

## CAPITULO II

### ANÁLISIS NODAL EN POZOS PRODUCTORES

Los análisis que se realizan de un sistema de producción en su conjunto, permite predecir el comportamiento actual y futuro de un pozo productor de hidrocarburos, como resultado de este análisis, se puede obtener por lo general una mejoría en la eficiencia de flujo, o bien un incremento en la producción.

El procedimiento de análisis de sistemas o también conocido como análisis nodal, es uno de los medios apropiados para el análisis, diseño y evaluación, tanto en pozos fluyentes, intermitentes o con sistemas artificiales de producción.

El análisis nodal, evalúa un sistema de producción dividido en tres componentes básicos:

Flujo a través de medios porosos

Flujo a través de tubería vertical o de producción (T.P.)

Flujo a través de la tubería horizontal o línea de descarga (L.D.)

Para la predicción del comportamiento en cada uno de los componentes, se obtiene la caída de presión en cada uno de ellos.

Para la obtención de las caídas de presión, se deben de asignar nodos en diversos puntos importantes dentro del sistema de producción (Figura 4), por lo tanto, se varían los gastos de producción y empleando un método de cálculo adecuado, se calcula la caída de presión entre dos nodos. Después, se selecciona un nodo de solución y las caídas de presión son adicionadas o sustraídas al punto de presión inicial o nodo de partida, hasta alcanzar el nodo de solución o incógnita.

En un sistema de producción se conocen siempre dos presiones, siendo estas la presión del separador (P<sub>Sep</sub>) y la presión estática del yacimiento (P<sub>ws</sub>). Por lo tanto teniendo la presión en alguno de estos dos nodos, se pueden determinar las caídas de presión en algún punto intermedio.

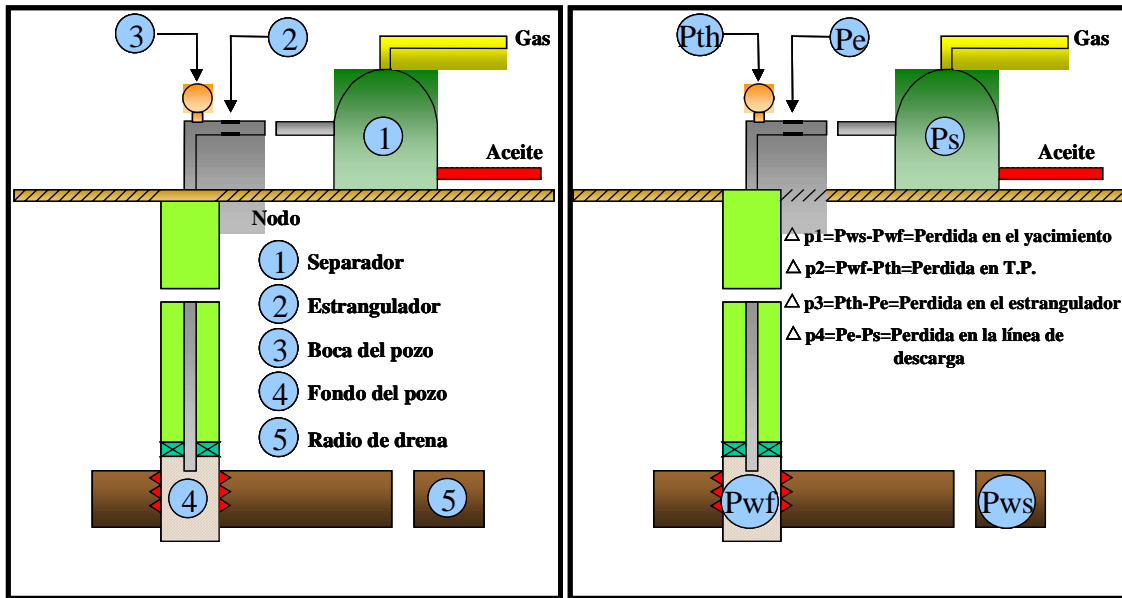
La evaluación del sistema de producción por medio del análisis nodal, puede ayudarnos a la solución de problemas; en donde se incluyen caídas de presión a través de:

- Estranguladores superficiales y de fondo
- Diámetros de aparejos de producción
- Válvulas de seguridad, etc.

Los resultados del análisis del sistema, no solamente permiten la definición de la capacidad de producción de un pozo, para una determinada serie de condiciones, sino también muestran como los cambios en cualquier parámetro afectan su comportamiento.

Las curvas de capacidad de producción, son una función de los principales componentes de un sistema, como son: Datos del yacimiento, características del aparejo de producción, de la línea de descarga, presión en el nodo inicial y final, producción de aceite, gas y agua, relación gas-liquido, temperatura, composición del aceite y gas, topografía del terreno y forma de perforación del pozo, ya sea vertical, direccional u horizontal. **(Garaicochea B. 1987).**

Figura 4.- Sistema de análisis por nodos



a).- Sistema de flujo simplificado

b).- Pérdida de presión en los elementos del sistema de flujo.

## **ANÁLISIS NODAL EN LOS POZOS PRODUCTORES DEL CAMPO PUERTO CEIBA**

Actualmente, el campo cuenta con cuatro pozos productores, cada uno con arreglos diferentes en su forma de producir, estos pozos son: Puerto Ceiba 103, 111-A, 113-B y 115.

A cada uno de ellos se les efectuó el análisis correspondiente con el simulador de nombre PIPESIMS de la compañía Baker Jardine, y a continuación se describe el procedimiento y los resultados que se obtuvieron para cada uno de ellos.

Primero se efectuó el ajuste con las condiciones actuales de producción del pozo, en todos los pozos la correlación que se utilizó fue Hagedorn&Brown por ser la que mejor reproduce el comportamiento de los pozos. Los datos del diagrama PVT que se utilizaron fueron los del pozo Citam 101.

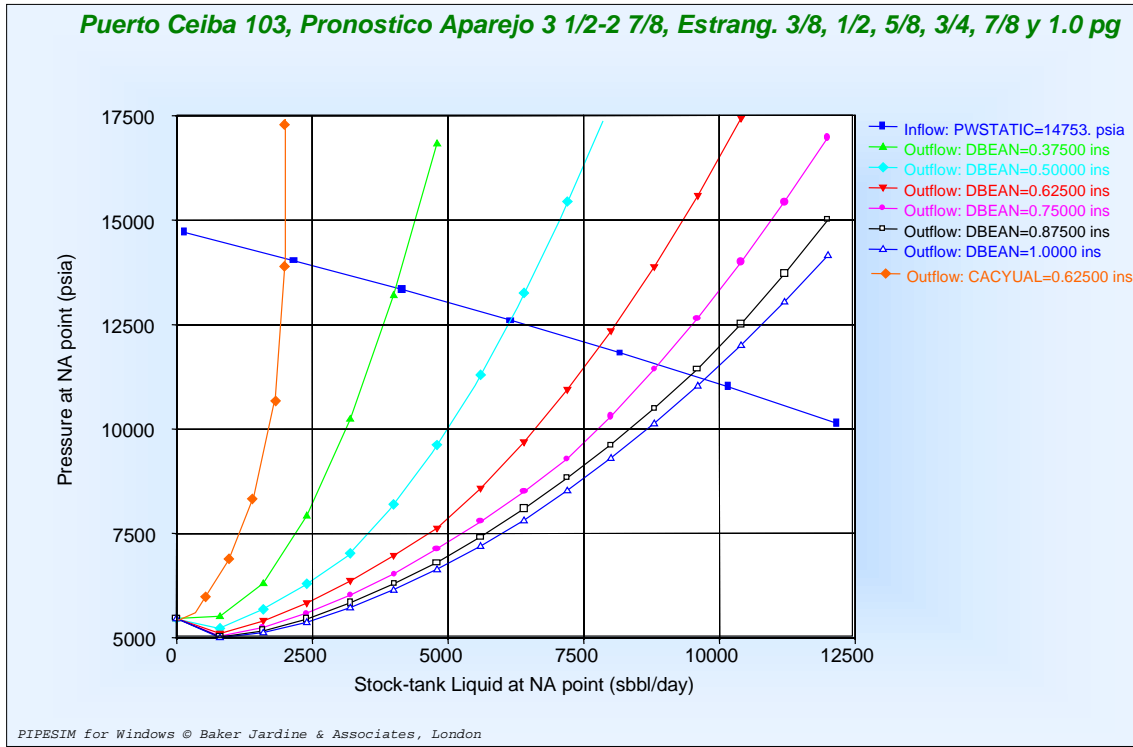
### **Puerto Ceiba 103.**

Las condiciones actuales de producción son; aceite 1837 BPD, de gas 1.03 MMPCD, de agua 0.0 BPD, el estrangulador de  $\frac{1}{2}$ " ,aparejo de producción de  $2\frac{3}{8}$ " combinado con  $2\frac{7}{8}$ " y  $3\frac{1}{2}$ ".

Dentro de las diferentes alternativas de calculo, se definió el cambio de aparejo de producción a un diámetro en su totalidad de  $2\frac{7}{8}$ " combinado con  $3\frac{1}{2}$ ", así como la sensibilización con los diámetros de estranguladores siguientes:  $\frac{3}{8}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{5}{8}$ ",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{7}{8}$ " y 1.0".

De los resultados obtenidos en la simulación se pueden observar en la tabla No.1, y el comportamiento de las presiones en la Figura 5.

**Figura 5.- Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 103**



**Tabla 1.- Resultados del Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 103**

Estrangulador (Pg)		Gasto Aceite (BPD)	Gasto Gas (MMPCD)	Presión de fondo Fluyendo (PSIA)
S I M U L A D O	3/8	5851	3.942	12676
	1/2	9139	6.157	11424
	5/8	11878	8.000	10222
	3/4	13925	9.380	9639
	7/8	15193	10.237	8671
	1	15972	10.761	8242

Después de haber realizado los respectivos análisis, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- Con un aparejo de este tipo se obtienen buenos gastos de producción en aceite y gas, además cuenta con ventajas de adicionales al fluirlo por espacio anular:
- Se contará con un aparejo equivalente a una TP 4 ½" - 3 ½", cerca del intervalo productor.
- Se contará con un conducto por donde se podrá inyectar inhibidores de asfáltenos y parafinas cerca del intervalo productor y evitar que se obture el espacio anular.
- En el futuro se podrá inyectar gas a través de la TP para implementar el bombeo neumático sin restricción en el volumen de gas de inyección.

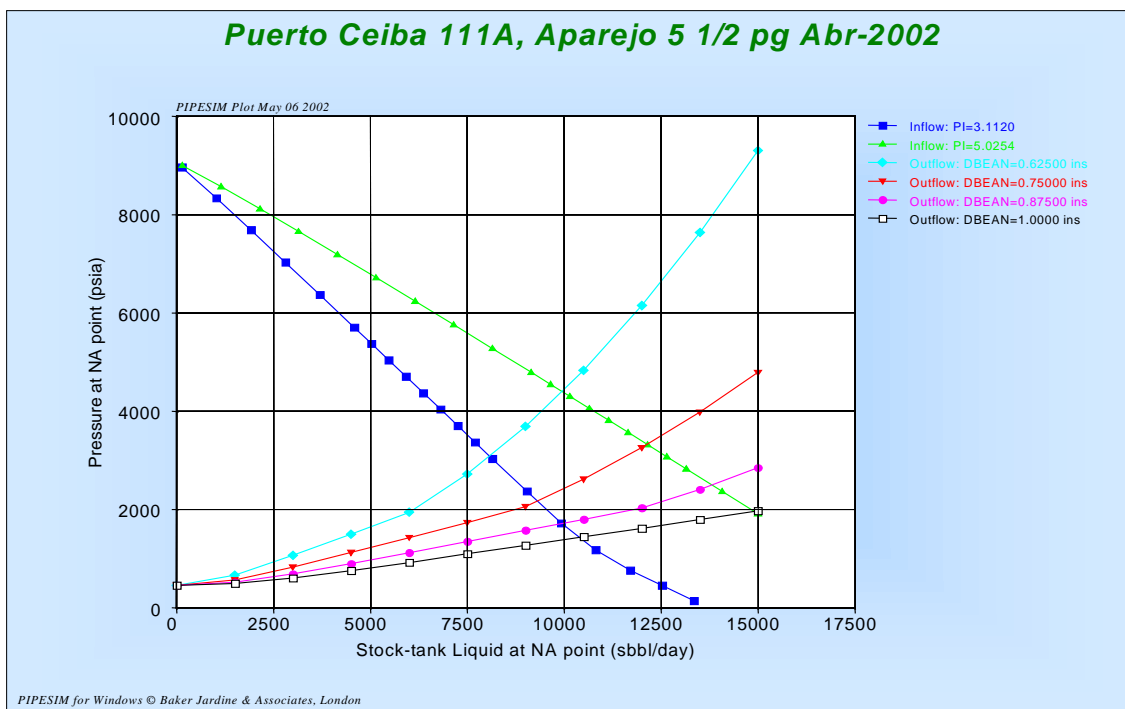
### **Puerto Ceiba 111A.**

La producción actual de aceite 8221 BPD, de gas 5.77 MMPCD, de agua 0.0 BPD, el estrangulador de 5/8", aparejo de producción de 3 ½".

Dentro de las diferentes alternativas de cálculo, se definió el cambio de estrangulador y mejorando el índice de productividad sin daño de pozo.

Los resultados obtenidos en la simulación se pueden observar en la tabla No. 2, y el comportamiento de las presiones en la Figura 6.

**Figura 6.- Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 111-A**



**Tabla 2.- Resultados del Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 111-A**

Estrangulador (Pg)		Gasto Aceite Antes Limpieza (BPD)	Gasto Aceite Despues Limpieza (BPD)	Presión en cabeza Del pozo despues De limpieza(PSIA)
Ajuste	5/8	8066	9948	4376
S I M U L A D O	3/4	9348	12085	3522
	7/8	9889	13823	2533
	1	10374	14878	1996

Después de haber realizado los respectivos análisis, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Es necesario efectuar limpiezas periódicas en los pozos, debido a que pueda existir depósito de asfaltenos y se refleja en el mejoramiento del índice de productividad y esto aunado a la ampliación de estranguladores.
- En las gráficas se observa el ajuste del perfil de presión, el análisis nodal ajustado a las condiciones actuales y un pronóstico de producción al reducir el diámetro del estrangulador en superficie con diámetros de 1", 7/8", 3/4" y 5/8", de dicho comportamiento se determinó que el estrangulador alcanza un flujo crítico con un estrangulador en superficie de 3/4".
- Por lo que respecta al análisis con aparejo de producción de 4 1/2", se observa que sólo se obtiene un incremento en la producción de 180 BPD de aceite, por lo que no es recomendable en las condiciones de producción actuales del pozo.

### **Puerto Ceiba 113-B.**

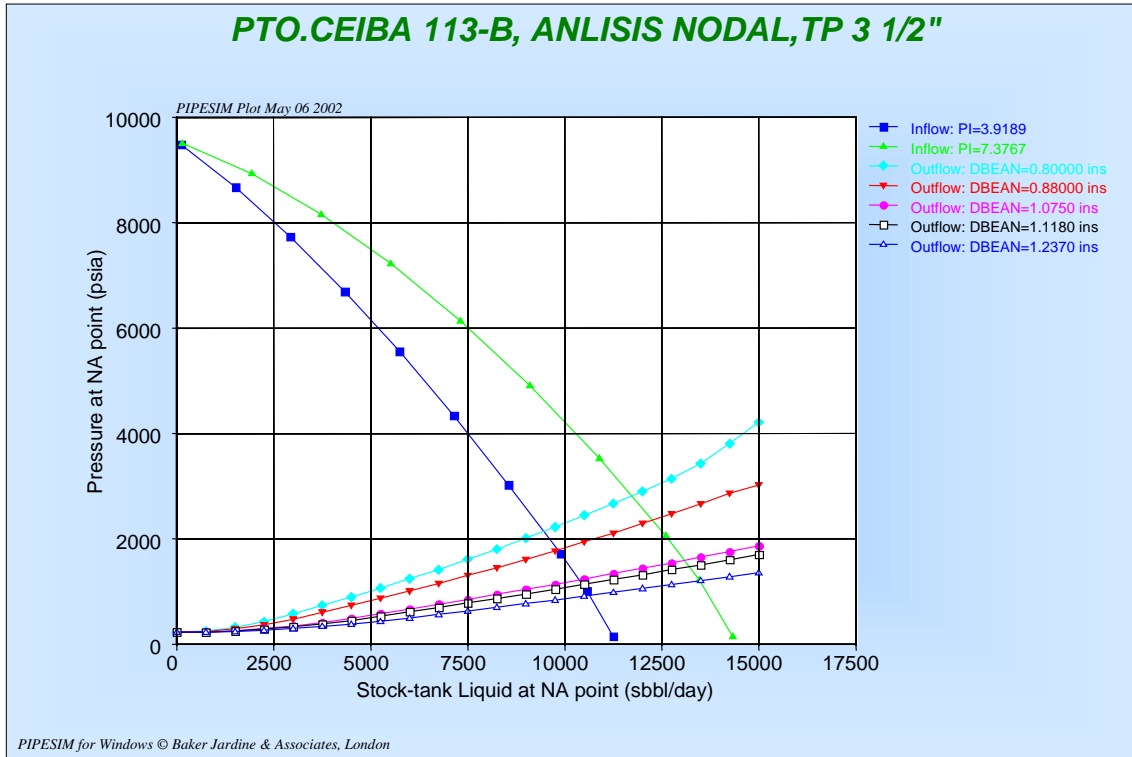
La producción actual de aceite 10345 BPD, de gas 5.85 MMPCD, de agua 0.0 BPD, produciendo por dos estranguladores, uno de 7/8" y el otro de 1/2", aparejo de producción de 3 1/2".

Dentro de las diferentes alternativas de cálculo, se definió el cambio de estrangulador, así como disminuir el daño del pozo, repercutiendo esto en mejorar el índice de productividad.

Los resultados obtenidos en la simulación se pueden observar en la tabla No. 3, y el comportamiento de las presiones en las Figura 7.



**Figura 7.- Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 113-B**



**Tabla 3.-Resultados del Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 113-B**

Estrangulador (Pg)	Gasto Aceite Antes Limpieza (BPD)	Gasto Aceite Despues Limpieza (BPD)	Presión en cabeza Del pozo despues De limpieza(PSIA)	
S I M U L A D O	5/8-1/2	9434	11744	2843
	3/4-1/2	9777	12199	2366
	7/8-1/2	10345	13082	1902
	1-5/8	10433	13196	1884
	1-3/4	10483	13452	1762

Por el comportamiento del pozo y los análisis efectuados, se cree que el flujo esta afectado por baja permeabilidad de la roca o bien por depositación de material

---

orgánico el cual deberá ser verificado con los análisis de muestras de fluidos, además es recomendable realizar una prueba de presión-producción, un registro presión de fondo cerrado y tres de fondo fluyendo, para caracterizar y predecir las condiciones actuales del pozo así como determinar sus condiciones óptimas de operación.

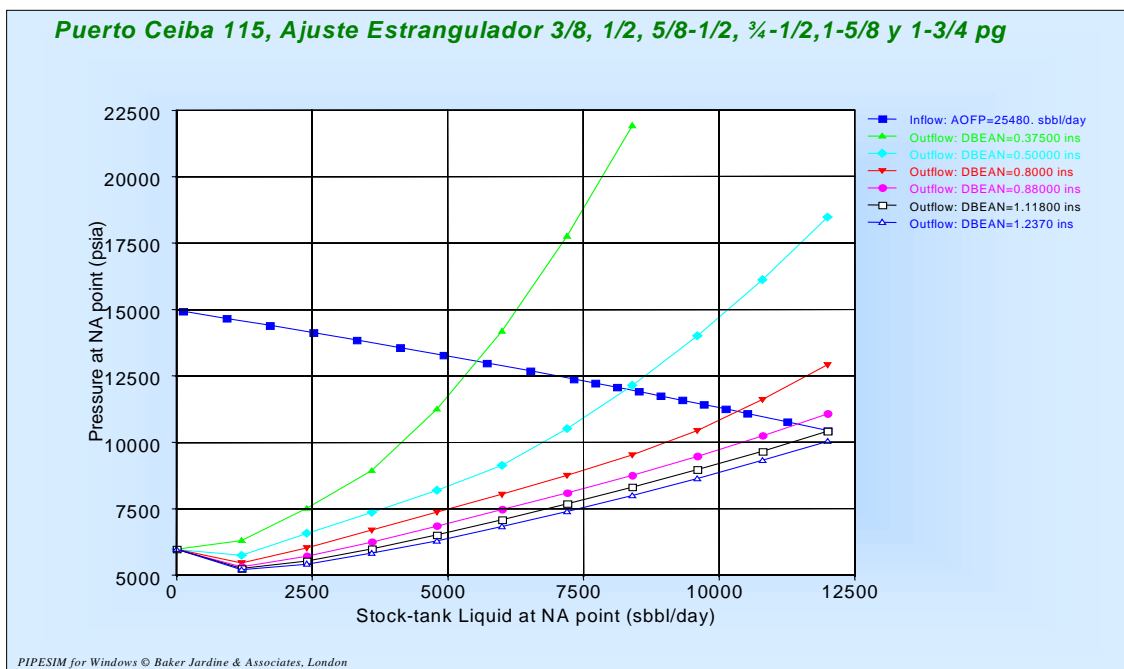
### **Puerto Ceiba 115**

La producción actual de aceite 10567 BPD, de gas 7.30 MMPCD, de agua 0.0 BPD, produciendo por dos estranguladores, uno de 5/8" y el otro de 1/2", aparejo de producción de 3 1/2".

Dentro de las diferentes alternativas de cálculo, se definió el cambio de estrangulador solamente, ya que se habían realizado análisis previos con cambio de aparejo sin tener incremento en la producción de aceite.

Los resultados obtenidos en la simulación se pueden observar en la tabla No.4, y el comportamiento de las presiones en las Figura 8.

**Figura 8.- Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 115**



**Tabla 4.- Resultados del Análisis Nodal Pozo Puerto Ceiba 115**

Estrangulador (Pg)		Gasto Aceite Antes Limpieza (BPD)	Presión de fondo Fluyendo (PSIA)
S I M U L A D O	3/8	5537	12876
	1/2	8307	12322
	5/8-1/2	10342	11050
	3/4-1/2	11442	10935
	1-5/8	12032	10377
	1-3/4	12032	10377