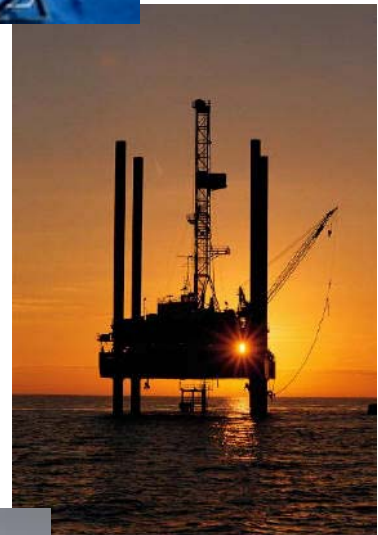




## **CAPITULO I EL PROBLEMA**





## 1. EL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento Del Problema

El Distrito Anaco de PDVSA Gas se encuentra ubicado en el estado Anzoátegui, en la región natural de los Llanos orientales y en una posición céntrica con respecto al mismo estado. El Municipio Anaco se caracteriza por poseer en su subsuelo una inmensa riqueza en gas y petróleo.

Dentro del Distrito Anaco se encuentra el campo Zapato Mata-R, uno de los principales en la zona, el cual es un campo productor de gas aunque también se presenta producción de líquido en algunas zonas. Dicho campo se encuentra ubicado hacia la parte sur de Anaco en lo que se conoce como el área mayor de oficina la cual posee una extensión superficial de aproximadamente 14.500 kilómetros cuadrados. En la actualidad en dicho campo se están presentando discrepancias en la producción entre los niveles estimados mediante análisis nodal y los valores realmente producidos en los pozos, estas discrepancias van desde un déficit en la producción con respecto a los valores inicialmente estimados por las gerencias de yacimiento y producción hasta situaciones donde pozos recientemente perforados carecen totalmente de producción, una muestra de ello se ve en la *Tabla 1.1* en donde se distinguen los niveles de producción de un grupo de pozos del campo Zapato Mata-R, dicho grupo va desde el MVR-113 hasta el MVR 120 los cuales son nuevos en este campo tomando en cuenta que el MVR-113 se completó a mediados de octubre de 2005:

Pozos entregados a producción		Prnóstico	Pruebas	Variación	Observación
POZO	ARENA/YAC	MMPCND	MMPCND	MMPCND	
MVR-113C	L1L-ZM310	3,1	2,1	-1,0	
MVR-113L	M3A-MVR 52	3,1	2,0	-1,1	
MVR-114C	L1L-ZM310	3,1	1,0	-2,1	
MVR-114L	M3A-MVR 52	3,1		-3,1	
MVR-115C	L1U-ZG 303	3,2	0,9	-2,3	
MVR-115L	M3A-MVR 52	3,5	1,9	-1,6	
MVR-116C	L2U, M-MVR 64	3,2		-3,2	Realizado c/z L3L sin aporte
MVR-116L	R4U-ZM312	2,8		-2,8	
MVR-117C	L2U, M-MVR 64	3,2		-3,2	
MVR-117L	R4U-ZM312	3,0		-3,0	Fluyendo a 60 psi Pcab : 90 psi
MVR-118C	L1L-ZM310	3,1	2,6	-0,5	
MVR-118L	R4U-ZM312	2,8	2,0	-0,8	
MVR-119C	L1L-ZM310	3,0	3,2	0,2	
MVR-119L	R4U-ZM312	2,7	3,0	0,3	
MVR-120C	L2U, M-MVR 64	3,0		-3,0	
MVR-120L	R4U-ZM312	3,7	2,1	-1,6	

Tabla 1.1 Niveles de producción a marzo del 2.006. Grupo de pozos del MVR-113 al MVR 120. (PDVSA 2.006)



Al analizar el cuadro se observa claramente que la mayoría de los pozos que producen presentan un déficit el cual en algunos casos es bastante arraigado, en otros casos la producción es nula como en el caso del MVR 116 y el MVR 117, también se observa en algunos casos que la producción sobrepasa pero por muy poco a los niveles esperados. Sin embargo al totalizar los resultados se puede observar que existe una reducción considerable de aproximadamente 57.8% entre la producción actual y lo que se debería estar produciendo en este grupo de pozos. Las razones que causan esta situación pueden ser muy diversas y variadas.

De acuerdo a los ingenieros de yacimiento, una de estas causas podría ser el daño a la formación el cual puede presentarse en los yacimientos de muchas maneras tales como taponamiento físico, desestabilización de arcillas, migración de finos, cambio de mojabilidad, activación de surfactantes naturales, precipitación de silicato de sodio, formación de emulsiones viscosas, taponantes, adhesión y precipitados orgánicos e inorgánicos.

Referente a lo anterior Ríos (2004) plantea que “los daños a la formación pueden ser causados por desequilibrios químicos y/o físicos en la matriz de la roca o en los fluidos de la formación, que, estando en equilibrio durante el tiempo geológico, se ven alterados por la introducción de fluidos extraños durante las operaciones de campo, con lo cual se reduce la permeabilidad. La temperatura, la composición de los fluidos inyectados, la tasa de inyección, el pH y la mineralogía de la roca son el conjunto de variables que afectan la naturaleza y la extensión de las interacciones fluido/roca, del mismo modo se sabe que las principales partículas finas que se hallan en el medio poroso son las arcillas autigénicas (caolinita, illita, esmectita y clorita), seguidas por cuarzo, sílice amorfo, feldespatos y carbonatos (calcita, dolomita y siderita)”.

Ciertamente se tiene que la armonía que debe existir entre los fluidos empleados en las operaciones de campo y las partículas presentes en la formación debe ser casi total para poder prevenir la aparición de daño por la interacción entre los fluidos y las partículas de la formación de allí la importancia y la necesidad de contar con un estudio detallado de la composición mineralógica de las formaciones donde se estén practicando las operaciones.

En atención a lo anterior Ríos (2004), al referirse a los fluidos de perforación en particular plantea que dicho fluido debe ser primeramente “compatible con la roca del



yacimiento, en segundo lugar debe tener baja pérdida de fluidos, también debe tener propiedades de suspensión y transporte aceptables, debe ser capaz de formar revoques finos, tener baja pérdida por fricción y sobre todo debe ser económico, sencillo y fácil de manejar”.

Como se observa en lo antes expuesto, la selección de un fluido para cualquier operación de campo no es un proceso que deba tomarse a la ligera ya que de esta selección depende en gran medida el éxito de la operación que se esté llevando a cabo en ese momento y por supuesto esto también es vital para prevenir el daño a la formación por la interacción entre la roca y los fluidos. Sin embargo para garantizar que la selección del fluido para las operaciones sea adecuada es necesario tomar en consideración una gran cantidad de variables y entre ellas se encuentra sin duda la mineralogía de las formaciones de interés esto para tratar de que el fluido sea lo mas armónico posible con las mismas.

Así mismo Penden (1999) dice que “la prevención del daño de la formación depende de la economía involucrada pero requiere un gran conocimiento de la física de los procesos, así como de las técnicas predictivas y operacionales. No tomar en cuenta el daño nunca puede ser una alternativa atractiva a la minimización del daño”.

En la actualidad, para los procesos que involucran fluidos de perforación, fluidos de completación y procesos de estimulación en las arenas productoras de Zapato Mata-R no se toma en cuenta la composición mineralógica de dichas arenas o los tipos de arcillas presente debido a que no existe un estudio detallado de cómo están constituidas estas formaciones mineralógicamente, en pocas palabras no se sabe realmente que esperar a la hora de trabajar con fluidos en las formaciones productoras del campo Zapato Mata-R lo que a su vez dificulta la aplicación de los aditivos correspondientes para controlar las posibles reacciones que pueden ocurrir entre las arcillas presentes en las arenas de interés y el fluido utilizado en las operaciones de campo lo cual genera un ambiente propicio para que se genere un daño a la formación debido a la migración o taponamiento por partículas finas. Esta forma de daño como se dijo anteriormente se caracteriza en que la partícula de arcilla reacciona con el fluido lo cual puede producir los fenómenos de hinchamiento o migración lo que a su vez genera un taponamiento en las porosidades de la roca y una reducción considerable de la permeabilidad lo que conlleva a que se de una producción reducida, inesperada y por su puesto nada rentable.



Las arenas productoras de Zapato Mata-R se encuentran ubicadas en lo que es la Formación Oficina, por excelencia las arenas de esta formación constituyen los principales yacimientos petrolíferos en la mayoría de los campos de la cuenca oriental. Las lutitas de la unidad han sido consideradas por algunos autores, como posible roca generadora de hidrocarburos.

Actualmente los ingenieros encargados de este campo se encuentran realizando operaciones en el mismo basados en experiencias anteriores pero debido a los problemas que se han suscitado en relación a la producción de dicho campo se han visto en la necesidad de generar estudios para determinar las raíces exactas del problema y es de allí que nace la necesidad de un estudio mineralógico de las arenas productoras del Campo Zapato Mata-R

Se sabe que en la gerencia de yacimiento existe documentación como el registro Gamma Ray Espectral que se han corrido a algunos pozos de la zona por compañías especializadas en el área, tal es el caso de los pozos MVR-113 y el MVR-119 los cuales cuentan con dichos estudios, los cuales permiten distinguir las características importantes de la arcilla o de la arena alrededor del pozo. Sin embargo se sabe que el estudio de núcleos es mas preciso que dichos registros tanto que se puede tener un estudio cuantitativo de la composición mineralógica de la formación de interés, no obstante el estudio de núcleos es mas costoso. Pero debido a que dichos núcleos existen en la nucleoteca de PDVSA las Gerencias de Perforación, Producción y Yacimiento del Distrito Anaco han decidido realizar el estudio a dichos núcleos para tener documentación mas exacta a la hora de determinar las causantes al problema de producción que se está generando en Zapato Mata-R, así mismo este estudio va a facilitar la selección del mejor fluido para las operaciones tanto de perforación como de completación y por otro lado va a presentar a la Gerencia de Producción una herramienta para futuras operaciones de estimulación.

En resumen el Campo Zapato Mata-R no cuenta con un estudio mineralógico que permita conocer específicamente los tipos de arcillas presentes en las zonas productoras lo cual dificulta realizar operaciones con fluidos durante las operaciones de campo al no poder aplicar los aditivos adecuados para controlar las posibles reacciones de dichas arcillas con estos fluidos, es aquí donde se crea un ambiente propicio para que se de taponamiento de poros y reducción de permeabilidad producto de la inestabilidad de partículas finas. Es por



ello y por la necesidad de las gerencias de Perforación, Producción y Yacimiento de conocer dicha composición mineralógica para tomar decisiones que se hace necesario la realización de un estudio que permita caracterizar las arcillas cementantes que se presentan en las formaciones productoras del Campo Zapato Mata-R para prevenir la aparición de daño por interacción Roca/Fluido en dichas arenas y a su vez generar una base para la toma de decisiones en la selección de los fluidos así como también servir de base para futuros estudios que permitan solventar los problemas de producción en este campo.

## **1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo General**

Caracterizar las arcillas cementantes de las arenas productoras pertenecientes al Campo Zapato Mata-R del Distrito Producción Gas Anaco.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Realizar una revisión bibliográfica referente a arcillas, tipos de arcillas, técnicas para caracterización y propiedades a determinar, composición química de arcillas y reactividad.
- b) Realizar una descripción detallada de todas las características geológicas del área mayor de Oficina donde se localiza el campo Zapato Mata-R.
- c) Realizar una búsqueda y selección de los distintos núcleos disponibles en la nucleoteca de PDVSA que sean representativos de las arenas productoras del campo Zapato Mata-R.
- d) Practicar la prueba de Difracción de Rayos X a los núcleos seleccionados pertenecientes a las zonas productoras del campo en estudio.
- e) Determinar los distintos tipos de arcilla que se encuentran presentes en las formaciones productoras del campo Zapato Mata-R mediante el análisis de los resultados de la prueba de Difracción de Rayos X.





- f) Generar un reporte con los resultados obtenidos que sirva para prevenir problemas de daño por arcilla en las formaciones productoras del Campo Zapato Mata-R.
- g) Generar un mapa para cada arena productora de la zona correspondiente al campo mencionado en donde se muestre la distribución de los distintos tipos de arcilla.

### **1.3. Justificación De La Investigación**

Esta investigación presenta su justificación en varios aspectos que es necesario analizar detalladamente.

El primero de estos aspectos radica en el hecho de que actualmente no se toma en consideración la composición mineralógica de las arenas productoras del Campo Zapato Mata-R a la hora de planificar trabajos que involucren fluidos de perforación, de completación e incluso a la hora de realizar las estimulaciones y se sabe que este es un aspecto de extrema importancia a la hora de seleccionar los aditivos adecuados para tratar a los fluidos especialmente para prevenir las reacciones con arcillas, ya que las mismas pueden migrar y tapar las gargantas porales o pueden hincharse generando un daño a la formación, incluso en el caso de las estimulaciones si no se tiene certeza de que tipo de minerales se encuentran presentes se corre el riesgo de realizar una mala aplicación de los fluidos empleados para este fin con lo cual se pueden presentar efectos secundarios como la precipitación de compuestos indeseables.

El segundo aspecto que se debe considerar es desde el punto de vista de costos. Si durante la construcción de un pozo se genera daño a la formación por interacción roca/fluido (específicamente por no tomar en cuenta la composición mineralógica de las formaciones productoras) es muy probable que se haga necesario realizarle un reacondicionamiento para tratar de llevar la producción a los niveles esperados, sin embargo si no se toma en cuenta la composición mineralógica a la hora de planificar esta actividad es muy probable que el reacondicionamiento no salga de la manera esperada y muy probablemente la situación se mantenga igual o puede hasta complicarse ya que se puede dar el caso de que luego de un reacondicionamiento el pozo quede produciendo lo mismo o hasta menos de lo que producía antes de que se le practicara dicha actividad, por supuesto, todas estas actividades generan gastos de miles de dólares y si no conllevan a los



resultados esperados todo lo que se halla podido hacer se traducirá en gastos y pérdidas a la organización.

Por las razones anteriores, es necesario generar un estudio que permita caracterizar la composición mineralógica de las formaciones productoras del Campo Zapato Mata-R y más aún de las arcillas que son las partículas que más problemas generan a la hora de trabajar con fluidos ya que reaccionan muy fácilmente con ellos.

#### **1.4. Alcance De La Investigación**

Este trabajo se enfoca en caracterizar las arcillas cementantes de las arenas productoras pertenecientes al Campo Zapato Mata-R del Distrito Anaco mediante la aplicación de la prueba de Difracción de Rayos X a núcleos pertenecientes a dichas arenas con el fin de generar una distribución cartográfica por arenas de los distintos tipos de arcilla que se localizan en esta zona para facilitar la selección de los fluidos requeridos durante las operaciones de campo buscándose como resultado directo la prevención de un posible daño a la formación que se pudiera generar por la interacción entre los fluidos empleados para la perforación, completación y estimulación con la matriz de dichas formaciones o lo que es lo mismo prevenir un daño por interacción roca/fluido debido a una mala selección de dichos fluidos.

#### **1.5. Delimitación De La Investigación**

Este trabajo se llevará a cabo en el Campo Zapato Mata-R el cual se ubica en lo que es el área mayor de oficina la cual posee una extensión superficial de aproximadamente 14.500 kilómetros cuadrados, dicha área está limitada al este por una línea de rumbo NNO, entre el extremo occidental del Campo Oritupano hacia el sur y el Campo Onando al norte; al sur por una línea Este-Oeste situada al sur de los Campos Melones, Miga y Yopales Sur; al oeste por el Campo Budare y al noreste y norte por el Corrimiento de Anaco entre los Campos el Toco y Guarío.





### **1.6. Metodología Utilizada**

- a) Búsqueda de estudios previos relacionados con la mineralogía de las arenas en estudio.
- b) Revisión de la lista de núcleos disponibles presentada por la nucleoteca de PDVSA.
- c) Selección de los núcleos correspondientes, representativos de las arenas productoras del campo Zapato Mata-R
- d) Aplicación de la técnica de Difracción de Rayos X a los núcleos seleccionados.
- e) Interpretación de las curvas obtenidas en la técnica de Difracción de Rayos X.
- f) Revisión de mapas Estructural-Isopacos de las arenas productoras del campo Zapato Mata-R
- g) Determinación del tipo de arcilla predominante en las distintas zonas de cada arena productora de Zapato Mata-R.
- h) Realización de los distintos mapas para cada arena productora señalando la distribución de los distintos tipos de arcilla correspondientemente.