844
14/12/2004 00:14:02	12.1541844
14/12/2004 00:14:17	12.1396806
14/12/2004 00:14:31	12.0961692
14/12/2004 00:14:49	12.0816654
14/12/2004 00:15:04	12.0816654
14/12/2004 00:15:18	12.0961692
14/12/2004 00:15:32	12.110673
14/12/2004 00:15:47	12.1396806
14/12/2004 00:16:01	12.1686882
14/12/2004 00:16:19	12.2121996
14/12/2004 00:16:34	12.2412072
14/12/2004 00:16:48	12.255711
14/12/2004 00:17:02	12.2702148
14/12/2004 00:17:17	12.2412072
14/12/2004 00:17:35	12.2412072
14/12/2004 00:17:49	12.2412072
14/12/2004 00:18:04	12.2267034
14/12/2004 00:18:18	12.2412072
14/12/2004 00:18:32	12.2121996
14/12/2004 00:18:47	12.1976958
14/12/2004 00:19:01	12.1976958
14/12/2004 00:19:19	12.1976958
14/12/2004 00:19:34	12.1976958
14/12/2004 00:19:48	12.2267034
14/12/2004 00:20:02	12.2267034
14/12/2004 00:20:17	12.1976958
14/12/2004 00:20:35	12.1976958
14/12/2004 00:20:49	12.2267034
14/12/2004 00:21:04	12.2121996
14/12/2004 00:21:18	12.2267034
14/12/2004 00:21:32	12.2267034
14/12/2004 00:21:47	12.1976958
14/12/2004 00:22:05	12.183192
14/12/2004 00:22:19	12.2121996
14/12/2004 00:22:34	12.2267034
14/12/2004 00:22:48	12.2412072
14/12/2004 00:23:02	12.255711

14/12/2004 00:23:17	12.255711
14/12/2004 00:23:31	12.2847186
14/12/2004 00:23:49	12.2992224
14/12/2004 00:24:04	12.2702148
14/12/2004 00:24:18	12.2267034
14/12/2004 00:24:32	12.2121996
14/12/2004 00:24:47	12.1976958
14/12/2004 00:25:05	12.1686882
14/12/2004 00:25:19	12.183192
14/12/2004 00:25:34	12.183192
14/12/2004 00:25:48	12.1976958
14/12/2004 00:26:02	12.2121996
14/12/2004 00:26:17	12.2267034
14/12/2004 00:26:31	12.2267034
14/12/2004 00:26:49	12.2412072
14/12/2004 00:27:04	12.2702148
14/12/2004 00:27:18	12.255711
14/12/2004 00:27:32	12.2702148
14/12/2004 00:27:47	12.2992224
14/12/2004 00:28:05	12.3137262
14/12/2004 00:28:19	12.3427338
14/12/2004 00:28:34	12.3427338
14/12/2004 00:28:48	12.32823
14/12/2004 00:29:02	12.3137262
14/12/2004 00:29:17	12.32823
14/12/2004 00:29:35	12.2847186
14/12/2004 00:29:49	12.255711
14/12/2004 00:30:04	12.2412072
14/12/2004 00:30:18	12.2121996
14/12/2004 00:30:32	12.183192
14/12/2004 00:30:47	12.1686882
14/12/2004 00:31:01	12.1686882
14/12/2004 00:31:19	12.183192
16/12/2004 21:12:04	4970.45226
16/12/2004 21:12:18	4970.45226
16/12/2004 21:12:32	4970.307222
16/12/2004 21:12:47	4970.307222
16/12/2004 21:13:05	4970.162184
16/12/2004 21:13:19	4970.162184
16/12/2004 21:13:34	4970.017146000001
16/12/2004 21:13:48	4970.017146000001
16/12/2004 21:14:02	4969.872108
16/12/2004 21:14:17	4969.872108
16/12/2004 21:14:35	4969.872108
16/12/2004 21:14:49	4969.72707

16/12/2004 21:15:04	4969.72707
16/12/2004 21:15:18	4969.72707
16/12/2004 21:15:32	4969.582032
16/12/2004 21:15:47	4969.582032
16/12/2004 21:16:01	4969.582032
16/12/2004 21:16:19	4969.436994
16/12/2004 21:16:34	4969.436994
16/12/2004 21:16:48	4969.291956
16/12/2004 21:17:02	4969.291956
16/12/2004 21:17:17	4969.146918
16/12/2004 21:17:35	4969.001880000001
16/12/2004 21:17:49	4969.001880000001
16/12/2004 21:18:04	4968.856842
16/12/2004 21:18:18	4968.856842
16/12/2004 21:18:32	4968.856842
16/12/2004 21:18:47	4968.711804
16/12/2004 21:19:01	4968.711804
16/12/2004 21:19:19	4968.711804
16/12/2004 21:19:34	4968.711804
16/12/2004 21:19:48	4968.566766
16/12/2004 21:20:02	4968.566766
16/12/2004 21:20:17	4968.421728000001
16/12/2004 21:20:35	4968.421728000001
16/12/2004 21:20:49	4968.421728000001
16/12/2004 21:21:04	4968.27669
16/12/2004 21:21:18	4968.27669
16/12/2004 21:21:32	4968.131652
16/12/2004 21:21:47	4968.131652
16/12/2004 21:22:05	4968.131652
16/12/2004 21:22:19	4967.986614
16/12/2004 21:22:34	4967.986614
16/12/2004 21:22:48	4967.841576
16/12/2004 21:23:02	4967.841576
16/12/2004 21:23:17	4967.696538
16/12/2004 21:23:31	4967.696538
16/12/2004 21:23:49	4967.5515
16/12/2004 21:24:04	4967.5515
16/12/2004 21:24:18	4967.406462000001
16/12/2004 21:24:32	4967.406462000001
16/12/2004 21:24:47	4967.261424
16/12/2004 21:25:05	4967.261424
16/12/2004 21:25:19	4967.116386
16/12/2004 21:25:34	4967.116386
16/12/2004 21:25:48	4967.116386
16/12/2004 21:26:02	4966.971348



16/12/2004 21:26:17	4966.971348
16/12/2004 21:26:31	4966.971348
16/12/2004 21:26:49	4966.826310000001
16/12/2004 21:27:04	4966.826310000001
16/12/2004 21:27:18	4966.826310000001
16/12/2004 21:27:32	4966.681272
16/12/2004 21:27:47	4966.681272
16/12/2004 21:28:05	4966.536234
16/12/2004 21:28:19	4966.536234
16/12/2004 21:28:34	4966.536234
16/12/2004 21:28:48	4966.536234
16/12/2004 21:29:02	4966.391196000001
16/12/2004 21:29:17	4966.391196000001
16/12/2004 21:29:35	4966.391196000001
16/12/2004 21:29:49	4966.246158
16/12/2004 21:30:04	4966.246158
16/12/2004 21:30:18	4966.10112
16/12/2004 21:30:32	4966.10112
16/12/2004 21:30:47	4966.10112
16/12/2004 21:31:01	4965.956082
16/12/2004 21:31:19	4965.956082
16/12/2004 21:31:34	4965.811044000001
16/12/2004 21:31:48	4965.811044000001
16/12/2004 21:32:02	4965.811044000001
16/12/2004 21:32:17	4965.666006
16/12/2004 21:32:35	4965.520968
16/12/2004 21:32:49	4965.520968
16/12/2004 21:33:04	4965.37593
16/12/2004 21:33:18	4965.37593
16/12/2004 21:33:32	4965.230892
16/12/2004 21:33:47	4965.230892
16/12/2004 21:34:01	4965.085854
16/12/2004 21:34:19	4965.085854
16/12/2004 21:34:34	4965.085854
16/12/2004 21:34:48	4964.940816
16/12/2004 21:35:02	4964.940816
16/12/2004 21:35:17	4964.940816
16/12/2004 21:35:35	4964.795778000001
16/12/2004 21:35:49	4964.65074
16/12/2004 21:36:04	4964.65074
16/12/2004 21:36:18	4964.65074
16/12/2004 21:36:32	4964.505702
16/12/2004 21:36:47	4964.360664
16/12/2004 21:37:05	4964.360664
16/12/2004 21:37:19	4964.215626000001

16/12/2004 21:37:34	4964.215626000001
16/12/2004 21:37:48	4964.215626000001
16/12/2004 21:38:02	4964.215626000001
16/12/2004 21:38:17	4964.070588
16/12/2004 21:38:31	4964.070588
16/12/2004 21:38:49	4964.070588
16/12/2004 21:39:04	4963.92555
16/12/2004 21:39:18	4963.92555
16/12/2004 21:39:32	4963.92555
16/12/2004 21:39:47	4963.780512
16/12/2004 21:40:05	4963.780512
16/12/2004 21:40:19	4963.635474
16/12/2004 21:40:34	4963.635474
16/12/2004 21:40:48	4963.490436
16/12/2004 21:41:02	4963.490436
16/12/2004 21:41:17	4963.345398
16/12/2004 21:41:31	4963.345398
16/12/2004 21:41:49	4963.345398
16/12/2004 21:42:04	4963.200360000001
16/12/2004 21:42:18	4963.200360000001
16/12/2004 21:42:32	4963.200360000001
16/12/2004 21:42:47	4963.055322
16/12/2004 21:43:05	4963.055322
16/12/2004 21:43:19	4962.910284
16/12/2004 21:43:34	4962.910284
16/12/2004 21:43:48	4962.765246
16/12/2004 21:44:02	4962.765246
16/12/2004 21:44:17	4962.765246
16/12/2004 21:44:35	4962.620208000001
16/12/2004 21:44:49	4962.620208000001
16/12/2004 21:45:04	4962.47517
16/12/2004 21:45:18	4962.47517
16/12/2004 21:45:32	4962.47517
16/12/2004 21:45:47	4962.330132
16/12/2004 21:46:01	4962.330132
16/12/2004 21:46:19	4962.185094
16/12/2004 21:46:34	4962.185094
16/12/2004 21:46:48	4962.040056
16/12/2004 21:47:02	4962.040056
16/12/2004 21:47:17	4961.895018
17/12/2004 08:08:02	4824.544032
17/12/2004 08:08:17	4824.398994
17/12/2004 08:08:31	4824.398994
17/12/2004 08:08:49	4824.398994
17/12/2004 08:09:04	4824.253956

17/12/2004 08:09:18	4824.253956
17/12/2004 08:09:32	4824.108918
17/12/2004 08:09:47	4824.108918
17/12/2004 08:10:05	4824.108918
17/12/2004 08:10:19	4823.96388
17/12/2004 08:10:34	4823.96388
17/12/2004 08:10:48	4823.96388
17/12/2004 08:11:02	4823.818842
17/12/2004 08:11:17	4823.818842
17/12/2004 08:11:31	4823.818842
17/12/2004 08:11:49	4823.673804
17/12/2004 08:12:04	4823.673804
17/12/2004 08:12:18	4823.673804
17/12/2004 08:12:32	4823.528766
17/12/2004 08:12:47	4823.528766
17/12/2004 08:13:05	4823.528766
17/12/2004 08:13:19	4823.383728
17/12/2004 08:13:34	4823.383728
17/12/2004 08:13:48	4823.383728
17/12/2004 08:14:02	4823.23869
17/12/2004 08:14:17	4823.093652
17/12/2004 08:14:35	4823.093652
17/12/2004 08:14:49	4822.948614
17/12/2004 08:15:04	4822.948614
17/12/2004 08:15:18	4822.948614
17/12/2004 08:15:32	4822.948614
17/12/2004 08:15:47	4822.803576
17/12/2004 08:16:01	4822.803576
17/12/2004 08:16:19	4822.803576
17/12/2004 08:16:34	4822.803576
17/12/2004 08:16:48	4822.658538
17/12/2004 08:17:02	4822.658538
17/12/2004 08:17:17	4822.658538
17/12/2004 08:17:35	4822.5135
17/12/2004 08:17:49	4822.5135
17/12/2004 08:18:04	4822.368462
17/12/2004 08:18:18	4822.368462
17/12/2004 08:18:32	4822.223424
17/12/2004 08:18:47	4822.223424
17/12/2004 08:19:01	4822.223424
17/12/2004 08:19:19	4822.078386
17/12/2004 08:19:34	4822.078386
17/12/2004 08:19:48	4822.078386
17/12/2004 08:20:02	4822.078386
17/12/2004 08:20:17	4822.078386

17/12/2004 08:20:35	4821.933348
17/12/2004 08:20:49	4821.933348
17/12/2004 08:21:04	4821.933348
17/12/2004 08:21:18	4821.78831
17/12/2004 08:21:32	4821.78831
17/12/2004 08:21:47	4821.643272
17/12/2004 08:22:05	4821.643272
17/12/2004 08:22:19	4821.643272
17/12/2004 08:22:34	4821.498234
17/12/2004 08:22:48	4821.498234
17/12/2004 08:23:02	4821.353196
17/12/2004 08:23:17	4821.353196
17/12/2004 08:23:31	4821.208158
17/12/2004 08:23:49	4821.208158
17/12/2004 08:24:04	4821.208158
17/12/2004 08:24:18	4821.06312
17/12/2004 08:24:32	4821.06312
17/12/2004 08:24:47	4821.06312
17/12/2004 08:25:05	4820.918082
17/12/2004 08:25:19	4820.918082
17/12/2004 08:25:34	4820.918082
17/12/2004 08:25:48	4820.918082
17/12/2004 08:26:02	4820.773044
17/12/2004 08:26:17	4820.773044
17/12/2004 08:26:31	4820.628006
17/12/2004 08:26:49	4820.628006
17/12/2004 08:27:04	4820.482968
17/12/2004 08:27:18	4820.482968
17/12/2004 08:27:32	4820.482968
17/12/2004 08:27:47	4820.33793
17/12/2004 08:28:05	4820.33793
17/12/2004 08:28:19	4820.192892
17/12/2004 08:28:34	4820.192892
17/12/2004 08:28:48	4820.192892
17/12/2004 08:29:02	4820.047854
17/12/2004 08:29:17	4820.047854
17/12/2004 08:29:35	4819.902816
17/12/2004 08:29:49	4819.902816
17/12/2004 08:30:04	4819.902816
17/12/2004 08:30:18	4819.902816
17/12/2004 08:30:32	4819.757778
17/12/2004 08:30:47	4819.757778
17/12/2004 08:31:01	4819.757778
17/12/2004 08:31:19	4819.757778
17/12/2004 08:31:34	4819.61274

17/12/2004 08:31:48	4819.61274
17/12/2004 08:32:02	4819.61274
17/12/2004 08:32:17	4819.467702
17/12/2004 08:32:35	4819.467702
17/12/2004 08:32:49	4819.467702
17/12/2004 08:33:04	4819.322664
17/12/2004 08:33:18	4819.322664
17/12/2004 08:33:32	4819.177626
17/12/2004 08:33:47	4819.177626
17/12/2004 08:34:01	4819.177626
17/12/2004 08:34:19	4819.177626
17/12/2004 08:34:34	4819.032588
17/12/2004 08:34:48	4819.032588
17/12/2004 08:35:02	4819.032588
17/12/2004 08:35:17	4818.88755
17/12/2004 08:35:35	4818.88755
17/12/2004 08:35:49	4818.742512
17/12/2004 08:36:04	4818.742512
17/12/2004 08:36:18	4818.597474
17/12/2004 08:36:32	4818.597474
17/12/2004 08:36:47	4818.452436
17/12/2004 08:37:05	4818.452436
17/12/2004 08:37:19	4818.452436
17/12/2004 08:37:34	4818.452436
17/12/2004 08:37:48	4818.452436
17/12/2004 08:38:02	4818.307398
17/12/2004 08:38:17	4818.307398
17/12/2004 08:38:31	4818.307398
17/12/2004 08:38:49	4818.16236
17/12/2004 08:39:04	4818.16236
17/12/2004 08:39:18	4818.017322
17/12/2004 08:39:32	4818.017322
20/12/2004 01:25:48	4253.094312
20/12/2004 01:26:24	4253.094312
20/12/2004 20:37:48	4137.353988
20/12/2004 20:38:24	4137.353988
20/12/2004 20:39:00	4137.353988
20/12/2004 20:39:36	4137.353988
20/12/2004 20:40:12	4137.353988
20/12/2004 20:40:48	4137.20895
20/12/2004 20:41:24	4137.20895
20/12/2004 20:42:00	4137.20895
20/12/2004 20:42:36	4137.063912
20/12/2004 20:43:12	4137.063912
20/12/2004 20:43:48	4136.918874

20/12/2004 20:44:24	4136.918874
20/12/2004 20:45:00	4136.773836
20/12/2004 20:45:36	4136.773836
20/12/2004 20:46:12	4136.628798
20/12/2004 20:46:48	4136.628798
20/12/2004 20:47:24	4136.48376
20/12/2004 20:48:00	4136.48376
20/12/2004 20:48:36	4136.338722
20/12/2004 20:49:12	4136.338722
20/12/2004 20:49:48	4136.338722
20/12/2004 20:50:24	4136.338722
20/12/2004 20:51:00	4136.193684
20/12/2004 20:51:36	4136.193684
20/12/2004 20:52:12	4136.193684
20/12/2004 20:52:48	4136.193684
20/12/2004 20:53:24	4136.048646
20/12/2004 20:54:00	4136.048646
20/12/2004 20:54:36	4135.903608
20/12/2004 20:55:12	4135.903608
20/12/2004 20:55:48	4135.903608
20/12/2004 20:56:24	4135.75857
20/12/2004 20:57:00	4135.75857
20/12/2004 20:57:36	4135.613532
20/12/2004 20:58:12	4135.613532
20/12/2004 20:58:48	4135.468494
20/12/2004 20:59:24	4135.468494
20/12/2004 21:00:00	4135.468494
20/12/2004 21:00:36	4135.323456
20/12/2004 21:01:12	4135.323456
20/12/2004 21:01:48	4135.323456
20/12/2004 21:02:24	4135.178418
20/12/2004 21:03:00	4135.178418
20/12/2004 21:03:36	4135.03338
20/12/2004 21:04:12	4134.888342
20/12/2004 21:04:48	4134.888342
20/12/2004 21:05:24	4134.888342
20/12/2004 21:06:00	4134.888342
20/12/2004 21:06:36	4134.888342
20/12/2004 21:07:12	4134.743304
20/12/2004 21:07:48	4134.743304
20/12/2004 21:08:24	4134.598266
20/12/2004 21:09:00	4134.598266
20/12/2004 21:09:36	4134.598266
20/12/2004 21:10:12	4134.453228
20/12/2004 21:10:48	4134.453228

20/12/2004 21:11:24	4134.453228
20/12/2004 21:12:00	4134.30819
20/12/2004 21:12:36	4134.163152
20/12/2004 21:13:12	4134.163152
20/12/2004 21:13:48	4134.163152
20/12/2004 21:14:24	4134.163152
20/12/2004 21:15:00	4134.018114
20/12/2004 21:15:36	4133.873076
20/12/2004 21:16:12	4133.873076
20/12/2004 21:16:48	4133.873076
20/12/2004 21:17:24	4133.873076
20/12/2004 21:18:00	4133.728038
20/12/2004 21:18:36	4133.728038
20/12/2004 21:19:12	4133.728038
20/12/2004 21:19:48	4133.583
20/12/2004 21:20:24	4133.583
20/12/2004 21:21:00	4133.583
20/12/2004 21:21:36	4133.292924
20/12/2004 21:22:12	4133.292924
20/12/2004 21:22:48	4133.292924
20/12/2004 21:23:24	4133.147886
20/12/2004 21:24:00	4133.147886
20/12/2004 21:24:36	4133.147886
20/12/2004 21:25:12	4133.002848
20/12/2004 21:25:48	4133.002848
20/12/2004 21:26:24	4132.85781
20/12/2004 21:27:00	4132.85781
20/12/2004 21:27:36	4132.85781
20/12/2004 21:28:12	4132.712772
20/12/2004 21:28:48	4132.712772
20/12/2004 21:29:24	4132.567734
20/12/2004 21:30:00	4132.567734
20/12/2004 21:30:36	4132.567734
20/12/2004 21:31:12	4132.567734
20/12/2004 21:31:48	4132.422696
20/12/2004 21:32:24	4132.422696
20/12/2004 21:33:00	4132.422696
20/12/2004 21:33:36	4132.277658
20/12/2004 21:34:12	4132.277658
20/12/2004 21:34:48	4132.277658
20/12/2004 21:35:24	4132.13262
20/12/2004 21:36:00	4132.13262
20/12/2004 21:36:36	4131.987582
20/12/2004 21:37:12	4131.987582
20/12/2004 21:37:48	4131.987582

20/12/2004 21:38:24	4131.842544
20/12/2004 21:39:00	4131.697506
20/12/2004 21:39:36	4131.697506
20/12/2004 21:40:12	4131.697506
20/12/2004 21:40:48	4131.552468
20/12/2004 21:41:24	4131.552468
20/12/2004 21:42:00	4131.552468
20/12/2004 21:42:36	4131.552468
20/12/2004 21:43:12	4131.40743
20/12/2004 21:43:48	4131.40743
20/12/2004 21:44:24	4131.262392
20/12/2004 21:45:00	4131.262392
20/12/2004 21:45:36	4131.117354
20/12/2004 21:46:12	4131.117354
20/12/2004 21:46:48	4130.972316
20/12/2004 21:47:24	4130.827278
20/12/2004 21:48:00	4130.827278
20/12/2004 21:48:36	4130.827278
20/12/2004 21:49:12	4130.827278
20/12/2004 21:49:48	4130.827278
20/12/2004 21:50:24	4130.68224
20/12/2004 21:51:00	4130.68224
20/12/2004 21:51:36	4130.537202
20/12/2004 21:52:12	4130.537202
20/12/2004 21:52:48	4130.537202
20/12/2004 21:53:24	4130.392164
20/12/2004 21:54:00	4130.392164
20/12/2004 21:54:	