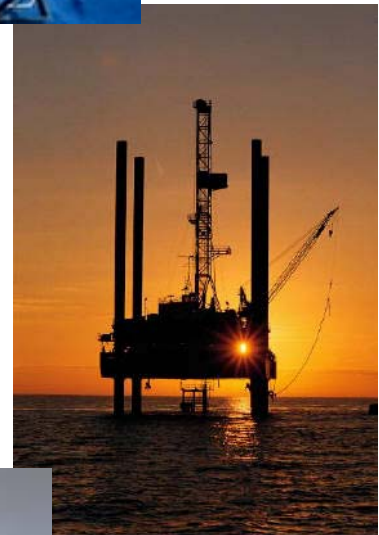




CAPITULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS





4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En general existen dos grupos de resultados que reportar en la presente investigación. En primer lugar se encuentran los resultados correspondientes a la sección de Roca Total y por otro lado se encuentran los resultados correspondientes a las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en la Fracción Menor a Dos Micras. Como se explicó anteriormente El análisis por difracción de rayos X en mineralogía total (roca total) se realiza con la finalidad de obtener la identificación y cuantificación (% en peso, semi-cuantitativo) de los minerales presente en la muestra.

El análisis por difracción de rayos X de la fracción menor a 2 micras consiste en la identificación y cuantificación (% en peso, semicuantitativo) de los minerales de arcilla presente en la muestra.

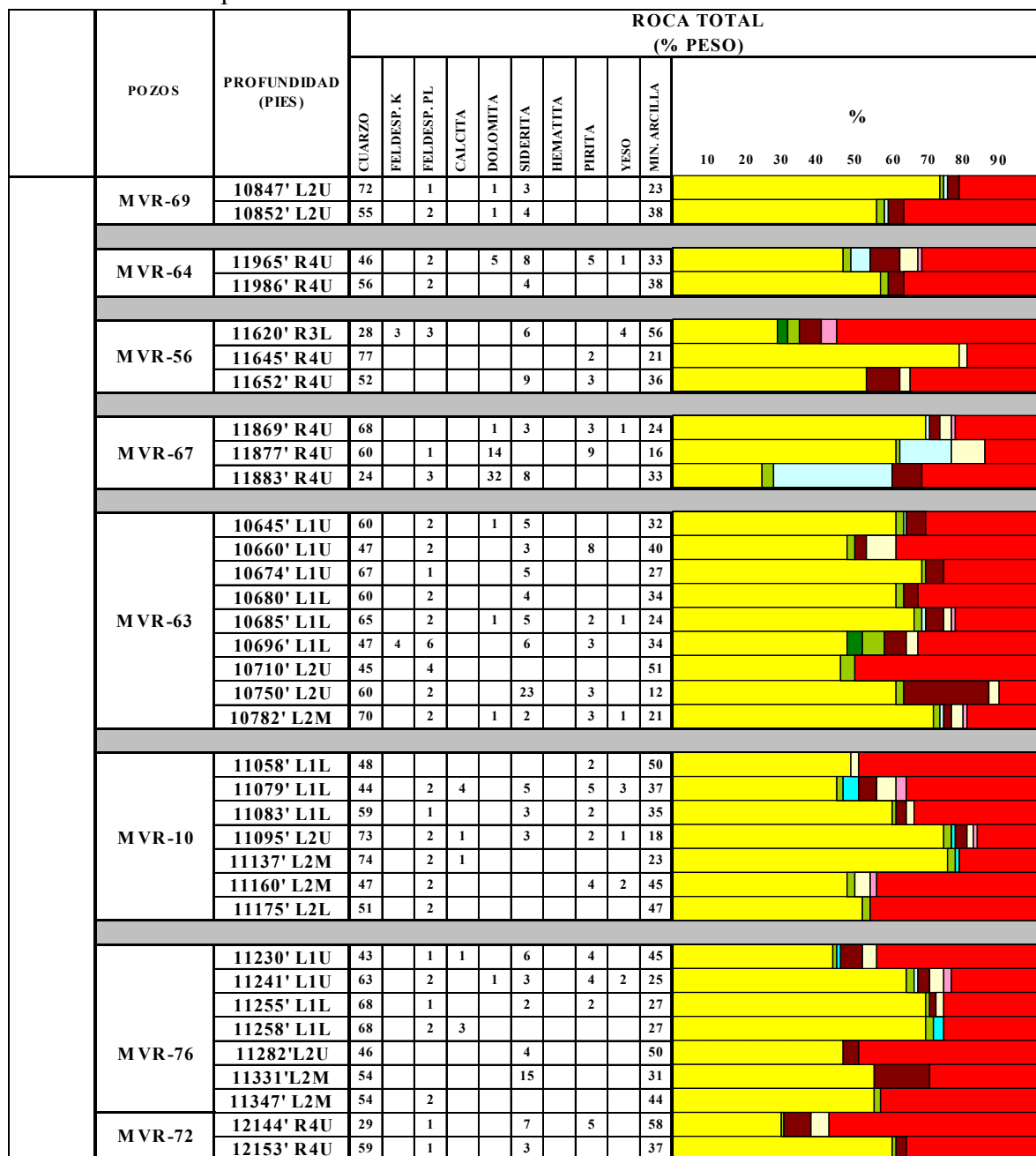
En general los resultados fueron muy variados como se verá a continuación. Lo primero que se debe notar es que Cada arena en el estudio presenta un conjunto de características mineralógicas muy distintas lo cual no se venía tomando en cuenta en las operaciones de Campo y ni siquiera durante el proceso de perforación. Otra observación que pudo notar a grandes rasgos en lo correspondiente a los minerales de arcilla es que existen unos altos porcentajes de Caolinita y Clorita en las arenas de estudio, siempre en variación algunas veces mas Caolinita que Clorita, otras veces más Clorita que Caolinita, en algunos casos se encontraban juntas y el equipo solo las reportaba mediante un solo valor, pero ciertamente lo delicado es que la Clorita genera problemas durante las estimulaciones con Ácido Clorhídrico debido a su alto contenido de hierro y la Caolinita tiende a migrar principalmente por problemas de pH, debido a que las misma presenta un pH de punto de carga cero que va de 3.5 a 4.6 y cuando a la formación ingresa un fluido con un pH mayor de este se produce el desprendimiento de la partícula y luego se genera la migración lo que termina en taponamiento de las gargantas porales y por ende una disminución de la permeabilidad en la región cercana al pozo donde la velocidad de flojo es máxima.

4.1. Resultados de la Sección Roca Total

En general existe mucha variación en lo que es la composición mineralogica de las principales arenas productoras de Mata-R como se mencionó anteriormente. La fluctuación



de los porcentajes de los minerales fue en algunos casos muy arraigada, para cada arena existieron pocos valores que tendiesen a ser comunes en lo que respecta a los porcentajes de los distintos tipos de minerales.



Cuadro 4.1. Análisis Roca Total (% Peso). Lezama (2.006).

Una de las características comunes para todas las arenas en estudio es que casi todas son sucias o moderadamente sucias, esto es claro al visualizar los porcentajes de cuarzo para las distintas muestras, el personal del Laboratorio Geológico ha convenido considerar



una muestra limpia cuando tiene un porcentaje de cuarzo mayor a 85% lo cual no ocurrió en ninguna muestra analizada. (*Ver Cuadro 4.1*).

Del mismo modo, otro valor de importancia lo constituye el porcentaje de arcilla para cada una de las muestras analizadas. Al visualizar el *Cuadro 4. 4.1* es fácil notar que existe mucha fluctuación en los % de arcilla para cada muestra, en algunos casos el nivel de arcilla sobrepasó el 40% como en el caso de las muestras de la arena L1L a 10660' de profundidad perteneciente al pozo MVR-63 y a 11058' de profundidad perteneciente al pozo MVR-10 las cuales registraron unos porcentajes de arcilla total de 40% y 50% respectivamente. Sin embargo la gran mayoría de las muestras mantuvo sus porcentajes de arcilla por debajo del 40% y sus porcentajes de cuarzo por encima del mismo valor.

En lo que respecta al resto de los minerales cuyo grupo está constituido por los porcentajes de Siderita, Microclino, Pirita, Plagioclasa, Hematita, Calcita, Yeso y Dolomita se puede decir que presentan porcentajes muy bajos. Solo en pocos casos se registraron valores elevados de Siderita y Dolomita como en el caso de la muestra del pozo MVR-67 a 11883' que registró un porcentaje de Dolomita de 32% correspondiente a la arena R4U, del mismo modo en el Pozo MVR-63 a 10750' de profundidad se registró un porcentaje de Siderita de 23% correspondiente a la arena L2U. Otro porcentaje elevado de Siderita se registró en el pozo MVR-76 en la muestra correspondiente a la arena L2M tomada a 11331' de profundidad. Por ultimo otro de los porcentajes significativo lo posee una muestra de la Arena R4U tomada a 11877' de profundidad en el núcleo correspondiente al pozo MVR-67 la cual registró un porcentaje de dolomita de 14%.

El resto de las muestras mantiene los porcentajes de Siderita, Microclino, Pirita, Plagioclasa, Hematita, Calcita, Yeso y Dolomita por debajo del 10%, en algunos casos este grupo de minerales de los cuales se excluye el Cuarzo y los Minerales de Arcilla registra valores de hasta el 1% como en el caso de la muestra tomada a 10847' de profundidad en el pozo MVR-69 correspondiente a la arena L2U la cual registró un valor de 1% para la Dolomita. De igual forma, en las muestras correspondientes al pozo MVR-10 tomadas a 11095' y 11137' de profundidad correspondientes a las arenas L2U y L2M también se registran valores de 1% para el caso de la calcita.

Es fácil observar que las muestras presentan altos porcentajes de cuarzo y arcilla en su mayoría, y que son pocas las muestras que presentan porcentajes significativos de otros



minerales. Esto sin embargo no es de sorprender ya que el cuarzo es SiO_2 y el cuarzo es un componente esencial de las arenas a parte de ser uno de los minerales mas abundantes sobre el planeta. Además, como se sabe las arcillas son Silico Aluminatos Hidratados y la sílice prácticamente constituye la columna vertebral de este grupo. Es decir, por el mismo hecho de ser el cuarzo uno de los minerales mas abundantes sobre el planeta no es de sorprender la presencia de altos porcentajes de cuarzo y arcilla en comparación con los porcentajes de otros minerales en las arenas productoras no solo de Zapato Mata-R sino de cualquier campo del Mundo ya que la arcilla también posee sílice.

4.2. Resultados de la Sección Correspondiente a los Minerales de Arcilla en Fracción Menor a Dos Micras.

La sección correspondiente a las proporciones relativas de minerales de arcilla en fracción menor a dos micras constituye el eje fundamental del presente trabajo de investigación. Como se sabe las arcillas Antigénicas constituyen un elemento de cuidado en toda formación debido a la facilidad con la cual reaccionan con los fluidos empleados durante las operaciones de campo. El grupo de las arcillas antigénicas se encuentra conformado como se dijo anteriormente por la Ilita, la Clorita, La Caolinita y la Esmectita. La principal característica de la Ilita y la Caolinita es que ellas migran a través del espacio poroso hasta taponar las gargantas porales, la Esmectita se hincha cuando entra en contacto con agua de baja concentración salina, incluso con compuestos polares hasta los orgánicos, por ultimo la clorita tiene la particularidad de presentar problemas durante las operaciones con Ácido Clorhídrico debido a su alto contenido de hierro. Conocer las proporciones de dichas arcillas presentes en el yacimiento es de gran importancia para prevenir daño en la formación debido a la Interacción Roca/Fluido.

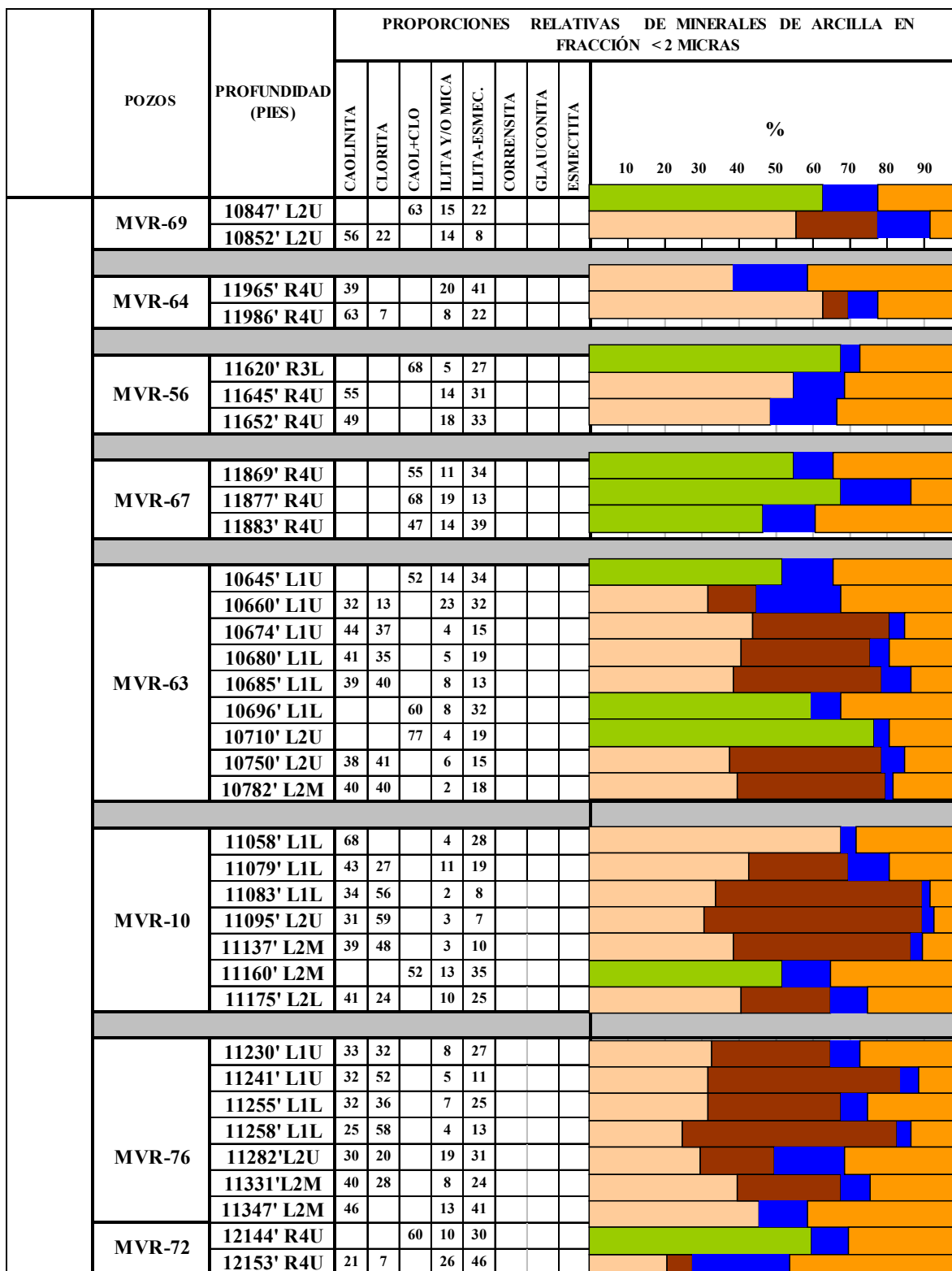
Los resultados proporcionados por el equipo de Difracción de Rayos X en lo referente a los minerales de arcilla se agrupan en cinco grupos, el primero de ellos representado por la Esmectita, el segundo por la Ilita, seguido por la Caolinita en combinación con la Clorita, de cuarto encontramos el grupo de la Clorita y por ultimo se encuentra el grupo que representa los porcentajes de Caolinita en las Muestras de Estudio.

Los resultados obtenidos al analizar las 34 muestras seleccionadas fueron muy variados pero principalmente puede notarse que los grupos que cuentan con mayor



porcentaje son los de la Caolinita, la Clorita y el de la Caolinita con la Clorita combinadas.

(Ver Cuadro 4.2).



Cuadro 4.2 Minerales de Arcilla en Fracción Menor a Dos Micras. Lezama (2.006).



Los porcentajes de Ilita-Esmectita y el de Ilita y/o Mica muy pocas veces llegan a sobrepasar el 40%. Solo en tres muestras de las 34 analizadas el porcentaje de Ilita-Esmectita sobrepasa el 40% la primera de ellas corresponde al pozo MVR-64 tomada a 11965' correspondiente a la arena R4U, la segunda de ellas pertenece al pozo MVR-76 tomada a una profundidad de 11347' perteneciente a la arena L2M y la ultima pertenece al pozo MVR-72 tomada a 12153' de profundidad correspondiente a la arena R4U. De aquí se pudo inferir que la tendencia de las arenas productoras de Mata-R es a tener bajos porcentajes de Ilita-Esmectita lo cual es bueno debido a que la Esmectita sobre todo es una de las arcillas mas problemáticas ya que la tendencia de la misma es a hincharse al entrar en contacto con un fluido de baja concentración salina, compuestos polares incluso los orgánicos.

Sin embargo, la Caolinita y la Clorita no dejan de ser preocupantes sobre todo por los altos porcentajes en los que se encuentran en las muestras analizadas lo cual demuestra que estas arenas poseen tendencia a presentar altos porcentajes de Caolinita y Clorita como se observa mas adelante en los mapas donde se indica la tendencia de los porcentajes de los distintos grupos de arcillas en las arenas productoras de Mata-R. Es necesario tener en cuenta que la Caolinita tiende a migrar sobre todo cuando se encuentra en un medio básico que favorece su desprendimiento del medio poroso y la Clorita genera problemas durante las estimulaciones con Ácido Clorhídrico debido a su alto contenido de Hierro. Los resultados obtenidos se pueden comprender mejor al visualizar los *Gráficos 1,2,3,4,5,6,7 y 8* donde se muestra la variación con profundidad de los distintos porcentajes para las muestras tomadas de las arcillas antigénicas presentes en las arenas de interés.

Como puede verse gráficamente, los porcentajes de Ilita-Esmectita siempre tienden a mantenerse por debajo del 30% aún cuando la profundidad aumenta, los valores de Ilita y/o Mica en ninguno de los casos sobrepasaron el 30%, para el caso de la combinación de la Clorita con la Caolinita todas las muestras que presentaron valor en este grupo tuvieron siempre registros de valores por encima del 40% no así con la clorita la cual presentó valores muy fluctuantes pero en la mayoría de los casos valores elevados siempre por encima de 30%. Con respecto a la Caolinita, es fácil ver que los porcentajes se mantuvieron siempre por encima del 30% a excepción de la muestra correspondiente a la arena R4U tomada a 12153' de profundidad en el pozo MVR-72.

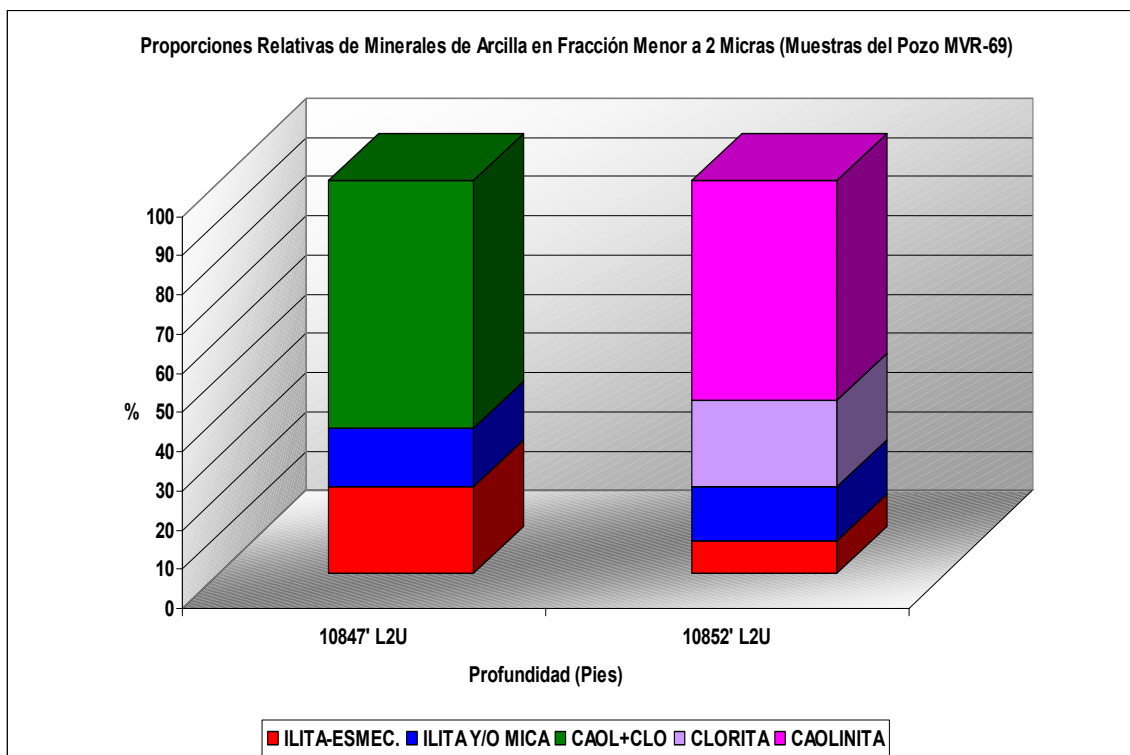


Gráfico 4. 1. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

69. Lezama (2.006).

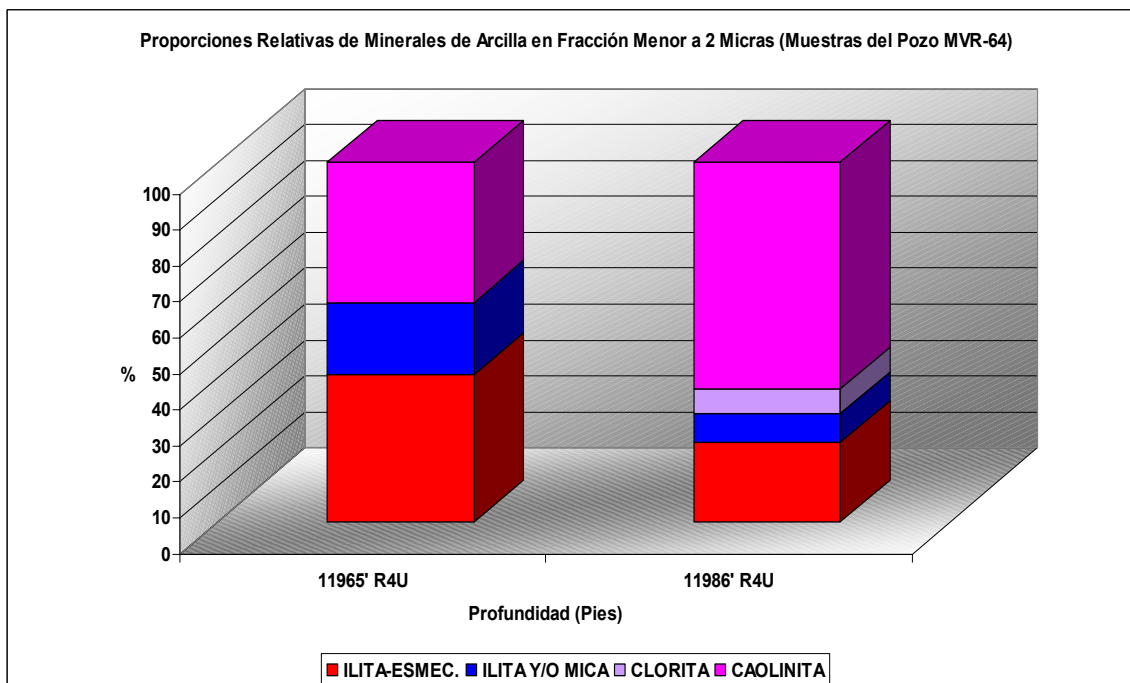


Gráfico 4. 2. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

64. Lezama (2.006).

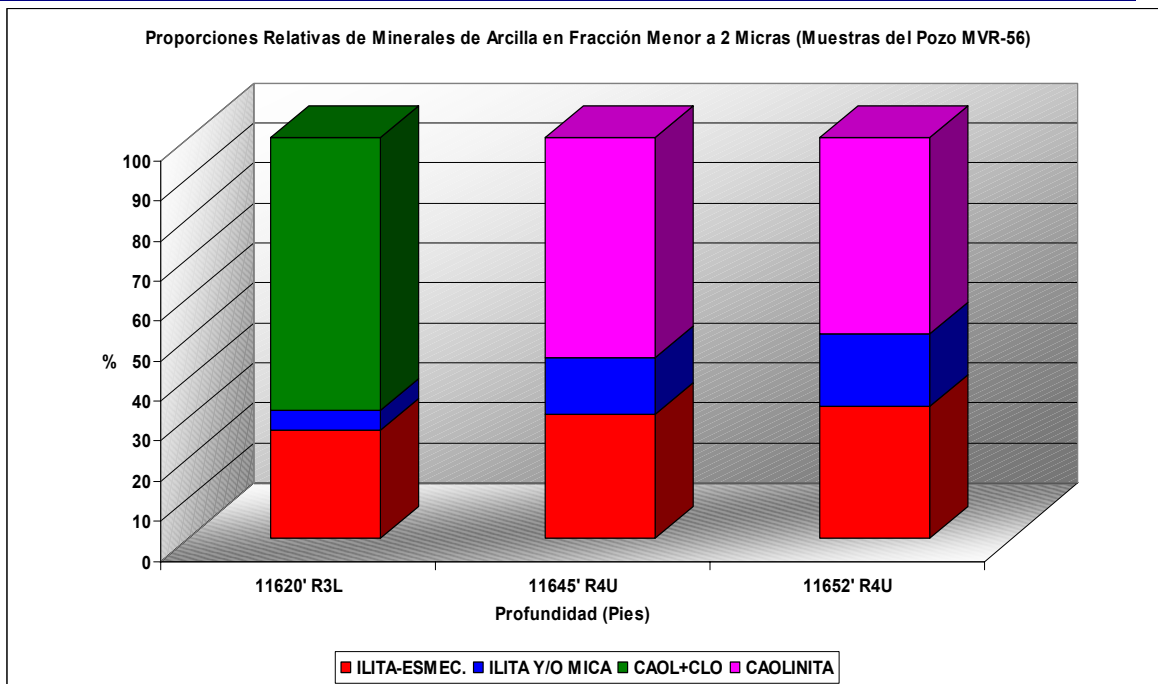


Gráfico 4.3. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

56. Lezama (2.006).

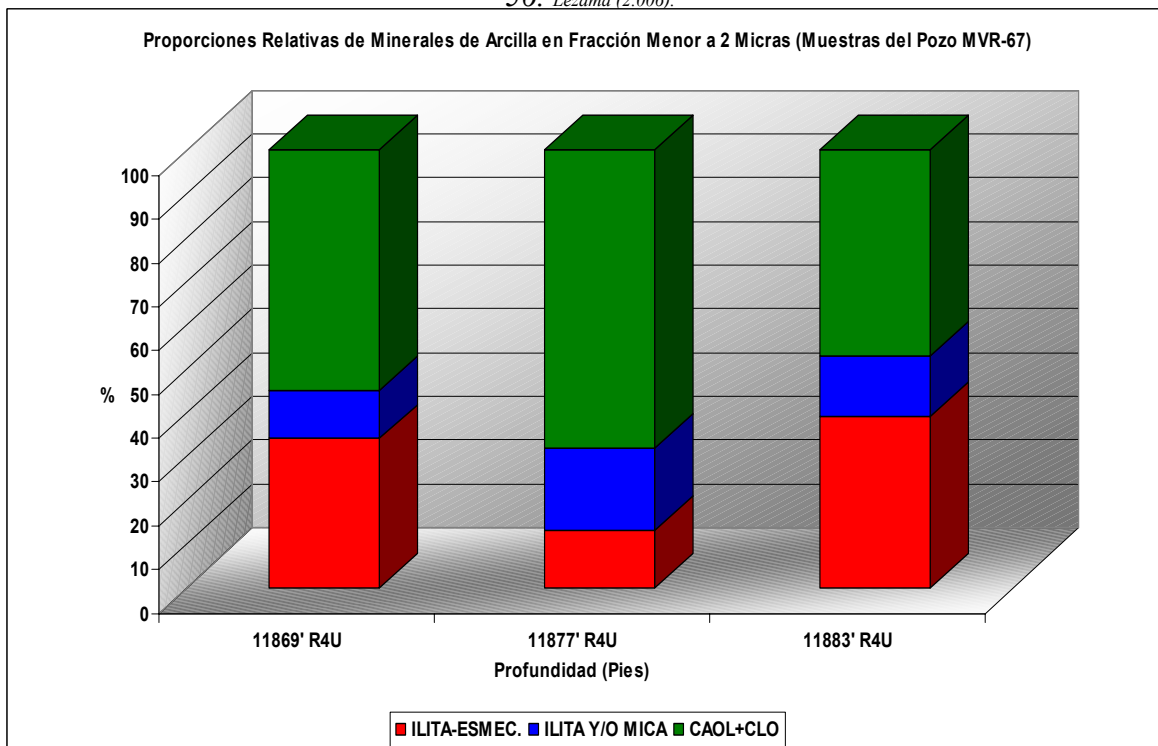


Gráfico 4. 4. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

67. Lezama (2.006).

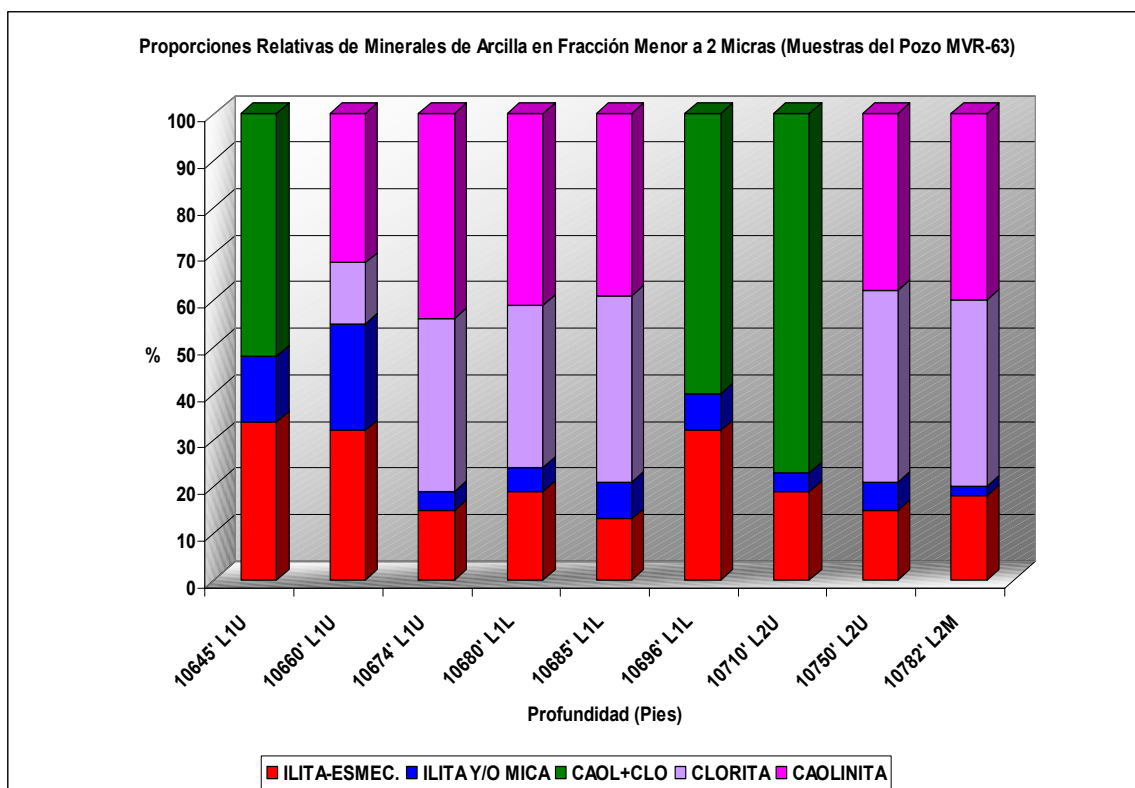


Gráfico 4. 5. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

63. Lezama (2.006).

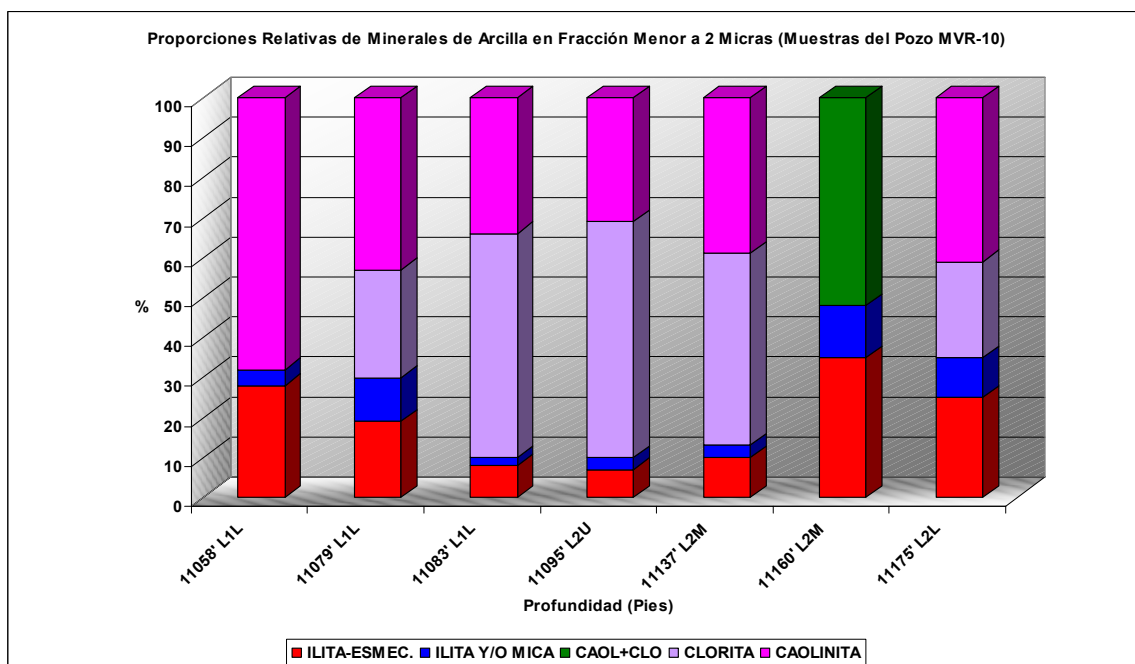


Gráfico 4. 6. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

63. Lezama (2.006).

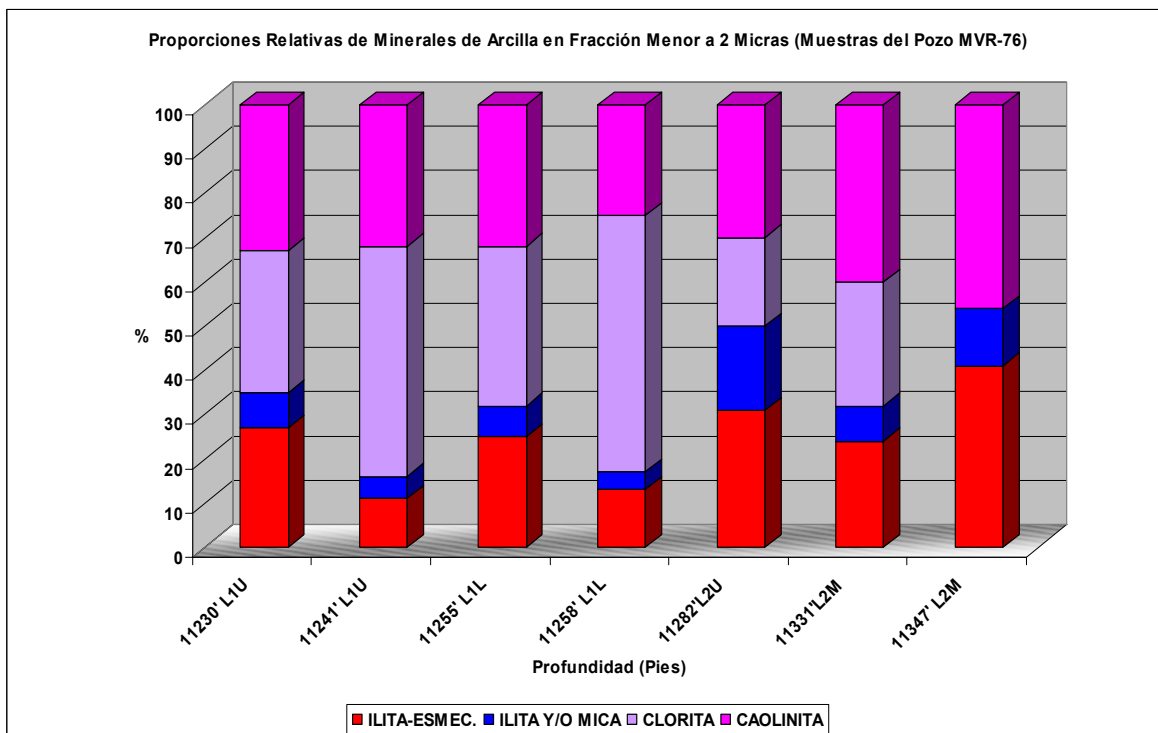


Gráfico 4. 7. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

76. Lezama (2.006).

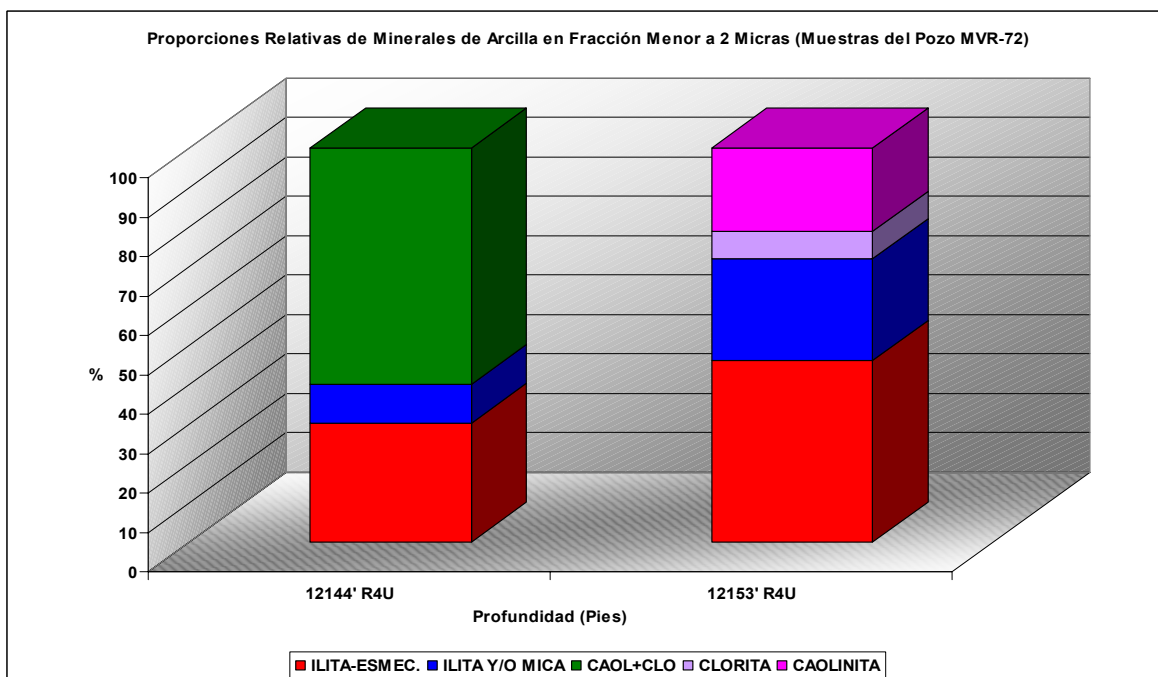


Gráfico 4. 8. Variación de los % de las Muestras de Arcilla con Profundidad. Pozo MVR-

72. Lezama (2.006).



Actualmente en el Campo Zapato Mata-R, la perforación se lleva a cabo empleando Fluido Base Aceite, lo cual ha traído muchos problemas desde el punto de vista del daño a la formación. Como se sabe, el fluido base aceite a parte de ser altamente contaminante es mucho más fracturante que el fluido base agua y genera altos daños en la formación difíciles de remover por lo cual el Distrito de Producción gas Anaco se encuentra en gestiones para migrar de fluido base aceite a base agua por lo menos en las formaciones de interés con lo cual se busca minimizar el nivel de daño durante la perforación y prevenir problemas de producción. Sin embargo, para lograr esto es necesario conocer las arcillas antigénicas presentes en las formaciones de Interés para poder diseñar un fluido que sea lo mas armónico posible con las Arenas Productoras.

Por otra parte, se encuentra el problema de los sobre balances cuando perforan en el Campo Zapato Mata-R. Según los Ingenieros de Fluidos los sobrebalances empleados en Mata-R sobrepasan hasta por 4000 y 5000 Lpc a la presión de la formación, esto según ellos se hizo necesario aplicarlo debido a la mala explotación previa de estos yacimientos ya que en el pasado se tendía a producir solo petróleo y el gas no tenía importancia en consecuencia drenaban las arenas inferiores y las arenas superiores permanecían presurizadas, esto aunado a que no se cuenta con un buen modelo dinámico de dichas arenas ya que los que hay no se encuentran actualizados y además por si fuese poco no se han realizado pruebas como los Build Up que no solo podrían permitir estimar el daño en un pozo, se tendrían datos de permeabilidad y presión que son vitales para optimizar el proceso de perforación.

Como se dijo anteriormente, actualmente se está planteando un rediseño total del proceso de perforación en Mata-R mediante el uso de fluidos base agua en zonas productoras lo cual minimizaría ciertamente el daño a la formación, causaría menos contaminación y evitaría los riesgos de cambio de mojabilidad en la vecindad del pozo. Sin embargo, uno de los problemas a los cuales deben enfrentarse es al diseño del fluido, es de recordarse que el fluido Base Agua es muy reactivo y en la mayoría de los casos cuando sufre contaminación aumenta su viscosidad lo cual genera problemas a la hora de circular el fluido. Este fluido también genera problemas con las arcillas ya que al entrar en contacto con ellas genera desprendimientos o hinchamiento y de allí la importancia de conocer las



arcillas presentes en las formaciones productoras para mejorar el diseño del fluido y minimizar sus reacciones con la formación.

Hay que destacar la tendencia de la variación de los porcentajes de arcilla con profundidad, solo proporciona información en el pozo donde fueron tomados esas muestras y tal vez en pozos vecinos. No obstante, mediante la discriminación de los datos por arenas y utilizando simuladores es posible trazar mapas que dan una idea más clara de la tendencia que las arcillas antigénicas presentan en las arenas de interés.

4.2.1. Tendencia de las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras para la Arena L2U, Yacimiento MVR-64.

Tomando en cuenta información de los registros de Resistividad y Rayos Gamma correspondientes a los pozos MVR-69, MVR-63, MVR-10 y MVR-76 se pudo hacer una discriminación de los datos disponibles (*Ver Cuadro 4. 4*) con la finalidad de seleccionar los correspondientes a las mejores zonas de la arena esto con el objeto de emplear OFM 2005 para generar unos mapas de tendencia que pudiesen dar una idea de cómo podrían las arcillas antigénicas repartirse a lo largo de dicha arena.

Un resultado de esto puede verse en el *Gráfico 4. 9* donde se observan los porcentajes correspondientes a cada muestra seleccionada de cada pozo. En las muestras seleccionadas se ve que el porcentaje de Ilita-Esmectita en las zonas más prospectivas no sobrepasa el 35%, el valor más elevado lo registra la muestra del MVR-76 tomada a 11282' de profundidad que registra un valor de 31% como se ve en el gráfico la tendencia es que dicho valor se mantenga por debajo de 30%. Los Porcentajes de Ilita y/o Mica también se mantuvieron relativamente bajos para las zonas más prospectivas, ninguna de las muestras seleccionadas registró un valor por encima del 20% como se ve en el *Gráfico 4. 9*. Sin embargo los valores de Clorita y Caolinita tienden a mantenerse elevados por encima del 40% generalmente. Para el caso de los Pozos MVR-69 y MVR-63 el porcentaje de Clorita-Caolinita superó la barrera del 60% y los niveles de Clorita y Caolinita por separado se mantuvieron por encima del 30%. Esto permite inferir que la tendencia de esta arena es a presentar altos niveles de Caolinita y Clorita lo cual obliga a los Ingenieros de Fluidos a ser cuidadosos a la hora de diseñar el fluido Base Agua, sobre todo a cuidar el valor del pH ya que la Caolinita es susceptible a los cambios del pH y en cuanto a la Clorita se ve la



necesidad de diseñar cuidadosamente la estimulación al emplear Ácido Clorhídrico para evitar precipitados indeseables debido al alto contenido de hierro presente en la Clorita.

Ilita-Esmectita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-69	22	10847
MVR-63	19	10710
MVR-10	7	11095
MVR-76	31	11282
Ilita y/o Mica		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-69	15	10847
MVR-63	4	10710
MVR-10	3	11095
MVR-76	19	11282
Caolinita-Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-69	63	10847
MVR-63	77	10710
Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-69	22	10852
MVR-63	41	10750
MVR-10	59	11095
MVR-76	20	11282
Caolinita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-69	56	10852
MVR-63	38	10750
MVR-10	31	11095
MVR-76	30	11282

Cuadro 4. 4. Porcentajes Correspondientes a las Zonas mas Prospectivas de la arena L2U, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

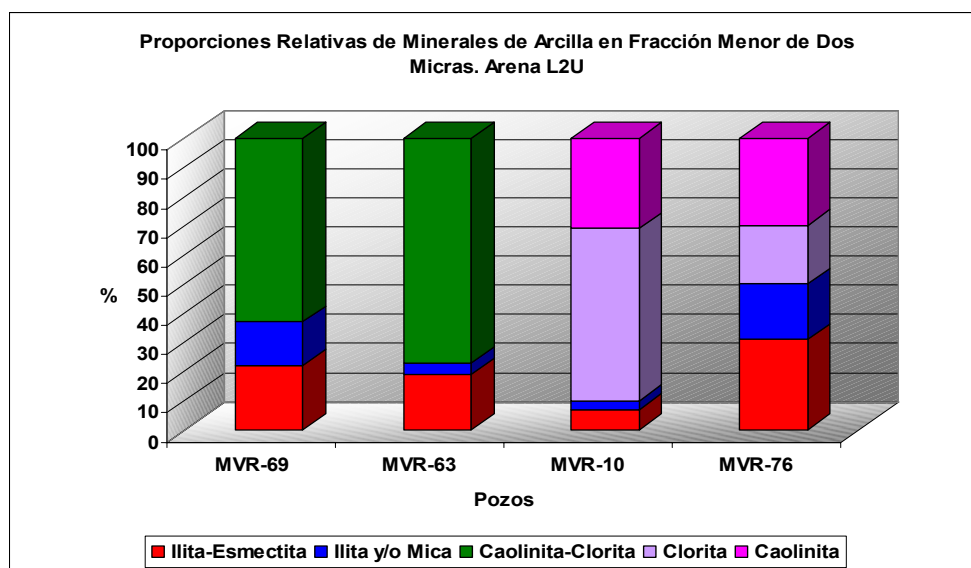
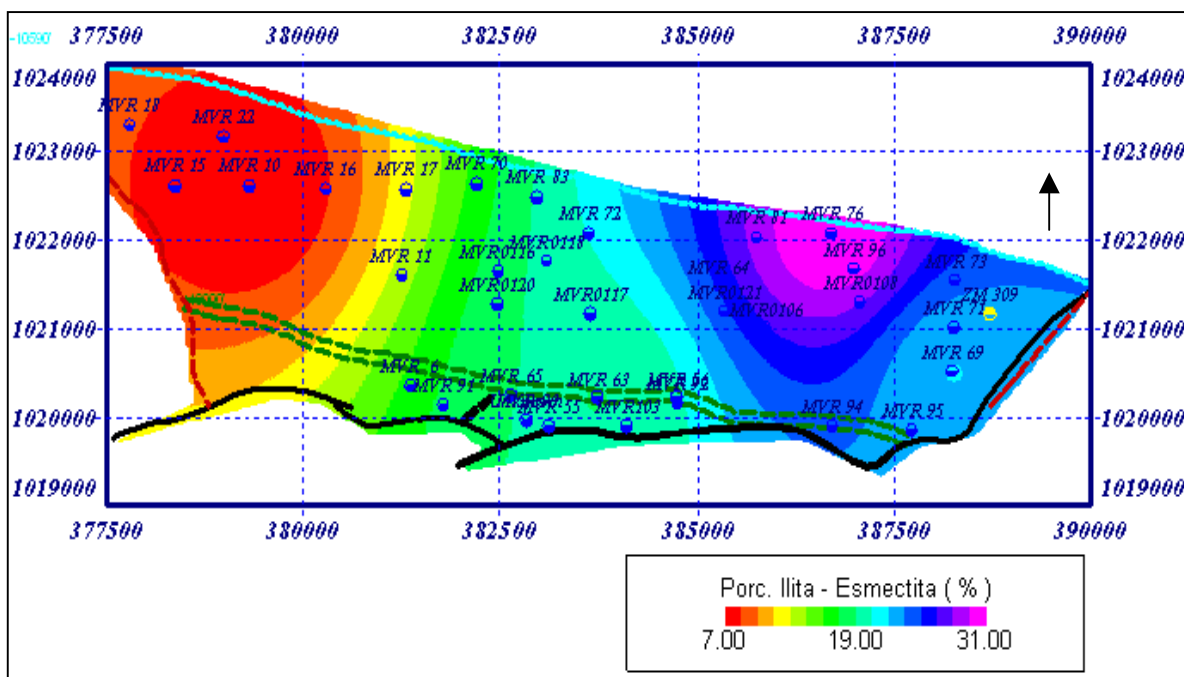
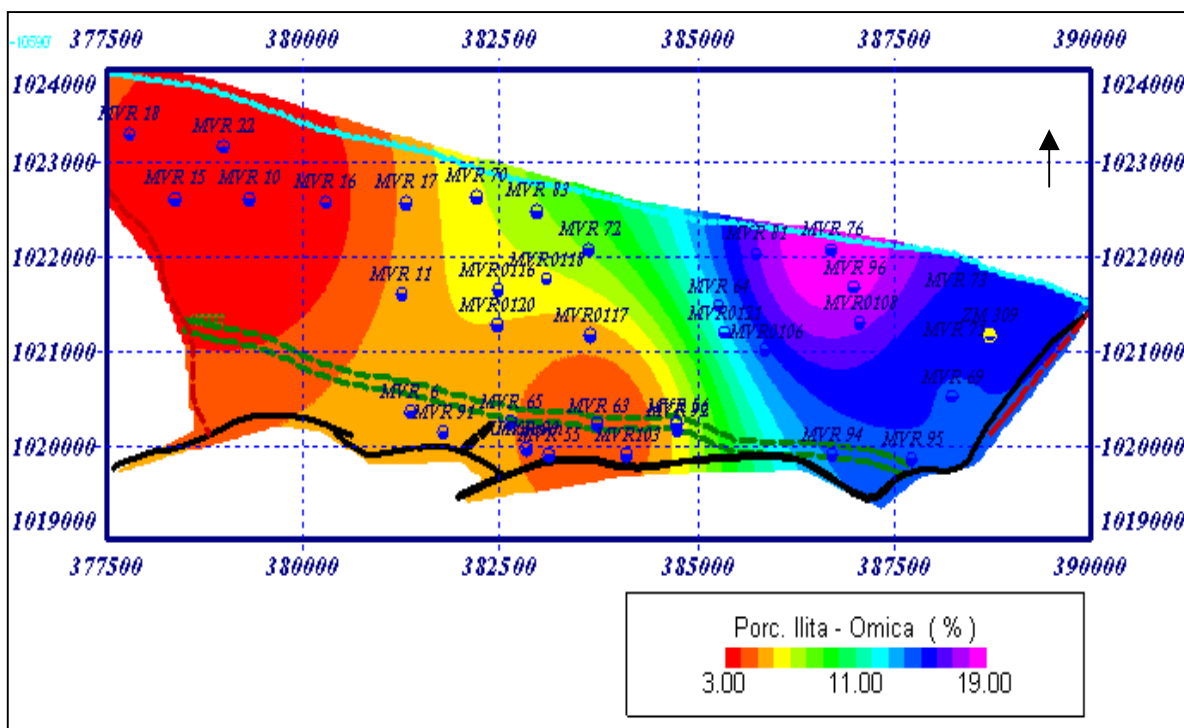


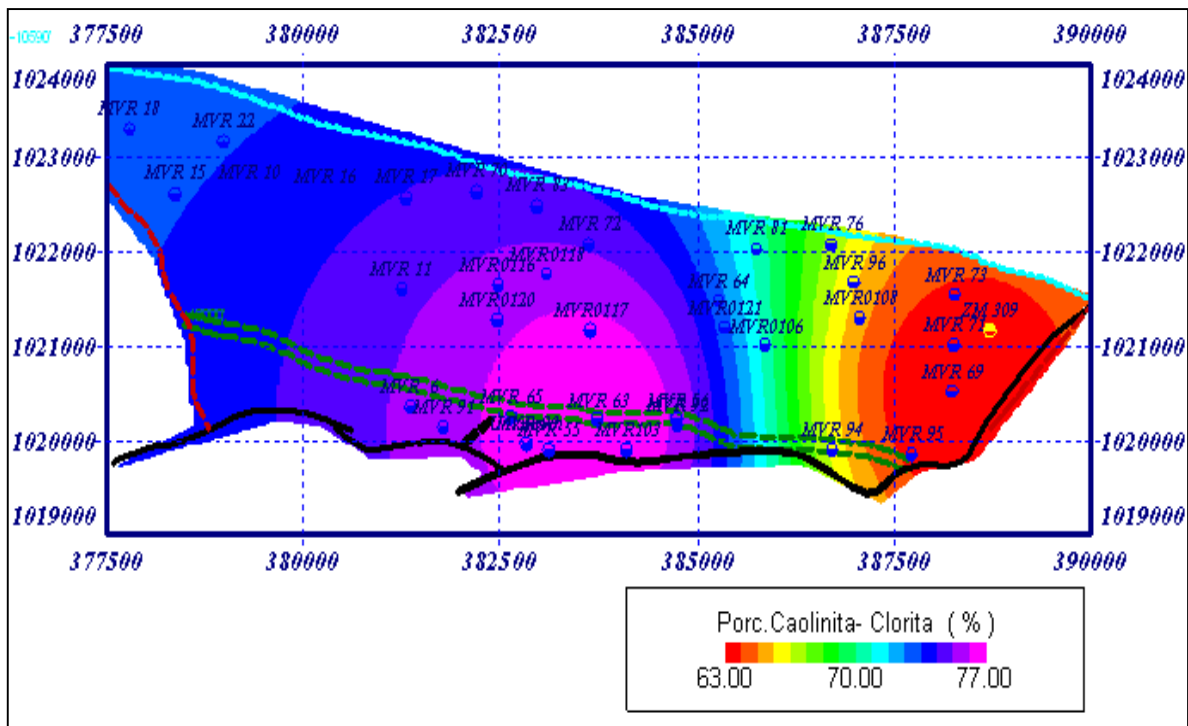
Gráfico 4. 9. Porcentajes Correspondientes a las Muestras de las Zonas mas Prospectivas de la arena L2U, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).



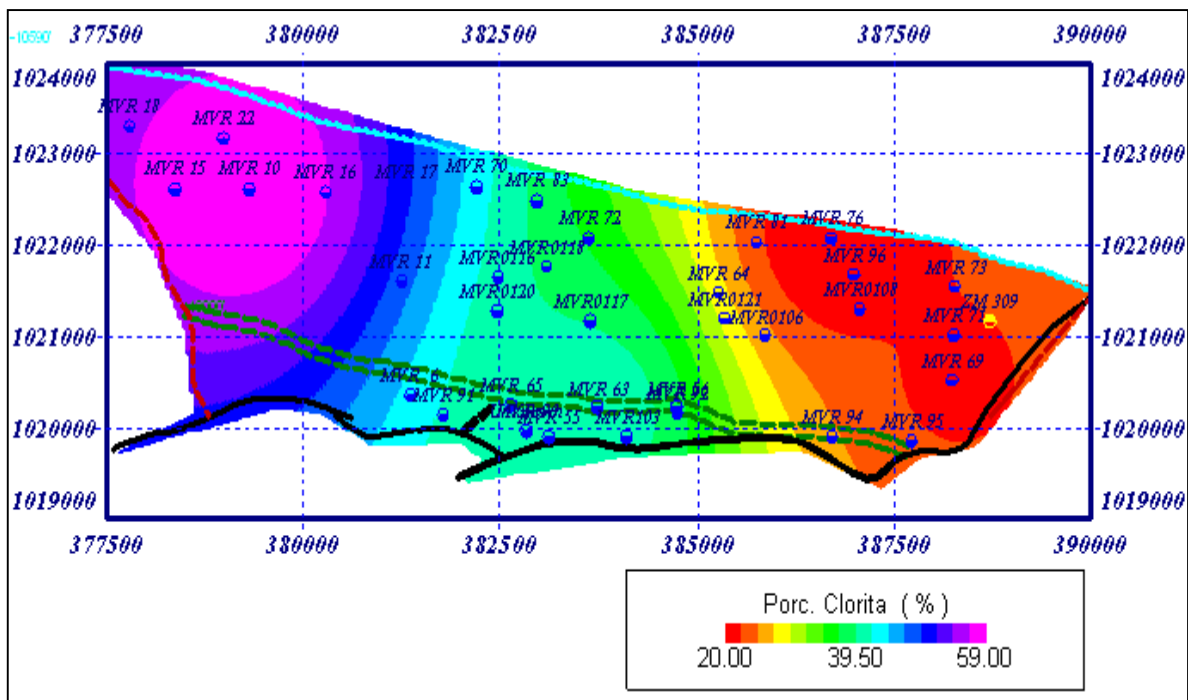
Mapa 4. 1. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita-Esmectita en la Arena L2U, Yacimiento MVR-64. Lezama (2.006).

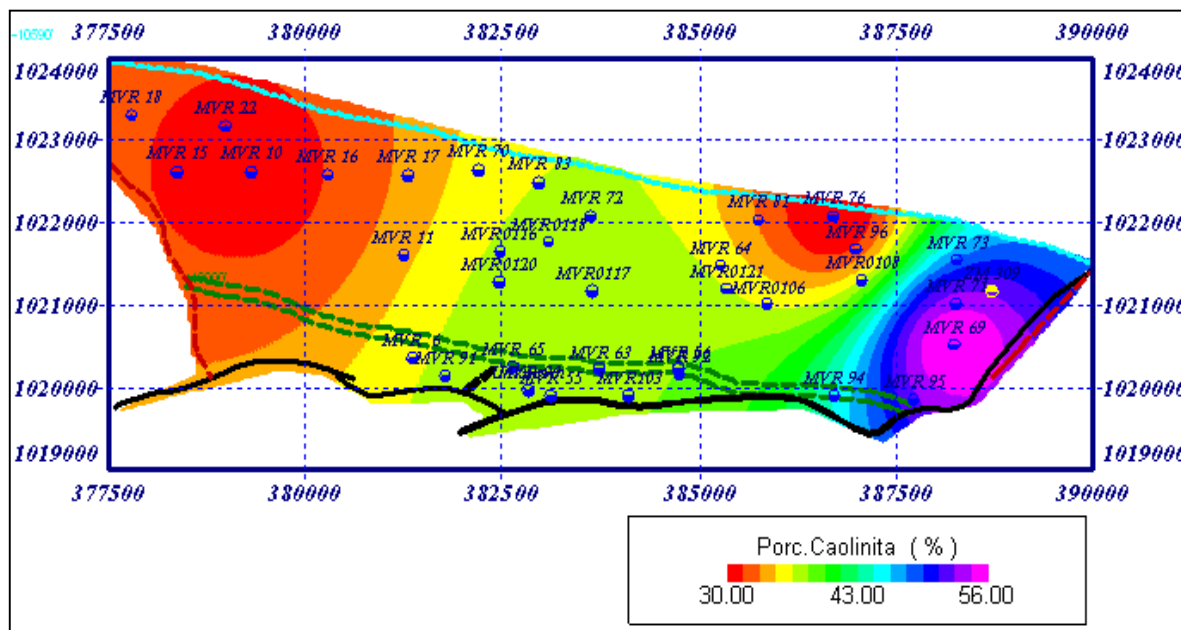


Mapa 4. 2. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita y/o Mica en la Arena L2U, Yacimiento MVR-64. Lezama (2.006).



Mapa 4. 3. Tendencia de Los Porcentajes de Clorita-Caolinita en la Arena L2U, Yacimiento MVR-64. Lezama (2.006).





Mapa 4. 5. Tendencia de Los Porcentajes de Caolinita en la Arena L2U, Yacimiento MVR-

64. Lezama (2.006).

En los Mapas 1, 2, 3, 4 y 5 se ve la tendencia de los que presentan los porcentajes de Ilita-Esmectita, Ilita y/o Mica, Caolinita-Clorita, Clorita y Caolinita respectivamente.

En lo que respecta la Ilita Esmectita, se nota con claridad que los porcentajes de esta arcilla tienden a aumentar hacia la parte Este del yacimiento y hacia la parte Oeste tienden a disminuir. En la parte central del yacimiento tienden a mantenerse valores cercanos al 19% en lo que concierne a la Ilita-Esmectita.

No obstante, para la Ilita y/o Mica se presentan porcentajes significativos hacia la parte Este del yacimiento, en lo concerniente a la parte oeste se presentan porcentajes cercanos al 3% manteniéndose esta tendencia hacia la parte sur de la zona central del yacimiento. Hacia la parte Norte de la zona central del yacimiento MVR-64 se nota como van tendiendo los porcentajes a valores cercanos al 11%.

Por otra parte, en lo referente a los porcentajes de Clorita-Caolinita, se tiene una alta tendencia hacia la parte Oeste a presentar porcentajes elevados cercanos al 77%. Esta misma tendencia se ve en la parte central del yacimiento. Sin embargo, hacia la parte Este los porcentajes de Clorita-Caolinita tienden a ubicarse en valores cercanos al 63%.



En lo referente a la tendencia de la Clorita, los porcentajes elevados se ubican hacia la parte Oeste del yacimiento, en la parte este se pueden conseguir porcentajes cercanos a el 20% no viéndose esto en la parte central del yacimiento donde se presentan porcentajes cercanos al 40%.

Por ultimo, la tendencia de la Caolinita es a aumentar hacia la parte mas Este del yacimiento, sin embargo, en la zona central y en una sección de la parte este pueden encontrarse porcentajes de cercanos al 43%. En lo que respecta a la parte Oeste del yacimiento se tiene que, es hacia esta zona donde se ubican los porcentajes de Caolinita cercanos al 30%, también se pueden conseguir porcentajes cercanos a este valor hacia la parte Nor-Este del yacimiento.

Ciertamente, estos mapas no proporcionan una tendencia exacta de los porcentajes de las distintas arcillas antigénicas que pudiesen encontrarse en esta arena ya que se basan en datos puntuales y la interpretación de un simulador, sin embargo, dan una idea del tipo de arcilla que pudiese encontrarse en esa locación y le da una idea a los ingenieros de fluido y al personal de producción de el material fino que pueden encontrar al ejecutar operaciones en esa zona.

4.2.2. Tendencia de las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras para la Arena R4U, Yacimiento ZM-312.

Considerando información de los registros de Resistividad y Rayos Gamma correspondientes a los pozos MVR-64, MVR-56 y MVR-67 además del diagrama de completación del pozo MVR-72 se pudo hacer una discriminación de los datos disponibles (*Ver Cuadro 4. 5*) con la finalidad de seleccionar los correspondientes a las mejores zonas de la arena esto con el objetivo de emplear el simulador para generar unos mapas de tendencia que pudiesen dar una idea de cómo podrían las arcillas antigénicas repartirse a lo largo de la arena R4U del Yacimiento ZM-312.

Un resultado de esto puede verse en el *Gráfico 4. 10* donde se observan los porcentajes correspondientes a cada muestra seleccionada de cada pozo. En las muestras seleccionadas se ve que el porcentaje de Ilita-Esmectita en las zonas mas prospectivas no sobrepasa el 30%, a excepción de la muestra perteneciente al MVR-72 tomada a 12153' de profundidad que registra un valor de 46%. Los Porcentajes de Ilita y/o Mica también se



mantuvieron relativamente bajos para las zonas mas prospectivas siendo el valor mayor el correspondiente a la muestra del MVR-72 tomada a 12153' de profundidad que registró un valor de 26% como se ve en el *Gráfico 4. 10*. Sin embargo los valores de Clorita-Caolinita tienden a mantenerse elevados por encima del 60%. Para el caso de los Pozos MVR-67 y MVR-72 los porcentajes se ubicaron por encima del 60% siendo el mayor el correspondiente al MVR-67 con un valor de 68%. Por su parte, los niveles de Clorita por si sola tomando en cuenta las muestras seleccionadas una vez analizados los registros, arrojan que los sus porcentajes son relativamente bajos en esta arena manteniéndose por debajo del 10% lo cual es provechoso a la hora de plantear trabajos con Ácido Clorhídrico. Esto permite inferir que la tendencia de esta arena es a presentar altos niveles de Caolinita lo cual obliga a los Ingenieros de Fluidos a ser cuidadosos a la hora de diseñar el fluido Base Agua, sobre todo a ser cuidadosos con el valor del pH ya que la Caolinita es susceptible a los cambios del pH y como puede verse es por si sola el tipo de arcilla que mas abunda en esta arena presentando porcentajes para las muestras del MVR-64 a 11986' y para el MVR-

Ilita-Esmectita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-64	22	11986
MVR-56	31	11645
MVR-67	13	11877
MVR-72	46	12153
Ilita y/o Mica		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-64	8	11986
MVR-56	14	11645
MVR-67	19	11877
MVR-72	26	12153
Caolinita-Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-67	68	11877
MVR-72	60	12144
Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-64	7	11986
MVR-72	7	12153
Caolinita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-64	63	11986
MVR-56	55	11645
MVR-72	21	12153

56 para 11645' de 63% y 55% respectivamente. Para la muestra perteneciente al MVR-72 a 12153' de profundidad se observa un porcentaje de 21%.



Cuadro 4. 5. Porcentajes Correspondientes a las Zonas mas Prospectivas de la arena R4U, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

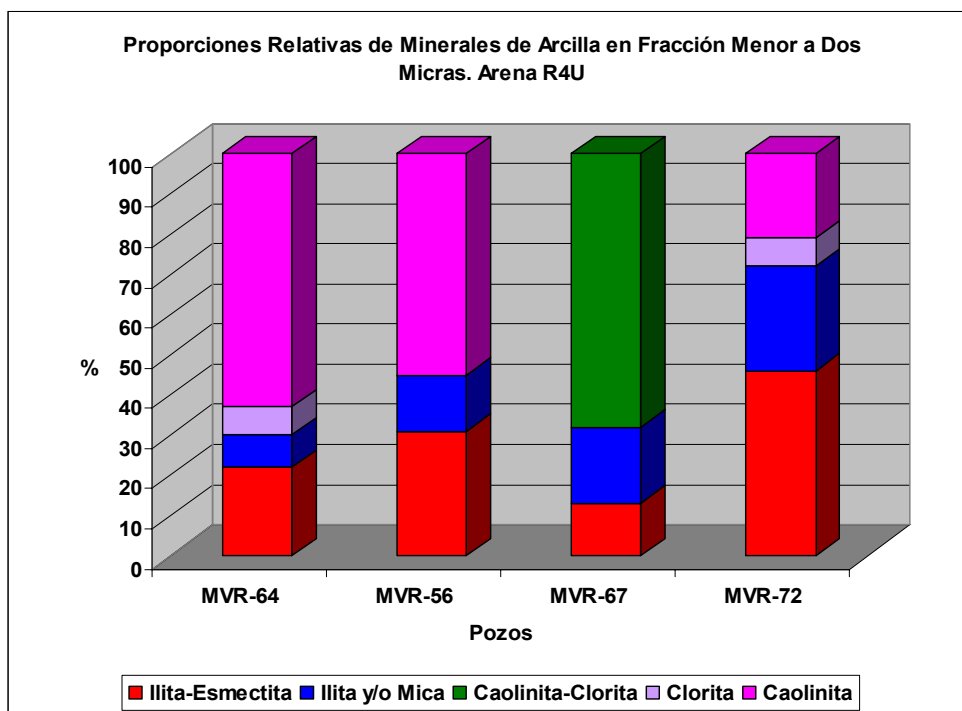
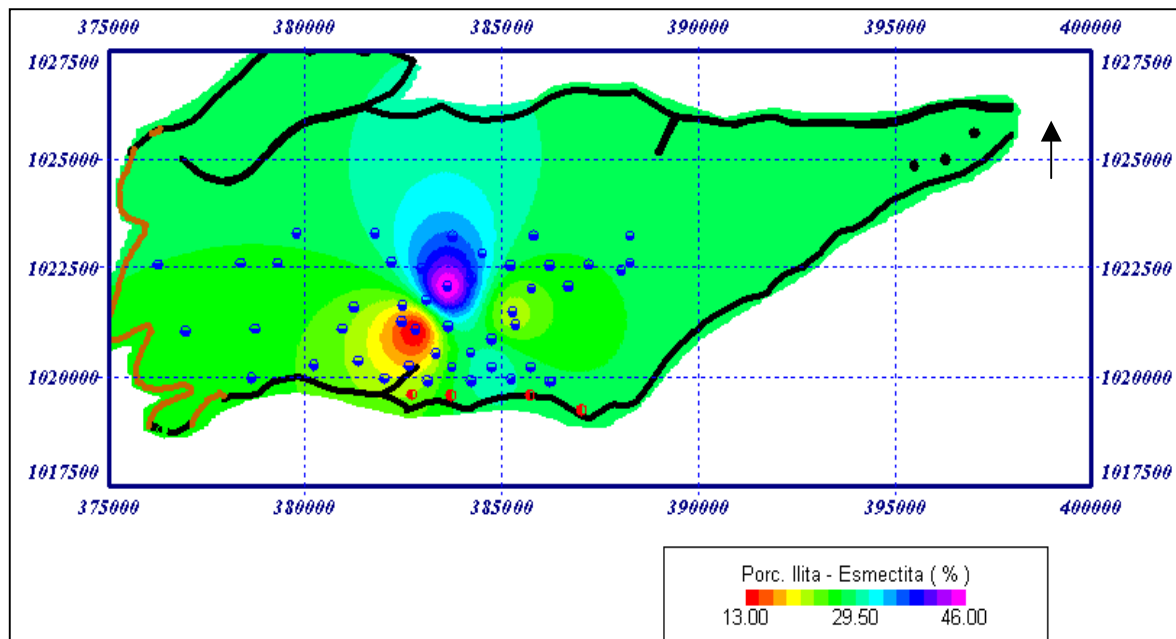
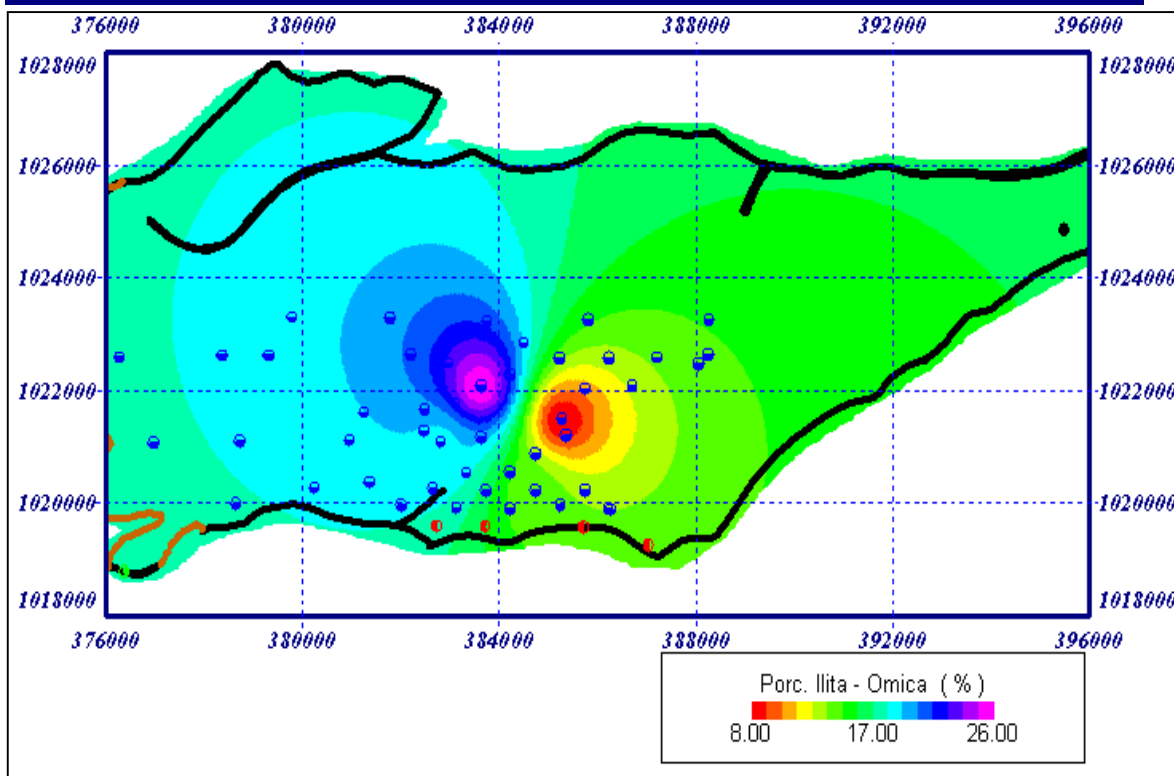


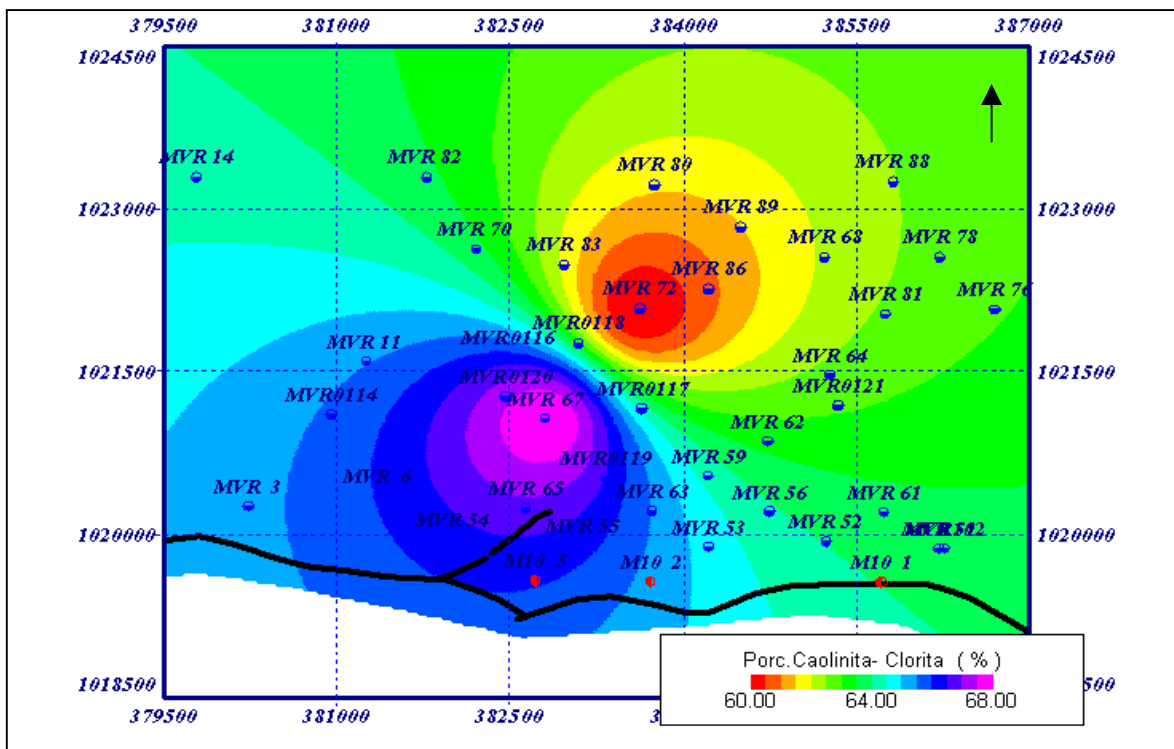
Gráfico 4. 10. Porcentajes Correspondientes a las Muestras de las Zonas mas Prospectivas de la arena R4U, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).



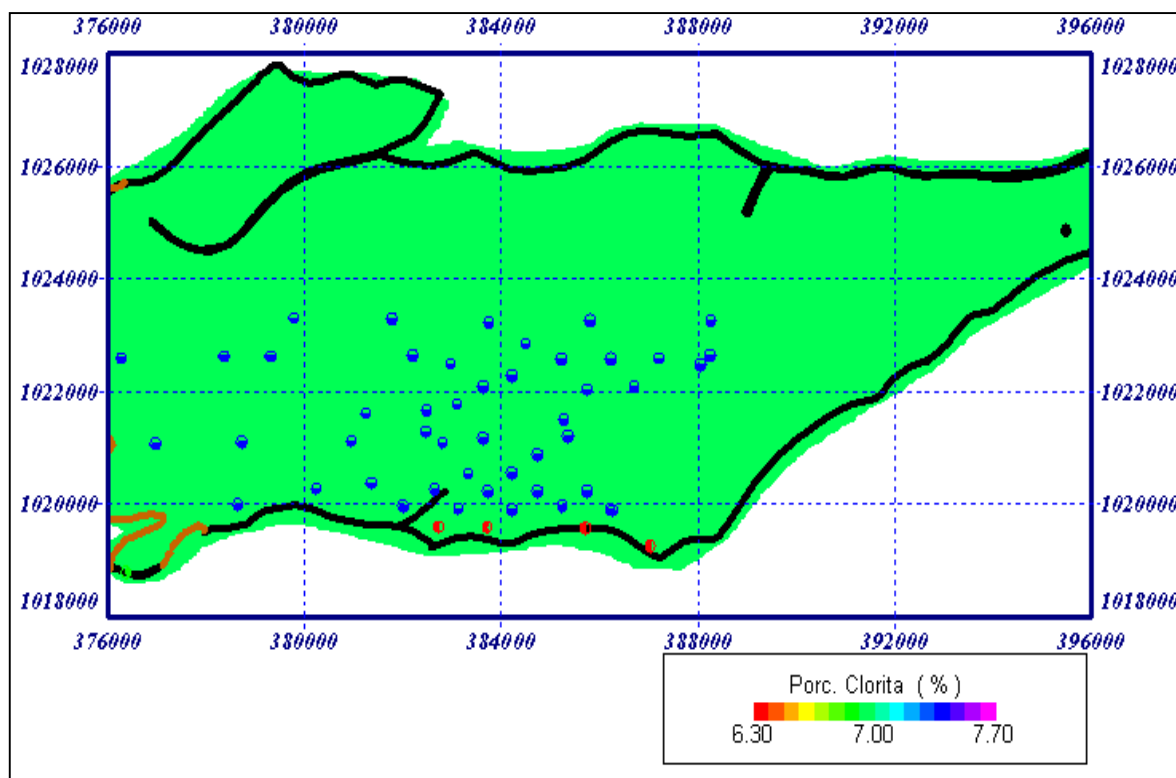
Mapa 4. 6. Tendencia de Los Porcentajes de Illita-Esmectita en la Arena R4U, Yacimiento ZM-312. Lezama (2.006).



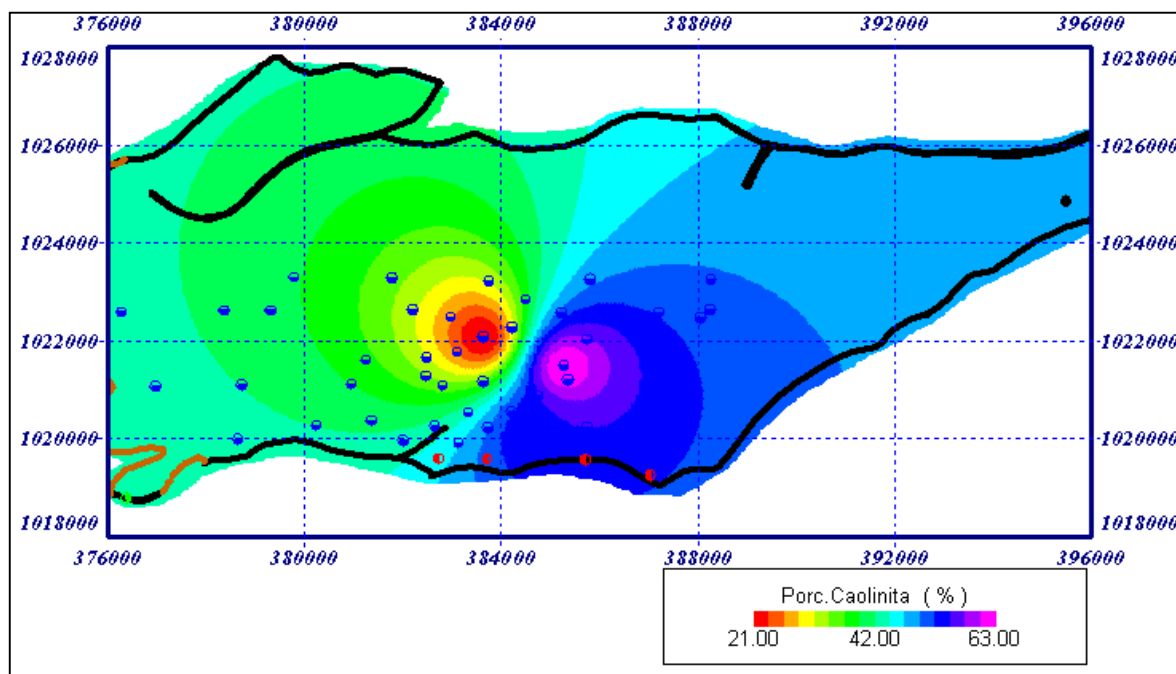
Mapa 4. 7. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita y / o Mica en la Arena R4U, Yacimiento ZM-312. Lezama (2.006).



Mapa 4. 8. Tendencia de Los Porcentajes Clorita-Caolinita en la Arena R4U, Yacimiento ZM-312. Lezama (2.006).



Mapa 4. 9. Tendencia de Los Porcentajes de Clorita en la Arena R4U, Yacimiento ZM-312. Lezama (2.006).



Mapa 4. 10. Tendencia de Los Porcentajes Clorita-Caolinita en la Arena R4U, Yacimiento ZM-312. Lezama (2.006).



En los Mapas 6,7,8,9 y 10 generados con el simulador se ve la tendencia que presentan los porcentajes de Ilita-Esmectita, Ilita y/o Mica, Caolinita-Clorita, Clorita y Caolinita respectivamente para el caso de la arena R4U. La arena R4U presenta sus pozos completados muy seguidos el uno del otro.

En lo referente a la Ilita Esmectita, se nota con claridad que los porcentajes de esta arcilla tienden a aumentar hacia la parte Central del yacimiento y hacia la parte Sur-Oeste tienden a disminuir. El mismo hecho de que los pozos estén tan contiguos es una limitante ya que el simulador solo ha podido extrapolar los resultados a los pozos cercanos a los cuales se les tomó la muestra. Sin embargo, hacia la parte Oeste se localizan valores cercanos al 30% según la interpretación hecha por el simulador.

Por otro lado, para la Ilita y/o Mica la tendencia indica que los mayores porcentajes se presentan hacia la parte Central del yacimiento, así mismo se observa que contigua a esta zona donde se representan los porcentajes mas elevados se presenta una zona donde los porcentajes de Ilita y/o Mica presenta su mínimo valor. Hacia los extremos del yacimiento los valores tienden a ubicarse alrededor del 17%. Del mismo modo, en lo referente a los porcentajes de Clorita-Caolinita, se tiene que los porcentajes mas elevados se localizan hacia la parte sur del yacimiento. Ya hacia la parte Norte los valores tienden a disminuir aunque el nivel tiende a mantenerse por encima de 60% para este grupo basado en los datos de las muestras correspondientes a los pozos MVR-67 y MVR-72. Por su parte, la tendencia de la Clorita es a mantenerse estable, en las muestras analizadas los porcentajes se mantuvieron estables en 7% lo que da una idea que indica que dicha arena presenta bajos porcentajes de esta arcilla por si sola. Por ultimo, la tendencia de la Caolinita es a aumentar hacia la parte mas Este del yacimiento presentándose los mayores porcentajes hacia la parte sureste de la arena y disminuyendo paulatinamente a medida que se va mas hacia el Este. Hacia el Oeste se pueden presentar los menores porcentajes sin embargo a medida que se va hacia el Oeste existe la posibilidad de encontrar porcentajes de Caolinita cercanos al 42%.



4.2.3. Tendencia de las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras para la Arena L2M, Yacimiento MVR-64.

Para esta arena se contó con muestras pertenecientes a los pozos MVR-63, MVR-10 y MVR-76. Tomando en consideración el registro de resistividad y de rayos Gamma de los pozos MVR-63 y MVR-10 además del diagrama de completación del MVR-76 se pudo realizar un filtrado de las 23 muestras disponibles para seleccionar solo una que fuese representativa de la zona de mayor prospección atravesada por el pozo. Dicho filtrado se muestra en el *Cuadro 4. 6* donde se observan los porcentajes de cada tipo de arcilla correspondiente a cada muestra de cada pozo. Es necesario recordar que cada muestra recibió un análisis de Difracción de Rayos X y que este análisis está hecho en base a un 100% en relación a la fracción correspondiente a los minerales de arcilla.

Ilita-Esmectita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	18	10782
MVR-10	10	11137
MVR-76	41	11347
Ilita y/o Mica		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	2	10782
MVR-10	3	11137
MVR-76	13	11347
Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	40	10782
MVR-10	48	11137
MVR-76	28	11131
Caolinita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	40	10782
MVR-10	39	11137
MVR-76	46	11347

Cuadro 4. 6. Porcentajes Correspondientes a las Zonas mas Prospectivas de la arena L2M, Organizados por Pozos. Lezama (2,006).

La arena L2M, es uno de los objetivos principales durante la perforación de pozos, sin embargo es una de las menos estudiadas prueba de ello es que el simulador no presentó información disponible en relación a contactos agua-Petróleo o incluso a los bordes del yacimiento, solo presentó información de las coordenadas de los pozos por ello solo se incluye esta información en los mapas. La variación de los distintos tipos de arcilla a lo largo de los pozos dentro del yacimiento se pudo ver en el *Gráfico 4. 11* donde se nota

claramente que la Clorita y la Caolinita siguen manteniendo altos porcentajes en esta arena del yacimiento MVR-64 en concordancia con las arenas ya analizadas.

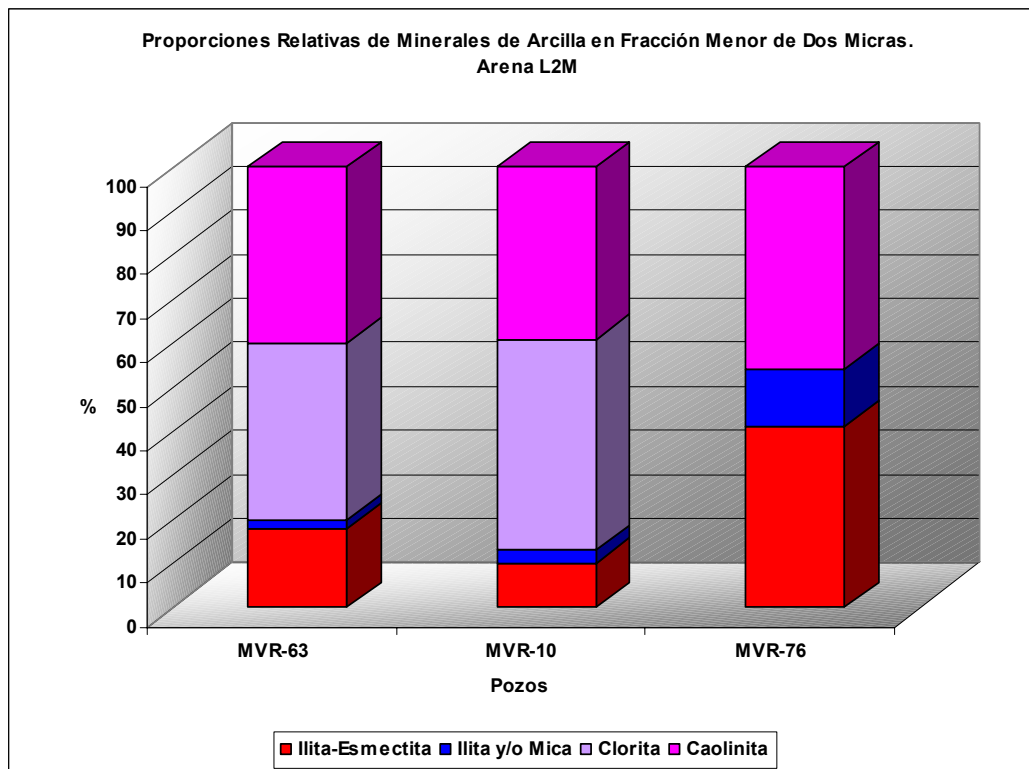
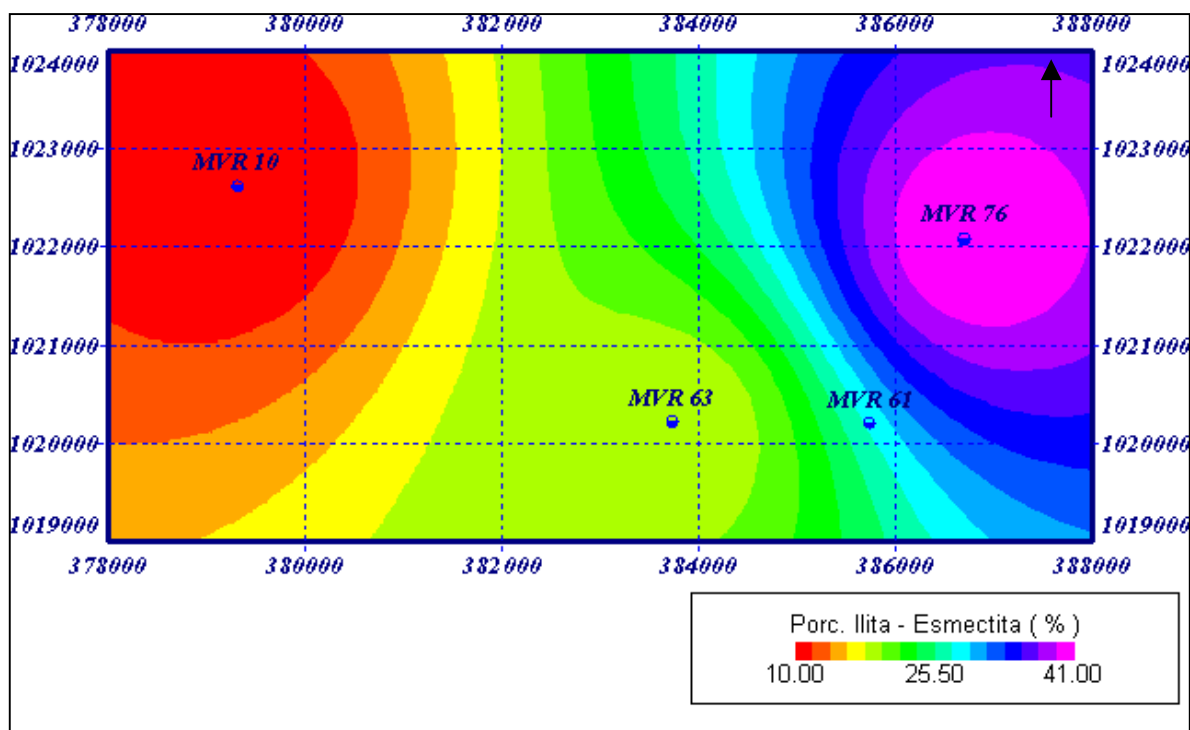


Gráfico 4. 11. Porcentajes Correspondientes a las Muestras de las Zonas mas Prospectivas de la arena L2M, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

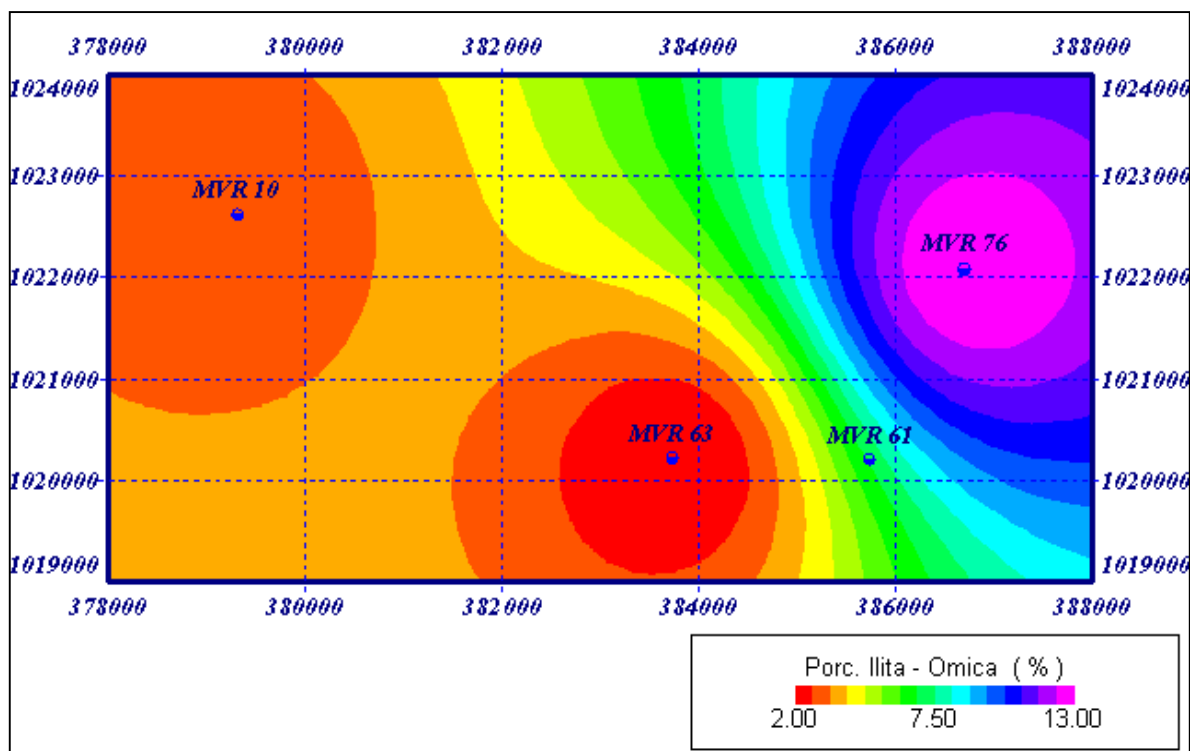
Es fácil observar en el grafico el cual representa las muestras más prospectivas tomadas de los pozos seleccionados que la tendencia se mantiene, caracterizada principalmente por la presencia de porcentajes elevados de Caolinita y Clorita en esta arena.

Sin embargo, como puede apreciarse existe una tendencia al aumento del % de Illita-Esmectita hacia el pozo MVR-76 en donde se registró un porcentaje de 41% a una profundidad de 11347’.

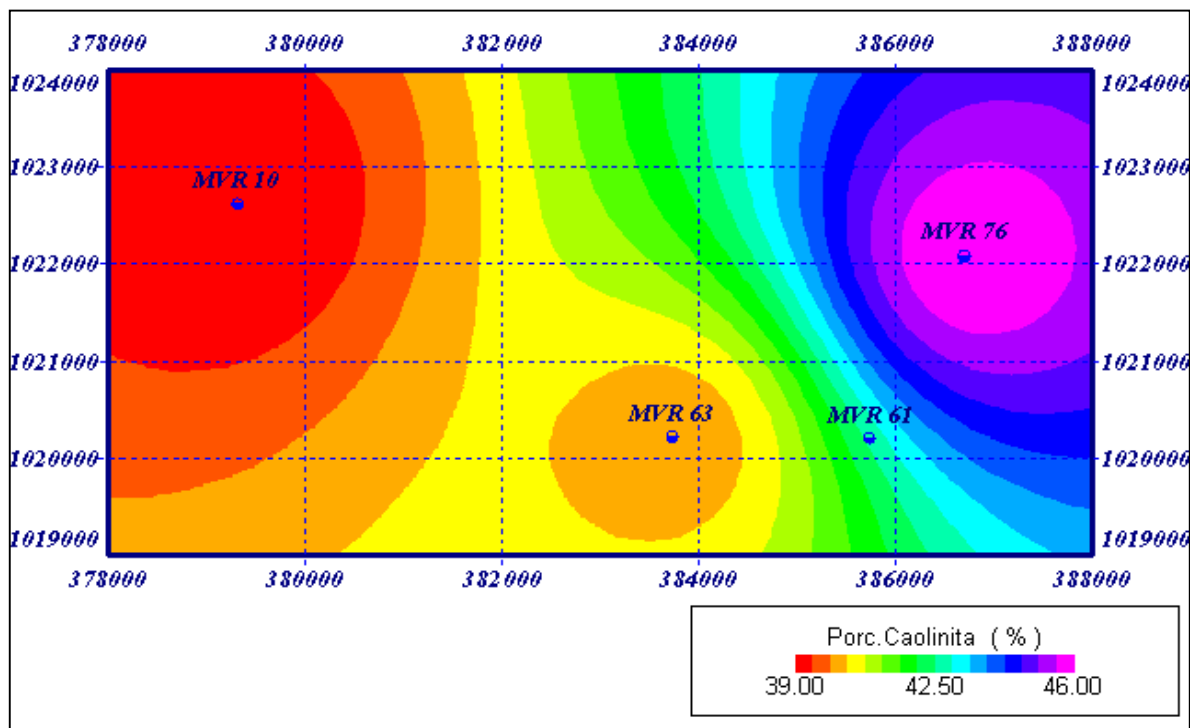
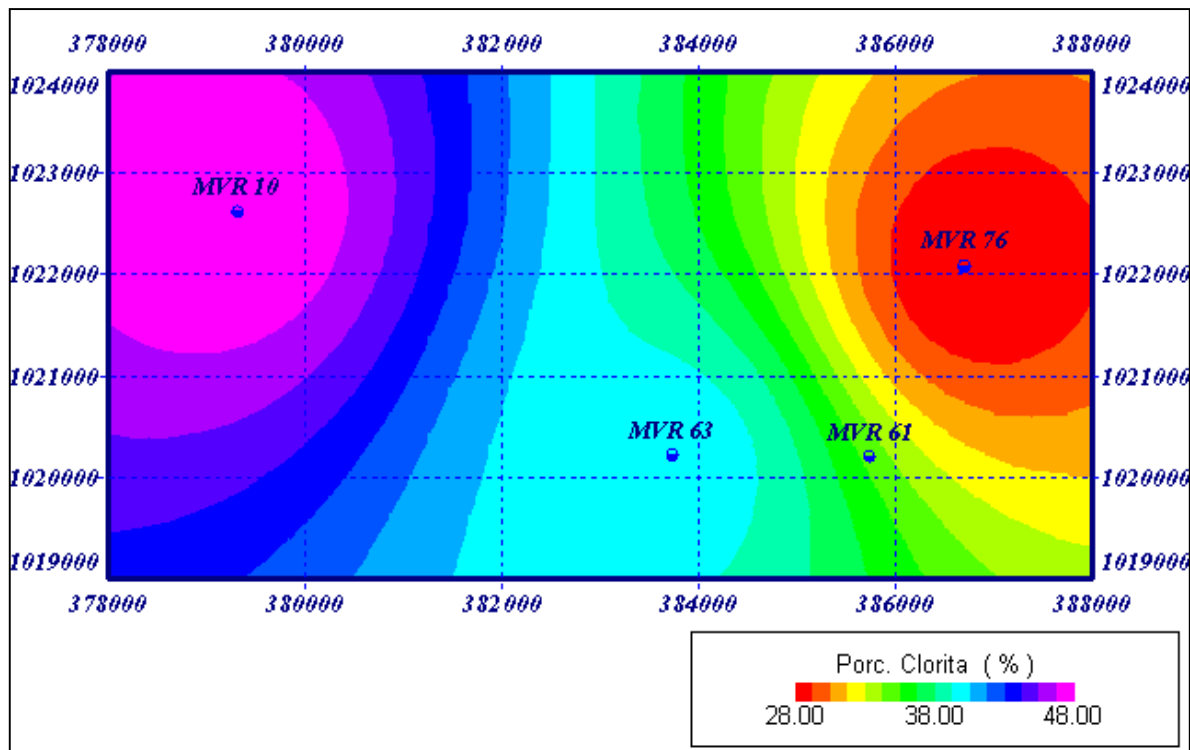
Los niveles de Illita y/o Mica se mantienen bastante bajos siempre por debajo del 15% como puede verse en el *Grafico 11*. en los Mapas 11,12,13 y 14 se muestra la tendencia de los porcentajes de los Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras a lo largo de la arena L2M. En los mismos solo se presenta información acerca de la ubicación relativa del pozo.



Mapa 4. 11. Tendencia de los Porcentajes de Ilita-Esmectita en la Arena L2M del Yacimiento MVR-64. Lezama (2.006).



Mapa 4. 12. Tendencia de los Porcentajes de Ilita y/o Mica en la Arena L2M del yacimiento MVR-64. Lezama (2.006).





En el *Mapa 4. 11*, puede apreciarse la tendencia que presentan los porcentajes de Ilita-Esmectita a lo largo de la arena L2M. Se observa claramente que hacia el Oeste los valores tienden a mantenerse cercanos al 10%, no así hacia el Este de la arena donde los porcentajes tienden a ubicarse al rededor del 41%. Sin embargo hacia la parte central los valores tienden a ubicarse cercanos al 25% pero ciertamente mas del 50% de la arena presenta una tendencia a porcentajes de Ilita-Esmectita por debajo del 30%.

Por otro lado, los porcentajes de Ilita y/o Mica en la L2M se muestran relativamente bajos en comparación al resto de los tipos de arcillas. Como puede notarse en el *Mapa 4. 12* los porcentajes mayores para este caso tienden a ubicarse hacia la parte Nor-Este de la arena con valores cercanos al 13%. El resto de la Arena tiende a mantener porcentajes por debajo de 10%.

En el mismo orden de ideas, en lo que respecta a los porcentajes de Clorita en esta arena se puede observar en el *Mapa 4.13* que los mayores porcentajes se ubican hacia el Oeste de la Arena y los porcentajes menores tienden a ubicarse hacia el Este de la Arena. En la parte central de la arena sin embargo, se tienden a presentar porcentajes cercanos al 38 %. Cabe destacar que en esta arena se tiende a encontrar porcentajes de Clorita por encima del 30% lo cual es de cuidado en lo referente a las estimulaciones, es fácil notar en el *Mapa 4. 13* que mas del 50% de la arena presenta tendencias a porcentajes por encima del 30%.

Por otra parte, en lo que respecta a la tendencia de los porcentajes de Caolinita en la L2M del Yacimiento MVR-64 se tiene que los porcentajes tienden a ubicarse por encima del 40% lo cual es preocupante en lo que a pH se refiere, se visualiza en el Mapa 14 que los porcentajes más bajos tienden a ubicarse hacia la parte Oeste de la arena los cuales rondan los valores cercanos al 39% y los porcentajes mas elevados que rondan el 46% se ubican hacia la parte Este de la arena.

4.2.4. Tendencia de las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras para la Arena L1L, Yacimiento ZM-310.

Para esta arena, se contó con datos correspondientes a los pozos MVR-63, MVR-10 y MVR-76. Considerando el registro de resistividad y de rayos Gamma de los pozos MVR-63 y MVR-10 además del diagrama de completación del MVR-76 se pudo realizar una



extracción de las muestras disponibles para seleccionar solo una por pozo que fuese representativa de la zona de mayor prospección para esta arena en ese pozo. Dicho extracción se muestra en el *Cuadro 4. 7* donde se observan los porcentajes de cada tipo de arcilla correspondiente a cada muestra de cada pozo.

Ilita-Esmectita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
M V R -63	32	10696
M V R -10	8	11083
M V R -76	25	11255
Ilita y/o Mica		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
M V R -63	8	10696
M V R -10	2	11083
M V R -76	7	11255
Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
M V R -63	40	10685
M V R -10	56	11083
M V R -76	36	11255
Caolinita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
M V R -63	39	10685
M V R -10	34	11083
M V R -76	32	11255

Cuadro 4. 7. Porcentajes Correspondientes a las Zonas mas Prospectivas de la arena L1L, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

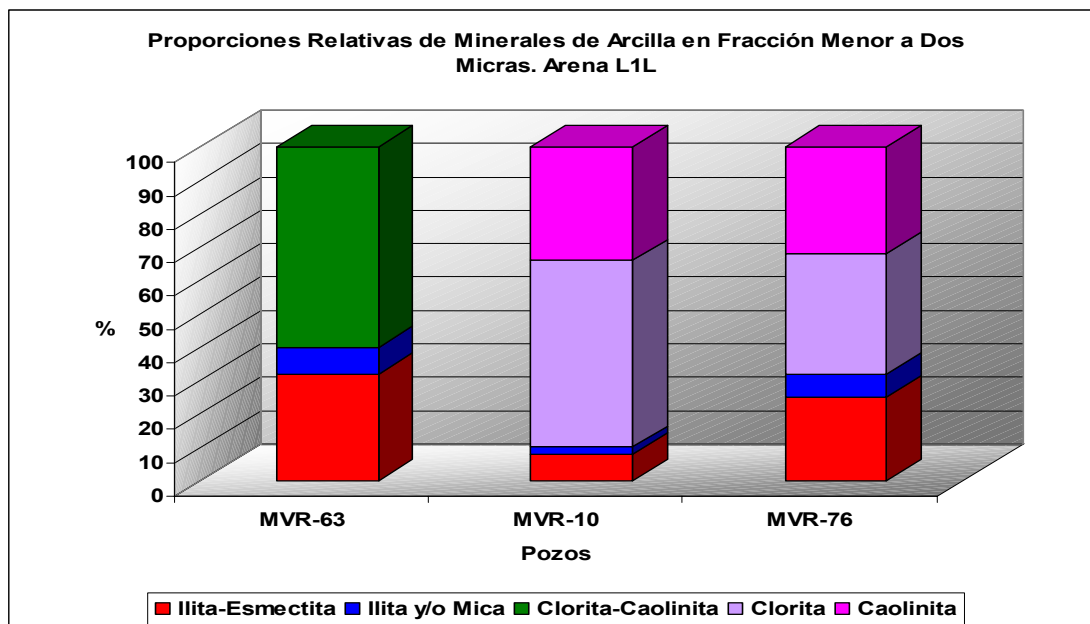


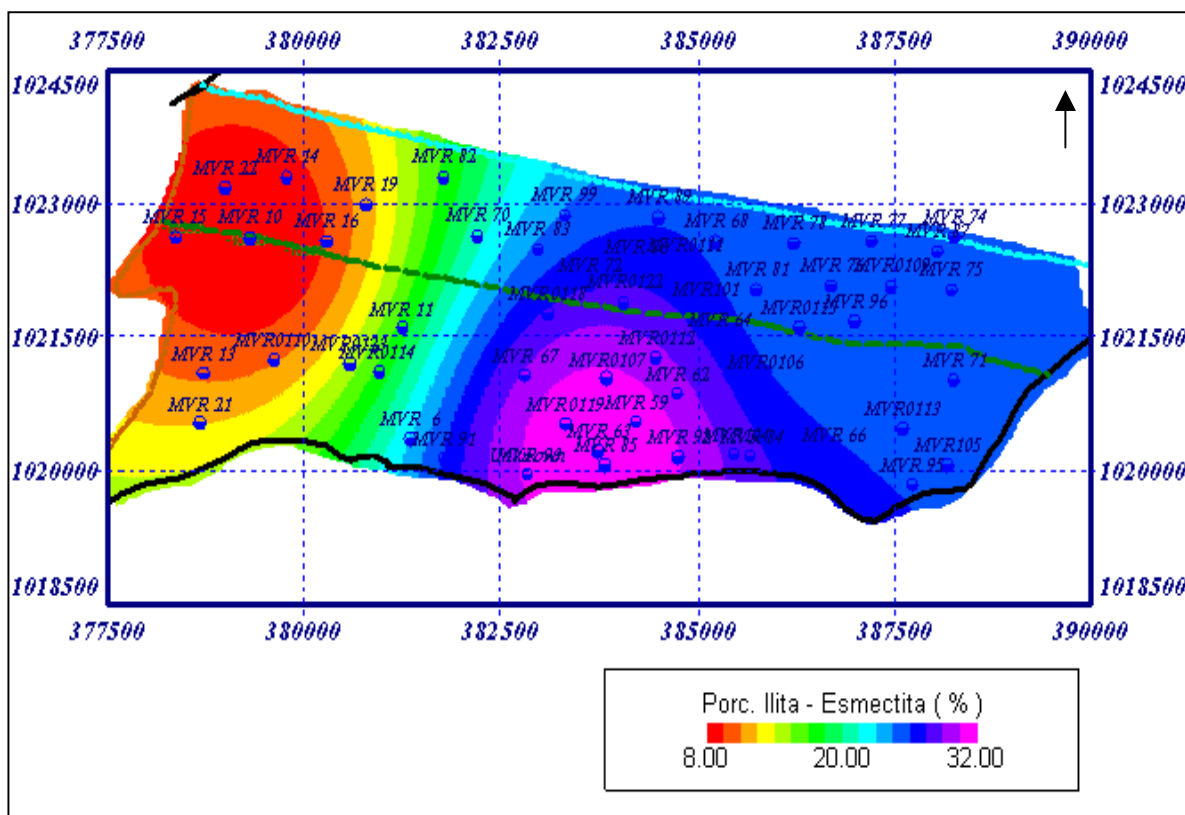
Gráfico 12. Porcentajes Correspondientes a las Muestras de las Zonas mas Prospectivas de la arena L1L, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

En esta arena, la tendencia se mantiene semejante a la de la arena anterior como se observa en el *Gráfico 12*, donde se ve que los porcentajes de Ilita-Esmectita tienden a mantenerse por debajo del 30%.

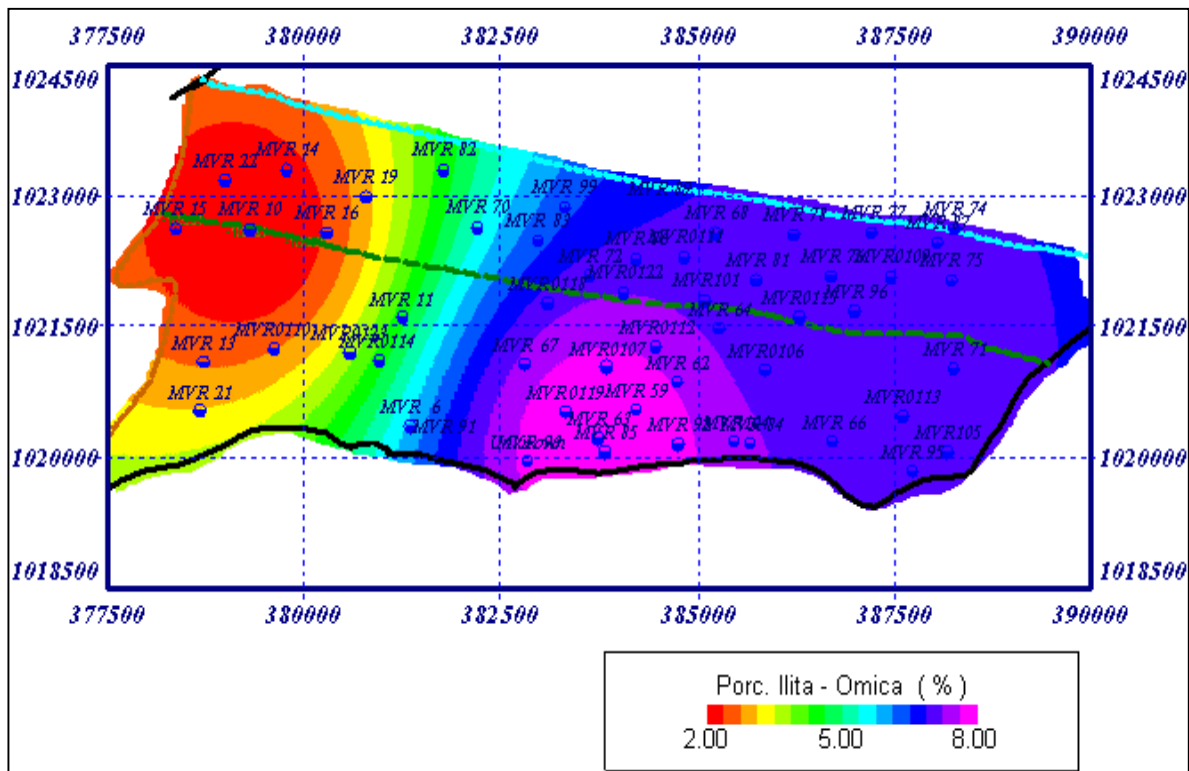
En lo referente a los porcentajes de Ilita y/o Mica, la tendencia se inclina a porcentajes por debajo del 10%. Sin embargo, en esta arena todo indica a que los mayores porcentajes se inclinan hacia la Clorita la cual presenta tendencia a mantenerse por encima del 35%.

De igual manera, a los porcentajes de Caolinita estos tienden a mantenerse parejos en comparación con los porcentajes de Clorita. El valor oscilante para esta arcilla ronda aproximadamente por encima del 34%.

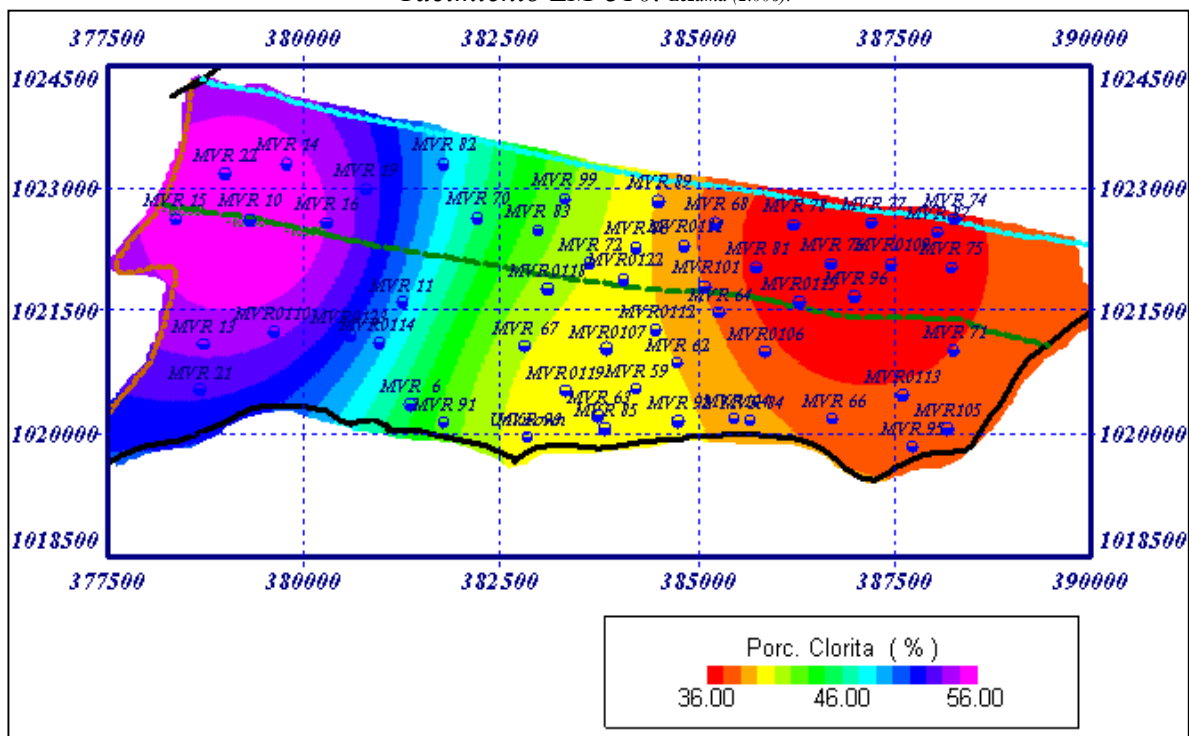
En los Mapas 15, 16, 17 y 18 se puede apreciar mejor lo antes mencionado donde se ve claramente las tendencias de estas arcillas en la arena L1L del yacimiento ZM-310 la cual dentro del grupo de estudio es una de las mas importantes.



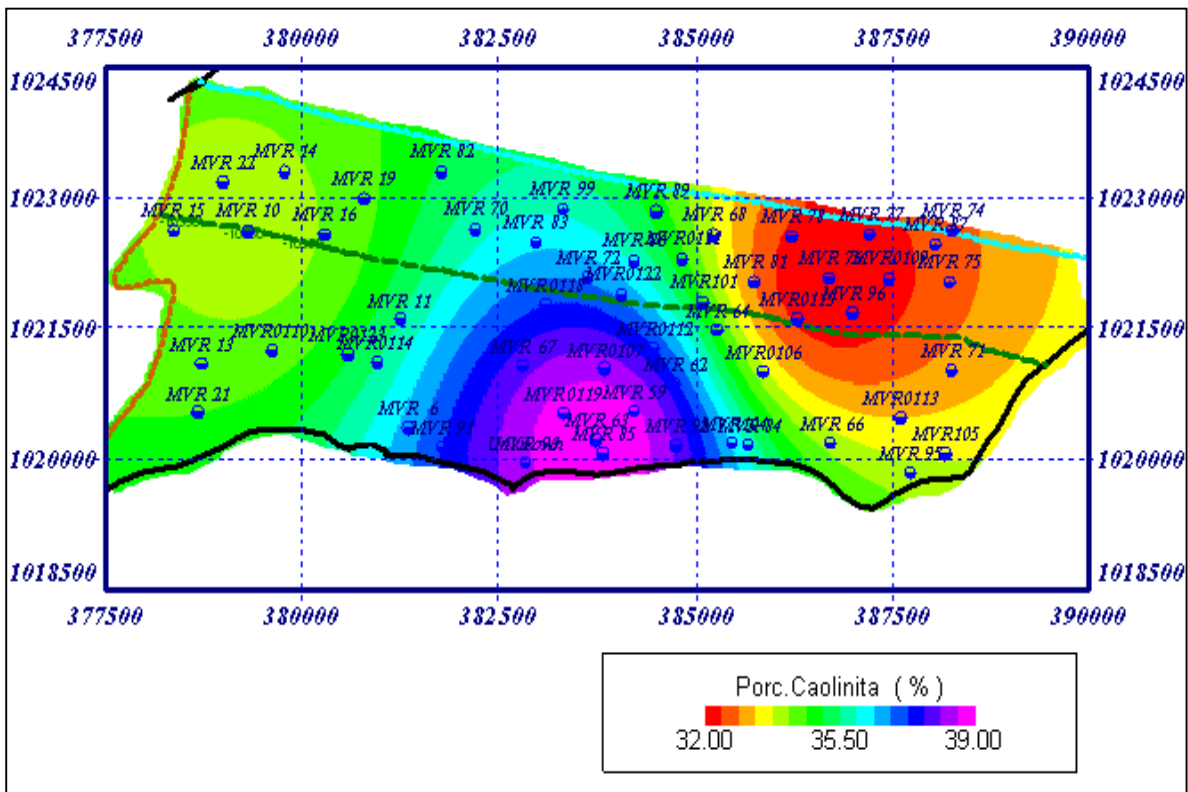
Mapa 4. 15. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita-Esmectita en la Arena L1L del Yacimiento ZM-310. Lezama (2.006).



Mapa 4. 16. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita y/o Mica en la Arena L1L del Yacimiento ZM-310. Lezama (2.006).



Mapa 4. 17. Tendencia de Los Porcentajes de Clorita en la Arena L1L del Yacimiento ZM-310. Lezama (2.006).



Mapa 4. 18. Tendencia de Los Porcentajes de Caolinita en la Arena LIL del Yacimiento ZM-310. Lezama (2.006).

Al observar el *Mapa 4. 15* se puede ver que más de la mitad del yacimiento ZM-310 tienden a presentar porcentajes de Illita-Esmectita por encima del 20%. Dichos porcentajes presentan sus máximos registros hacia la parte central donde pueden verse valores cercanos al 32%. Sin embargo hacia la parte Oeste del yacimiento la tendencia es a la baja, viéndose valores cercanos al 8%.

Para el caso de la Ilita y/o Mica el panorama es un tanto diferente. En esta arena la tendencia de esta arcilla es a presentar porcentajes por debajo del 10% y como se ve en el Mapa 16, mas del 60% del yacimiento apunta a valores por encima del 5%. Los mayores porcentajes se ubican hacia la parte central donde se registra una tendencia a porcentajes cercanos al 8%. Ya hacia la parte Oeste del yacimiento la situación cambia debido a que la tendencia apunta hacia valores cercanos al 2%.

Por otro lado como se dijo anteriormente, los porcentajes de Clorita para esta arena tienden a ser altos. Como se ve en el Mapa 17 los mayores porcentajes se ubican hacia la



parte Oeste del yacimiento con valores cercanos al 56%. La región central del yacimiento no se queda atrás, en ella se registran valores entre el 36% y el 46% tal y como se ve en el mapa. Ya hacia la parte este del yacimiento los porcentajes tienden a ubicarse cerca del 36%. En general todo el yacimiento requiere cuidado en lo que respecta a operaciones con Ácido Clorhídrico debido a los altos porcentajes presentes en la zona.

La tendencia de la Caolinita en el yacimiento ZM-310 es a presentar valores cercanos al 35% hacia la parte Oeste, los máximos valores se ubican en la parte central del yacimiento donde la tendencia apunta a valores cercanos al 40%. Ya hacia la parte este del yacimiento los porcentajes tienden a disminuir ubicándose por cercanos al 32%. En general todo el yacimiento presenta una tendencia a porcentajes de Caolinita por encima del 30% lo cual implica que el fluido a diseñar para perforar en esta arena debe tener entre otras cosas un pH por debajo de 4,6% para prevenir desprendimientos de esta arcilla.

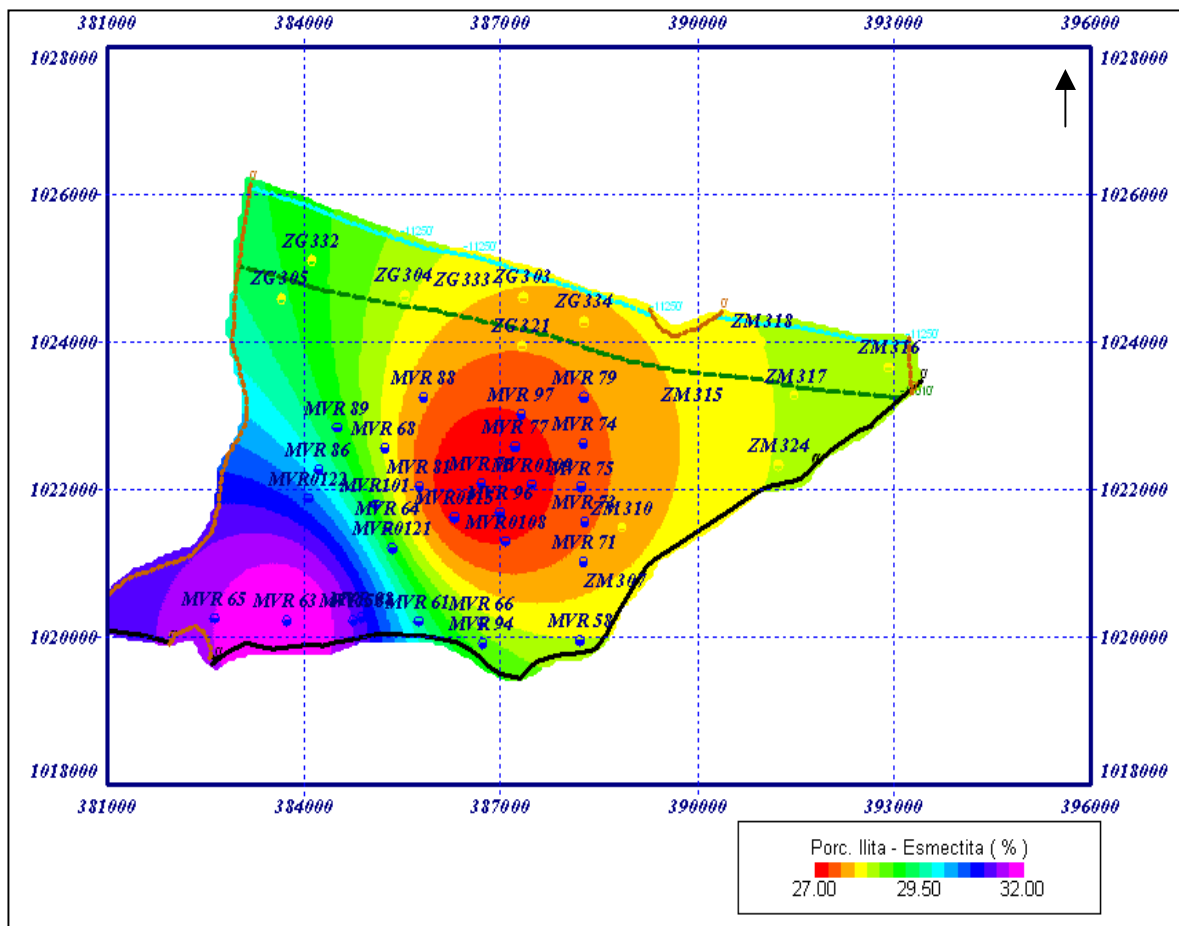
4.2.5. Tendencia de las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras para la Arena L1U, Yacimiento ZG-303.

En este yacimiento solo se pudo contar con muestras de dos pozos, dichos pozos fueron el MVR-63 y el MVR-76. Los resultados obtenidos en las muestras seleccionadas se resumen en el *Cuadro 4. 8* en donde se detalla entre otras cosas los porcentajes de cada una de las arcillas para cada muestra discriminada por pozo.

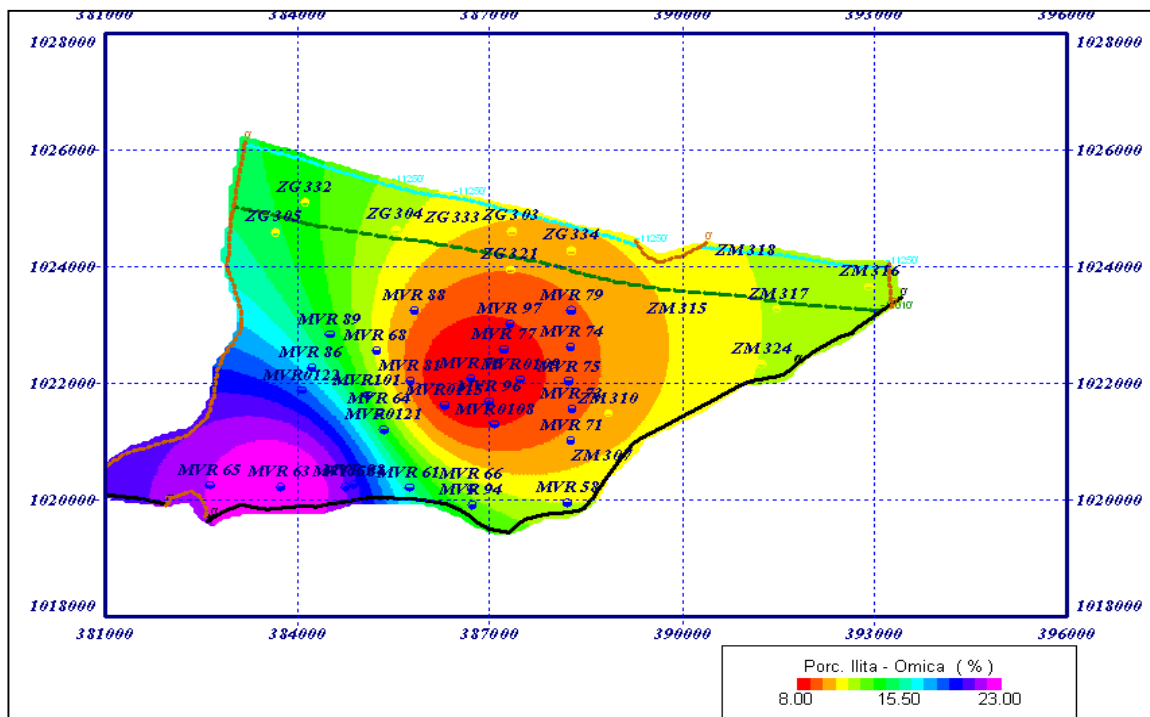
Ilita-Esmectita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	32	10660
MVR-76	27	11241
Ilita y/o Mica		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	23	11660
MVR-76	8	11241
Clorita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	13	11660
MVR-76	32	11241
Caolinita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-63	32	11660
MVR-76	33	11230

Cuadro 4.8. Porcentajes Correspondientes a las Zonas mas Prospectivas de la arena LIU, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

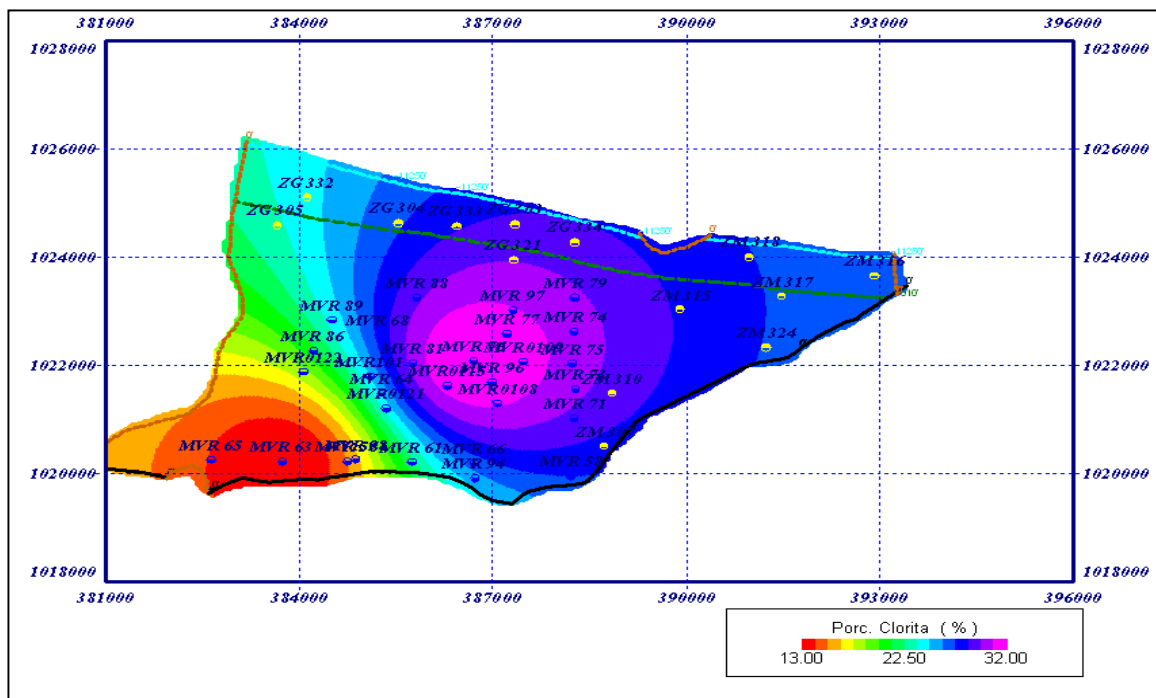
La tenencia en esta arena discrepa mucho para cada tipo de arcilla. Por una parte, la tendencia de la Ilita-Esmectita en esta arena es a mantenerse en porcentajes por encima del 25% según los datos analizados. No obstante, la Caolinita tiende a mantener porcentajes por encima del 30% como se muestra en el Cuadro 4. 8, lo cual amerita cuidados en lo que a pH se refiere si se quiere prevenir el desprendimiento de la partícula. Los porcentajes de Ilita y/o Mica y los de Clorita presentan una tendencia poco clara a simple vista. Para el caso de la Clorita se ve que en el MVR-63 la muestra en estudio arrojó 13% a una profundidad de 11660' y la muestra correspondiente al Pozo MVR-76 arrojó un porcentajes de Clorita del 32%. Como se ve la tendencia no es muy clara. En lo que respecta a la Ilita y/o mica, la muestra estudiada en el pozo MVR-63 a 11660' de profundidad revela un porcentaje de 23% lo cual se aleja del resultado obtenido en la muestra del Pozo MVR-76 tomada a 11241' de profundidad donde se nota un porcentaje de Ilita y/o mica de 8%.



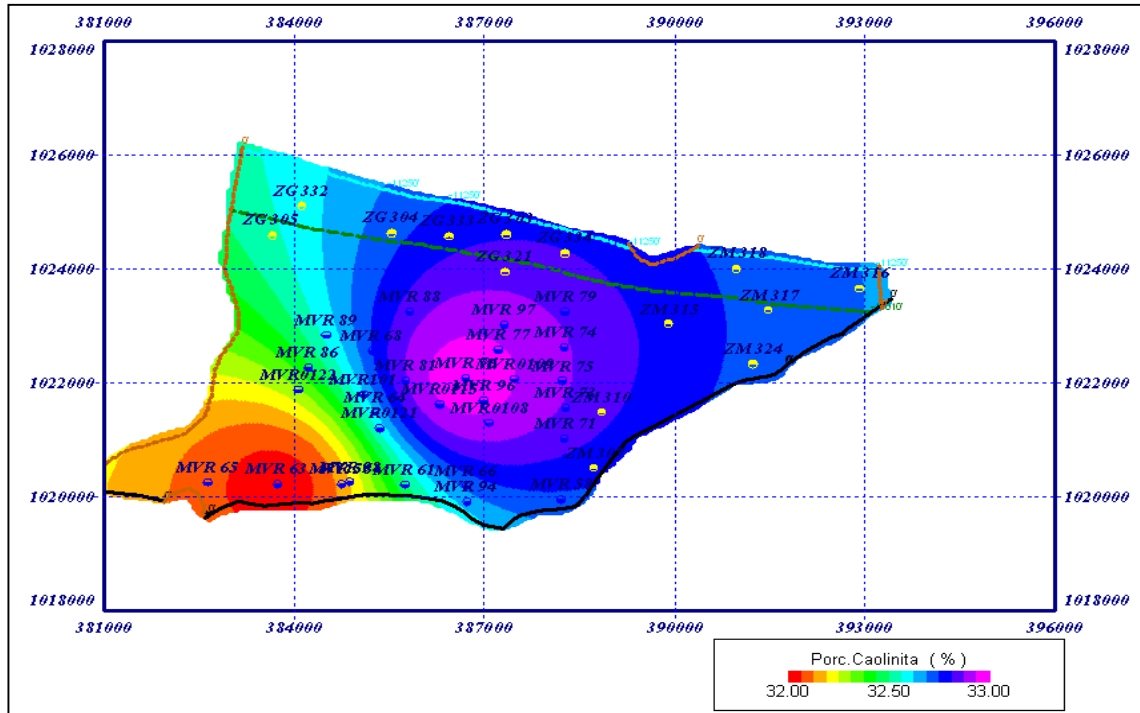
Mapa 4. 19. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita-Esmectita en la Arena LIU del Yacimiento ZG-303. Lezama (2.006).



Mapa 4. 20. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita y/o Mica en la Arena LIU del Yacimiento ZG-303. Lezama (2.006).



Mapa 4. 21. Tendencia de Los Porcentajes de Clorita en la Arena LIU del Yacimiento ZG-303. Lezama (2.006).



Mapa 4. 22. Tendencia de Los Porcentajes de Caolinita en la Arena LIU del Yacimiento ZG-303. Lezama (2.006).

Tomando en cuenta los datos proporcionados por el simulador se puede decir que en lo que respecta a la Ilita-Esmectita los mayores porcentajes se ubican hacia la parte Sur-Oeste del yacimiento. Los porcentajes en esta zona tienden a ubicarse por encima del 30%, no así en el resto del yacimiento donde los porcentajes se ubican por debajo de este valor pero siempre por encima del 27%.

La Ilita y/o Mica por su parte presenta una tendencia semejante. Hacia la parte Sur-Oeste del yacimiento se ubican los mayores porcentajes los cuales tienden a ubicarse cerca al 23%. En el resto del yacimiento la tendencia es a la baja con valores por debajo del 15%. En la parte central del yacimiento los porcentajes se encuentran cercanos al 8%.

En lo referente a la Clorita y la Caolinita como se muestra en los *Mapa 4.s 21 y 22* los mayores porcentajes se tienden a presentar hacia la parte este del yacimiento. Para la Clorita los porcentajes en esta zona rondan el 32% y para la Caolinita los valores cercanos a esta zona se ubican en el 33%. Sin embargo, hacia la parte Sur-Oeste del yacimiento la tendencia para la Clorita es a presentar porcentajes cercanos al 13% y para la Caolinita porcentajes cercanos al 32%. En general la Ilita-Esmectita y la Caolinita mantienen una

tendencia muy estable con valores por encima del 30% tal y como se ve al analizar las muestras seleccionadas de los pozos de estudio, esto se resume en el *Gráfico 13*.

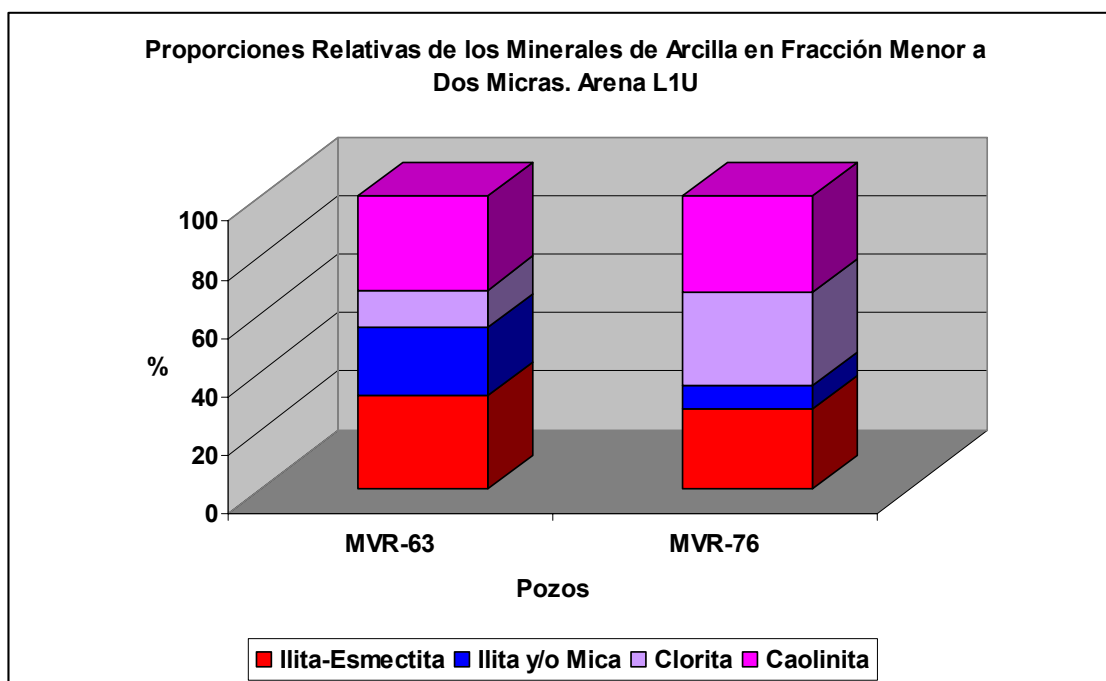


Gráfico 13. Porcentajes Correspondientes a las Muestras de las Zonas mas Prospectivas de la arena L1U, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

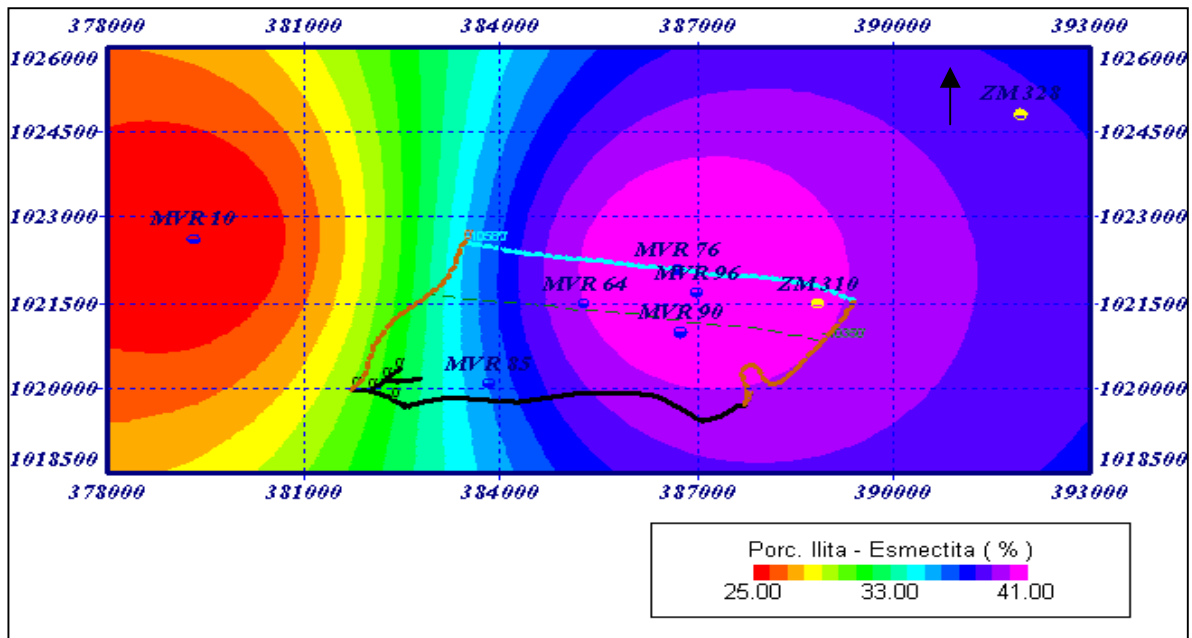
4.2.6. Tendencia de las Proporciones Relativas de Minerales de Arcilla en Fracción Menor a dos Micras para la Arena L2L, Yacimiento MVR-96.

En las muestras analizadas de la L2L correspondientes a los pozos MVR-10 y MVR-76 solo fue posible obtener datos acerca de los porcentajes de Illita-Esmectita, Caolinita y Illita y/o Mica para ambos pozos. La muestra del MVR-76 no presentó porcentaje para la Clorita, esto se resumen en el *Cuadro 9*.

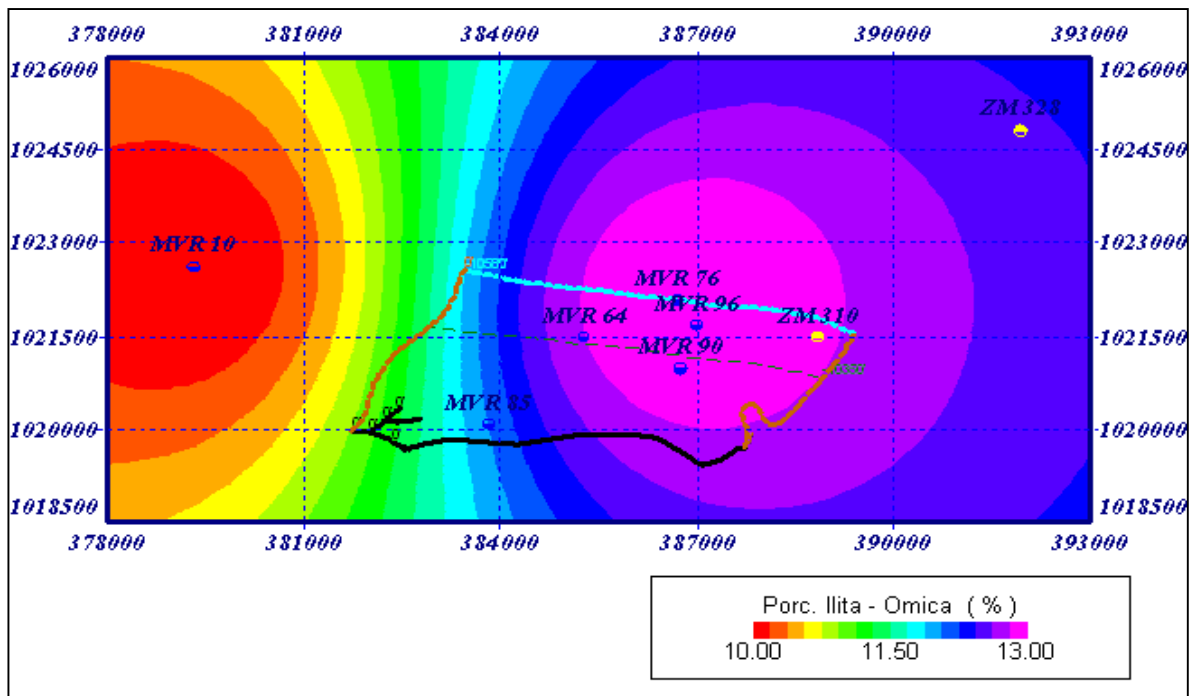
Illita-Esmectita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-10	25	11175
MVR-76	41	11357
Illita y/o Mica		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-10	10	11175
MVR-76	13	11357
Caolinita		
Pozo	Porcentaje	Profundidad
MVR-10	41	11175
MVR-76	46	11357

Cuadro 4. 9. Porcentajes Correspondientes a las Zonas mas Prospectivas de la arena L1U, Organizados por Pozos. Lezama (2.006).

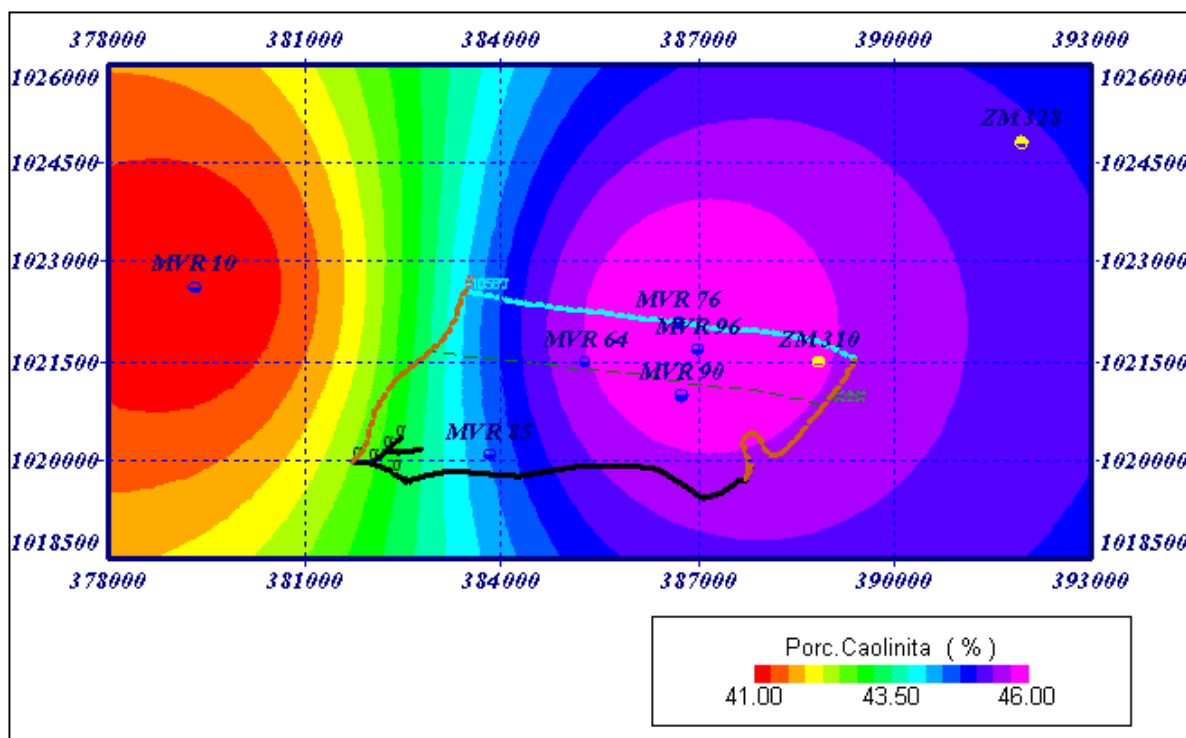
El pozo MVR-10 no entra dentro del yacimiento MVR-96, como se ve en los Mapa 4.s 23, 24 y 25 pero se incluyó dentro del análisis por la poca información disponibles y por que corresponde a la arena de interés pero en otro yacimiento.



Mapa 4. 23. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita-Esmectita en la Arena L2L del Yacimiento MVR-96. Lezama (2.006).



Mapa 4. 24. Tendencia de Los Porcentajes de Ilita y/o Mica en la Arena L2L del Yacimiento MVR-96. Lezama (2.006).



Mapa 4. 25. Tendencia de Los Porcentajes de Caolinita en la Arena L2L del Yacimiento MVR-96. *Lezama (2.006).*

En general los porcentajes para cada uno de los tipos de arcillas presentan poca discrepancia uno del otro para cada una de las muestras.

En lo que respecta a la Ilita-Esmectita para esta arena, se puede ver en el mapa 23 que la arena tiende a presentar los mayores porcentajes hacia la parte Este de la misma ubicándose estos porcentajes cercanos al 41%. Hacia la parte Oeste se localizan porcentajes cercanos al 25%. Sin embargo, mas del 50% de este yacimiento presenta valores de Ilita-Esmectita en un rango comprendido entre el 33% y el 41%.

En los que respecta a los porcentajes de Ilita y/o Mica se tiene que hacia la parte Este de la arena los porcentajes se ubican cercanos al 13% y hacia la parte Oeste tienden a ubicarse cercanos al 10%. En general casi toda la arena presenta una tendencia a valores entre el 10% y el 15% de Ilita y/o Mica.

Por ultimo, se tiene que la Caolinita tiende a presentar porcentajes por encima del 40%, hacia la parte Este de la arena se ubican los mayores porcentajes cercanos al 46%. En lo que respecta a la parte Oeste se puede notar valores cercanos al 41%, cuidar el valor del pH es vital para operaciones en esta arena.

