

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela

Isnaudy José Toro Fonseca



Página legal

Título de la obra: Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela,86 pp. Editorial Digital Universitaria de Moa, año.2015 -- ISBN:

- 1. Autor: Isnaudy José Toro Fonseca
- Institución: Instituto Superior Minero Metalúrgico ["] Dr. Antonio Núñez Jiménez["]

Edición: Lic. Liliana Rojas Hidalgo Corrección: Lic. Liliana Rojas Hidalgo Digitalización. Miguel Ángel Barrera Fernández



Institución de los autores: ISMM [°] Dr. Antonio Núñez Jiménez[°] Editorial Digital Universitaria de Moa, año 2015

La Editorial Digital Universitaria de Moa publica bajo licencia Creative Commons de tipo Reconocimiento No Comercial Sin Obra Derivada, se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que mantenga el reconocimiento de sus autores, no haga uso comercial de las obras y no realice ninguna modificación de ellas.

La licencia completa puede consultarse en: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode Editorial Digital Universitaria Instituto Superior Minero Metalúrgico Ave Calixto García Iñeguez # 75, Rpto Caribe Moa 83329, Holguín Cuba e-mail: edum@ismm.edu.cu Sitio Web: <u>http://www.ismm.edu.cu/edum</u>



Instituto Superior Minero Metalúrgico "Dr. Antonio Núñez Jiménez"

Facultad de Geología y Minería Departamento de Geología

Título: Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

(Tesis en opción al título académico de Máster en Geología)

Autor: Isnaudy José Toro Fonseca

Moa, 2014



Instituto Superior Minero Metalúrgico

"Dr. Antonio Núñez Jiménez"

Facultad de Geología y Minería

Departamento de Geología

Título: Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

(Tesis en opción al título académico de Máster en Geología)

Autor: Isnaudy José Toro Fonseca

Tutor: Dr. Gerardo Orozco, Msc. Frank Cabrera, Msc. Jhaisson Vásquez.

Moa, 2014

INDICE

	7
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO17	7
1.1 Introducción17	7
1.2 Antecedentes17	7
1.3. Geoquímica de yacimientos18	8
1.3.1 Geoquímica de yacimientos petrolíferos19	9
1.4 Parámetros geoquímicos19	9
1.5 Azufre	D
1.6. Mecanismos de acidificación en yacimientos:20	D
1.7. Sulfuro de hidrógeno (H_2S)2 ²	1
1.8 Geoquímica de azufre en los sedimentos2	1
1.9. Definición, mineralogía y ambientes de formación de morfologías framboidales en sulfuros de hierro y otros minerales23	s 3
1.10 Ambientes de formación de la pirita framboidal28	8
1.11 Ubicación geográfica29	9
1.12 Características geólogo-tectónicas3	7
1.12.1 Estratigrafía del área de Moporo y Franquera	7
1.12.2 Estratigrafía regional campo La Ceiba40	0
1.12.3 Geología estructural campo Franquera4	1
1.12.4 Geología estructural campo Moporo43	3
1.12.5 Geología estructural campo La Ceiba44	4

1.13 Conclusiones	46
CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO	48
2.1 Introducción	48
2.2 Tipo de investigación	48
2.3 Nivel de la investigación	49
2.4 Diseño de la investigación	49
2.5 Diseño Experimental	50
2.6 Métodos y procesamiento	50
2.6.1 Selección y corte de muestras de núcleo	50
2.6.2 Toma de muestras de núcleo	51
2.6.3 Extracción con equipo Soxhlet	52
2.6.4 Técnicas geoquímicas de roca total	53
2.6.5 Analizador elemental LECO	55
2.7 Conclusiones	56
CAPÍTULO III. RESULTADOS	57
3.1 Introducción	57
3.2 Morfología y textura de la pirita en las muestras de núcleo	57
3.3 Contenidos de pirita en las muestras de núcleo	58
3.4 Caracterización mineralógica de las muestras de núcleo del yacimiento B-Superior	> Eoceno 60
3.5 Conclusiones	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
Conclusiones	80
Recomendaciones	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

ANEXOS	85
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	106
4 Lista de Fases Identificadas	107
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	110
4 Lista de Fases Identificadas	111
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	114
4 Lista de Fases Identificadas	117
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	120
4 Lista de Fases Identificadas	121
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	125
4 Lista de Fases Identificadas	126
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	129
4 Lista de Fases Identificadas	132
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	136
4 Lista de Fases Identificadas	139
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	143
4 Lista de Fases Identificadas	145
3Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra	147
4 Lista de Fases Identificadas	151

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfologías relacionadas con pirita framboidal. A. Framboides irregulares. B. Cluster de framboides con escala = 10 μ m. C. Framboides velados D. Cristales euhedrales junto a framboides E. Aureolas de oxidación alrededor de framboides de

pirita. F. Framboides disuelto con crecimiento de pirita masiva en los intersticios.
Fuente: Rosario Lunar Hernandez et al
Figura 2. Ubicación geográfica del área de FRAMOLAC. Fuente: PDVSA. (2013) 30
Figura 3. Ubicación geográfica del Campo Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)33
Figura 4. Datos básicos y parámetros de producción del campo Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)
Figura 5. Columna estratigráfica del área Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)36
Figura 6. Columna estratigráfica generalizada del Campo Ceuta-Tomoporo. Fuente: PDVSA. (2013)
Figura 7. Columna Estratigráfica Campo La Ceiba. Fuente: PDVSA. (2013)41
Figura 8. Marco Estructural Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)
Figura 9. Marco Estructural Yacimiento B-Superior VLG-3729. Fuente: PDVSA. (2013)
Figura 10. Mapa Estructural de los Yacimientos MISB6 CEI0003, MISB6 CEI0001 y MISB6 CEI0004. Fuente: PDVSA. (2013)45
Figura 11. Mapa Estructural de los Yacimientos MISB6 CEI0005 y MISB6 CEI0006. Fuente: PDVSA. (2013)
Figura 12. Ubicación de los pozos seleccionados para toma de muestra de núcleo. Fuente: PDVSA (2013)51
Figura 13. Pulverización de la muestra de núcleo54
Figura 14. Fundamentos Físico-Químicos C,H,N y S (LECO)56
Figura 15. Muestra VLG-3863. Edad Eoceno, profundidad 16271'4"61
Figura 16. Espectro de Rayos X (EDX) de la muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16271'4"62
Figura 17. Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3"63

Figura 18. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3"
Figura 19. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6"65
Figura 20. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6"
Figura 21. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164'67
Figura 22. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164'
Figura 23. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16191'8"69
Figura 24. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16191'8"
Figura 25. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16019'9"71
Figura 26. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16019'9''
Figura 27. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16086'73
Figura 28. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) VLG-3890, Edad Eoceno, 16086'
Figura 29. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14755'7"75
Figura 30. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) VLG-3891, Edad Eoceno, 14755'7"
Figura 31. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7"77
Figura 32. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7"

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos oficiales de los yacimientos del campo Franquera. Fuente: PDVSA.(2013)
Tabla 2. Muestras seleccionadas de las muestras de núcleo 51
Tabla 3. Porcentaje de pirita (FeS ₂) a partir del contenido de azufre total de la muestra de núcleo, determinada a través del analizador elemental LECO59
Tabla 4. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3863, Edad Eoceno,16271'4"
Tabla 5. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3863, Edad Eoceno,16584'3''
Tabla 6. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3873, Edad Eoceno,15905'6''
Tabla 7. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3873, Edad Eoceno,16164'
Tabla 8. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3873, Edad Eoceno,16191'8''
Tabla 9. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3890, Edad Eoceno,16019'9''
Tabla 10. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3890, Edad Eoceno,16086'
Tabla 11. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3891, Edad Eoceno,14755'7''
Tabla 12. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7''

INTRODUCCIÓN

La geoquímica de yacimientos ha avanzado y alcanzado un gran interés por parte de la industria petrolera, pues permite establecer a partir de la caracterización mineralógica y elemental, los procesos de llenado en los yacimientos.

El azufre, décimo elemento en el universo y décimo cuarto elemento más abundante en la superficie de la tierra, es el que define los minerales de sulfuro y proporciona información detallada sobre los orígenes de los mismos. (Seal, 2006).

La pirita (FeS₂) es un producto mineral común de la diagénesis temprana en sedimentos ricos en materia orgánica. Es el resultado de la reacción de sulfuro producida a través de reducción sulfato bacteriana, (Berner, 1970), ya sea con Fe (III) en los sedimentos o Fe (II) producido por reducción de Fe(III) bacteriana (Lovley, 1991). Los últimos trabajos sobre hierro, azufre y geoquímica de carbono en los sedimentos y, en particular, la naturaleza y el mecanismo de la formación de pirita diagenética temprana, han llevado al desarrollo de indicadores paleoambientales geoquímicos.

La pirita diagenética temprana puede tener variadas morfologías. Dos de las morfologías más comúnmente observadas son framboides (agregados esféricos de cristales de pirita de tamaño micrométrico, Love y Amstutz, 1966; Sweeney y Kaplan, 1973) y cristales euhedrales de tamaño micrométrico (Raiswell, 1982; Passier et al, 1997).

Varios estudios (Kohnen*et al.*, 1990; Mossmann*et al.*, 1991; Ferdelman*et al.*, 1991; Schimmelmann y Kastner, 1993; Zaback y Pratt, 1992; Aplin y Macquaker, 1993; Raiswell*et al.*, 1993) han enfatizado la importancia de la materia orgánica y el azufre elemental como importantes sumideros diagenéticos recientes de azufre reducido y Parcialmente oxidados en sedimentos marinos. La incorporación de azufre dentro de la materia orgánica parece ser más favorable bajo condiciones donde las especies de azufre acuosas parcialmente oxidadas tales como los polisulfuros pueden estar presentes. (Mossmann*et al.*, 1991; Raiswell*et al.*, 1993; Aplin y Macquaker, 1993). Consecuentemente, cambios en la abundancia relativa del azufre mineral, orgánico y elemental pueden ser usados para interpretar las condiciones del agua intersticial en el pasado.

De tal manera, debido a la presencia de pirita en los pozos de las unidades estratigráficas del yacimiento Eoceno "B" Superior, en el Distrito Lago Sur Trujillo, existe la necesidad de saber la naturaleza y el mecanismo de la formación de la pirita que se presenta en estos pozos.

Como parte de la investigación se realizó una revisión bibliográfica cuidadosa de la documentación existente en la empresa y artículos técnicos referentes con el objetivo de comprobar la existencia de estudios anteriores sobre morfología de la pirita diagenética, relación genética entre el azufre elemental, orgánico y pirítico en los sedimentos, también se revisaron artículos técnicos publicados por profesionales de la empresa. Como conclusión de esta revisión se comprobó que existen documentos de estudios realizados en otras áreas.

La investigación es de tipo experimental y de diseño experimental de campo y de laboratorio, pues requiere de la manipulación de variables independientes, empleándose los métodos y técnicas de laboratorio y campo necesarias, con el propósito de establecer una relación causa-efecto entre las variables consideradas en la investigación y así dar respuestas a los objetivos propuestos.

Esta investigación tiene como objetivo caracterizar la pirita y su mecanismo de formación en las muestras de núcleo de las unidades estratigráficas del yacimiento eoceno "B" Superior, en la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

Problema científico

Existe la necesidad de conocer el mecanismo de formación de la pirita, su morfología y la información sobre los procesos diagenéticos de formación relacionados con las condiciones paleoambientales de sedimentación.

Hipótesis

Si se realiza la caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita en las muestras de núcleo de las unidades estratigráficas del yacimiento Eoceno "B" Superior, en el distrito Lago Sur Trujillo podría proporcionar información sobre los procesos diagenéticos, morfología de la pirita y su tamaño, e inferir el paleoambiente de formación.

Objetivo general

Caracterizar la pirita presente en las muestras de núcleo del yacimiento Eoceno "B" Superior Formación Misoa, Distrito Lago Sur Trujillo y su mecanismo de formación que permitan inferir las condiciones paleoambientales.

Objetivos específicos

- Determinar el contenido de pirita en las muestras de núcleo a partir del cálculo del azufre inorgánico elemental.
- Caracterizar la pirita diagenética morfológica y texturalmente por medio de los análisis de Microscopia Electrónica de Barrido (MEB) con EDX (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy).
- Caracterizar desde el punto de vista mineralógico muestras de núcleo del Eoceno B-Superior aplicando Difracción de Rayos X (DRX) e inferir condiciones paleoambientales de formación.

En el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes métodos y técnicas para cumplir con los objetivos propuestos.

Métodos teóricos:

Análisis y síntesis de la información obtenida a partir de la revisión de la documentación y literatura especializada.

Inductivo – deductivo: para estudiar las diferentes morfologías de la pirita través de los análisis geoquímicos.

Métodos empíricos: en la presente investigación se aplican:

Las entrevistas y criterios de expertos: para comprobar la existencia de investigaciones y antecedentes relacionados con el tema.

Métodos y herramientas de la química analítica.

Procesamiento para la elaboración de mapas por medio del simulador Discovery.

El trabajo se ha ordenado de la siguiente manera: resumen, introducción, a continuación tres capítulo: el capítulo I, denominado geoquímica de yacimientos y morfología de la pirita. El capítulo II, presenta los métodos y técnicas empleados en la investigación. El capítulo III, el análisis e interpretación de los resultados. Finalmente las conclusiones, recomendaciones y bibliografía empleada en la investigación. También se presenta un conjunto de anexos.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

El marco teórico es la etapa donde se recopila la información documental para confeccionar el diseño metodológico de la investigación, es decir, el momento en que se establece cómo y qué información se recogerá. Simultáneamente, la información recogida para el marco teórico proporcionará un conocimiento profundo de la teoría que le da significado a la investigación. Es a partir de las teorías existentes sobre el objeto de estudio, como pueden generarse nuevos conocimientos.

1.2 Antecedentes

A continuación, se citan aquellos estudios que se han realizado a nivel nacional sobre el tema, que son similares al ejecutado; por tal motivo, se han seleccionado aquellos que guardan relación con el estudio propuesto, para lo cual se consideró su relevancia y cercanía en el tiempo.

- K.G. Taylor, J.H.S. Macquaker (1999) realizaron un estudio sobre la morfología de la pirita diagenética temprana en una sucesión de lutitas: la formación Cleveland de arena con óxido de hierro del Jurásico Inferior, Este de Inglaterra, donde la pirita presenta dos morfologías diferentes: pirita framboidal, comúnmente asociado con la materia orgánica (bitumen y kerógeno), y la pirita euhedral, asociado con gránulos de arcilla detrítica. Estas dos morfologías son únicas. La pirita framboidal está presente en lutitas ricas en arcilla, arena con óxido de hierro, unidades ricas en apatita y algunas lutitas ricas en limo. La Pirita euhedral está presente en lutitas ricas en limo y arena. El análisis isotópico del δ^{34} S (isótopo del azufre 34) de las seis muestras de pirita sugieren que ambos tipos de morfología de pirita precipitaron durante la diagénesis temprana a partir del agua intersticial con acceso abierto al agua de mar, aunque ambos tipos probablemente actuaron como sitios para continuar la precipitación de la pirita durante el enterramiento.

- Alfred V. Hirner, Brian W. Robinson (1992) estudiaron la relación genética entre el azufre elemental, Orgánico y Pirítico en los sedimentos, donde plantean que bajo condiciones reductoras, las especies de azufre orgánico e inorgánico interactúan unos con otros en el curso del ciclo del azufre sedimentario. Esto último se discute en conexión con estudios de crudos de Alemania, Nueva Zelanda y Kuwait. Las formas orgánicas e inorgánicas del azufre pueden ser utilizadas en la solución de problemas prácticos de exploración y geoquímica ambiental: el azufre elemental es incorporado en la materia orgánica sin fraccionamiento isotópico significativo, y conduce a distribuciones intermoleculares características de ³²S y ³⁴S en las fracciones orgánicas.

- J. Borrego, J. Monteverde, J.A. Morales, B. Carro y N. López (2003) estudiaron la morfología de la pirita diagenética en sedimentos recientes del estuario del Río Odiel (SO de España), donde resaltan que los azufres muestran tres morfologías diferentes: agregados de microcristales, agregados de framboides y macrocristales de pirita euhedral. La génesis de estas morfologías de pirita se producen en ambientes no estrictamente anóxicos con un continuo aporte de hierro y sulfato donde la actividad bacteriana induce un rápido crecimiento de microcristales.

- J. Alonso-Azcárate et al (1999) plantean el estudio textural e isotópico de los sulfuros diseminados en los sedimentos de la cuenca de Cameros (La Rioja, España), donde los materiales lutíticos de la Cuenca de Cameros presentan en su composición mineralógica muy pequeñas cantidades de sulfuros diseminados (pirita y pirrotita). La pirita sedimentaria aparece fundamentalmente formando framboides, cristales euhedrales y sustituyendo la concha de fósiles. Las piritas sedimentarias se generaron por reducción bacteriana de sulfatos sedimentarios.

1.3. Geoquímica de yacimientos

La geoquímica de yacimientos abarca el estudio de los fluidos en los yacimientos de petróleo (crudo, agua y gas), sus orígenes e interacciones con el yacimiento (Larter y Aplin, 1994). También puede ser definida como la elucidación mediante

caracterización elemental, isotópica y molecular, los procesos de entrampamiento, llenado de fluidos en el yacimiento, la naturaleza de las interacciones y las variaciones en composición y propiedades en el tiempo (López, 2005).

1.3.1 Geoquímica de yacimientos petrolíferos

La geoquímica de yacimientos abarca el estudio de los fluidos en los yacimientos de petróleo (crudo y gas), sus orígenes e interacciones con el yacimiento (Larter y Aplin, 1994). También puede ser definida como la elucidación mediante caracterización elemental, isotópica y molecular, los procesos de entrampamiento, llenado de fluidos en el yacimiento, la naturaleza de las interacciones y las variaciones en composición y propiedades en el tiempo (López, 2005).

Algunas de las áreas de estudio de la geoquímica de yacimientos son las siguientes:

- Distancia de migración y dirección de llenado del yacimiento
- Grado de mezcla de crudos
- Continuidad del yacimiento
- Monitoreo de producción
- Determinación de heterogeneidades (calidad de yacimientos y fluidos)
- Predicción y explicación de fenómenos relevantes para el manejo de los yacimientos (por ejemplo, precipitación de sólidos)

1.4 Parámetros geoquímicos

Los parámetros geoquímicos son entidades químicas de origen natural que están presentes en los yacimientos de petróleo y gas. Su ocurrencia puede ser evidenciada en la forma de un elemento o de un compuesto químico (Xu*et al.,* 2003; Zielinski R. y Budahn, 2007; Molson*et al.,* 2008). En términos prácticos, los parámetros geoquímicos de yacimientos son: elementos mayoritarios, minoritarios, trazas y sus relaciones, isótopos estables y radiogénicos, especies disueltas, aniones, cationes, complejos, compuestos relacionados con la materia orgánica como los biomarcadores, compuestos organometálicos, macromoléculas como los ácidos fúlvicos y húmicos, pH, Eh, composición mineralógica de la roca yacimiento, entre otros.

1.5 Azufre

El azufre, décimo elemento en el universo y décimo cuarto elemento más abundante en la superficie de la tierra, es el que define los minerales de sulfuro y proporciona información detallada sobre los orígenes de los mismos a través de sus isótopos estables. Las variaciones en la composición isotópica de minerales de sulfuro y componentes relacionados, tales como minerales de sulfato o especies de azufre acuosas, causados por la partición preferencial de isótopos entre fases que contienen azufre, se conoce como fraccionamiento. Estas variaciones surgen de las diferencias en la temperatura, o más importante, reacciones de oxidación y reducción actuando sobre el azufre. Las reacciones de oxidación y reducción pueden ocurrir a altas temperaturas, tales como en sistemas ígneos, a temperaturas intermedias, tales como en sistemas hidrotermales y a bajas temperaturas durante la diagénesis sedimentaria. A altas temperaturas, las reacciones tienden a ocurrir en condiciones de equilibrio, mientras a baja temperatura, el desequilibrio prevalece. (Seal, 2006).

1.6. Mecanismos de acidificación en yacimientos:

Las concentraciones de H₂S y CO₂ normalmente son de origen natural (presencia de bacterias), pero sin embargo hay ciertas circunstancias que incitan a su generación, esta puede ser promovida por la influencia antrópica (Es la influencia que realiza el hombre en determinados ámbitos. Un ejemplo muy claro de la influencia antrópica se encuentra en el medio ambiente, en donde se realizan prácticas como la tala, contaminación por agroquímicos, etc. Que modifican el entorno, creando en muchas ocasiones condiciones adversas) en la búsqueda de optimizar la tasa de producción de hidrocarburos para el yacimiento, por medio de recuperaciones secundaria utilizando técnicas de inyección de agua y gases inmiscibles.

Para que el H₂S pueda ser generado es necesario la existencia de ciertos factores ambientales y la presencia de bacterias y compuestos con azufre en su estructura. Si existen las condiciones ambientales propicias como temperatura, bajo contenido de oxígeno disuelto, flujo lento y un pH adecuado, entre otros, las bacterias del tipo Desulfivitrio reducirán los sulfatos presentes en el flujo produciendo una serie de sulfuros que pasarán a la corriente del fluido.

La mayor parte de las concentraciones de H_2S en los reservorios, se deben a la presencia de bacterias sulfato reductoras (BSR) las cuales son bacterias que tienen la facultad de reducir sulfato, sulfito o tiosulfato de manera no asimilatoria. De forma usual, el agua que es inyectada en algunos casos en pozos para un aumento de presión y producción del petróleo contienen disuelta cantidades se azufre (iones sulfitos) tal como el agua de mar.Por lo tanto se puede decir que la escasez de azufre en el agua debería de impedir o limitar las actividades de BSR y la generación respectiva de H_2S . De tal forma es recomendable que las aguas reinyectadas en los pozos, realizarle tratamientos biocidas (destrucción de microorganismos) en las instalaciones periódicamente.

Otro aspecto para que el sulfuro de hidrogeno puede estar presente en yacimientos, sería la inyección de soluciones ácidas como el ácido clorhídrico (HCI) en reservorios para la disolución de incrustaciones en tuberías, esta se realiza para tratar pozos con formación de carbonatos ($CO_3^=$)

1.7. Sulfuro de hidrógeno (H₂S)

El sulfuro de hidrógeno es un hidruro covalente de fórmula H_2S , estructuralmente ligado al agua ya que el oxígeno y el azufre se encuentran en el mismo grupo de la tabla periódica. El mismo es incoloro, inflamable, toxico y posee un olor característico muy desagradable. Se encuentra naturalmente en yacimientos de petróleo, gas natural, gases volcánicos y aguas termales. Las bacterias reductoras de sulfatos SO_4 = son los principales responsables de la generación de H_2S bajo condiciones anaerobias. Propiedades del H_2S se muestran en la tabla siguiente:

1.8 Geoquímica de azufre en los sedimentos

La especiación, abundancia y composición isotópica de las fases diagenéticas que contienen azufre resultan de un sistema complejo que involucra, entre otras variables de control, el grado de oxigenación bentónica. Las relaciones entre carbono orgánico y azufre de la pirita o azufre total han sido ampliamente utilizadas en sedimentos marinos antiguos y recientes como indicadores de la oxigenación relativa de paleoambientes (Raiswell y Berner, 1985; Raiswellet al., 1988; Dean y Arthur, 1989; Beinet al., 1990; Middelburg, 1991). Un número de estudios, han mostrado que los

gráficos carbono/azufre suministran información útil pero tienen el potencial para múltiples interpretaciones (Dean y Arthur, 1989; Beinet al., 1990; Zaback y Pratt, 1992). Varios estudios (Kohnenet al., 1990; Mossmannet al., 1991; Ferdelmanet al., 1991; Schimmelmann y Kastner, 1993; Zaback y Pratt, 1992; Aplin y Macquaker, 1993; Raiswellet al., 1993) han enfatizado la importancia de la materia orgánica y el azufre elemental como importantes sumideros diagenéticos recientes de azufre reducido y parcialmente oxidado en sedimentos marinos. La incorporación de azufre dentro de la materia orgánica parece ser más favorable bajo condiciones donde las especies de azufre acuosas parcialmente oxidadas tales como los polisulfuros pueden estar presentes. (Mossmannet al., 1991; Raiswellet al., 1993; Aplin y Macquaker, 1993). Consecuentemente, cambios en la abundancia relativa del azufre mineral, orgánico y elemental pueden ser usados para interpretar las condiciones del agua en los poros antigua e inferir los ambientes bentónicos en el pasado.

Un obstáculo importante para la interpretación de paleoambientes basado en la abundancia de productos diagenéticos proviene de la incertidumbre acerca del tiempo relativo de formación de los compuestos azufrados. La formación de compuestos de azufre diagenéticos puede continuar por mucho tiempo después de la depositación del sedimento o comenzar sobre la interfase agua-sedimento. Limitaciones en el tiempo de formación de especies de azufre pueden ser proporcionadas por la composición isotópica del azufre estable (Goldhaber y Kaplan, 1980; Chanton*et al.*, 1987; Mossmann*et al.*, 1991; Zaback y Pratt, 1992). A pesar de que el ciclo diagenético y deposición temprana del azufre no es claramente comprendido, la composición isotópica de la especie azufre individual puede ser usada para evaluar su génesis, secuencia de incorporación y condiciones presentes en el ambiente bentónico durante la formación de productos de azufre.

Las relaciones carbono/azufre, abundancia relativa de las especies de azufre (pirita, ácidos volátiles, azufre elemental, querógeno, bitumen y sulfato), así como las abundancias isotópicas de estas especies de azufre son usadas para reconstruir las condiciones diagenéticas y deposicionales durante los últimos 160 mil años en la cuenca de California.

1.9. Definición, mineralogía y ambientes de formación de morfologías framboidales en sulfuros de hierro y otros minerales.

El término framboide proviene del francés *framboise* (frambuesa) y fue usado por primera vez por Rust (1935) para referirse a agregados subesféricos de pequeños cristalitos de pirita en depósitos de yacimientos minerales tipo *Mississipi Valley*. Su estudio ha ocupado a muchos científicos durante gran parte del siglo XX (por ejemplo Schneiderhöhn 1923; Love y Amstutz 1966; Kalliokoski 1974; Ramdohr 1980; Schallreuter 1984; Wilkin y Barnes 1997) y los primeros años del siglo XXI (Merinero 2005, Merinero et al 2005a, 2006b, 2008a; Ohfuji y Rickard 2005; González et al. 2006a, 2006b).

Se ha publicado una gran cantidad de literatura sobre los framboides con especial interés a su posible relación con procesos biológicos. Durante un tiempo se llegó a considerar que se trataba de microorganismos fosilizados (Schneiderhöhn 1923; Love 1957; 1962), e incluso, colonias de bacterias. Berner (1969) y Farrand (1970) fueron los primeros en demostrar, de manera experimental, que la actividad bacteriana no es un prerrequisito necesario para la formación de framboides, empezando a considerarse como un término textural, y no genético, para describir agregados de microcristales.

Las definiciones de framboides más modernas se desarrollan a partir de los tres principales atributos de los mismos (Ohfuji y Rickard 2005):

1. **Morfología externa**: agregados microscópicos esféricos o subesféricos, usualmente con diámetros entre 1 y 20 μm, siendo raros los framboides de tamaño superior a 50μm (Wilkin et al. 1996).

2. **Estructura interna**: constituidos por un empaquetado hexagonal o cúbico compacto de 103 a 106 microcristales, es decir, el interior no es homogéneo. Además, la estructura interna puede presentar un determinado orden o puede estar totalmente desordenada (microcristales dispuestos totalmente al azar).

3. **Uniformidad de tamaños y morfologías**: todos los microcristales tienen el mismo tamaño (entre 0,1 y 20 µm, aunque usualmente no tienen más de 2µm de diámetro) y

presentan el mismo hábito (normalmente euhedral, octaédrico, piritoédrico, o, menos común, cúbico o esferoidal).

Por lo tanto, se puede definir framboide como un agregado microscópico esférico o subesférico de microcristales del mismo tamaño y morfología. Esta definición puede extenderse para incluir otras morfologías externas, como por ejemplo agregados irregulares no esféricos, con formas elípticas o poligonales.

La textura framboidal se asocia habitualmente con la pirita y otros sulfuros de hierro, pero también ha sido observada en otros minerales, como óxidos, hidróxidos y carbonatos.

Como se verá en apartados posteriores, la greigita y la mackinawita son monosulfuros de hierro relacionados con la formación de pirita, y en algunas ocasiones pueden ser precursores de la misma. Las propiedades ferrimagnéticas de estos minerales se han propuesto para explicar la formación de framboides. Existen muchas referencias de greigita y mackinawita framboidal (Nuhfer y Pavlovic 1979; Bonev et al. 1989; Ariztegui y Dobson 1996; Wilkin y Barnes 1997; Rowan y Roberts 2006), además de coexistencia de greigita y pirita con morfologías framboidales (Roberts y Turner 1993; Jiang et al. 2001; Roberts y Weaber 2005; Roberts et al. 2005; Ortega et al. 2006).

También se ha obtenido greigita y mackinawita framboidal de manera experimental (Sweeney y Kaplan 1973; Wilkin y Barnes 1996; Wang y Morse 1996; Morse y Wang 1997; Butler y Rickard 2000). Es posible la formación de marcasita framboidal, probablemente a pH muy bajo (Ixer y Vaughan 1993; Youngson 1995; Falconer et al. 2006).

Se han descrito framboides de sulfuros de cobre en sedimentos de yacimientos minerales (Alyanak y Vogel 1974; Sawłowicz 1990) aunque algunos de ellos pueden ser seudomorfos de framboides de pirita (Sawłowicz 1992; Oszczepalski 1999). Los framboides de sulfuros de zinc son más raros, pero existen varios trabajos que describen formas parecidas a framboides (Lebedev 1967; Degens et al. 1972; Luther et al. 1980; Gammons y Frandsen 2001).

Especialmente interesantes son las referencias sobre magnetita framboidal y otras formas esféricas similares, ya que existen descripciones en materiales terrestres, sobre todo en carbonatos, (Bethke y Marshak 1990; Suk et al. 1990a; Evans y Elmore 2006) y en meteoritos y polvo cósmico (Kerridge 1970; Jedwab 1971; Zolensky et al. 1996; 2002; Hua y Buseck 1998; Boctor et al. 2003; Abreu y Brearley 2005; Gounelle et al. 2005). El principal origen propuesto para la magnetita framboidal es la oxidación de framboides de pirita (Lu et al. 1990; Suk et al. 1990a, 1990b; 1991; Saffer y McCabe 1992; Housen et al. 1993a, 1993b; Evans y Elmore 2006), aunque también se ha propuesto un origen primario para este tipo de textura en la magnetita (Wilkin y Barnes 1997), o incluso a partir de pirrotina framboidal (Zolensky et al. 2002).

Por otro lado, existen varias referencias sobre morfologías framboidales o similares en carbonatos. Se han descrito formas esféricas de dolomita de tamaño entre 0,2 y 1 µm compuestas a su vez de esferas de 100 nm de diámetro en lagos del sur de Australia (Von-der-Borch y Jones 1976). También se han producido, de manera experimental, formas similares de dolomita de tamaño entre 1 y 5 µm a partir de geles de carbonato (Müller y Fishbeck 1973). En el sistema kárstico de *Visean* (Nielsen et al. 1997) se han descrito framboides de pirita junto con cristales esferoidales de dolomita con una posible relación con actividad bacteriana. Nehrke y Cappellen (2006) describen framboides de vaterita con posterior transformación a calcita.

En cuanto a oxihidróxidos de hierro framboidales existen diversas referencias, aunque en la mayoría de ellas se trata de productos de oxidación y reemplazamiento de pirita. Las mineralogías descritas son goethita (Mucke et al. 1999; Dill y Melcher 2004), lepidocrocita, szomolnokita y hematites (Lougheed y Mancuso 1973). Son comunes las descripciones de oxihidróxidos de hierro asociadas a oxidación de pirita framboidal formando halos y recubrimientos externos de las estructuras esféricas de pirita (Weber et al. 2004; Sapota 2005; Merinero et al. 2005a; 2008a; Evans y Elmore 2006).

Existen otras morfologías relacionadas con los framboides subesféricos que presentan muchas de las características de estos, por ejemplo, la presencia en su interior de microcristales del mismo tamaño y forma. En los próximos apartados se describen algunas de estas morfologías que, aunque no pueden clasificarse estrictamente como framboides, comparten propiedades y orígenes comunes. Entre ellos se encuentran: (Ver figura 1)

Framboides irregulares

En sedimentos naturales, especialmente en sedimentos actuales, es posible encontrar pirita formando masas irregulares de microcristales que presentan hábitos y tamaños idénticos, e incluso desarrollan cierta organización, similar a la que se puede encontrar en el interior de algunos framboides (Bertolin et al. 1995; Jiang et al. 2001; McKay y Longstaffe 2003).

Framboides en forma de girasol (Sunflower framboids)

Los framboides en forma de girasol son texturas constituidas por un núcleo framboidal y por cristales alargados dispuestos en forma radial alrededor del núcleo (Love y Brockley 1973; Ostwald y England 1977; Kosacz y Sawłowicz 1983; Brown y McClay 1998; England et al. 2002; Freitag et al. 2004). Los cristales exteriores pueden ser tanto de pirita como de marcasita y pueden crecer de manera continua desde los microcristales más externos del núcleo framboidal o de manera separada.

Asimismo, se han descrito granos esféricos de pirita con textura framboidal en el núcleo y masiva en la parte externa, con un posible origen secundario de esta última (Paktunc y Davé 2002; Merinero et al. 2005a; 2008a; Rowan y Roberts 2006; Dekov et al. 2007; Zielinski et al. 2007).

Racimos de framboides y poliframboides

El término poliframboide fue introducido por Love (1971) para describir agregados de numerosas unidades de framboides y otras morfologías asociadas (Massaad 1974; Stene 1979; Sawłowicz 1993; Ohfuji y Akai 2002; Roberts y Weaber 2005; Roberts et al. 2005; Merinero et al. 2005a; 2006b; 2008a; Wignall et al. 2005). Cuando estos agregados están formados por framboides de tamaño uniforme y empaquetado

denso se utiliza el término racimo o cluster (Böttcher y Lepland 2000; Taylor y Macquaker 2000; Paktunc y Davé 2002; Otero et al. 2005). El tamaño de los poliframboides y racimos de framboides es variable: desde unas pocas micras hasta varios milímetros. Los bordes pueden ser irregulares, estar modificados por los minerales de alrededor o adaptados a la forma del hueco que rellenan (por ejemplo, una concha de foraminífero, Love 1967; Merinero et al. 2005a; 2006b, 2008a).

Finalmente, a los grupos de numerosos framboides, con microcristales en los espacios entre ellos, se les ha denominado framboides velados (Passier et al. 1999), y se interpretan como estructuras de reemplazamiento en conchas de carbonato de microfósiles que han sido disueltas previamente.



Figura 1. Morfologías relacionadas con pirita framboidal. A. Framboides irregulares. B. Cluster de framboides con escala = $10 \mu m$. C. Framboides velados D. Cristales euhedrales junto a framboides E. Aureolas de oxidación alrededor de framboides de pirita. F. Framboides disuelto con crecimiento de pirita masiva en los intersticios. Fuente: Rosario Lunar Hernandez et al.

Cristales euhedrales

La presencia de cristales euhedrales con rangos de tamaños similares a los que presentan los framboides (Raiswell 1982; Passier et al. 1999; Taylor y Macquaker 2000), y de otras morfologías parecidas a framboides con desarrollo de caras y/o hábitos poligonales (Martínez-Frías et al. 1997; Merinero et al. 2005a; 2008a; Ohfuji y Rickard 2005), es bastante común en ambientes naturales con una más que posible relación genética con las morfologías framboidales (Sawłowicz 2000; Merinero 2005; Merinero et al 2008a) con las que coexisten en muchas ocasiones (Passier et al. 1999; Liagathi et al. 2005; Price y Pichler 2006).

Los framboides y los cristales euhedrales comparten un origen primario y muchas veces se forman de manera conjunta, posiblemente debido a variaciones en la velocidad de nucleación. Sin embargo, las morfologías masivas que acompañan a la pirita framboidal (agregados, recrecimientos, rellenos, etc.) se consideran texturas con un origen secundario (Wilkin et al. 1996).

1.10 Ambientes de formación de la pirita framboidal

La morfología más común de la pirita en ambientes sedimentarios es la framboidal, incluyendo sedimentos no consolidados recientes, tanto marinos como lacustres (Sweeney y Kaplan 1973; Perry y Pedersen 1993), columnas de agua anóxicas (Ross y Degens 1974; Muramoto et al. 1991; Wilkin y Barnes 1997; Suits y Wilkin 1998), incluso rocas sedimentarias antiguas del Arcaico (Hallbauer 1986). Los framboides de sulfuros son especialmente comunes en sedimentos anóxicos, donde la reducción bacteriana de sulfatos es muy activa y la cantidad disponible de metales, principalmente hierro, es suficiente para que precipiten los sulfuros. Sin embargo, la pirita framboidal también está presente en acuíferos arenosos someros, donde la velocidad de reducción bacteriana de sulfatos es tres órdenes de magnitud más baja que en ambientes marinos (Jakobsen y Postma 1999). También se encuentra pirita framboidal en sedimentos marinos bajo condiciones oxidantes, donde la reducción bacteriana de sulfatos a pequeños nichos (Jørgensen 1977).

El sulfuro más abundante en yacimientos minerales de carbones es la pirita con morfología framboidal (Weise y Fyfe 1986; Kostova et al. 2005; Hower et al. 2007). La asociación de pirita framboidal con restos fósiles de plantas es bastante común (García-Guinea et al. 1998; Bajpai et al. 2001; Grimes et al. 2002), incluso se han descrito framboides de pirita en el interior de libros antiguos (García-Guinea et al. 1997).

Es importante destacar la abundancia de pirita framboidal en residuos procedentes de explotaciones mineras, con gran cantidad de estudios sobre la oxidación de la misma en estas condiciones y sus repercusiones medioambientales (Velasco et al, 1998; Sánchez-España et al. 2005; Weber et al. 2004; 2006).

Además de los ambientes sedimentarios, la pirita framboidal es muy abundante en rocas asociadas a yacimientos hidrotermales (Kanehira y Bachinski 1967; Ostwald y England 1977; England y Ostwald 1993; Martínez-Frías et al. 1997; Agusto et al. 2004; Bölücek et al. 2004). También se ha descrito pirita con morfología framboidal en rocas volcánicas (Love y Amstutz 1969) y metamórficas (Schieber y Baird 2001; Boyle et al. 2003).

La textura framboidal es la más común en los sulfuros de hierro que precipitan de manera conjunta a los carbonatos autigénicos asociados a emisiones de metano (Orpin 1997; Stakes et al. 1999; Peckmann et al. 2001; Han et al. 2004; Mazzini et al. 2004; 2006; Kocherla et al. 2006; Merinero 2005; Merinero et al 2005a; 2006b; 2008a).

1.11 Ubicación geográfica

La Cuenca Occidental se encuentra situada en la parte noroccidental del país en lo que se conoce como Cuenca del Lago de Maracaibo, siendo ésta la de mayor historia de producción en Venezuela. Dentro de la misma al sureste, la comprenden los yacimientos del Eoceno B de las regiones de Lago y Tierra (Campos Moporo, Franquera, La Ceiba, San Lorenzo, Tomoporo Tradicional y Área 8 Norte) las cuales están en procesos de exploración y producción de hidrocarburos.Los campos Franquera, Moporo y La Ceiba (FRAMOLAC) están ubicados al sureste de la Cuenca del Lago de Maracaibo, comprende los yacimientos del Eoceno B de las regiones Lago y Tierra con una extensión areal de 620 Km² (Figura 2).

Los campos Franquera, Moporo y La Ceiba (FRAMOLAC) ubicados en tierra y adscritos a la División Sur Lago Trujillo, se encuentran situados entre el Estado Trujillo y el Estado Zulia de Venezuela, son campos en desarrollo cuyos datos oficiales indican un POES de 7.749 MMBNP, unas reservas recuperables de crudo liviano de 1.483 MMBNP, cuentan actualmente con 9 yacimientos en producción, 35 pozos activos, proporcionando un caudal de producción de aproximadamente 65.000 BNPD de crudo y 21 MMPCND de gas. El primer pozo perforado en estos campos de tierra se realizó en La Ceiba en el año 1998, y de allí en adelante se ha continuado con la perforación de pozos en estos campos, contando con un plan de explotación a 20 años.



Figura 2. Ubicación geográfica del área de FRAMOLAC. Fuente: PDVSA. (2013)

1.10.1 Descripción del Campo Franquera

El Campo Franquera se encuentra ubicado a 6 km en dirección Este Franco del parcelamientoTomoporo entre el Estado Zulia y Trujillo, referenciado con las siguientes coordenadas Nor-oeste X=276830 Y=1066994 y Sur-este X=288990 Y=1050949. Esta área cuenta con 17 pozos completados hasta el cierre de Abril-2013 y 3 en actividad de perforación. El pozo descubridor fue el FRA-1X, ubicado geográficamente en el parcelamiento Ciénaga del Carrillo al norte del Caño Carrillo y al sureste del parcelamiento Tomoporo, en el Municipio Baralt del Estado Zulia, a 3.2 Km al sureste del pozo TOM0001X, 5.2 Km. al noreste del pozo TOM0008 y 4.3 Km al noreste del TOM0019. Geológicamente, está situado en el bloque deprimido de la Falla Pasillo 1, la cual limita el área hacia el este con el Yacimiento Eoceno B-SUP VLG3729. El FRA-1X inició actividades de perforación el 24 de Junio del año 2004, cuando inició las operaciones de mudanza a la locación, como pozo exploratorio se propuso perforar para evaluar la prospectividad de las arenas de la Formación Paují (Arenas Basales) y Misoa (desde B-Superior hasta C-Superior) de edad Eoceno hasta el Grupo Cogollo de edad Cretácea; sin embargo, debido a problemas operacionales, el pozo no alcanzó la profundidad final estimada, llegando hasta una profundidad de 19090 pies, por lo cual únicamente se logró evaluar las arenas de edad Eoceno, descubriendo tres (03) nuevos vacimientos, B-4 FRA0001, B-3 FRA0001 y B-1 FRA0001, Unidades Informales "B-1", "B-3" y "B-4" de la Formación Misoa.

Con el fin de delimitar los yacimientos descubiertos por el pozo FRA-1X, el 5 de Noviembre del 2007 comenzaron las actividades para la perforación del pozo delineador FRA-2X, el mismo se encuentra ubicado geográficamente en la región sur oriental del Lago de Maracaibo en los predios del Parcelamiento Buyai, al sureste de los Parcelamientos Ciénaga del Carrillo, al sur del Caño Carrillo y al sureste del ParcelamientoTomoporo, al oeste del Pueblo 3 de Febrero, del Estado Trujillo en el Municipio la Ceiba. Este pozo probó la continuidad de los yacimientos B-4 FRA0001, B-3 FRA0001 y B-1 FRA0001, e incorporó nuevas reservas, aprobando oficialmente la incorporación de nuevas reservas, con un POES de 1027 MMBN, 87 MMBN y 498.7 MMBN, con reservas recuperables en el orden de 83000MBN (FR/8.1), 8600 MBN (FR/9.9) y 62300 MBN (FR/12.5), para las unidadesinformales "B-1", "B-3" y "B-4", respectivamente. Ver figura 3.

Actualmente el campo Franquera tiene dos yacimientos activos, el B-1 FRA0001 y B-4 FRA0001. La tabla 1 muestra los datos oficiales de ambos yacimientos.

Campo	Franquera
Yacimiento	B-1 FRA0001 y B-4 FRA0001
Gravedad °API	22
Formación	Misoa
Porosidad	16% (B-1) y 10-12% (B2)
Permeabilidad	100-600 mD (B-1) y 15-85 mD (B-4)
Reservas probadas (crudo)	1581,85 MMBLS
Reservas recuperables	151,9 MMBLS
Reservas probadas (gas)	214,6 MMMPC
Reservas recuperables	20,2 MMMPC
Factor de recobro	8,1 - 12,5% (crudo y gas)
Presión original	7300 lpc
Presión de burbujeo	1500 lpc
Pozos TIPO	Verticales y desviados
Tipo de completación	Flujo natural (PTN)

Tabla 1. Datos oficiales de los yacimientos del campo Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.



Figura 3. Ubicación geográfica del Campo Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)

1.10.1.1 Área del Campo Franquera.

El Campo Franquera se encuentra integrado por 3 Yacimientos oficiales; B-1 FRA0001, B-3 FRA0001 y B-4 FRA0001. Los mismos abarcan una extensión de mas de 8500 acres con un total de 17 pozos terminados hasta ahora y 3 pozos en fase de perforación. El Campo vio un incremento sustancial en su producción diaria de petróleo durante el año 2012, pasando de 10 MBPPD a casi 35 MBPPD, debido básicamente al aporte de nuevos pozos perforados. Ver figura 4.

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.



Figura 4. Datos básicos y parámetros de producción del campo Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)

El método de producción predominante en el Campo Franquera es por levantamiento artificial, utilizando en muchos casos bombeo electro sumergible (BES) requerido para cubrir la deficiencia de energía dentro de la boca del pozo para levantar la columna de petróleo debido principalmente a las altas profundidades de los yacimientos (entre 15.000 a 19.100 pies).

Los yacimientos presentan características volumétricas que envuelven un total de 189 MMBN de reservas recuperables, distribuidas mayoritariamente en las unidades de B-1 y B-4 del miembro B-Superior; para un total de 171 MMBN de reservas remanentes aun disponibles en el Campo Franquera.

1.10.2 Área del Campo Moporo.

Comprende tanto el área del lago (Moporo Lago) como de tierra (Moporo Tierra) ubicado hacia el este de la Falla de Pueblo Viejo, cuyo yacimiento es el B4 VLG3729, Formación Misoa de edad eoceno medio, situado al sureste del Campo Ceuta. Al igual que muchos yacimientos del Eoceno de la Formación Misoa en la Cuenca de Maracaibo, constituye uno de los reservorios más productivos para la corporación (Chacín *et al.,* 2012).

1.10.3 Área de la Ceiba.

Se encuentra ubicado en el área de tierra, en la costa este del Lago de Maracaibo, Municipio La Ceiba, Estado Trujillo. Limita con el Campo Moporo al oeste, extendiéndose hasta el límite sur de los Campos Barúa y Motatán por el norte, llegando hasta el flanco andino en su límite sur, dando una superficie total de 1081,62 Km². Geológicamente los yacimientos del Campo La Ceiba se encuentran en trampas estructurales con acumulaciones probadas y estimadas principalmente en las estructuras de pliegues de inversión de las fallas de orientación NNE-SSO, interactuando con un sistema de fallas transcurrentes en dirección aproximada E-O, paralelas al sistema de fallas de rumbo del yacimiento vecino al norte (B4 VLG3729) (Chacín *et al.*, 2012).

1.10.4 Aspectos Geológicos del Campo Franquera.

El estudio Integrado Fase II del campo Franquera, se está realizando en conjunto con los campos vecinos Moporo y la Ceiba; a fin de construir un modelo geológico integrado semiregional del área Framolac. El estudio contempla realizar el modelo estático de yacimientos para las unidades de edad Eoceno pertenecientes a las formaciones Misoa y Paují, desde B1 hasta B6, y a los sedimentos suprayacentes de las arenas Basales de Paují (arenas A-9 y A-10). Ver figura 5.



Figura 5. Columna estratigráfica del área Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)

1.10.5 Descripción litológica macroscópica Campo Franquera

Las descripciones litológicas del Campo Franquera se describen a continuación:

Formación Misoa (Arenas B1)

15653' - 16202'6": Este cuerpo arenoso consiste de areniscas de color gris claro a oscuro, compactas, cuarzosas, de grano medio a fino en partes muy finos, limosas con bioturbaciones, en parte lutíticas de color gris a gris oscuro, se observan algunas muestras con granos medio a grueso, generalmente micáceas y carbonáceas.

Formación Misoa (Arenas B4)

15653' - 16202'6": Esta consiste en areniscas de color gris claro a oscuro, bien estratificadas a macizas, cuarzosas, de grano medio a fino en partes muy finos, limosas con bioturbaciones lutíticas de color gris medio a oscuro, son generalmente micáceas y carbonáceas.

1.12 Características geólogo-tectónicas

1.12.1 Estratigrafía del área de Moporo y Franquera

La secuencia estratigráfica que se perfora en el área de Moporo y Franquera, está constituida de lo más reciente (tope) a lo más antiguo (base) por las siguientes formaciones (figura 6):

Formación El Milagro (Plioceno Tardío-Pleistoceno): Arenas friables, finas a gruesas, limos micáceos, interestratificados con arcillas arenosas y lentes lateríticos bien cementados. Estos sedimentos son de aguas dulces y llanas de carácter fluvial y paludal, que se depositaron sobre un amplio plano costanero de poco relieve, y estuvieron expuestos a la meteorización y anegamiento por lo menos tres veces durante el Cuaternario.

Formación Onia (Plioceno Tardío-Pleistoceno): Areniscas y limolitas de grano grueso a fino, arcillosas, micáceas y friables, localmente con capas calcáreas. El contacto superior es transicional y ocasionalmente interdigitado con la formación El Milagro (suprayacente). La formación Onia es una de varias formaciones no marinas en la Cuenca de Maracaibo (tal como la formación El Milagro) y de probable correlación lateral con el flanco norandino por medio de las formaciones Carvajal y Necesidad. Existen dudas sobre sus correlaciones a través de la cuenca.

Formación La Puerta (Mioceno Tardío): Está compuesta por argilitas abigarradas, limolitas, areniscas macizas y friables. La unidad contiene intercalaciones marinas de menor espesor y está subdividida en tres miembros denominados en secuencia ascendente Poro, Playa y Timoteo. El Miembro Timoteo es el más superior y su contacto es concordante con la formación Onia (suprayacente). El Miembro Playa es

el intermedio de la formación La Puerta y se caracteriza por su predominio de areniscas que lo distinguen de la litología fundamentalmente arcillosa de los miembros adyacentes (Poro y Timoteo). El Miembro Poro es el más inferior y posee grandes desarrollos de capas de arcilla y menos proporción de areniscas. En general, la formación La Puerta correlaciona en su parte media y tope (miembros Playa y Timoteo) con la formación Isnotú en el Flanco Norte de Los Andes.

Formación Lagunillas (Mioceno Medio): En el campo Bachaquero la formación Lagunillas está subdividida en tres miembros, que de base a tope son: Lagunillas Inferior, Laguna y Bachaquero. El Miembro Bachaquero es el superior y está formado por areniscas arcillosas potentes y su contacto es de carácter concordante con el Miembro Poro de la formación La Puerta. El Miembro Laguna es el intermedio de la formación Lagunillas y consiste en alternancias de areniscas bioturbadas correspondiente a canales de marea o estuarinos junto a lutitas fosilíferas depositadas en ambientes marinos de plataforma de aguas someras a medias. El Miembro Lagunillas Inferior, constituye el intervalo basal de la formación Lagunillas y representa la evolución de un sistema deltáico destacándose hacia su base los depósitos más antiguos correspondientes a canales fluviales (rellenos de paleovalles); progresivamente Lagunillas Inferior-Laguna es concordante y transicional. La formación Lagunillas es equivalente lateral de la formación Isnotú en el Flanco Norte de Los Andes.

Formación La Rosa (Mioceno Temprano): Constituida principalmente por sedimentos marinos (predominantemente lutíticos), ha sido subdividida en dos miembros que en orden ascendente son Santa Bárbara y Lutitas de la Rosa (Informal). El miembro Lutitas de La Rosa está constituido primordialmente por lutitas grises marinas, mientras que el miembro Santa Bárbara, está conformado por areniscas arcillosas poco consolidadas.

Formación Paují (Eoceno Medio): Esta formación es infrayacente en forma discordante a la Formación La Rosa. Se encuentra constituida de una espesa secuencia de lutitas, claramente diferenciable de las areniscas de la formación Misoa infrayacente. Las lutitas típicas tienen color gris medio a oscuro y son macizas a
físiles y concrecionarias. Frecuentemente exhiben fractura concoidal. Hacia la base de esta formación existe el desarrollo de unas capas de areniscas glauconíticas.

Formación Misoa (Eoceno Temprano): En contacto concordante a la formación Paují se encuentra la formación Misoa. A grandes rasgos, está constituida por areniscas, limolitas y lutitas intercaladas. Las areniscas presentan tamaño de grano variado, pero en general, son de grano fino y gradan a limolitas; son duras, micáceas y carbonáceas. Esta localización se perforó hasta la sub-unidad B-1 de la formación Misoa.



Figura 6. Columna estratigráfica generalizada del Campo Ceuta-Tomoporo. Fuente: PDVSA. (2013)

1.12.2 Estratigrafía regional campo La Ceiba

La secuencia estratigráfica en el campo La Ceiba está constituida de base a tope como se describe a continuación (ver figura 7):

La secuencia se inicia con la formación Colón, de edad Cretácico, la cual está integrada por lutitas microfosilíferas de color gris oscuro a negras, posteriormente se depositaron en forma discordante la formación Misoa durante el Eoceno, formada por la intercalación de areniscas y lutitas. Suprayacente a esta, se encuentra en forma discordante los sedimentos de la formación Palmar, correspondientes a intercalaciones de areniscas y argilitas. Posteriormente se depositaron los sedimentos de la formación Isnotú durante el Mioceno, conformados predominantemente por arcillas e intercalaciones de areniscas. Sobre estas formaciones del Mioceno se sedimentaron en forma concordante la formación Betijoque de edad Mio-Plioceno, conformados por conglomerados macizos, arcillas macizas y areniscas poco consolidadas. En forma concordante la cuenca se terminó de rellenar con sedimentos de la formación Carvajal de edad reciente, que consiste de arenas y gravas macizas mal cementadas.

La formación Misoa corresponde a la unidad estratigráfica prospectiva en el área y está dividida operacionalmente en los miembros informales denominados "Arenas B" y "Arenas C". La sección superior de la formación Misoa la integran las "Arenas B" clasificadas en B-Superior (B-1 a B-5) y B-Inferior (B-6 y B-7); mientras que la sección inferior la constituyen las "Arenas C", divididas a su vez en C-Superior (C1-C3) y C-Inferior (C4-C6).

Como se mencionó anteriormente, la formación Misoa en el Campo La Ceiba se encuentra erosionada hacia el tope producto de la Discordancia del Eoceno, encontrándose que hacia el norte (Pozo CEI-6X), la Unidad B-1 y parte de B-2 fueron removidas, mientras que hacia el sur (Pozo CEI-3X), la erosión fue mayor, alcanzando incluso hacia la base de la Unidad B-4.

Las Unidades B-4 y B-6, son las más prospectivas en el área. Las mismas están separadas verticalmente por una lutita regional (Unidad B-5), de un espesor menor de 500 pies, que separa hidráulicamente las zonas de B Inferior y B Superior.



Figura 7. Columna Estratigráfica Campo La Ceiba. Fuente: PDVSA. (2013)

1.12.3 Geología estructural campo Franquera

Estructuralmente, el campo Franquera está constituido por un monoclinal contra la falla normal VLG-3729, la cual fue parcialmente invertida durante el Eoceno Medio y Mioceno, de rumbo NO-SE con un buzamiento suave de 3º a 5º hacia el sur. Las fallas que lo cruzan son normales y desplazamientos que varían entre 50 y 200 pies. Las fallas principales tienen una dirección preferencial N-S.

Esta estructura está delimitada hacia el norte por la Falla VLG-3729 de dirección general O-E y buzamiento al norte, originalmente de tipo normal, la cual fue parcialmente invertida durante el Eoceno Medio y Mioceno, alcanzando saltos verticales entre 50 y 200 pies a nivel del Terciario. Debido al aumento de espesor de los niveles más profundos, el salto inverso solo se observa en los niveles someros, (Paují, Tope de Misoa), mientras que en los niveles subyacentes, el salto es aparentemente normal, aunque el último movimiento de la falla haya sido inverso. El límite oeste lo constituye la falla normal denominada Pasillo 1, que buza hacia el este y tiene una dirección preferencial NNO-SSE, la cual se profundiza hasta el

Paleoceno y presenta saltos verticales de hasta 400 pies. Hacia el este, el límite está definido por una falla normal con buzamiento hacia el este, que se denomina Falla TOM-1, la cual presenta un salto vertical de hasta 600 pies.

Hacia el sur la estructura monoclinal es cortada preferencialmente en dirección oeste-este por la falla VLG-3783, con buzamiento al norte y de componente normal, posee saltos verticales que alcanzan los 300 pies aproximadamente. El pozo FRA-0003 estructuralmente a nivel del Eoceno (Unidades B-1 y B-4), está ubicada al oeste del bloque homoclinal fallado, el cual a este nivel presenta suaves buzamientos (3-5°).

Este bloque monoclinal está delimitado por las fallas principales que enmarca el Campo Franquera y presenta además cortes transversales de fallas secundarias normales e inversas de dirección preferencial NNO-SSE, con saltos que oscilan entre 100-150 pies, relacionadas con la extensión del margen de la cuenca durante el Eoceno y con los eventos de compresión de la cuenca durante el Mioceno (Figura 8).



Figura 8. Marco Estructural Franquera. Fuente: PDVSA. (2013)

1.12.4 Geología estructural campo Moporo

El yacimiento "B Sup VLG-3729" ha sido dividido estructuralmente en seis regiones, delimitadas por fallas claramente definidas a partir de los levantamientos sísmicos del área. Cada región presenta rasgos estructurales que las diferencian entre sí, tal como se describen a continuación:

Los bloques estructurales correspondientes a las regiones 1 y 3, en rasgos generales están conformados por un homoclinal de rumbo ENE-OSO y un buzamiento aproximado de 3 a 7° hacia el sur-sureste, aunque hacia el oeste de ambos bloques estructurales, se observa un cambio en el buzamiento hacia el suroeste, producto de los esfuerzos compresivos contra la falla mayor del yacimiento (Falla VLG-3686).

La región 2, está conformada por un homoclinal de rumbo NE-SO, con un buzamiento promedio de 4° al noroeste. La región 4, corresponde a un anticlinal con eje en dirección SO-NE, cuyos flancos poseen un buzamiento entre 5 y 10° hacia el NO, SO y SE. La región 5, está conformada por un anticlinal, cuyo eje se orienta en dirección N-S y un buzamiento entre 3 y 5° al sureste. La región 6 está representada por un homoclinal de rumbo O-E y buzamientos entre 3 y 5° al sur. El yacimiento "B Superior VLG-3729", está limitado como se describe a continuación:

Al norte, por la falla normal VLG-3729 de dirección preferencial O-E y buzamiento hacia el norte, la cual separa el área 8 sur del Área 8 Norte, hacia el sur en las regiones 3 y 5, el yacimiento está limitado por un C.A.P. @ -17150' b.n.l., mientras que en la región 6 el límite lo constituye el C.A.P. @ -17270' b.n.l., Al oeste está limitado por la falla inversa VLG-3686 de dirección NO-SE y buzamiento hacia el noreste, la cual separa el área 8 sur del área 2 sur mientras que al este el límite lo constituye la falla normal pasillo 1, de dirección N-S y buzamiento al este (Figura 9).



Figura 9. Marco Estructural Yacimiento B-Superior VLG-3729. Fuente: PDVSA. (2013)

1.12.5 Geología estructural campo La Ceiba

El área La Ceiba está localizada entre dos estructuras de carácter regional (ambas de comportamiento transgresivo), al oeste por la Falla de Pueblo Viejo en dirección NNO-SSE, y al este por los sistemas de fallas del Alto de Barúa, con rumbo N-S.

Localmente, el área La Ceiba está cortada por dos sistemas de fallas, un sistema de fallas normales NO-SE, relacionadas con la extensión del margen de la cuenca durante el Eoceno y un sistema de fallas inversas E-O, relacionadas con los eventos de compresión de la cuenca durante el Mioceno y la consiguiente subsidencia.

El área presenta una alta continuidad, con acumulaciones probadas y estimadas principalmente en las estructuras de pliegues de inversión de las fallas tipo pasillo, propiciados en un sistema de fallas transcurrentes en dirección aproximada E-O

paralelas al sistema de fallas VLG-3729, VLG-3783 y Ceiba 5; intersectado, a su vez, por el sistema de fallas normales de dirección noreste-sureste de edad Eoceno y el sistema de fallas inversas de edad Mioceno, de dirección NE-SO, creando un grupo de bloques o compartimentos que entrampan el hidrocarburo al nivel de las Arenas B Inferior y Arenas B Superior de la formación Misoa.

Se estima que la inversión del sistema de fallas ocurrió durante el período del Eoceno hasta el Mioceno, después de la depositación de las arenas B de la formación Misoa, de edad Eoceno Superior (figuras 10 y 11).



Figura 10. Mapa Estructural de los Yacimientos MISB6 CEI0003, MISB6 CEI0001 y MISB6 CEI0004. Fuente: PDVSA. (2013)



Figura 11. Mapa Estructural de los Yacimientos MISB6 CEI0005 y MISB6 CEI0006. Fuente: PDVSA. (2013)

1.13 Conclusiones

Después de analizar el estado del arte de las diferentes morfología de la pirita y las investigaciones que han tributado al conocimiento de la geoquímica de los yacimientos de petróleo, se caracterizaron los yacimientos del Eoceno B Superior de las regiones Franquera, Moporo y La Ceiba, en cuanto a la geología del área en que se encuentran emplazados.

Estratigráficamente el área correspondiente a los campos Franquera y Moporo está representada por secuencias terrígenas: areniscas, arcillas, lutitas y argilitas y en ocasiones material calcáreo, que van desde el Eoceno Temprano hasta el Plioceno Tardío-Pleistoceno.

El campo La Ceiba está conformado estratigráficamente por unidades cretácicas como la formación Colón, formada por lutitas microfosilíferas y en su tope, la formación Carvajal de edad reciente, constituida por arenas y gravas.

Estructuralmente los tres campos muestran como rasgo común la presencia de fallas normales de dirección noroeste-sureste, aun cuando presentan algunos rasgos tectónicos específicos.

CAPÍTULO II. MARCO METODOLÓGICO

2.1 Introducción

El marco metodológico es la sección del trabajo que expone la manera de realizar el estudio. La investigación científica requiere que estos sistemas; así como también, las relaciones existentes entre estos, los resultados obtenidos y las evidencias vinculadas con el problema propuesto, reúnan las condiciones de fiabilidad, objetividad y validez interna, para lo cual es necesario delimitar los procedimientos de orden metodológico, con el propósito de dar respuestas a las interrogantes objeto de estudio. Según Balestrini (2001), el marco metodológico de la investigación es:

"La instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas, y protocolos con los cuales una Teoría y su Método calculan las magnitudes de lo real. De allí pues, se deberán plantear el conjunto de operaciones técnicas que se incorporarán en el despliegue de la investigación en el proceso dela obtención de los datos." (p. 126).

En atención a lo anteriormente expuesto, para alcanzar los objetivos delimitados al inicio de la investigación, fueron implementados diversos procedimientos tecnooperacionales de laboratorio para recopilar los datos relacionados al estudio, con la intención de alcanzar el objetivo general del proyecto, Caracterización Geoquímica y Mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela. Desde este punto de vista, son desarrollados importantes aspectos relacionados al tipo de estudio y el diseño de la investigación, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

2.2 Tipo de investigación

Son variados los conceptos y clasificaciones que sobre la investigación científica existen. La investigación es un proceso, una fase, es una forma operativa en la búsqueda de respuestas y soluciones a una problemática. Para resolver un problema desde el punto de vista científico, es conveniente ubicarse en un tipo de investigación, a fin de seleccionar métodos adecuados y procedimientos específicos de trabajo. Según Tamayo (2004), existen tres tipos de investigaciones: la histórica,

la descriptiva y la experimental, siendo la investigación experimental la que "se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular." (p. 47).

Conforme a la conceptualización anterior y a los objetivos propuestos, el tipo de investigación es considerada experimental, ya que la misma está orientada a la caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo del Distrito Lago Sur Trujillo, Occidente de Venezuela, a través de la manipulación de variables bajo condiciones controladas que permiten la obtención de resultados, con la finalidad de dar respuesta a dichos objetivos.

2.3 Nivel de la investigación

Según Arias (1999) el nivel de investigación "se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno. Aquí se indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa". Basado en estos tres tipos de niveles, la investigación es explicativa debido a que "se encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto" (Arias, 1999).

2.4 Diseño de la investigación

En relación a la investigación experimental, existen diversos tipos de diseños.

Según Balestrini (2001): Un diseño de la investigación se define como el plan global de la investigación que se integra de un modo coherente y adecuadamente correcto, técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos, el diseño de una investigación intenta dar de una manera clara y no ambigua respuestas a las preguntas planteadas en la misma. (p. 131).

De acuerdo a la definición de Balestrini (2001), la investigación es de diseño experimental de laboratorio, pues no solo permite observar, sino recolectar los datos directamente de la realidad objeto de estudio para posteriormente analizar e interpretar los resultados de estas indagaciones en un laboratorio experimental, con el propósito de establecer una relación causa-efecto entre las variables consideradas en la investigación.

2.5 Diseño Experimental

En los laboratorios de PDVSA-INTEVEP, las muestras de núcleo de las secuencias del vacimiento Eoceno B Superior de la formación Misoa fueron sometidas a diferentes análisis geoquímicos. Los resultados obtenidos a través de los estudios de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) con EDX (Energy Dispersive X-ray spectroscopy), Difracción de rayos X (DRX) y porcentaje del azufre (S) determinado con el analizador elemental LECO, permitieron evaluar las muestras de núcleo generando una caracterización geoguímica y mineralógica de los pozos del campo Franquera y Moporo. Para ello, es necesario realizar el siguiente procedimiento experimental, el cual está dividido en dos fases: la primera fase referida a la recolección de las muestras de núcleos, para determinar, indagar la morfología de la pirita a través de los estudios de MEB con EDX, DRX y el porcentaje de azufre de las muestras de núcleo determinado con el analizador elemental LECO, donde se llevó a cabo una selección de las profundidades de corte de las muestras, la cual se realizó en la nucleoteca La Concepción, con la ayuda de los especialistas de corte de núcleos, tomando como base los aspectos texturales, mineralogía detrítica y autigénica de las muestras de los pozos VLG-3863, VLG-3873, VLG-3890 y VLG-3891, los pozos FRA-08, TOM-09ST y TOM-25 del estudio de Cantillo (2013) el cual generó un registro mineralógico de todos los pozos que hasta la fecha presentaban análisis de Difracción de Rayos X (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB). Luego, la segunda fase, relacionada con la metodología correspondiente a los estudios mineralógicos, tales como difracción de rayos X (DRX), microscopía electrónica de barrido (MEB) con EDX con la finalidad de identificar la presencia de pirita (FeS₂), su morfología y estudiar las características texturales de la pirita.

2.6 Métodos y procesamiento

2.6.1 Selección y corte de muestras de núcleo

La selección de las profundidades y corte de las muestras fue realizado tomando como base los aspectos texturales y Mineralogía detrital y autigénica de las muestras de los pozos VLG-3863, VLG-3873, VLG-3890 y VLG-3891 que contienen presencia de pirita y los pozos FRA-08, TOM-09ST y TOM-25 del estudio de Cantillo (2013) que generó un registro mineralógico de todos los pozos que hasta la

fecha presentaban análisis de Difracción de Rayos X (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB).

2.6.2 Toma de muestras de núcleo

Se recolectaron muestras de núcleo de los pozos: VLG-3863, VLG-3873, VLG-3890, VLG-3891, FRA-08, TOM-25 y TOM-09ST. Estas muestras fueron recolectadas en la nucleoteca de La Concepción, ubicada en el Estado Zulia. En la figura 12 se muestran lo la ubicación de los pozos donde se tomaron las muestras de núcleos y en la tabla 2 las muestras son relacionadas según la profundidad en que fueron tomadas.



Figura 12. Ubicación de los pozos seleccionados para toma de muestra de núcleo. Fuente: PDVSA (2013).

N° Muestra	Nombre de la Muestra	Unidad Estratigráfica	Profundidad Núcleo (Pies)
1	VLG-3863	B-4.2	16271'4''
2	VLG-3863	B-4.8	16584'3''
3	VLG-3873	B- 4.2	15905'6''
4	VLG-3873	B- 4.7	16164'
5	VLG-3873	B- 4.8	16191'8''
6	VLG-3890	B- 1.2	16019'9''
7	VLG-3890	B- 1.3	16086'
8	VLG-3890	B- 1.6	16287'

Tabla 2. Muestras seleccionadas	de las muestras de núcleo
---------------------------------	---------------------------

9	VLG-3891	B-1.3	14755 7"
10	VLG-3891	B- 1.4	14824'7''
11	FRA-08		17082'3''
12	FRA-08		17149'8''
13	TOM-09ST		16982'11"
14	TOM-09ST		17506'1''
15	TOM-25	B4	16549'9''
16	TOM-25	B4	16607'
17	TOM-25	B4	16661'2"

2.6.3 Extracción con equipo Soxhlet

La extracción Soxhlet realizada a las muestras de núcleo del yacimiento Eoceno "B" Superior, se realizó mediante extracción por reflujo Soxhlet, empleando el método EPA 3540C (1996a), es un procedimiento para la extracción de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles de sólidos tales como suelos, lodos, desechos y núcleos, este método de extracción asegura el contacto íntimo de la matriz de la muestra con el disolvente (Diclorometano)

Metodología Extracción Soxhlet

La extracción Soxhlet se fundamenta en las siguientes etapas:

- La operación comienza por la preparación de la muestra, La muestra con frecuencia debe ser dividida en fragmentos de mayor o menor tamaño. Luego la muestra se carga al cartucho de extracción.
- Colocación del solvente en un balón.
- Ebullición del solvente (Diclorometano) que se evapora hasta un condensador a reflujo
- El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior.
- Ascenso del nivel del solvente cubriendo el cartucho hasta un punto en que se produce el reflujo que vuelve el solvente con el material extraído al balón.

 Se vuelve a producir este proceso la cantidad de veces necesaria para que la muestra quede agotada. Lo extraído se va concentrando en el balón del solvente (diclorometano).

2.6.4 Técnicas geoquímicas de roca total

Microscopía Electrónica de Barrido con Energía Dispersiva de Rayos X (Energy dispersive X-Ray spectroscopy).

Para la determinación de la morfología de la pirita por medio de microscopia electrónica de barrido (SEM) con EDX, se seleccionaron diecinueve (17) muestras tomadas de los núcleos de los pozos VLG-3863, VLG-3873, VLG-3890, VLG-3891, FRA-08, TOM-09ST y TOM-25, pertenecientes a la Formación Misoa arenas "B" Superior, con el propósito de identificar a detalle la morfología de la pirita y los eventos diagenéticos relevantes, que influyen en la calidad de la roca.

De las diecinueve (17) muestras seleccionadas, ocho (8) corresponden a la arena B-4, y cinco (5) a la arena B-1 según nomenclatura proporcionada por EEII de PDVSA, de las cuales tres (3) muestras corresponden a sublitorenitas, cuatro (4) a arenitas cuarzosas, una (1) a arenisca calcárea, una (1) a arenisca carbonática, dos (2) Areniscas y una (1) a arenisca sideritizada.

Procedimiento analítico: Para el estudio de Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) con EDX, las muestras fueron partidas para generar superficies frescas, seleccionando la cara de la arena a estudiar donde se observe posible presencia de pirita, azufre elemental y tipos de sulfuros de interés. Cada muestra de núcleo fue montada en un soporte de aluminio, fijada con una pega conductiva de plata con la finalidad de que la muestra no se cargue de electrones

Las fotomicrografías de SEM son imágenes digitales de electrones secundarios tomadas con una cámara anexa a un microscopio electrónico de barrido que opera a 20kv. Las mismas se realizaron tomando una a baja magnificación de 120 aumentos, con la finalidad de observar de manera general la textura y morfología de la pirita y de la roca en general, e identificar el litotipo. Una última toma a alta magnificación permite detallar morfológicamente los minerales neoformados y su cristalización típica bien definida, si está presente.

La evaluación de los datos cualitativos elementales se realizó en la fotografía de alta magnificación, mediante la Espectroscopia de Rayos X. El proceso de metalización de las muestras para lograr una mejor conductividad de los electrones, incide en una mejor calidad de las imágenes.

Difracción de Rayos X.

La mineralogía se determinó mediante difracción de rayos X (DRX) usando el método del polvo cristalino. El equipo empleado fue un difractómetro con radiación CuKα (*Philips* PW-1830). Las muestras se molieron en mortero de ágata (figura 13) hasta que la muestra fue totalmente pulverizada Las condiciones de medida son:

Voltaje	40 Kv
Intensidad	20 mA
Intervalo de barrido (2 Θ)	3 - 80°
Velocidad de barrido	Dos grados por minuto



Figura 13. Pulverización de la muestra de núcleo

La mineralogía de una muestra de núcleo puede ser determinada por difracción de rayos X con el montaje de muestras pulverizadas orientadas al azar. La orientación aleatoria asegura que la incidencia de los rayos X tenga la misma oportunidad de difracción en cualquiera de las caras de la red cristalina de los minerales en la muestra. El uso de una prensa para hacer montajes de muestras pulverizadas orientadas aleatoriamente es indeseable debido a una fuerza excesiva que podría causar una orientación preferencial de los cristales. Aunque alguna orientación es inevitable (minerales laminares tienden hacia alguna orientación preferencial), el método descrito a continuación es suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

Las muestras son comúnmente secadas a 60 °C antes de la preparación y montaje de muestras pulverizadas orientadas aleatoriamente. Las muestras pulverizadas son típicamente radiografiadas entre los ángulos de 2 y 80°, el grado de 2 θ (theta) utilizando radiación (CuK_a) a una velocidad de escaneo de 2 grados por minuto.

2.6.5 Analizador elemental LECO

El contenido de azufre total de las muestras de núcleo se determinaron a través del analizador elemental LECO. El principio de operación del analizador elemental se basa en la combustión completa de la muestra, en condiciones de 950°C, los compuestos resultantes de la combustión son transportados con ayuda de un gas de arrastre (He) a través del analizador elemental, donde se van separando a través de un sistema de trampas y finalmente se van registrando las señales por medio de detectores específicos para cada elemento. Las señales emitidas por el carbono, hidrógeno y azufre son registrados por un detector infrarrojo a una determinada longitud de onda (nm). El procesamiento de la señal es realizado a través de un software del equipo. Según el equipo utilizado, son medidos teniendo en consideración el peso de la muestra y los datos proporcionados por una muestra patrón obteniéndose de este modo el contenido porcentual de cada elemento en la muestra. Ver figura 14.



Figura 14. Fundamentos Físico-Químicos C,H,N y S (LECO)

2.7 Conclusiones

Los métodos de investigación expuestos formaron parte de la investigación y fueron aplicados para caracterizar la mineralogía de la muestra del núcleo para poder identificar la morfología y textura de los diferentes tipos de pirita en las Arenas B del yacimiento Eoceno B Superior.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Introducción

A partir de los métodos empleados en la determinación de la cantidad de pirita presente a través del analizador experimental y las características mineralógicas de las muestras del núcleo del yacimiento se procede en este capítulo a analizar los resultados obtenidos.

3.2 Morfología y textura de la pirita en las muestras de núcleo

La Pirita diagenética en las lutitas y en las arenas "B" Superior de la formación Misoa en el Distrito Lago Sur Truljillo, presentan dos morfologías diferentes: pirita framboidal, comúnmente asociado con la materia orgánica (bitumen y kerógeno), y la pirita euhedral, asociado con granulos de arcilla detrítico. Estas dos morfologías son únicas. La pirita framboidal está presente en lutitas ricas en arcilla y algunas lutitas ricas en limo. La Pirita euhedral está presente en lutitas ricas en limo y arenas. El control sobre la morfología de la pirita fue probablemente la cantidad y la reactividad de la materia orgánica dentro de los sedimentos depositados. Las lutitas contienen materia orgánica menos reactiva debido a la dilución clástica y depositación en ambientes someros con aguas profundas ricas en oxígeno (O₂).

Se ha argumentado que la pirita euhedral precipita a partir del agua intersticial sobresaturada con respecto a la pirita pero subsaturada con respecto a monosulfuros de hierro (Goldhaber y Kaplan, 1974; Raiswell, 1982; Wang y Morse, 1996; Rickard, 1997). En contraste, la pirita framboidal se cree comúnmente haber precipitado, a través de intermediarios de monosulfuros de hierro, a partir del agua intersticial sobresaturada con respecto a la pirita y monosulfuros de hierro (Sweeney y Kaplan, 1973; Morse et al, 1987; Roberts y Turner, 1993).

Un control clave en la formación de pirita es la cantidad y la reactividad de la materia orgánica en el sedimento, que controla la tasa a la que el sulfuro es producido por las bacterias reductoras de sulfato (Berner, 1970; Westrich y Berner, 1984). La naturaleza y el estilo de la formación de pirita dependen de si las aguas intersticiales están dominadas por Fe²⁺ o sulfuro (Canfield y Raiswell, 1991; Raiswell, 1997).

3.3 Contenidos de pirita en las muestras de núcleo

A partir del analizador elemental LECO se determinó el contenido porcentual de azufre total de las muestras de núcleo, a partir de ese valor se determinó el valor porcentual de pirita. Esta correlación directa entre concentración de azufre y pirita se ha realizado a partir de los resultados de la difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido, donde se corroboró que el mineral con contenido de azufre predominante es la pirita. Los resultados de estas determinaciones se recogen en la tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje de pirita (FeS₂) a partir del contenido de azufre total de la muestra de núcleo,

Muestra	Unidad Estrati- gráfica	Profundidad Núcleo (Pies)	Peso (mg)	S %	FeS₂ %	Clasificación de la Roca según Pettijohn (1987)
VLG-3863	B-4.2	16271'4"	2,608	0,190	0,355	Arenita Cuarzosa
VLG-3863	B-4.8	16584 3"	4,290	0,320	0,599	Arenita Cuarzosa
VLG-3863	B-4.8	16584 3"	3,300	0,398	0,745	Arenita Cuarzosa
VLG-3873	B- 4.2	15905'6"	2,348	0,510	0,954	Sublitarenita
VLG-3873	B- 4.2	15905 6"	3,010	0,595	1,113	Sublitarenita
VLG-3873	B- 4.2	15905 6"	3,822	0,501	0,937	Sublitarenita
VLG-3873	B- 4.7	16164'	2,496	0,330	0,617	Arenita cuarzosa
VLG-3873	B- 4.7	16164	1,183	0,435	0,814	Arenita cuarzosa
VLG-3873	B- 4.7	16164	3,555	0,562	1,051	Arenita cuarzosa
VLG-3873	B- 4.8	16191 8"	3,741	0,091	0,170	Arenita cuarzosa
VLG-3873	B- 4.8	16191 8"	3,690	0,110	0,206	Arenita cuarzosa
VLG-3890	B- 1.2	16019'9''	2,846	0,521	0,975	Arenisca Calcárea
VLG-3890	B- 1.2	16019 9"	2,996	0,507	0,949	Arenisca Calcárea
VLG-3890	B- 1.3	16086'	2,902	0,264	0,494	Arenisca Carbonática
VLG-3890	B- 1.3	16086	3,110	0,232	0,434	Arenisca Carbonática
VLG-3890	B- 1.3	16086	3,238	0,283	0,529	Arenisca Carbonática
VLG-3890	B- 1.6	16287	3,832	0,520	0,973	Arenisca
VLG-3890	B- 1.6	16287	3,410	0,335	0,627	Arenisca
VLG-3891	B-1.3	14755 7"	3,826	0,323	0,604	Arenisca
VLG-3891	B-1.3	14755 7"	3,748	0,381	0,713	Arenisca
VLG-3891	B- 1.4	14824'7"	2,735	0,337	0,630	Arenisca Arc. Sideritizada
VLG-3891	B- 1.4	14824 7"	1,270	0,403	0,754	Arenisca Arc. Sideritizada
VLG-3891	B- 1.4	14824 7"	0,963	0,345	0,645	Arenisca Arc. Sideritizada
FRA-08	*	17082'3"	2,853	0,342	0,640	
FRA-08	*	17149'8"	2,941	0,150	0,280	
TOM-09ST	*	16982 11"	3,946	0,630	1,179	Sublitorenita
TOM-09ST	*	16982 11"	3,722	0,466	0,872	Sublitorenita
TOM-09ST	*	17506 1"	0,940	0,080	0,150	Sublitorenita
TOM-09ST	*	17506 1"	1,018	0,148	0,277	Sublitorenita
TOM-25	B4	16549'9"	3,226	2,334	4,370	Arenisca Arcósica
TOM-25	B4	16549 9"	3,236	1,688	3,158	
TOM-25	B4	16549 9"	3,767	2,014	3,768	
TOM-25	B4	16607'	3,096	0,770	1,441	
TOM-25	B4	16607	1,014	0,258	0,483	
TOM-25	B4	16607	1,059	0,305	0,571	
TOM-25	B4	16661'2"	3,190	0,973	1,820	
TOM-25	B4	16661 2"	3,356	0,860	1,609	
TOM-25	B4	16661 2"	3,511	0,762	1,426	

determinada a través del analizador elemental LECO

* Unidades estratigráficas no determinadas

3.4 Caracterización mineralógica de las muestras de núcleo del yacimiento Eoceno B-Superior

En la caracterización de las muestras del núcleo desde el punto de vista mineralógico se utilizó la técnica de Microscopía electrónica de barrido (Scanning Electron Microscope) con EDX y los datos aportados por la difracción de rayos X (DRX).

La composición mineralógica cualitativa reportada por los ambos métodos es comparada al final del análisis de cada muestra.

<u>Muestra de Núcleo 1: VLG-3863</u> Edad de la formación: Formación Misoa,

Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 16271'4"

Empaquetados esféricos y subesféricos compactos de microscristales de framboides del mismo tamaño y hábito, compuestos de pequeños cristalitos estrechamente empaquetados, Los framboides se presentan como cristales aislados, tales como los que se observan en la figura 15. La morfología es distintiva y fácilmente reconocible en la micrografía obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los agregados de framboides forman una esfera de 10 um de diámetro y los pequeños cristalitos están alrededor de 1 um o menores.



Figura 15. Muestra VLG-3863. Edad Eoceno, profundidad 16271'4"

EDX: Análisis elemental (figura 16) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 15), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂). Los contenidos de aluminio, silicio, sodio y magnesio (Anexos muestra 1) revelan la posible presencia de esmectita (montmorillonita) $(Na,Ca)_{0,3}(AI,Mg)2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot n(H_2O)$ dada por la relación Si/Al de 2,011 semejante a la relación teórica de la montmorillonita de 2,08; la montmorillonita posiblemente rodea a los agregados microscópicos esféricos de framboides.

En la tabla 4 se muestra la comparación de la composición mineralógica cualitativa



ESPECTRO DE EDX

Element	Wt %	At %
C K	01.83	04.01
O K	28.70	47.18
NaK	01.00	01.14
MgK	00.37	00.40
AlK	04.28	04.17
SiK	08.61	08.06
S K	25.54	20.95
KK	00.58	00.39
FeK	29.08	13.69

Energy - keV

Figura 16. Espectro de Rayos X (EDX) de la muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16271'4"

Tabla 4. Composición	mineralógica c	ualitativa mues	stra VLG-3863,	Edad Eoceno,	16271'4'
----------------------	----------------	-----------------	----------------	--------------	----------

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3863	16271'4"	Cuarzo (fase principal) + Caolinita + Siderita	Cuarzo + Esmectita (montmorillonita) + Pirita	0,355

Muestra de Núcleo 2: VLG-3863

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 16584'3"

Agregados esféricos y subesféricos de microscristales de framboides piritoédricos (figura 17). Los framboides piritoédricos reconocibles en la foto a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los agregados de framboides euhedrales tienen 4 um de diámetro aproximadamente, también se observan pequeños cristalitos menores a 1 um.



Figura 17. Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3"

EDX: Análisis elemental (figura 18) realizado en la toma magnificada (circulo rojo figura 17), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂). Los contenidos de aluminio, silicio, sodio y magnesio (Anexos muestra 2) revelan la posible presencia de esmectita (montmorillonita) (Na,Ca)_{0,3}(AI,Mg)2Si₄O₁₀(OH)₂•n(H₂O) dada por la relación Si/AI de 2,19 semejante a la relación teórica de la montmorillonita de 2,08; la montmorillonita posiblemente rodea a los agregados microscópicos esféricos de framboides piritoédricos. En la tabla 5 se muestra la comparación de la composición mineralógica cualitativa



Wt %	At %
07.67	18.67
10.49	19.17
01.53	01.66
03.92	04.08
42.01	38.31
00.48	00.36
33.90	17.75
	Wt % 07.67 10.49 01.53 03.92 42.01 00.48 33.90

Figura 18. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3"

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3863	16584'3"	Cuarzo (fase principal) + Caolinita + Dolomita	Cuarzo + Esmectita (montmorillonita) + Pirita	0,672

Muestra de Núcleo 3: VLG-3873

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 15905'6"

Empaquetados esféricos y subesféricos compactos de microscristales de framboides del mismo tamaño y hábito, compuestos de pequeños cristalitos estrechamente empaquetados, los framboides se presentan como cristales aislados, además se observan una serie de framboides rellenando oquedades irregulares más o menos longitudinales y pequeños cristales aislados tales como los que se observan en la figura 19. La morfología es reconocible en la microfrafía obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los agregados de framboides forman una esfera de 8 um de diámetro y los pequeños cristalitos están alrededor de 1 um o menores.



MICROGRAFIA

Figura 19. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6"

EDX: Análisis elemental (figura 20) realizado en la toma magnificada (círculo rojo de la figura 19), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂), aluminio, silicio, magnesio y sodio (Anexos Muestra 3) revelan la posible presencia de illita (K,H₃O)(AI,Mg,Fe)2(Si,AI)₄O₁₀((OH)₂,(H₂O) dada por la relación Si/AI de 2,98 semejante a la relación teórica de la illita de 2,8. A pesar de la extracción soxhlet de las muestras de nucleo con diclorometano durante la preparación previa, la presencia de contenido de carbono indica que quedó materia orgánica dentro de las oquedades donde crecieron los framboides de pirita. En la tabla 6 se muestra la comparación de la composición mineralógica cualitativa

revelan la posible presencia de

ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
C K	18.69	35.17
O K	21.63	30.57
NaK	01.87	01.84
AIK	01.80	01.51
SiK	04.69	03.77
S K	20.62	14.54
KK	00.63	00.36
TiK	00.95	00.45
FeK	29.12	11.79

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Figura 20. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6"

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3873	15905'6"	Cuarzo (fase principal) + Caolinita + jarosita + pirita + albita + ilmenita	Cuarzo + illita + Pirita	1,002

Tabla 6. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6"

Muestra de Núcleo 4: VLG-3873

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 16164'

Agregados microscópicos subesféricos de microscristales de framboides irregulares los cuales presentan hábitos y tamaños similares, aislados en la masa de cuarzo detrítica con tamaños tales como los que se observan en la figura 21. La morfología es reconocible en la foto obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los framboides irregulares están alrededor de 5 um a 18 um aproximadamente.



MICROGRAFIA

Figura 21. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164'

EDX: Análisis elemental (figura 22) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 21), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂), silicio y oxígeno revelan la posible presencia de cuarzo, potasio, aluminio, magnesio y silicio (Anexos Muestra 4) revelan la posible presencia de illita (K,H₃O)(AI,Mg,Fe)2(Si,AI)₄O₁₀((OH)₂,(H₂O) dada por la relación Si/AI de 2,98 semejante a la relación teórica de la illita de 2,8. A pesar de la extracción soxhlet de las muestras de núcleo con diclorometano durante la preparación previa, la presencia de contenido de carbono indica que quedó materia orgánica dentro de las oquedades donde crecieron los framboides de pirita. En la tabla 7 se muestra la comparación de la composición mineralógica cualitativa.

ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
C K	03.28	08.31
O K	15.50	29.45
FeL	39.29	21.39
NaK	01.59	02.10
MgK	00.95	01.19
SiK	04.38	04.75
S K	32.98	31.27
CaK	02.02	01.53

-cuantitativos. alui ootemuos

Figura 22. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164'

Tabla 7.	Composición	mineralógica	cualitativa	muestra	VLG-3873.	Edad Eoceno.	16164
rubiu /.	Composition	minoralogica	oduntativa	maoona	120 0010,		10101

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3873	16164'	Cuarzo (fase principal) + Caolinita + jarosita	Cuarzo + Pirita	0,828

Muestra de Núcleo 5: VLG-3873

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 16191'8"

Agregados microscópicos esféricos y subesféricos de microscristales de framboides y pirita octaédrica se observan en la figura 23, los framboides se presentan como cristales aislados rellenando oquedades irregulares la morfología es reconocible en la micrografía obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). La pirita octaédrica con un tamaño de 2 um aproximadamente y los pequeños cristalitos framboidales menores a 0,5 um.



MICROGRAFIA

Figura 23. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16191'8"

EDX: Análisis elemental (figura 24) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 23), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂), aluminio, silicio, (Anexos Muestra 5) revelan la posible presencia de esmectita (montmorillonita) (Na,Ca)_{0,3}(AI,Mg)2Si₄O₁₀(OH)₂•n(H₂O) dada por la relación Si/AI de 2,09 semejante a la relación teórica de la montmorillonita de 2,08. A pesar de la extracción soxhlet de las muestras de núcleo con diclorometano durante la preparación previa, la presencia de contenido de carbono indica que quedó materia orgánica dentro de las oquedades donde crecieron los framboides de pirita.



Element	Wt %	At %
C K	07.87	17.86
O K	16.68	28.41
AlK	04.17	04.21
SiK	08.74	08.48
S K	27.69	23.54
KK	01.59	01.11
TiK	01.82	01.04
VK	00.24	00.13
FeK	31.19	15.22

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Figura 24. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16191'8"

Tabla 8. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16191'8"

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3873	16191'8''	Cuarzo (fase principal) + Caolinita	Cuarzo (fase principal) + Esmectita (montmorillonita) + Pirita	0,188

Muestra de Núcleo 6: VLG-3890

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 16019'9"

Agregados esféricos de microscristales de framboides del mismo tamaño y morfología, también se visualiza en la micrografía pirita octaédrica, los framboides se presentan como cristales aislados tales como los que se observan en la figura 25. La morfología es reconocible en la foto obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los pequeños cristalitos de framboides son de 0,8 um aproximadamente de diámetro y el tamaño de la pirita octaédrica entre 1,5 um y 7 um.



MICROGRAFIA

Figura 25. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16019'9"

EDX: Análisis elemental (figura 26) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 25), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂), aluminio, silicio, sodio, calcio y magnesio (Anexos Muestra 6) revelan la posible presencia de esmectita (Na,Ca)_{0,3}(AI,Mg)2Si₄O₁₀(OH)₂•n(H₂O) (montmorillonita) dada por la relación Si/Al 1,91 semejante a la relación teórica de la montmorillonita de 2,08. A pesar de la extracción soxhlet de las muestras de núcleo con diclorometano durante la preparación previa, la presencia de contenido de carbono indica que quedó materia orgánica dentro de las oquedades donde crecieron los framboides de pirita. En la tabla 9 se muestra la comparación de la composición mineralógica cualitativa



Element	Wt %	_At %
C K	02.75	05.65
O K	27.90	43.04
FeL	11.56	05.11
NaK	00.40	00.43
MgK	00.74	00.75
AIK	08.28	07.58
SiK	23.77	20.89
S K	11.39	08.76
KK	06.63	04.18
CaK	02.10	01.29
TiK	04.48	02.31

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Figura 26. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra VLG-3890, Edad Eoceno,

16019'9"

Tabla 9. C	omposición	mineralógica	cualitativa	muestra	VLG-3890,	Edad Eoceno,	16019'9"
------------	------------	--------------	-------------	---------	-----------	--------------	----------

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3890	16019'9''	Cuarzo (fase principal) + Calcita + Dolomita + Microclina + Caolinita + Yeso	Cuarzo (fase principal) + Esmectita (montmorillonita) + Pirita	0,962

Muestra de Núcleo 7: VLG-3890

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 16086'

Presencia de cristales euhedrales con rangos de tamaños similares a los que presentan los framboides (figura 27), es bastante común en ambientes naturales con posible relación genética con las morfologías framboidales. La morfología es reconocible en la micrografía obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los cristales euhedrales tienen un tamaño 1um aproximadamente.



MICROGRAFIA

Figura 27. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16086'

EDX: Análisis elemental (figura 28) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 27), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂), silicio y oxígeno (Anexos muestra 7) revelan la posible presencia de cuarzo. En la tabla 10 se muestra la comparación de la composición mineralógica cualitativa



Element	Wt %	At %
C K	00.80	02.51
O K	08.69	20.56
NaK	00.32	00.52
AlK	01.13	01.59
SiK	09.97	13.45
S K	14.47	17.09
K K	00.89	00.86
CaK	00.71	00.67
FeK	63.03	42.75

ESPECTRO DE EDX

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Figura 28. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) VLG-3890, Edad Eoceno, 16086'

Tabla 10. Co	omposición	mineralógica	cualitativa	muestra	VLG-3890.	Edad Eoceno.	16086'
10010 10.0	Simposioion	minoralogioa	ouuntativa	macoura	VEO 00000,		10000

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3890	16086'	Cuarzo + Calcita + Caolinita + Microclina + Dolomita + Pirita + Illita	Cuarzo (fase principal) + Pirita	0,486
Muestra de Núcleo 9: VLG-3891

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 14755'7"

Empaquetados esféricos compactos de microcristales de framboides del mismo tamaño y hábito, además se observan una serie de pequeños cristales framboidales aislados rellenando oquedades irregulares, también pirita octaédrica coexistiendo con la pirita framboidal como se observa en la figura 29. La morfología es distintiva y fácilmente reconocible en la micrografía obtenida a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los empaquetados esféricos compactos de framboides tienen 5 um de diámetro, los pequeños cristalitos están alrededor entre 0,3 um y 0,8 um y la pirita octaédrica un tamaño de aproximado de 4 um.



Figura 29. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14755'7"

EDX: Análisis elemental (figura 30) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 29), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂). Los contenidos de aluminio, silicio, sodio y magnesio (Anexos muestra 9) revelan la posible presencia de esmectita (montmorillonita) $(Na,Ca)_{0,3}(AI,Mg)2Si_4O_{10}(OH)_2 \cdot n(H_2O)$ dada por la relación Si/Al de 2,30 semejante a la relación teórica de la montmorillonita de 2,08, A pesar de la extracción soxhlet de las muestras de núcleo con diclorometano durante la preparación previa, la presencia de contenido de carbono indica que quedó materia orgánica dentro de las oquedades donde creció los framboides y la pirita octaédrica.

ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
C K	13.45	28.63
O K	16.74	26.74
NaK	00.13	00.14
MgK	00.38	00.40
AIK	01.56	01.48
SiK	03.13	02.85
S K	28.98	23.10
KK	00.77	00.50
CaK	01.20	00.76
FeK	33.66	15.40

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Figura 30. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) VLG-3891, Edad Eoceno, 14755'7"

Muestra	Profundidad Núcleo (Pies)	Composición mineralógica Cualitativa (DRX)	Composición mineralógica Cualitativa (MEB)	% Pirita
VLG-3890	14755'7''	Cuarzo (fase principal) + Caolinita + Siderita + pirita	Cuarzo (fase principal) + Esmectita (montmorillonita) + Pirita	0,659

Tabla 11. Composición mineralógica cualitativa muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14755'7"

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

Muestra de Núcleo 10: VLG-3891

Edad de la formación: Formación Misoa, Edad Eoceno.

Profundidad de la muestra: 14824'7"

Agregados subesféricos de microscristales de framboides irregulares los cuales presentan hábitos y tamaños similares, aislados en la masa de cuarzo detrítica con tamaños tales como los que se observan en la figura 31. Los framboides irregulares reconocibles en la micrografía a partir del detector de electrones retrodispersados (Backscattered Electrons (BSED)). Los framboides irregulares tienen un tamaño entre 2 y 5 um aproximadamente.

HV det mode mag WD spot pressure 10 µm 10

Figura 31. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7"

77

EDX: Análisis elemental (figura 32) realizado en la toma magnificada (círculo rojo figura 31), revela la composición de Fe y S confirmando la identificación de pirita (FeS₂), silicio y oxígeno revelan la presencia de cuarzo, aluminio, silicio, sodio, magnesio y potasio (Anexos Muestra 10) revelan la posible presencia de una matriz arcillosa. A pesar de la extracción soxhlet de las muestras de núcleo con diclorometano durante la preparación previa, la presencia de contenido de carbono indica que quedó materia orgánica dentro de las oquedades donde crecieron los framboides de pirita y espacios intersticiales de la pirita



Element	Wt %	At %
C K	05.55	13.65
O K	12.53	23.13
AIK	00.75	00.82
SiK	05.64	05.93
S K	42.19	38.85
FeK	33.33	17.62

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Figura 32. Energía Dispersiva en el Espectro de Rayos X (EDX) Muestra Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7"

Tabla 12. Composición mineralógica cualitativa mues	stra VLG-3891, Edad Eocen	o, 14824'7"
---	---------------------------	-------------

Muestra	Profundidad núcleo (pies)	Composición mineralógica cualitativa (DRX)	Composición mineralógica cualitativa (MEB)	% pirita
VLG-3891	14824'7"	cuarzo (fase principal) + illita + siderita + caolinita + clinocloro + pirita	cuarzo (fase principal) + illita + pirita	0,677

3.5 Conclusiones

La aplicación de los métodos de investigación permitieron determinar en las muestras de núcleo del yacimiento Eoceno "B" Superior Formación Misoa, Distrito Lago Sur Trujillo las siguientes características:

La fase principal constituyente del esqueleto mineral es el cuarzo.

En la muestras analizadas se observaron arcillas de composición variada, del tipo esmectita (montmorillonita) asociada generalmente a las muestras líticas con matriz arcillosa, hasta caolinita e illita relacionadas con areniscas de madurez avanzada y posterior formación de minerales autigénicos.

A todas las muestras se les determinó presencia de pirita con cuatro morfologías diferentes, las cuales se caracterizan por:

- ✓ empaquetados esféricos compactos de microcristales de framboides, típicos de condiciones en que existe exceso de Fe, con formas esféricas y subesféricas con un tamaño entre 0,3um y 1,0 um.
- ✓ Framboides euhedrales con un tamaño de 4 um de diámetro aproximadamente
- ✓ framboides piritoedricos con un tamaño de 4 um aproximadamente
- ✓ pirita octaédrica con un tamaño entre 1,5 um y 7 um.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después de haber desarrollado el complejo de métodos de la investigación sobre las muestras de núcleo del yacimiento Eoceno "B" Superior Formación Misoa, Distrito Lago Sur Trujillo, se arriba a las siguientes conclusiones:

- ✓ El contenido de pirita en las muestras de núcleo a partir del cálculo del azufre inorgánico elemental oscila entre 0,150% y 4,370%, alcanzando un valor promedio de 0,941 % FeS₂.
- ✓ La morfología de framboides simples o en agregados de microcristales equigranulares de pirita son las texturas dominantes confirmando lo que estos autores (Sweeney y Kaplan 1973; Perry y Pedersen 1993) argumentan que la morfología más común de la pirita en ambientes sedimentarios es la framboidal.
- A todas las muestras se les determinó presencia de pirita con cuatro morfologías diferentes, las cuales se caracterizan por:
 - Empaquetados esféricos compactos de microcristales de framboides, típicos de condiciones en que existe exceso de Fe, con formas esféricas y subesféricas con un tamaño entre 0,3um y 1,0 um.
 - Framboides irregulares con un tamaño entre de 5 a 18 um aproximadamente.
 - Framboides euhedrales con un tamaño de 4 um de diámetro aproximadamente
 - Framboides piritoedricos con un tamaño de 4 um aproximadamente
 - pirita octaédrica con un tamaño entre 1,5 um y 7 um.

- ✓ La acumulación de materia orgánica en estos sedimentos como elemento fundamental, el exceso de hierro y presencia de bacterias sulfato reductoras favoreció la formación de pirita (FeS₂).
- ✓ La presencia predominante de pirita en todas las muestras de núcleo de las arenas "B" de la formación Misoa permite inferir un ambiente deltaico con influencia marina.
- ✓ El uso combinado de las técnicas de Microscopía electrónica de barrido (Scanning Electron Microscope) con EDX y los datos aportados por la difracción de rayos X (DRX) permitieron caracterizar desde el punto de vista mineralógico las muestras de núcleo. La composición mineralógica cualitativa según la DRX muestra al cuarzo como fase principal, así como la presencia de caolinita, siderita, illita, dolomita y pirita. Otros minerales con menor representación presentes en las muestras son albita, ilmenita, jarosita, calcita, microclina, yeso y clinocloro. Los resultados de la MEB con EDX por su parte muestran también al cuarzo como fase mineralógica principal, el cual aparece acompañado esmectita (montmorillonita) y pirita, exceptuando una muestra que también presenta illita
- En la muestras analizadas se observaron arcillas de composición variada, del tipo esmectita (montmorillonita) asociada generalmente a las muestras líticas con matriz arcillosa, hasta caolinita e illita relacionadas con areniscas de madurez avanzada y posterior formación de minerales autigénicos.

Recomendaciones.

- Realizar análisis isotópico del azufre (δ³⁴S) a las muestras de núcleo que contienen pirita, para obtener información de cómo precipitaron la pirita framboidal y euhedral durante la diagénesis, a partir de cuales sitios de suministro y mecanismos de formación.
- Realizar una selección más amplia del área de estudio que incluya un mayor número de pozos.
- Se propone realizar el análisis de microsonda electrónica (EPMA) a las muestras de núcleo de las arenas "B" de la formación Misoa del area FRAMOLAC, para obtener información cualitativa y cuantitativa en análisis elemental para volúmenes micrométricos en la superficie de la muestra de núcleo. es la técnica disponible más precisa y exacta en el ámbito del microanálisis, pudiendo analizarse todos los elementos desde el Berilio hasta el Uranio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFRED V. HIRNER, BRIAN W. ROBINSON. Genetic Relationship Between Elementary, Organic, and Pyritic Sulfur in Sediments. 1992.

ALONSO-AZCÁRATE, J.; et al. Estudio textural e isotópico de los sulfuros diseminados en los sedimentos de la cuenca de Cameros (La Rioja, España). 1999.

BALESTRINI, M. Como se elabora un proyecto de investigación. Consultores Asociados. 248 p. 2001.

BORREGO, J.; MONTEVERDE, J.; MORALES, J.A., CARRO, B.; N. LÓPEZ. Morfología de la pirita diagenética en sedimentos recientes del estuario del Río Odiel (SO de España). 2003.

BRUCHERT, VOLKER; et al. Abundance and isotopic composition of organic and inorganic sulfur species in laminated and bioturbated sediments from hole 893a, Santa Barbara basin. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Vol. 146 (Pt. 2). 1995.

CENTENO, J. Estudio de la Interacción de la interacción de H_2S y CO_2 con el material cementante utilizado en la construcción de pozos petroleros. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. 2007.

CHACÍN, E; ALFARO, R; BORGES, E; CHACÓN, C; CHIRINOS, A; COLLINS, K; DOMÍNGUEZ, R; FERNANDEZ, E; HERNÁNDEZ, N; HIGUERA, N; LARREAL, I; PIÑA, Y; RÍOS, R; ROMERO, J; ROMERO, J; RUBIO, E; SUÁREZ, D; VILLAS, L. FASE I del estudio integrado de los yacimientos pertenecientes a los Campos Franquera, Moporo, La Ceiba, San Lorenzo, Área 8 Norte y Tomoporo Tradicional. IT-OC-2011-1612, SLT. 2012.

CHING-TSE, C; MAW-RONG, L; LI-HUA, L; CHENG-LUNG, K. Application of C₇ hydrocarbons technique to oil and condensate from type III organic matter in Northwestern Taiwan. International Journal of Coal Geology 71 (2007) 103-114. 2007.

HURTADO, J. Metodología de la investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia. (4taedición).Caracas. Editorial: Quirón Ediciones, 2010.

KILLOPS, S.; KILLOPS, V. Introduction to Organic Geochemistry. Second Edition Blackwell Publishing.USA. 393 p. 2005.

PALOMARES, RAÚL. Procesos mineralógicos y geoquímicos en chimeneas submarinas de carbonatos metanógenos del golfo de cádiz: biogeomarcadores framboidales de sulfuros y oxihidróxidos de hierro. Trabajo de Grado. Universidad Complutense de Madrid, 213p. 2008

SEAL, ROBERT. Sulfur Isotope Geochemistry of Sulfide Minerals. Reviews in Mineralogy & Geochemistry. Vol. 61, pp. 633-677. 2006.

TAMAYO, M. El proceso de la investigación científica: incluye evaluación y administración de proyectos de investigación. Limusa, 440 p. 2004.

TAYLOR, K.G.; MACQUAKER, J.H.S. Early diagenetic pyrite morphology in a mudstone-dominated succession: the Lower Jurassic Cleveland Ironstone Formation, eastern England. 1999.

VASQUEZ, J. Comportamiento geoquímico de las interacciones fluido-fluido enyacimientos de crudos extrapesados provenientes de los pozos del Distrito Cabrutica, Faja Petrolífera del Orinoco. Trabajo de Grado, Universidad NacionalExperimental de las Fuerzas Armadas (UNEFA), 183 p. 2012.

WILKIN, R. T.; BARNES, H. L.; BRANTLEY, S. L. The size distribution of framboidal pyrite in modern sediments: An indicator of redox conditions. Elsevier Science. 1996.

ANEXOS

MICROGRAFIA



ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
CK	03.04	05.25
OK	46.75	60.54
NaK	00.69	00.62
MgK	01.30	01.10
AlK	12.91	09.92
SiK	23.02	16.98
SK	00.76	00.49
KK	02.63	01.39
TiK	06.56	02.84
FeK	02.34	00.87

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

Anexo 1. VLG-3863. Edad Eoceno, profundidad 16271'4" (Muestra 1)

MICROGRAFIA



ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
CK	09.16	15.42
OK	40.68	51.39
NaK	00.50	00.44
MgK	01.02	00.85
AlK	11.50	08.62
SiK	25.19	18.13
SK	01.63	01.03
KK	02.31	01.20
TiK	00.66	00.28
FeK	07.35	02.66

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 2. Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3" (Muestra 2)



ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
CK	07.67	18.67
OK	10.49	19.17
AlK	01.53	01.66
SiK	03.92	04.08
SK	42.01	38.31
KK	00.48	00.36
FeK	33.90	17.75

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 3. Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3" (Muestra 2)



Element	Wt %	At %
CK	10.48	23.13
OK	15.83	26.22
MgK	00.28	00.31
AlK	03.02	02.97
SiK	06.06	05.72
SK	31.18	25.77
KK	00.74	00.50
FeK	32.41	15.38

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 4. Muestra VLG-3863, Edad Eoceno, 16584'3" (Muestra 2)

HV det mode mag WD spd pressure 10 µm 15.00 kV SED Z Cantl 8 0001 101 mm 4.0 70 Pa 3

ESPECTRO DE EDX



Element	W1 %	At %
CK	18.69	35.17
OK	21.63	30.57
NaK	01.87	01.84
AIK	01.80	01.51
SiK	04.69	03.77
S K	20.62	14.54
KK	00.63	00.36
TiK	00.95	00.45
FeK	29.12	11.79

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 5. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6" (Muestra 3)



ESPECTRO DE EDX

D:EDAXI2'EDS/USR/Sigelab/SIGELAB2014/FRANK CABRERA/3 F7.spc 19-Jan-2014 03:57:49 LSecs 1: 103



Wt %	At %
10.71	19.86
36.95	51.44
04.60	04.46
00.45	00.41
02.69	02.22
07.25	05.75
02.51	01.74
01.06	00.60
00.84	00.39
32.94	13.13
	Wt % 10.71 36.95 04.60 00.45 02.69 07.25 02.51 01.06 00.84 32.94

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 6. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6" (Muestra 3)

ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
CK	12.40	22.27
O K	36.03	48.60
NaK	04.76	04.46
MgK	00.32	00.28
AIK	03.06	02.45
SiK	09.12	07.01
S K	05.07	03.41
KK	01.33	00.74
FeK	27.91	10.78

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 7. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6" (Muestra 3)



ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
CK	67.83	76.27
O K	23.55	19.88
NaK	00.60	00.35
AlK	01.36	00.68
SiK	04.32	02.08
S K	00.72	00.30
KK	00.47	00.16
FeK	01.15	00.28

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 8. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 15905'6" (Muestra 3)



ESPECTRO DE EDX

D:/EDAX12/EDS/USR/Sigelab/SIGELAB2014/EYLEEN/2014/FRANK CABRERA/M4 F6 PUNTUAL.spc 26-Ju NN F6 PUNTUAL LSecs: 06



Element	Wt %	At %
CK	04.04	09.99
O K	14.85	27.57
FeL	35.26	18.75
NaK	00.67	00.86
AlK	00.44	00.49
SiK	11.97	12.65
S K	29.23	27.07
CaK	03.55	02.63

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 9. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164' (Muestra 4)



Element	Wt %	At %
CK	04.46	07.93
O K	34.19	45.63
NaK	13.64	12.67
SiK	26.29	19.98
S K	17.89	11.92
CaK	03.52	01.88

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 10. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164' (Muestra 4)





Element	Wt %	At %
CK	03.28	08.31
O K	15.50	29.45
FeL	39.29	21.39
NaK	01.59	02.10
MgK	00.95	01.19
SiK	04.38	04.75
S K	32.98	31.27
CaK	02.02	01.53

Anexo 11. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16164' (Muestra 4)



ESPECTRO DE EDX

D//EDAX12/EDS/USR/Sigelab/SIGELAB2014/EYLEEN/2014/FRANK_CABRERA/M5 F4 PUNTUAL.spc 26-Ju M5 F4 PUNTUAL LSecs : 09



Element	Wt %	At %
CK	07.87	17.86
OK	16.68	28.41
AIK	04.17	04.21
SiK	08.74	08.48
S K	27.69	23.54
KK	01.59	01.11
TiK	01.82	01.04
VK	00.24	00.13
FeK	31.19	15.22

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 12. Muestra VLG-3873, Edad Eoceno, 16191'8" (Muestra 5)



Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 13. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16019'9" (Muestra 6)



ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
CK	01.56	03.70
O K	22.28	39.55
FeL	32.15	16.34
NaK	00.30	00.37
MgK	00.47	00.55
AlK	03.61	03.79
SiK	06.91	06.98
SK	31.08	27.52
KK	01.65	01.20

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 14. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16019'9" (Muestra 6)



ESPECTRO DE EDX



Element	Wt %	At %
O K	34.87	50.58
FeL	08.43	03.51
AlK	01.27	01.09
SiK	45.84	37.88
S K	09.60	06.95

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 15. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16086' (Muestra 7)





Element	Wt %	At %
CK	01.99	03.57
O K	37.11	50.02
AlK	01.00	00.80
SiK	55.94	42.95
S K	03.96	02.66

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 16. Muestra VLG-3890, Edad Eoceno, 16086' (Muestra 7)





Element	Wt %	At%
CK	15.38	31.57
OK	17.31	26.69
MgK	00.45	00.46
AIK	01.37	01.26
SiK	03.15	02.77
S K	28.83	22.17
KK	00.53	00.34
CaK	01.11	00.68
FeK	31.86	14.07

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 17. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14755'7" (Muestra 9)





Element	Wt %	At %
C K	07.74	15.19
O K	31.03	45.71
NaK	01.10	01.13
AIK	01.07	00.93
SiK	12.42	10.42
SK	22.13	16.27
FeK	24.52	10.35

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 18. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7" (Muestra 10)



ESPECTRO DE EDX

D:/EDAX32/EDS/USR/Sigelab/SIGELAB2014/EYLEEN/2014/FRANK_CABRERA/M10 P5 PUNTUAL.spc 30-J M10 F5 PUNTUAL_____LSecs: 69



Element	Wt %	At %
CK	04.31	07.07
O K	56.23	69.18
MgK	00.54	00.44
AlK	08.03	05.86
SiK	06.77	04.74
S K	16.13	09.90
FeK	07.99	02.82

Observaciones: Los valores obtenidos son semi-cuantitativos.

Anexo 19. Muestra VLG-3891, Edad Eoceno, 14824'7" (Muestra 10)

Muestra de núcleo 1 DRX: VLG-3863 (16271'4"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

1.- Muestra Medida y condiciones experimentales:

Dataset Name	RT-16271
File name	F:\Frank Cabrera\RT-16271.RD
Sample Identification	RT-16271
Measurement Date / Time	10/09/2014 01:39:00 p.m.
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0250
End Position [°2Th.]	79.9750
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	1.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	1.0000
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	0.2000
Measurement Temperature [°	C] 0.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	20 mA, 40 kV
Diffractometer Type	PW3710
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	173.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido



Pos.	Height	FWHM	d-spacing	Rel.	Tip width	Matched
[°2Th.]	[cts]	[°2Th.]	[Å]	Int. [%]	[°2Th.]	by
12.3179	39.39	0.1313	7.17977	0.23	0.1575	01-080-0886
20.7968	2978.56	0.1186	4.26778	17.73	0.1424	01-078-1252
24.7969	28.77	0.0996	3.58764	0.17	0.1195	01-083-
						1764; 01-
						080-0886
26.5774	16795.05	0.1234	3.35120	100.00	0.1481	01-078-
						1252; 01-
						080-0886
32.0543	19.94	0.1834	2.79000	0.12	0.2200	01-083-
						1764; 01-
00.4047	4044.00	0.4047	0.40000	7.00	0.4.404	080-0886
36.4617	1314.98	0.1217	2.46222	7.83	0.1461	01-078-1252
38.5197	24.81	0.3531	2.33528	0.15	0.4237	01-080-0886
39.3965	701.97	0.1156	2.28530	4.18	0.1387	01-078-
						1252, 01-
40.2605	179.35	0 1/76	2 2/1008	2.85	0 1771	01-078-
40.2000	479.00	0.1470	2.24000	2.00	0.1771	1252.01-
						080-0886
42,3889	563 77	0 1297	2 13064	3 36	0 1556	01-078-
1210000	000111	011201	2.10001	0.00	011000	1252: 01-
						083-1764:
						01-080-0886
44.7130	38.35	0.1045	2.02514	0.23	0.1254	01-080-0886
45.7221	488.61	0.1147	1.98276	2.91	0.1376	01-078-
						1252; 01-
						080-0886
50.0875	2640.23	0.1008	1.81970	15.72	0.1209	01-078-1252
54.8165	627.63	0.1304	1.67337	3.74	0.1564	01-078-
						1252; 01-
	450.45	0.4000	1.00050	0.01	0.0000	080-0886
55.2755	153.15	0.1693	1.00000	0.91	0.2032	01-078-
						1252, 01-
57 1021	38.78	0 1070	1 60038	0.23	0 128/	01-078-
07.1021	50.70	0.1070	1.00000	0.20	0.1204	1252:01-
						080-0886
59.9031	1048.96	0.1335	1.54286	6.25	0.1602	01-078-
						1252; 01-
						080-0886
63.9648	153.38	0.1441	1.45433	0.91	0.1729	01-078-
						1252; 01-
						080-0886
65.0601	30.24	0.1629	1.43247	0.18	0.1955	01-080-0886
65.7278	43.55	0.1058	1.41953	0.26	0.1269	01-078-1252
67.7009	637.52	0.1333	1.38288	3.80	0.1600	01-078-
						1252; 01-
69 4940	1100.00	0.0000	4.07540	7 4 4	0.0400	083-1764
00.1310	1199.90	0.2836	1.3/518	7.14	0.3403	UI-U/8-
						083-1764
		1				000-1704,

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

						01-080-0886
73.4060	262.54	0.1302	1.28884	1.56	0.1563	01-078-1252
75.5876	241.29	0.1640	1.25697	1.44	0.1968	01-078-
						1252; 01-
						083-1764
77.6038	168.50	0.1278	1.22927	1.00	0.1534	01-078-1252

4.- Lista de Fases Identificadas

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displaceme nt [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-078-1252	87	Quartz \$- alpha, syn	0.000	0.918	Si O2
*	01-083-1764	14	Siderite	0.000	0.006	Fe (C O3)
*	01-080-0886	12	Kaolinite	0.000	0.017	Al2 (Si2 O5) (O H)4

5.- Difractograma Original.



Muestra de núcleo 2 DRX: VLG-3863 (16584'3"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

1.- Muestra Medida y condiciones experimentales:

Dataset Name	VGL-3863_16584'3"
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3863_16584'3"\VGL-
3863_16584'3".RD	
Sample Identification	RT-16584
Measurement Date / Time	10/09/2014 02:09:00 p.m.
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0250
End Position [°2Th.]	79.9750
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	1.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	1.0000
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	0.2000
Measurement Temperature [°	C] 0.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	20 mA, 40 kV
Diffractometer Type	PW3710
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	173.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromato	or No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido





Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM	d-spacing	Rel. Int.	Tip width	Matched by
		[°2Th.]	[Å]	[%]	[°2Th.]	
12.3000	15.24	0.0900	7.19616	0.08	0.1080	01-075-0938
20.8045	3670.68	0.1070	4.26623	20.25	0.1285	01-083-2465;
						01-075-0938
23.9694	26.65	0.1690	3.70960	0.15	0.2028	01-074-1687
26.5919	18125.18	0.1138	3.34940	100.00	0.1366	01-083-2465
30.7387	106.84	0.1935	2.90634	0.59	0.2321	01-074-1687
36.4915	1741.70	0.0958	2.46029	9.61	0.1149	01-083-2465
38.3702	56.39	0.1687	2.34403	0.31	0.2025	01-075-0938
39.4014	1113.53	0.1178	2.28503	6.14	0.1414	01-083-2465
40.2175	490.23	0.1320	2.24052	2.70	0.1584	01-083-2465;
						01-075-0938
42.3818	768.52	0.1210	2.13098	4.24	0.1452	01-083-2465;
						01-075-0938
45.7233	469.77	0.1365	1.98272	2.59	0.1638	01-083-2465
50.0720	1805.26	0.1325	1.82023	9.96	0.1590	01-083-2465
54.8322	692.52	0.1296	1.67293	3.82	0.1555	01-083-2465;
						01-075-0938
55.2656	230.01	0.1082	1.66083	1.27	0.1299	01-083-2465
57.1970	50.10	0.1291	1.60925	0.28	0.1549	01-083-2465
59.8984	1356.86	0.1252	1.54297	7.49	0.1503	01-083-2465;
						01-074-1687
63.9974	298.24	0.1196	1.45367	1.65	0.1436	01-083-2465;
						01-075-0938
65.0518	30.22	0.2320	1.43263	0.17	0.2784	01-075-0938
65.7354	50.25	0.1515	1.41938	0.28	0.1818	01-083-2465
67.7032	997.66	0.1489	1.38283	5.50	0.1787	01-083-2465
68.1550	912.15	0.2630	1.37476	5.03	0.3156	01-083-2465;
						01-075-0938
73.4146	243.15	0.1339	1.28871	1.34	0.1607	01-083-2465;
						01-075-0938

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra
75.5967	359.65	0.1450	1.25684	1.98	0.1740	01-083-2465;
						01-075-0938
77.6068	402.08	0.1476	1.23025	2.22	0.1771	01-083-2465;
						01-075-0938

4.- Lista de Fases Identificadas

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displaceme nt [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-083-2465	35	Quartz	0.000	0.935	Si O2
*	01-074-1687	10	Dolomite	0.000	0.012	Ca Mg (C O3)2
*	01-075-0938	5	Kaolinite	0.000	0.097	Al2 Si2 O5 (O H)4



Muestra de núcleo 3 DRX: VLG-3873 (15905'6"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name	RT-15905
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3863_15905'6"\RT-15095.xrdml
Sample Identification	RT-15095
Comment	Configuration=Monocromador, Owner=User-1, Creation
date=7/20/2012 9:56:13 AM	
	Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size
2Theta:0.001; Minimum step s	ize Omega:0.001
•	Sample stage=PW3071/xx Bracket
	Diffractometer system=XPERT-PRO
	Measurement program=Programa de Prueba, Owner=User-1,
Creation date=8/27/2012 10:5	9:31 AM
	Prueba de parametros
Measurement Date / Time	10/09/2014 03:41:18 p.m.
Operator	LABORATORIO
Raw Data Origin	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5.0251
End Position [°2Th.]	79.9751
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	99.4291
Scan Type	Continuous
PSD Mode	Scanning
PSD Length [°2Th.]	2.12
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.4354
Specimen Length [mm]	10.00
Measurement Temperature [°C	C] 25.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	40 mA, 45 kV
Diffractometer Type	000000011024517
Diffractometer Number	0
Goniometer Radius [mm]	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	100.00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido



Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
12.3068	190.25	0.1547	7.18624	1.43	0.1857	00-001-0527
17.4244	45.82	0.3121	5.08544	0.34	0.3746	01-071-1777
18.7503	120.82	0.0972	4.72871	0.91	0.1166	
19.9730	91.04	0.6567	4.44191	0.68	0.7881	00-001-0527
20.8013	2303.36	0.1092	4.26686	17.32	0.1310	01-083- 2465; 00- 001-0527
23.9728	503.54	0.1476	3.71215	3.79	0.1771	01-075-1212
24.8192	171.13	0.1476	3.58744	1.29	0.1771	00-001- 0527; 01- 071-1777
26.6111	13296.71	0.1476	3.34980	100.00	0.1771	01-083-2465
27.9258	69.05	0.5028	3.19237	0.52	0.6033	00-001-0739
28.5636	79.24	0.1968	3.12511	0.60	0.2362	01-071- 1777; 00- 001-1295
29.0732	72.04	0.2952	3.07148	0.54	0.3542	01-071-1777
30.0088	39.01	0.2460	2.97782	0.29	0.2952	01-071- 1777; 00- 001-0739
32.8782	35.52	0.2101	2.72194	0.27	0.2522	01-075-1212
34.9127	56.79	0.2952	2.56997	0.43	0.3542	00-001- 0527; 00- 001-0739
35.4500	58.75	0.0900	2.53224	0.44	0.1080	01-075-1212
36.4955	1217.92	0.1252	2.46002	9.16	0.1503	01-083-2465

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

38.4316	71.69	0.1476	2.34237	0.54	0.1771	00-001- 0527; 01- 071-1777; 01-075-1212
39.4172	961.17	0.1235	2.28415	7.23	0.1482	01-083- 2465; 01- 071-1777
40.2448	361.04	0.1329	2.23907	2.72	0.1595	01-083-2465
42.3946	439.33	0.1332	2.13037	3.30	0.1599	01-083- 2465; 00- 001-0739
44.5704	46.94	0.1968	2.03297	0.35	0.2362	01-071-1777
45.7375	439.91	0.1326	1.98213	3.31	0.1592	01-083- 2465; 00- 001-0527; 01-071- 1777; 00- 001-0739
47.8699	28.54	0.1712	1.89870	0.21	0.2054	00-001- 0527; 00- 001-0739
50.0983	1395.86	0.1324	1.81934	10.50	0.1589	01-083-2465
53.6128	32.40	0.1544	1.70807	0.24	0.1853	01-075-1212
54.8418	377.56	0.1362	1.67266	2.84	0.1635	01-083- 2465; 00- 001-0527; 00-001-0739
55.2799	128.02	0.1760	1.66043	0.96	0.2112	01-083- 2465; 01- 071-1777
57.1861	48.38	0.1417	1.60953	0.36	0.1700	01-083- 2465; 01- 075-1212

59.9063	1116.05	0.1357	1.54278	8.39	0.1628	01-083- 2465; 00- 001-0527; 01-071- 1777; 01- 075-1212
62.1681	19.61	0.9444	1.49197	0.15	1.1332	00-001- 0527; 01- 075-1212
63.9819	139.98	0.1261	1.45398	1.05	0.1513	01-083- 2465; 00- 001-1295
65.7475	37.76	0.1330	1.41915	0.28	0.1596	01-083- 2465; 01- 071-1777; 01-075-1212
67.6936	514.30	0.1424	1.38301	3.87	0.1709	01-083- 2465; 01- 071-1777; 00-001-0739
68.1375	668.96	0.2605	1.37507	5.03	0.3126	01-083- 2465; 01- 071-1777; 00-001-0739
73.4220	128.39	0.1675	1.28860	0.97	0.2009	01-083- 2465; 00- 001-0527
75.6055	213.78	0.1776	1.25672	1.61	0.2131	01-083-2465
77.6463	134.07	0.1659	1.22871	1.01	0.1991	01-083- 2465; 01- 071-1777

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-083-2465	79	Quartz	0.000	0.880	Si O2
*	00-001-0527	40	Kaolinite	0.000	0.011	Al2 Si2 O5 (O H)4
*	01-071-1777	30	Jarosite, syn	0.000	0.016	K (Fe3 (S O4)2 (O H)6)
*	00-001-1295	3	Pyrite	0.000	0.022	Fe S2
*	00-001-0739	15	Albite	0.000	0.011	Na Al Si3 O8
*	01-075-1212	26	Ilmenite, syn	0.000	0.011	Fe Ti O3

4.- Lista de Fases Identificadas



Muestra de núcleo 4 DRX: VLG-3873 (16164'), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name File name Sample Identification	16164-RT F:\Frank Cabrera\VGL-3863_16164'\16164-RT.RD VLG-3873 16164'RT
Measurement Date / Time	28/08/2014 06:34:00 p.m.
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0250
End Position [°2Th.]	79.9750
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	1.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	1.0000
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	0.2000
Measurement Temperature [°	C] 0.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	20 mA, 40 kV
Diffractometer Type	PW3710
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	173.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido



Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
12.2000	22.28	0.0900	7.25492	0.19	0.1080	00-014-0164
17.4503	14.32	0.9840	5.08215	0.12	1.1808	00-010-0443
20.7077	2797.06	0.1356	4.28594	23.91	0.1627	01-085-0796
26.4990	11700.62	0.1334	3.36093	100.00	0.1601	01-085-0796; 00- 014-0164
28.6750	9.98	0.0900	3.11322	0.09	0.1080	00-010-0443; 00- 014-0164
28.9590	22.05	0.4023	3.08078	0.19	0.4828	00-010-0443; 00- 014-0164
34.7781	14.57	0.6340	2.57747	0.12	0.7608	00-014-0164
36.4054	675.00	0.1226	2.46591	5.77	0.1472	01-085-0796
39.3634	1543.02	0.1067	2.28715	13.19	0.1281	00-010-0443; 01- 085-0796; 00-014- 0164
40.1631	491.89	0.1084	2.24343	4.20	0.1300	01-085-0796; 00- 014-0164
42.3239	530.06	0.1274	2.13376	4.53	0.1529	01-085-0796; 00- 014-0164
44.5403	214.99	0.1770	2.03259	1.84	0.2124	
45.6794	524.34	0.1269	1.98452	4.48	0.1523	00-010-0443; 01- 085-0796; 00-014- 0164
50.0257	1603.68	0.1295	1.82181	13.71	0.1554	00-010-0443; 01- 085-0796
54.7630	314.78	0.1200	1.67488	2.69	0.1440	01-085-0796; 00- 014-0164

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

55.2189	177.31	0.1268	1.66213	1.52	0.1522	01-085-0796; 00- 014-0164
57.1309	35.29	0.1330	1.61096	0.30	0.1596	01-085-0796; 00- 014-0164
59.8472	1470.72	0.1201	1.54417	12.57	0.1441	00-010-0443; 01- 085-0796; 00-014- 0164
63.9036	187.47	0.1214	1.45558	1.60	0.1456	01-085-0796
65.6775	33.02	0.1133	1.42049	0.28	0.1359	01-085-0796
67.6445	846.32	0.1221	1.38389	7.23	0.1465	01-085-0796
68.0446	700.42	0.2584	1.37673	5.99	0.3101	01-085-0796
73.3664	181.94	0.1418	1.28944	1.55	0.1701	01-085-0796
75.5572	304.37	0.1291	1.25740	2.60	0.1549	01-085-0796
77.5555	273.69	0.1171	1.22992	2.34	0.1406	01-085-0796

4.- Lista de Fases Identificadas

Visible	Ref. Code	Score	Compound	Displacement	Scale	Chemical Formula
			Name	[°2Th.]	Factor	
*	00-010-0443	18	Jarosite	-0.035	0.026	K Fe3 (S O4)2 (O H)6
*	01-085-0796	95	Quartz	-0.125	1.008	Si O2
*	00-014-0164	9	Kaolinite- 1\ITA\RG	0.038	0.113	Al2 Si2 O5 (O H)4



Muestra de núcleo 5 DRX: VLG-3873 (16191'8"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name	16198-RT
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3863 16191'8"\16198-RT.RD
Sample Identification	VGL-3873 16191'8"RT
Measurement Date / Time	29/08/2014 12:52:00 p.m.
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0250
End Position [°2Th.]	79.9750
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	1.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	1.0000
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	0.2000
Measurement Temperature [°	C] 0.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	20 mA, 40 kV
Diffractometer Type	PW3710
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	173.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido





Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
12.1733	28.80	0.1936	7.26475	0.26	0.2323	00-001-0527
20.7413	3331.42	0.1420	4.27907	29.51	0.1704	01-085-0930
24.1316	53.49	0.1443	3.68503	0.47	0.1731	
26.4780	11289.21	0.1438	3.36356	100.00	0.1726	01-085-0930
36.3657	775.68	0.1322	2.46851	6.87	0.1587	01-085-0930
38.2306	39.00	0.2505	2.35227	0.35	0.3006	00-001-0527
39.2964	659.05	0.1338	2.29089	5.84	0.1605	01-085-0930
40.1304	343.68	0.1381	2.24519	3.04	0.1657	01-085-0930
42.3216	773.72	0.1481	2.13387	6.85	0.1778	01-085-0930
45.6364	431.60	0.1408	1.98629	3.82	0.1689	01-085-0930
49.9942	1334.21	0.1394	1.82288	11.82	0.1672	01-085-0930
54.7370	439.36	0.1551	1.67561	3.89	0.1861	00-001- 0527; 01- 085-0930
55.1787	199.68	0.1548	1.66324	1.77	0.1858	01-085-0930
57.0870	25.15	0.2015	1.61209	0.22	0.2417	01-085-0930
59.8161	1121.78	0.1558	1.54490	9.94	0.1869	00-001- 0527; 01- 085-0930
63.8873	125.70	0.1476	1.45591	1.11	0.1771	01-085-0930
65.6705	53.41	0.1846	1.42062	0.47	0.2216	01-085-0930
67.6089	651.18	0.1507	1.38453	5.77	0.1808	01-085-0930
67.9990	803.79	0.1653	1.37754	7.12	0.1984	01-085-0930
68.1910	788.25	0.1556	1.37413	6.98	0.1868	01-085-0930

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

73.3429	223.85	0.1574	1.28980	1.98	0.1889	00-001-
						0527; 01-
						085-0930
75.4974	282.91	0.1453	1.25825	2.51	0.1744	01-085-0930
77.5285	117.76	0.1859	1.23028	1.04	0.2231	01-085-0930
79.7453	254.09	0.2101	1.20156	2.25	0.2522	01-085-0930

4.- Lista de Fases Identificadas

Visible	Ref. Code	Score	Compound	Displacemen	Scale	Chemical Formula
			Name	t [°2Th.]	Factor	
*	00-001-0527	12	Kaolinite	-0.145	0.022	Al2 Si2 O5 (O H)4
*	01-085-0930	97	Quartz	-0.133	0.968	Si O2



Muestra de núcleo 6 DRX: VLG-3890 (16019'9"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name	RT-16019'9"
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3890 16019'9"\RT-16019'9".xrdml
Sample Identification	RT-16019'9"
Comment	Configuration=Monocromador, Owner=User-1, Creation
date=7/20/2012 9:56:13 AM	
	Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size
2Theta:0.001; Minimum step s	ize Omega:0.001
	Sample stage=PW3071/xx Bracket
	Diffractometer system=XPERT-PRO
	Measurement program=Programa de Prueba, Owner=User-1,
Creation date=8/27/2012 10:59	9:31 AM
	Prueba de parametros
Measurement Date / Time	19/09/2014 10:23:15 a.m.
Operator	LABORATORIO
Raw Data Origin	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5.0251
End Position [°2Th.]	79.9751
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	99.4291
Scan Type	Continuous
PSD Mode	Scanning
PSD Length [°2Th.]	2.12
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0.0286
Specimen Length [mm]	10.00
Measurement Temperature [°C	C] 25.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	40 mA, 45 kV
Diffractometer Type	000000011024517
Diffractometer Number	0
Goniometer Radius [mm]	240.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	100.00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido



Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM	d-spacing	Rel.	Tip width	Matched by
		[°2Th.]	[Å]	Int. [%]	[°2Th.]	
8.8000	3.00	0.0900	10.04884	0.02	0.1080	00-002-0462
11.6243	118.72	0.1357	7.60656	0.84	0.1628	01-076-1746
12.3472	64.90	0.2259	7.16280	0.46	0.2710	01-078-2110
17.3975	57.89	0.1763	5.09326	0.41	0.2115	00-022-0827
18.8239	73.20	0.1281	4.71040	0.52	0.1537	01-076-1746;
						01-078-2110
20.8650	3598.48	0.0918	4.25398	25.44	0.1102	01-083-2465;
						00-019-0926;
						01-076-1746
23.0991	141.49	0.0886	3.84735	1.00	0.1063	00-024-0027;
						00-019-0926;
						01-078-2110
24.0252	532.67	0.1057	3.70110	3.77	0.1269	00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						01-074-1687
25.5272	167.78	0.1476	3.48953	1.19	0.1771	00-019-0926
26.6428	14142.68	0.0839	3.34312	100.00	0.1007	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						00-002-0462
27.4237	278.06	0.1561	3.24967	1.97	0.1873	00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-078-2110
28.6228	63.43	0.1476	3.11878	0.45	0.1771	01-076-1746;
						00-022-0827;
						00-001-1295;
						00-002-0462
29.4819	1316.61	0.1968	3.02982	9.31	0.2362	00-024-0027;
						00-019-0926;
						00-022-0827

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

30.7180	278.68	0.3181	2.90826	1.97	0.3818	00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-074-1687;
						00-002-0462
33.0242	25.14	0.4270	2.71024	0.18	0.5124	01-076-1746;
						01-078-2110;
						00-001-1295
36.0276	78.29	0.2977	2.49089	0.55	0.3572	00-024-0027;
						00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-078-2110
36.5551	733.35	0.0973	2.45615	5.19	0.1167	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110
37.1078	42.86	0.3674	2.42082	0.30	0.4409	00-019-0926;
						00-001-1295
39.4754	758.09	0.1002	2.28091	5.36	0.1202	01-083-2465;
						00-024-0027;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						00-022-0827
40.3048	341.84	0.0980	2.23587	2.42	0.1176	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110
40.8637	57.59	0.4445	2.20657	0.41	0.5334	01-076-1746;
						01-078-2110;
						01-074-1687;
						00-001-1295
42.4619	759.65	0.0778	2.12714	5.37	0.0933	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110
43.2511	104.56	0.2066	2.09014	0.74	0.2479	00-024-0027;
						00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-078-2110
45.0666	62.36	0.1476	2.01173	0.44	0.1771	01-074-1687
45.8005	402.66	0.1019	1.97955	2.85	0.1222	01-083-2465;

						00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						00-022-0827
47.5894	104.67	0.4571	1.90923	0.74	0.5486	00-024-0027;
						00-019-0926;
						01-076-1746;
						00-022-0827;
						00-001-1295
48.6018	96.56	0.2782	1.87180	0.68	0.3338	00-024-0027;
						00-019-0926;
						01-076-1746
50.1457	1253.52	0.1166	1.81773	8.86	0.1399	01-083-2465;
						00-019-0926;
						01-076-1746;
						01-074-1687;
						00-022-0827
53.7084	44.80	0.0866	1.70525	0.32	0.1039	01-076-1746;
						01-078-2110
54.8949	415.56	0.1109	1.67117	2.94	0.1331	01-083-2465;
						01-078-2110
55.3513	137.51	0.1088	1.65846	0.97	0.1306	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						00-022-0827
56.3000	12.12	0.0900	1.63410	0.09	0.1080	01-078-2110;
						00-001-1295
57.4036	36.82	0.4143	1.60395	0.26	0.4972	01-083-2465;
						00-024-0027;
						01-076-1746;
						01-078-2110
59.9803	1038.49	0.1057	1.54106	7.34	0.1268	01-083-2465;
						01-078-2110
64.0465	127.26	0.1018	1.45267	0.90	0.1221	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						01-074-1687;

						00-001-1295
65.7912	87.46	0.1951	1.41831	0.62	0.2342	01-083-2465;
						00-024-0027;
						01-076-1746;
						01-078-2110;
						01-074-1687;
						00-002-0462
67.7792	395.36	0.2172	1.38147	2.80	0.2606	01-083-2465;
						01-078-2110;
						00-022-0827;
						00-002-0462
68.3230	486.25	0.1540	1.37179	3.44	0.1848	01-083-2465;
						01-076-1746;
						01-078-2110
73.4887	78.50	0.1476	1.28866	0.56	0.1771	01-083-2465;
						00-022-0827
75.6669	207.19	0.1200	1.25585	1.46	0.1440	01-083-2465
77.6899	138.16	0.1410	1.22813	0.98	0.1692	01-083-2465

4.- Lista de Fases Identificadas

Visible	Ref. Code	Score	Compound	Displacement	Scale	Chemical
			Name	[°2Th.]	Factor	Formula
*	01-083-2465	84	Quartz	0.000	0.337	Si O2
*	00-024-0027	54	Calcite	0.000	0.073	Ca C O3
*	00-019-0926	38	Microcline, ordered	0.000	0.023	K Al Si3 O8
*	01-076-1746	32	Gypsum	0.000	0.015	Ca S O4 (H2 O)2
*	01-078-2110	26	Kaolinite	0.000	0.020	Al4 (O H)8 (Si4 O10)
*	01-074-1687	25	Dolomite	0.000	0.025	Ca Mg (C O3)2
*	00-022-0827	19	Jarosite, syn	0.000	0.012	K Fe3 (S O4)2 (O H)6
*	00-001-1295	17	Pyrite	0.000	0.009	Fe S2
*	00-002-0462	11	Illite, 1M	0.000	0.059	K AI2 (Si3 AI O10) (O H)2
						, (=)=



Muestra de núcleo 7 DRX: VLG-3890 (16086'), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name	16086-RT
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3890_16086'\16086-RT.RD
Sample Identification	VLG-3890 16086'RT
Measurement Date / Time	29/08/2014 05:04:00 p.m.
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0250
End Position [°2Th.]	79.9750
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	1.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	1.0000
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	0.2000
Measurement Temperature [°	C] 0.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	20 mA, 40 kV
Diffractometer Type	PW3710
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	173.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromato	or No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido



Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
8.7208	37.22	0.0346	10.13992	0.73	0.0415	00-002-0056
12.2981	39.92	0.2839	7.19128	0.78	0.3407	01-078-2109
19.9384	26.17	0.6089	4.44953	0.51	0.7307	01-078-2109; 00-002-0056
20.7897	1415.30	0.1492	4.26923	27.80	0.1791	01-076-1239; 01-086-1560; 00-002-0056
22.2532	39.00	0.1682	3.99165	0.77	0.2019	01-076-1239; 01-074-1687; 00-002-0056
23.1143	51.91	0.3299	3.84486	1.02	0.3959	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239; 00-002-0056
23.8784	33.28	0.3690	3.72353	0.65	0.4428	01-078-2109; 01-076-1239; 01-074-1687; 00-002-0056
24.8898	23.66	0.8619	3.57447	0.46	1.0343	01-078-2109; 01-076-1239
26.5947	5091.13	0.2196	3.34905	100.00	0.2635	01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560; 00-002-0056
27.2250	46.56	4.0000	3.27294	0.91	4.8000	01-078-2109; 01-076-1239; 00-002-0056
29.4955	393.29	0.2076	3.02596	7.73	0.2491	01-072-1650; 01-076-1239; 00-002-0056

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

	-	1				
30.6161	185.20	0.3743	2.91770	3.64	0.4492	01-076-1239; 01-074-1687
33.0029	26.59	0.2488	2.71195	0.52	0.2986	01-078-2109; 01-074-1687; 00-024-0076
35.0279	24.47	0.7623	2.55966	0.48	0.9147	01-078-2109; 01-076-1239; 01-074-1687; 00-002-0056
36.1080	60.23	0.5033	2.48553	1.18	0.6040	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239; 00-002-0056
36.5351	605.69	0.1370	2.45745	11.90	0.1644	01-076-1239; 01-086-1560; 00-002-0056
37.0425	58.93	0.3553	2.42495	1.16	0.4264	01-076-1239; 01-074-1687; 00-024-0076; 00-002-0056
39.4380	310.53	0.1936	2.28299	6.10	0.2323	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560
40.2474	267.41	0.1333	2.23893	5.25	0.1599	01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560
42.4009	230.21	0.1379	2.13007	4.52	0.1655	01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560; 00-002-0056
43.3220	93.60	0.2124	2.08689	1.84	0.2549	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239

44.5743	37.95	0.3258	2.03112	0.75	0.3909	01-078-2109; 01-076-1239; 01-074-1687
45.7352	281.50	0.1086	1.98223	5.53	0.1303	01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560; 00-002-0056
47.7242	65.52	0.3761	1.90415	1.29	0.4513	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239; 00-024-0076
48.7277	75.99	0.3312	1.86726	1.49	0.3974	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239
50.0862	528.87	0.1517	1.81975	10.39	0.1821	01-078-2109; 01-076-1239; 01-074-1687; 01-086-1560
54.8430	198.29	0.1795	1.67263	3.89	0.2154	01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560
55.2814	84.94	0.2008	1.66039	1.67	0.2410	01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560; 00-002-0056
56.2354	35.78	0.0781	1.63447	0.70	0.0937	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239; 00-024-0076; 00-002-0056
57.6061	27.51	0.1953	1.59879	0.54	0.2344	01-072-1650; 01-078-2109; 01-076-1239; 01-086-1560;

						00-002-0056
59.9011	523.00	0.1337	1.54290	10.27	0.1604	01-078-2109;
						01-076-1239;
						01-074-1687;
						01-086-1560;
						00-002-0056
63.9873	181.54	0.1206	1.45387	3.57	0.1447	01-078-2109;
						01-076-1239;
						01-074-1687;
						00-024-0076;
						01-086-1560
67.7045	393.64	0.1687	1.38281	7.73	0.2025	01-078-2109;
						01-074-1687;
						01-086-1560
68.2711	351.42	0.1941	1.37271	6.90	0.2330	01-086-1560
73.4206	97.68	0.1607	1.28862	1.92	0.1929	01-072-1650;
						01-086-1560
75.6335	114.42	0.1946	1.25632	2.25	0.2336	01-086-1560
77.6281	139.13	0.1461	1.22895	2.73	0.1753	01-072-1650;
						01-074-1687;
						01-086-1560
1		1	1	1	1	

4.- Lista de Fases Identificadas

Visible	Ref. Code	Score	Compound	Displacement	Scale	Chemical Formula
			Name	[°2Th.]	Factor	
*	01-072-1650	53	Calcite	0.000	0.086	Ca C O3
*	01-078-2109	34	Kaolinite	0.000	0.081	Al4 (O H)8 (Si4 O10)
*	01-076-1239	30	Microcline	0.000	0.040	K (Si3 AI) O8
*	01-074-1687	27	Dolomite	0.000	0.028	Ca Mg (C O3)2
*	00-024-0076	26	Pyrite	0.000	0.011	Fe S2
*	01-086-1560	84	Quartz low	0.000	1.016	Si O2
*	00-002-0056	19	Illite	0.000	0.022	K Al2 Si3 Al O10 (O H
)2



Muestra de núcleo 9 DRX: VLG-3891 (14755'7"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name	14755-RT
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3891_14755'7'\14755-RT.RD
Sample Identification	VLG-3891 14755'7"RT
Measurement Date / Time	29/08/2014 12:02:00 p.m.
Raw Data Origin	PHILIPS-binary (scan) (.RD)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	3.0250
End Position [°2Th.]	79.9750
Step Size [°2Th.]	0.0500
Scan Step Time [s]	1.0000
Scan Type	Continuous
Offset [°2Th.]	0.0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	1.0000
Specimen Length [mm]	10.00
Receiving Slit Size [mm]	0.2000
Measurement Temperature [°	C] 0.00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1.54060
K-Alpha2 [Å]	1.54443
K-Beta [Å]	1.39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0.50000
Generator Settings	20 mA, 40 kV
Diffractometer Type	PW3710
Diffractometer Number	1
Goniometer Radius [mm]	173.00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	91.00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No

2.-Difractograma Obtenido



Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM [°2Th.]	d-spacing [Å]	Rel. Int. [%]	Tip width [°2Th.]	Matched by
12.2639	102.31	0.2899	7.21130	0.64	0.3479	01-075-1593
17.4077	14.09	0.4091	5.09028	0.09	0.4910	
20.7377	2145.97	0.1310	4.27980	13.38	0.1571	01-078-2315
24.7341	56.94	0.2177	3.59661	0.36	0.2612	01-083-1764
26.5284	16036.40	0.1085	3.35728	100.00	0.1302	01-078-2315; 01-075-1593
29.0013	20.23	0.1832	3.07639	0.13	0.2199	01-075-1593
30.4808	85.51	0.2646	2.93034	0.53	0.3175	
31.9967	56.12	0.1886	2.79489	0.35	0.2263	01-083-1764
32.9962	19.92	0.2585	2.71248	0.12	0.3102	00-024-0076
36.4290	884.23	0.1180	2.46436	5.51	0.1416	01-078-2315; 01-075-1593
38.3799	30.36	0.3410	2.34346	0.19	0.4092	01-083-1764; 01-075-1593
39.3617	1024.42	0.0992	2.28724	6.39	0.1191	01-078-2315; 01-075-1593
40.1932	408.76	0.1037	2.24182	2.55	0.1245	01-078-2315; 01-075-1593
42.3379	530.63	0.1352	2.13309	3.31	0.1622	01-078-2315; 01-083-1764; 01-075-1593
45.6831	463.25	0.1075	1.98437	2.89	0.1290	01-078-2315; 01-075-1593
50.0436	1557.15	0.1041	1.82120	9.71	0.1249	01-078-2315; 01-075-1593

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

54.7824	463.70	0.1335	1.67433	2.89	0.1602	01-078-2315; 01-075-1593
55.2235	136.80	0.1380	1.66200	0.85	0.1656	01-078-2315; 01-075-1593
57.1343	27.72	0.1042	1.61087	0.17	0.1250	01-078-2315
57.5500	8.09	0.0900	1.60154	0.05	0.1080	01-075-1593
59.8623	830.92	0.1253	1.54381	5.18	0.1504	01-078-2315; 01-075-1593
63.9602	289.36	0.1267	1.45443	1.80	0.1521	01-078-2315; 01-075-1593; 00-024-0076
65.6811	47.13	0.1922	1.42042	0.29	0.2306	01-078-2315; 01-075-1593
67.6529	579.08	0.1254	1.38374	3.61	0.1505	01-078-2315; 01-083-1764; 01-075-1593
68.2286	1080.86	0.2952	1.37460	6.74	0.3542	01-078-2315; 01-083-1764; 01-075-1593
73.3879	116.84	0.1217	1.28912	0.73	0.1461	01-078-2315; 01-075-1593
75.5768	309.69	0.1216	1.25712	1.93	0.1459	01-078-2315; 01-083-1764
77.5699	94.67	0.1302	1.22973	0.59	0.1563	01-078-2315; 01-083-1764

Visible	Ref. Code	Score	Compound	Displacement	Scale	Chemical Formula
			Name	[°2Th.]	Factor	
*	01-078-2315	92	Quartz	-0.096	0.974	Si O2
*	01-083-1764	22	Siderite	-0.066	0.006	Fe (C O3)
*	01-075-1593	20	Kaolinite	-0.038	0.023	Al2 Si2 O5 (O H)4
*	00-024-0076	3	Pyrite	-0.168	0.004	Fe S2

4.- Lista de Fases Identificadas



Muestra de núcleo 10 DRX: VLG-3891 (14824'7"), Formación Misoa, Edad Eoceno.

Dataset Name	RT-14824'7''
File name	F:\Frank Cabrera\VGL-3891_14824'7"\RT-14824'7".xrdml
Sample Identification	RT-14824'7"
Comment	Configuration=Monocromador, Owner=User-1, Creation
date=7/20/2012 9:56:13 AM	
	Goniometer=PW3050/60 (Theta/Theta); Minimum step size
2Theta:0.001; Minimum step s	ize Omega:0.001
· · · · ·	Sample stage=PW3071/xx Bracket
	Diffractometer system=XPERT-PRO
	Measurement program=Programa de Prueba, Owner=User-1,
Creation date=8/27/2012 10:59	9:31 AM
	Prueba de parametros
Measurement Date / Time	10/09/2014 04:32:57 p.m.
Operator	LABORATORIO
Raw Data Origin	XRD measurement (*.XRDML)
Scan Axis	Gonio
Start Position [°2Th.]	5,0251
End Position [°2Th.]	79,9751
Step Size [°2Th.]	0,0500
Scan Step Time [s]	99,4291
Scan Type	Continuous
PSD Mode	Scanning
PSD Length [°2Th.]	2,12
Offset [°2Th.]	0,0000
Divergence Slit Type	Fixed
Divergence Slit Size [°]	0,4354
Specimen Length [mm]	10,00
Measurement Temperature [°C	C] 25,00
Anode Material	Cu
K-Alpha1 [Å]	1,54060
K-Alpha2 [Å]	1,54443
K-Beta [Å]	1,39225
K-A2 / K-A1 Ratio	0,50000
Generator Settings	40 mA, 45 kV
Diffractometer Type	000000011024517
Diffractometer Number	0
Goniometer Radius [mm]	240,00
Dist. Focus-Diverg. Slit [mm]	100,00
Incident Beam Monochromato	r No
Spinning	No
Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.



2.-Difractograma Obtenido



Pos. [°2Th.]	Height [cts]	FWHM	d-spacing	Rel.	Tip width	Matched by
		[°2Th.]	[Å]	Int. [%]	[°2Th.]	
6,1487	64,93	0,6705	14,37469	0,96	0,8046	01-079-1270
8,6215	29,96	0,5647	10,24805	0,44	0,6776	00-043-0685
12,4519	172,81	0,3790	7,10283	2,54	0,4547	00-001-0527; 01-079-1270
18,8037	87,10	0,1476	4,71930	1,28	0,1771	01-079-1270
19,9131	99,24	0,2952	4,45883	1,46	0,3542	00-001-0527; 01-079-1270; 00-043-0685
20,8197	2020,13	0,1189	4,26314	29,72	0,1427	01-083-2465; 00-001-0527; 01-079-1270; 00-043-0685
23,9942	260,79	0,0903	3,70581	3,84	0,1083	01-079-1270; 00-043-0685
24,7758	103,68	0,1968	3,59362	1,53	0,2362	00-029-0696; 00-001-0527
25,2904	116,21	0,2952	3,52165	1,71	0,3542	01-079-1270; 00-043-0685
26,5929	6797,30	0,1199	3,34928	100,00	0,1439	01-083-2465; 00-043-0685
32,0218	188,41	0,2871	2,79276	2,77	0,3445	00-029-0696; 01-079-1270; 00-043-0685
32,9330	26,87	0,2305	2,71754	0,40	0,2766	00-001-1295
34,7752	50,62	0,3936	2,57982	0,74	0,4723	00-029-0696; 00-001-0527; 01-079-1270;

3.-Lista de máximos y patrones del ICDD que describen la muestra

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

						00-043-0685
36,4844	864,14	0,1361	2,46075	12,71	0,1633	01-083-2465; 01-079-1270; 00-043-0685
38,3605	47,97	0,4743	2,34461	0,71	0,5692	00-029-0696; 00-001-0527
39,4377	614,72	0,1175	2,28301	9,04	0,1410	01-083-2465; 01-079-1270; 00-043-0685
40,2497	246,30	0,1402	2,23881	3,62	0,1683	01-083-2465; 01-079-1270; 00-043-0685
42,4224	424,62	0,1368	2,12904	6,25	0,1642	01-083-2465; 00-029-0696; 01-079-1270
44,6283	47,22	0,3490	2,02879	0,69	0,4188	01-079-1270
45,7663	202,32	0,1440	1,98095	2,98	0,1728	01-083-2465; 00-001-0527
50,1095	880,22	0,1411	1,81896	12,95	0,1693	01-083-2465; 01-079-1270
52,8329	49,06	0,5248	1,73143	0,72	0,6298	00-029-0696; 01-079-1270
54,8255	242,28	0,1415	1,67312	3,56	0,1698	01-083-2465; 00-001-0527; 01-079-1270; 00-043-0685
55,2775	86,85	0,1455	1,66050	1,28	0,1746	01-083-2465; 01-079-1270; 00-043-0685
56,2467	17,91	0,0904	1,63417	0,26	0,1085	01-079-1270; 00-001-1295; 00-043-0685

Caracterización geoquímica y mineralógica de la pirita presente en muestras de núcleo de la División Sur del Lago Trujillo, Occidente de Venezuela.

56,3989	8,95	0,0904	1,63417	0,13	0,1085	
59,9150	525,74	0,1606	1,54258	7,73	0,1927	01-083-2465; 00-001-0527; 01-079-1270
61,6037	29,79	0,8382	1,50428	0,44	1,0058	00-029-0696; 01-079-1270; 00-001-1295; 00-043-0685
64,0060	102,23	0,1715	1,45349	1,50	0,2058	01-083-2465; 01-079-1270; 00-001-1295
65,8463	29,23	0,2952	1,41726	0,43	0,3542	01-083-2465; 01-079-1270
67,7252	446,02	0,1554	1,38244	6,56	0,1865	01-083-2465; 00-029-0696
68,0972	817,43	0,1293	1,37579	12,03	0,1552	01-083-2465; 01-079-1270
68,2619	785,63	0,1416	1,37287	11,56	0,1699	01-083-2465; 01-079-1270
72,1555	9,45	0,4862	1,30807	0,14	0,5834	00-001-0527; 01-079-1270
73,4308	134,96	0,1312	1,28847	1,99	0,1574	01-083-2465; 00-001-0527; 01-079-1270
75,6587	242,30	0,1339	1,25597	3,56	0,1607	01-083-2465; 00-029-0696; 01-079-1270
77,6435	59,88	0,1815	1,22874	0,88	0,2177	01-083-2465; 00-029-0696; 01-079-1270

Visible	Ref. Code	Score	Compound Name	Displacement [°2Th.]	Scale Factor	Chemical Formula
*	01-083-2465	83	Quartz	0,000	0,869	Si O2
*	00-029-0696	46	Siderite	0,000	0,025	Fe C O3
*	00-001-0527	33	Kaolinite	0,000	0,015	Al2 Si2 O5 (O H)4
*	01-079-1270	34	Clinochlore	0,000	0,049	(Mg2.96 Fe1.55
						Fe.136 Al1.275) (
						Si2.622 Al1.376 O10
) (O H)8
*	00-001-1295	3	Pyrite	0,000	0,024	Fe S2
*	00-043-0685	21	Illite-	0,000	0,237	K Al2 (Si3 Al) O10
			2\ITM\RG#2			(O H)2

4.- Lista de Fases Identificadas

5.- Difractograma Original.

