

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Caracterización mineralógica del yacimiento no
metálico aplicando el método de microscopía óptica
en la Concesión Minera Santa Rosa 94-1 -2021**

Liz Cuba Gonzales
Christopher Hilario Poma López
Ruth Sandy Ureta Espinoza

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESORA

Ing. Tantavilca Martinez Nelida

AGRADECIMIENTOS

A Dios, a quien ha forjado nuestro camino día a día y seguir luchando hasta lograr nuestros objetivos.

A la universidad Continental y a los educadores de la facultad de Ingeniería de Minas por la preparación que nos brindaron.

A nuestros padres, quienes nos apoyaron y fueron nuestra motivación para seguir adelante, asimismo agradecer a todos aquellos por estar presentes brindando su apoyo para la realización de este presente trabajo.

A la comunidad de Llocllapampa por brindarnos la oportunidad de desarrollar nuestro trabajo de investigación y crecer profesionalmente.

A la ingeniera Nelida Tantavilca, asesora del trabajo de investigación.

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación va dedicado a Dios por darnos la vida y salud, guiarnos por el buen camino, también a nuestros padres y hermanos por su apoyo absoluto que nos brindan día a día.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ASESORA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
DEDICATORIA.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	17
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	17
1.1.1. Planteamiento del problema	17
1.1.2. Formulación del problema.....	18
1.2. Objetivos.....	18
1.2.1. Objetivo principal	18
1.2.2. Objetivos específicos	18
1.3. Justificación	19
1.4. Hipótesis y descripción de variables	19
1.4.1. Hipótesis de la investigación.....	19
1.4.2. Hipótesis específicas	19
1.5. Identificación de variables.....	20
1.5.1. Variables independientes.....	20
1.5.2. Variables dependientes	20
1.6. Operacionalización de variables	21
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes del problema.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.1.3. Antecedentes locales.....	24
2.2. Generalidades.....	25
2.2.1. Ubicación.....	25

2.2.2. Accesibilidad.....	26
2.2.3. Historia	27
2.2.4. Propiedad minera	27
2.2.5. Clima y vegetación.....	28
2.2.6. Geomorfología	28
2.2.7. Hidrología	28
2.2.8. Geología	29
2.2.9. Levantamiento topográfico.....	31
2.3. Bases teóricas	34
2.3.1. Caracterización mineralógica.....	34
2.3.2. Microscopía óptica.....	35
2.3.3. Polarización	36
2.3.4. Microscopio de polarización.....	37
2.3.5. Preparación de la muestra.....	39
2.3.6. Generalidades sobre los minerales.....	41
2.3.7. Propiedades ópticas	42
2.3.8. Estudio con Iluminación ortoscópica transmitida.....	42
2.3.9. Estudio con Iluminación conoscópica transmitida	49
2.3.10. Estudio con luz reflejada.....	53
2.4. Definición de términos básicos.....	55
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	56
3.1. Métodos, y alcance de la investigación	56
3.1.1. Método científico.....	56
3.1.2. Nivel de investigación	56
3.1.3. Tipo de investigación	56
3.2. Diseño de la investigación	56
3.3. Población y muestra	57
3.3.1. Población.....	57
3.3.2. Muestra.....	57
3.4. Técnicas e Instrumentación de recolección de datos	57
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	58
4.1. Análisis de microscopía óptica: secciones delgadas	58
4.1.1. Muestra recolectada de campo N°1	58
4.1.2. Muestra Recolectada de campo N°2.....	70

4.1.3. Muestra Recolectada de campo N°3.....	84
4.1.4. Muestra recolectada de campo N°4	96
4.2. Análisis de microscopia óptica: Secciones pulidas	108
CONCLUSIONES.....	121
RECOMENDACIONES	122
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
ANEXOS	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	21
Tabla 2. Coordenadas geográficas de la concesión minera	25
Tabla 3. Itinerario de accesibilidad	26
Tabla 4. Distancia a ciudades más cercanas.....	26
Tabla 5. Vértices de la concesión minera	27
Tabla 6. Propiedades ópticas	42
Tabla 7. Minerales por su color (10)	54
Tabla 8. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 1	66
Tabla 9. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 2.....	66
Tabla 10. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 3.....	66
Tabla 11. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 4.....	67
Tabla 12. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 5.....	67
Tabla 13. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 6.....	67
Tabla 14. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 7.....	68
Tabla 15. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 8.....	68
Tabla 16. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 9.....	68
Tabla 17. Contenido de la Muestra 1.....	69
Tabla 18. Cuadro de clasificación de la muestra 1	70
Tabla 19. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 1	79
Tabla 20. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 2.....	79
Tabla 21. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 3.....	79
Tabla 22. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 4.....	79
Tabla 23. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 5.....	80
Tabla 24. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 6.....	80
Tabla 25. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 7.....	80
Tabla 26. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 8.....	81
Tabla 27. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 9.....	81
Tabla 28. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 10.....	81
Tabla 29. Contenido de la muestra 2.....	82
Tabla 30. Cuadro de clasificación de la muestra 2	83
Tabla 31. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 1	92

Tabla 32. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 2.....	92
Tabla 33. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 3.....	93
Tabla 34. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 4.....	93
Tabla 35. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 5.....	93
Tabla 36. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 6.....	93
Tabla 37. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 7.....	94
Tabla 38. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 8.....	94
Tabla 39. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 9.....	94
Tabla 40. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 10.....	94
Tabla 41. Contenido de la muestra 3.....	95
Tabla 42. Cuadro de clasificación de la muestra 3	96
Tabla 43. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 1	104
Tabla 44. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 2.....	104
Tabla 45. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 3.....	104
Tabla 46. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 4.....	105
Tabla 47. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 5.....	105
Tabla 48. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 6.....	105
Tabla 49. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 7.....	105
Tabla 50. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 8.....	106
Tabla 51. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 9.....	106
Tabla 52. Contenido de la muestra 4.....	106
Tabla 53. Cuadro de clasificación de la muestra 4	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del yacimiento Santa Rosa 94-1	25
Figura 2. Accesibilidad	26
Figura 3. Columna estratigráfica local	29
Figura 4. Luz linealmente polarizada, monocromática y blanca (10)	36
Figura 5. Rayo incidente (Ri), reflejado (RI) y refractado (Rr) (10).....	37
Figura 6. Microscopio de polarización (10)	37
Figura 7. Microscopio de polarización con luz transmitida (11).....	38
Figura 8. Microscopio de polarización con luz reflejada (11)	39
Figura 9. Preparación de secciones delgadas y pulidas (10).....	40
Figura 10. Desarrollo tridimensional de los minerales (10)	41
Figura 11. Luz ortoscópica (10)	43
Figura 12. Método para la determinación del índice de refracción (10)	44
Figura 13. Medición de tamaño de grano (10)	45
Figura 14. Formas de los sistemas cristalinos (10).....	46
Figura 15. Tipos de clivaje (10)	46
Figura 16. Tipos de extinción (10)	47
Figura 17. Color de interferencia (10)	48
Figura 18. Zonamiento de plagioclasas (10).....	48
Figura 19. Zonamiento de plagioclasas (10).....	49
Figura 20. Luz conoscópica (10)	50
Figura 21. Interferencia uniáxica (11)	51
Figura 22. Interferencia biáxica (10)	52
Figura 23. Sistema de iluminación con luz reflejada (10).....	53
Figura 24. Muestra recolectada 1	58
Figura 25. Muestra 1 – Fotomicrografía 1.....	61
Figura 26. Muestra 1 – Fotomicrografía 2.....	62
Figura 27. Muestra 1 – Fotomicrografía 3.....	62
Figura 28. Muestra 1 – Fotomicrografía 4.....	63
Figura 29. Muestra 1 – Fotomicrografía 5.....	63
Figura 30. Muestra 1 – Fotomicrografía 6.....	64
Figura 31. Muestra 1 – Fotomicrografía 7.....	64

Figura 32. Muestra 1 – Fotomicrografía 8.....	65
Figura 33. Muestra 1 – Fotomicrografía 9.....	65
Figura 34. Triángulo de Streckeisen.....	69
Figura 35. Muestra recolectada 2.....	70
Figura 36. Muestra 2 – Fotomicrografía 1.....	74
Figura 37. Muestra 2 – Fotomicrografía 2.....	74
Figura 38. Muestra 2 – Fotomicrografía 3.....	75
Figura 39. Muestra 2 – Fotomicrografía 4.....	75
Figura 40. Muestra 2 – Fotomicrografía 5.....	76
Figura 41. Muestra 2 – Fotomicrografía 6.....	76
Figura 42. Muestra 2 – Fotomicrografía 7.....	77
Figura 43. Muestra 2 – Fotomicrografía 8.....	77
Figura 44. Muestra 2 – Fotomicrografía 9.....	78
Figura 45. Muestra 2 – Fotomicrografía 10.....	78
Figura 46. Triángulo de Streckeisen.....	82
Figura 47. Muestra recolectada 3.....	84
Figura 48. Muestra 3 – Fotomicrografía 1.....	87
Figura 49. Muestra 3 – Fotomicrografía 2.....	87
Figura 50. Muestra 3 – Fotomicrografía 3.....	88
Figura 51. Muestra 3 – Fotomicrografía 4.....	88
Figura 52. Muestra 3 – Fotomicrografía 5.....	89
Figura 53. Muestra 3 – Fotomicrografía 6.....	90
Figura 54. Muestra 3 – Fotomicrografía 7.....	90
Figura 55. Muestra 3 – Fotomicrografía 8.....	91
Figura 56. Muestra 3 – Fotomicrografía 9.....	91
Figura 57. Muestra 3 – Fotomicrografía 10.....	92
Figura 58. Triángulo de Streckeisen.....	95
Figura 59. Muestra recolectada 4.....	96
Figura 60. Muestra 4 – Fotomicrografía 1.....	99
Figura 61. Muestra 4 – Fotomicrografía 2.....	100
Figura 62. Muestra 4 – Fotomicrografía 3.....	100
Figura 63. Muestra 4 – Fotomicrografía 4.....	101
Figura 64. Muestra 4 – Fotomicrografía 5.....	101
Figura 65. Muestra 4 – Fotomicrografía 6.....	102

Figura 66. Muestra 4 – Fotomicrografía 7.....	102
Figura 67. Muestra 4 – Fotomicrografía 8.....	103
Figura 68. Muestra 4 – Fotomicrografía 9.....	103
Figura 69. Triángulo de Streckeisen.....	107
Figura 70. Muestra recolectada 5.....	108
Figura 71. Muestra 5 – Fotomicrografía 1.....	109
Figura 72. Muestra 5 – Fotomicrografía 2.....	109
Figura 73. Muestra 5 – Fotomicrografía 3.....	110
Figura 74. Muestra 5 – Fotomicrografía 4.....	110
Figura 75. Muestra 5 – Fotomicrografía 5.....	111
Figura 76. Muestra recolectada 6.....	111
Figura 77. Muestra 6 – Fotomicrografía 1.....	112
Figura 78. Muestra 6 – Fotomicrografía 2.....	112
Figura 79. Muestra 6 – Fotomicrografía 3.....	113
Figura 80. Muestra recolectada 7.....	113
Figura 81. Muestra 7 – Fotomicrografía 1.....	114
Figura 82. Muestra 7 – Fotomicrografía 2.....	114
Figura 83. Muestra 7 – Fotomicrografía 3.....	115
Figura 84. Muestra 7 – Fotomicrografía 4.....	115
Figura 85. Muestra 7 – Fotomicrografía 5.....	116
Figura 86. Muestra 7 – Fotomicrografía 6.....	116
Figura 87. Muestra 7 – Fotomicrografía 7.....	117
Figura 88. Muestra recolectada 8.....	117
Figura 89. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 1.....	118
Figura 90. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 2.....	119
Figura 91. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 3.....	119
Figura 92. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 4.....	120
Figura 93. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 5.....	120

RESUMEN

La presente tesis de investigación tiene como finalidad responder a la pregunta: ¿cuál es la influencia de la caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de luz transmitida en Santa Rosa 94-1, 2021? La respuesta permite clasificar el contenido de cada muestra y su mineralogía con sus derivados de alteraciones que se presenta en dichas muestras. Así, se contribuye con la comunidad campesina de Llocllapampa y la pureza que contiene la arena de sílice para su comercialización y distribución.

En cuanto a los objetivos, se plantea determinar la influencia, la composición mineralógica, la granulometría de la composición mineralógica y la pureza que contiene. Para esto, se realizó un levantamiento topográfico con la finalidad de dimensionar el yacimiento, para luego ser muestreado aleatoriamente. En total, se recolecto 9 muestras, las cuales fueron pulidas para convertirse en secciones delgadas y secciones pulidas y con ello determinar con la microscopía óptica el contenido que contiene. Finalmente, con el método de triangulo de *Streckeisen* se pudo identificar el origen de los principales minerales que presentan dichas muestras, sin antes mencionar el conteo de granos, la identificación de la morfología, selección, textura, textura composicional y matriz.

Palabras claves: arena de sílice, morfología, textura, mineralogía, microscopía óptica

ABSTRACT

The purpose of this research thesis is to respond to, What is the influence of the mineralogical characterization of the non-metallic deposit applying the transmitted light method in Santa Rosa 94-1, 2021 ?, which allows us to classify the content of each sample and its mineralogy with its derivatives of alterations that are presented in said samples. Adding the purpose of contributing to the rural community of Llocllapampa and the purity that Silica sand contains for its commercialization and distribution.

Regarding the objectives, it is proposed to determine the influence, the mineralogical composition, the granulometry of the mineralogical composition and the purity it contains. For this, a topographic survey was carried out in order to size the site, and then be randomly sampled, a total of 9 samples were collected, these were polished to become thin sections and polished sections and thus determine with optical microscopy the content it contains. . Finally, with the Streckeisen triangle method it was possible to identify the origin of the main minerals that these samples present, without first mentioning the grain count, the identification of the morphology, selection, texture, compositional texture and matrix for the identification process.

Key words: Silica sand, morphology, texture, mineralogy, light microscopy

INTRODUCCIÓN

La minería no metálica presenta un valor económico importante al igual que la minería metálica, ya que la materia prima que se extrae representa un gran valor a la industria, textil, farmacéutica, química, etc. Este material contiene diferentes minerales en su interior, la identificación de estos minerales es representado por el estudio mineralógico, es por ello que nos surge al desarrollo del presente trabajo de investigación titulado: “Caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021”, la cual es importante ya que en Llocallapampa no presenta estudios de microscopía óptica.

El método empleado en el presente trabajo de investigación es la microscopía óptica, por lo cual analizamos con el microscopio polarizante de tipo iluminación ortoscópica y conoscópica, por ello nuestro objetivo principal es determinar la influencia de la caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método mencionado, de igual manera determinar la composición mineralógica, la granulometría e identificar la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021, y como resultado nos ayudará a determinar la influencia de la caracterización mineralógica y la composición mineralógica de las muestras recolectadas aleatoriamente del yacimiento.

El presente trabajo de investigación está constituido por los siguientes capítulos: en el Capítulo I se trata el planteamiento del estudio; conformado por el planteamiento del problema, vinculado con la explicación de la problemática sobre el yacimiento; la formulación del problema, ya sea el problema principal y específico; los objetivos, las hipótesis según el problema y la importancia de nuestro estudio.

En el Capítulo II se incluye el marco teórico; abarca todo referido a los antecedentes que el problema requiere, tanto internacional, nacional y

localmente, al igual que las bases teóricas que requiere el trabajo. Además, se mencionan las generalidades y las definiciones básicas del presente estudio.

En el Capítulo III se trata la metodología; se aborda todo referido al método, diseño, nivel, población muestra y técnicas e instrumentos con la cual se trabajó para la presente investigación.

En el Capítulo IV se incluye los resultados y discusión; donde se da a conocer los resultados de los estudios realizados a las muestras recolectadas en campo con el microscopio polarizante de cada uno de las muestras para determinar la caracterización mineralógica de cada uno de ellos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

En Santa Rosa 94- 1, cuyo titular en la actualidad es la comunidad de LLoclapampa, se explota bajo el sistema de minería superficial y administrado por la propia comunidad desde hace aproximadamente 100 años con una producción de sílice de 260 toneladas diarias, para luego ser comercializado. La labor la realizan 30 trabajadores que son naturales de la comunidad, en horas trabajados 7 por 6 días a la semana.

La concesión tiene un promedio de 430 m de profundidad, 1300 m de largo y 150 m de ancho para una buena extracción de gran escala, ya que presenta manto mineralizado de arena de sílice de manera homogénea.

Para obtener mejoras en la extracción y producción de la cantera requerimos saber cuál es la influencia de la caracterización mineralógica y la composición que presenta cada una, ofreciendo así un producto de buena calidad, dando cumplimiento con los más altos estándares establecidos. Es por esto que un conocimiento en el análisis aplicando el método de microscopía óptica en el estudio del yacimiento es muy importante para resolver y sanear el problema de forma más pronta y efectiva.

1.1.2. Formulación del problema

- **Problema general**

¿Cuál es la influencia de la caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021?

- **Problemas específicos**

✓ ¿Cuál sería la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021?

✓ ¿Cuál sería la granulometría de la composición mineralógica de la sílice aplicando el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021?

✓ ¿Cómo sería la identificación de la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo principal

Determinar la influencia de la caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

✓ Determinar la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021

✓ Determinar la granulometría de la composición mineralógica de la sílice aplicando el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021.

- ✓ Identificar la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021.

1.3. Justificación

El presente estudio se justifica debido a que el yacimiento no metálico Santa Rosa no presenta estudios de microscopía óptica para la identificación de componentes mineralógicos, es por ello que surge la necesidad de contribuir con este presente trabajo de investigación con el fin de beneficiar a la comunidad campesina de Llocllapampa.

La investigación se basa en una nueva contribución en el estudio mineralógico para la clasificación del yacimiento de Santa Rosa 94-1 y el porcentaje de pureza que presenta dichas muestras recolectadas aleatoriamente, así mismo los resultados de la investigación ayudaran a mejorar su valor económico del mineral no metálico que es su esencial fuente de ingreso para la comunidad.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis de la investigación

La caracterización mineralógica influye positivamente del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1 – 2021.

1.4.2. Hipótesis específicas

- ✓ Se determinará la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021
- ✓ Se determinará la granulometría de la composición mineralógica de la sílice aplicando el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021.

- ✓ Se identificará la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021

1.5. Identificación de variables

1.5.1. Variables independientes

Método de microscopía óptica

1.5.2. Variables dependientes

Caracterización mineralógica

1.6. Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

Operacionalización de variables			
Variable	Concepto	Dimensión operacional	
		DIMENSIÓN	Indicador
Variable independiente Método de microscopia óptica	Es el estudio que se basa en la identificación mineralógica de minerales, la técnica se emplea con una herramienta "Microscopio de Polarización" la cual brinda información de las características de los minerales, como son sus texturas y estructuras	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de iluminación • Tipos de propiedades 	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminación ortoscópica • Iluminación conoscópica • Ópticas • Estructurales
Variable dependiente Caracterización mineralógica	La caracterización mineralógica que permite diferenciar distintas cualidades particulares de los minerales para determinar la mineralogía de silicatos, mena y minerales de alteración"	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades mineralógicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación mineralógica • Estructura • Granulometría • Pureza • Anisotropía

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Tesis titulada “*Caracterización físico químico de las arenas silíceas con fines de industrialización, ubicado en el sector San Roque, Parroquia Pachicutza, Canton el Pangui, Provincia de Zamora Chinchipe*”. El objetivo de la investigación es caracterizar las propiedades físico químicas de las arenas silíceas para su futura fabricación, ubicadas en la Provincia de Zamora Chinchipe, sector San Roque, Parroquia Pachicutza, Cantón El Pangui y como conclusión es que los estratos de rocas silíceas presentan familias de diaclasas en variadas direcciones lo que ocasiona un fuerte fracturamiento de la roca sobre los estratos se encuentran depósitos aluviales constituidos por suelo orgánico, material arcilloso y cantos redondeados que van desde 0.1 metros hasta los 1.5 metros de diámetro. (1)

- Tesis titulada “*Estudio microscópico de las arenas silíceas (TOA)*”. El objetivo de la investigación es determinar su estructura mineralógica, diagénesis, textura, porosidad y además del cálculo de reservas como mineral económico e industrialización y su conclusión presenta una estructura y textura mineralógica en la que comprende una porosidad y permeabilidad casi nula, debido al sobrecrecimiento de los granos, lo que conlleva al cierre del espacio poral y a la creación de un solo cementó

silicoso. La clasificación modal de las areniscas es de: Cuarzo 90.3, Porosidad 1.0, Matriz Arcillosa 3.5, entre otros. (2)

- Artículo científico titulado “*Caracterización mineralógica de arenas silíceas y minerales de la arcilla en la cantera Las Barrancas (Espirido, Segovia)*”. El objetivo principal de la investigación es de caracterizar en detalle la mineralogía los depósitos económicamente beneficiables y tenemos como conclusión: la mineralogía de la muestra total de las arenas está compuesta mayoritariamente por cuarzo, obteniendo valores superiores al 80% que reflejan una clara composición rica en sílice. (3)

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Tesis titulada: “*Aplicación de la microscopía óptica a los minerales sulfurados para la recuperación de plomo y zinc en la E.A Cerro S.A.C de Volcan Compañía Minera – Pasco-2019*”. El objetivo de la investigación es aplicar la microscopía óptica a los minerales sulfurados para recuperar plomo y zinc en Cerro S.A.C de Volcan Compañía minera y su conclusión es que en la microscopía óptica realizada se puede observar que el principal mineral de plomo es la galena, mineral de cobre se observa calcopirita (cobres grises), de zinc la esfalerita normal, mineral de plata se observa sulfosales y por último de hierro se observa principalmente presencia de pirita. (4)
- Tesis titulada “*Análisis microscópico de minerales para la identificación de componentes mineralógicos*”. El objetivo de la investigación es evaluar mediante análisis microscópico a los minerales, para la identificación de componentes mineralógicos presentes en la muestra y su conclusión que los minerales presentes en el presente estudio están compuestos de pirrotita(po), carbonatos(c), calcopirita (cp), arsenopirita(apy), pirita(py), esfalerit(ef), sulfoarsenioro de Ni-Co y gangas (GGs), de los cuales el 90% de los minerales están libre y el 10% están asociados en porcentaje de volumen. (5)

- Tesis titulada “*Caracterización minerográfica de la Veta 722, U.E.A. San Cristóbal – Yauli La Oroya 2018*”. El objetivo de la investigación es describir las características minerográfica de la veta 722, U.E.A. San Cristóbal – Yauli la Oroya y su conclusión la caracterización minerográfica consta de agregados cristalinos (masivos) que varía de porcentaje para cada muestra pero las más abundante son la Pirita, Esfalerita, Pirrotita, Arsenopirita, Calcopirita I, Hematita I (especularita), como reemplazamiento Magnetita, Hematita II, Marcasita, Calcopirita II y el resto de los minerales se observa como disseminación, trazas y relictos como la Tetraedrita, Bournonita, Covelita, Hematita II, Tenantita, Freibergita, los minerales de mayor porcentaje son observables en las muestras como agregados cristalinos, reemplazamiento, disseminación, venillas finas, relictos y trazas. (6)

2.1.3. Antecedentes locales

- Tesis titulada “*Optimización y modernización en el proceso de obtención de arena de sílice para incrementar la producción en la cantera Santa Rosa 94-1 C.C LLocllapampa*”. El objetivo de la investigación es incrementar la producción en la cantera “Santa Rosa 94-1” mediante la optimización y modernización en el proceso de obtención de la arena de sílice y su conclusión fueron realizar diversos estudios (topográfico, geológico y geomecánico) que nos brindaron información real de la situación actual de la cantera y se utilizaron para definir el método de explotación óptimo “Tipo canteras de avance frontal”; con este se determinó el planeamiento de minado para 25 años con la explotación de 22 niveles”. (7)
- Tesis titulada “*Caracterización mineralógica de la calcopirita y su impacto en la producción de concentrados de cobre en minera Estefany S.A.A. – Pachacayo – Jauja – 2019*”. El objetivo de la investigación es estudiar la caracterización mineralógica de la calcopirita en la producción de concentrados de cobre en Minera Estefany S.A.A. – Pachacayo – Jauja – 2019 y como conclusión el desarrollo de pruebas al microscopio, demuestran que se tiene libre a los minerales de cobre como calcopirita y bornita, principalmente a particulares cuyo diámetro sean menores a 3,0

mm; no se observa minerales complejos y la ganga está principalmente compuesto de cuarzo y silicatos”. (8)

2.2. Generalidades

2.2.1. Ubicación

La concesión minera Santa Rosa 94-1 está ubicada en el paraje derecho de la quebrada de Poncijalo, a 1.2 km al sureste del poblado de Antapata distrito de Llocllapampa provincia de Jauja, departamento de Junín. Tiene una superficie de 300 hectáreas de extensión. (9)



Figura 1. Ubicación del yacimiento Santa Rosa 94-1

Las coordenadas geográficas son:

Tabla 2. Coordenadas geográficas de la concesión minera

Latitud sur:	11°50'00"
Longitud oeste	75°37'28"
Altitud	3 750 m s n. m.
Coordenadas UTM	8691760N 431982E

Tomado del Departamento de Minería de la Concesión

2.2.2. Accesibilidad

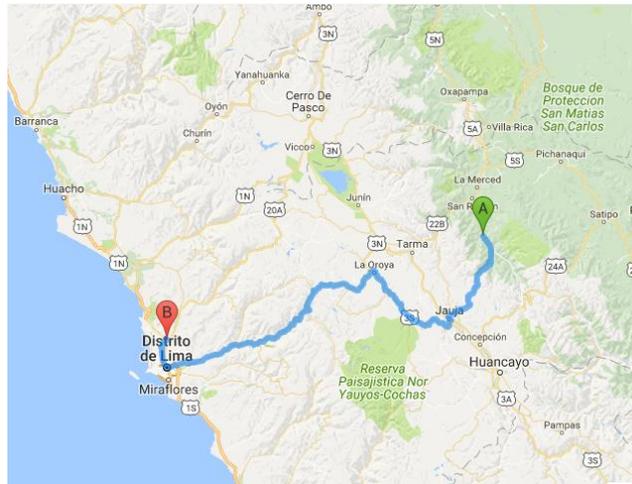


Figura 2. Accesibilidad

- **Vía terrestre:** es accesible desde la ciudad de Lima por la carretera central hasta el kilómetro 240(Puente Llocllapampa), lugar de desvío por una trocha afirmada. (9)

Tabla 3. Itinerario de accesibilidad

De	A	Distancia km	Tiempo horas	Tipo de vía
Lima	La Oroya	185	4	Asfaltado
La Oroya	Puente LLoc.	55	1.3	Asfaltado
Puente LLoc.	Plaza Princ.	1.5	0.3	Asfaltado
Plaza Princ.	Mina Sta Rosa	3.5	0.15	Asfaltado

Tomado del Departamento de Minería de la Concesión

Tabla 4. Distancia a ciudades más cercanas

De	A	Distancia km
Lima	Llocllapampa	240
La Oroya	Llocllapampa	55
Jauja	Llocllapampa	25
Huancayo	Llocllapampa	71

Tomado del Departamento de Minería de la Concesión

Vía férrea: desde Lima por vía férrea desde el km 274 Llocllapampa (desvío cóndor tolva). (9)

2.2.3. Historia

La Dirección General de minería resuelve dictar la RD N° 264 del 17 de abril de 1947 aprobando títulos de concesión minera Santa Rosa 94-I a favor de la comunidad, año en que empezaron a explotarlo durante un periodo de diez años en el grado de arriendo y posteriormente por la propia comunidad hasta la actualidad. (9)

2.2.4. Propiedad minera

La concesión Minera Santa Rosa 94-1, con el código N° 020003094 es una propiedad de la comunidad campesina de Llocllapampa por RJ No 3692-99 RPM de diciembre de 1999, que aprueba el título de concesión minera, consentida a la fecha, en virtud a la relación de concesiones mineras otorgadas y publicada en el diario oficial El Peruano de conformidad con el artículo 124° del TUO de la ley General de Minería aprobada por D.S N° 014-92-EM, delimitada con las coordenadas UTM (GSW 1984) siguientes: (9)

Tabla 5. Vértices de la concesión minera

Vértices	Coordenadas UTM PSAD56	
	Norte	Este
1	8692000	434000
2	8691000	434000
3	8691000	432000
4	8693000	432000
5	8693000	433000
6	8692000	433000
Vértices	Coordenadas WGS84	
	Norte	Este
1	8691633.06	433775.39
2	8690633.06	433775.40
3	8690633.05	431775.41
4	8692633.06	431775.38
5	8692633.06	432775.38
6	8691633.06	432775.39

Tomado de Geocatmin

La actividad minera que se desarrolla en la concesión es la explotación de mineral no metálico sílice (SiO₂), por lo cual necesitará de un proceso de concentración y de limpieza para poder ser comercializado como materia prima en las diferentes industrias que demanda este producto. (9)

2.2.5. Clima y vegetación

Llollapampa presenta un clima variado, entre dos estaciones diferenciadas entre los meses de octubre a mayo, una estación cálida con presencia de lluvias llegando a temperaturas de 8° a 20°, con precipitaciones en las noches y en los meses de mayo a setiembre, presenta un periodo de frío con ausencia de lluvias, presentados heladas acompañados con fuertes vientos con dirección NW-SW día y SW-NW noche. (9)

La vegetación predomina el cultivo de tubérculos, cereales y avenas forrajeras en la parte alta predomina ichu, donde existe ganadería, crianza de camélidos sudamericanos, ovinos, vacunos, etc. (9)

2.2.6. Geomorfología

El área de estudio pertenece a las altiplanicies con una altura promedio que pasan por los 4000 m s. n. m conformadas por un conjunto de cumbres de topografía relativamente suave clásicamente estas geoformas se relacionan con las superficies de puna. (9)

Las tres morfológicas comúnmente diferenciadas en el Perú central tienen un rumbo NW-Occidental, las Altiplanicies y la cordillera Occidental, las altiplanicies, y la cordillera Oriental. (9)

2.2.7. Hidrología

Existen afloramientos de aguas blandas y algunos termo-medicinales que se emplean en la cantera, como agua potable medicinal. El río principal que recorre de W-E es el Mantaro en la parte baja de la comunidad y el río accesitario que recorre de S-N es el Yanamito y por la cantera el afluente Poncijalo. (9)

2.2.8. Geología

2.2.8.1. Geología local

- **Litología**

En el marco local que rodea el depósito de sílice incluye una serie de rocas sedimentarias y volcánicas, que varían en edad desde el Triásico Superior hasta el Cuaternario más reciente. Curiosamente, debido a las diferentes facies sedimentarias, la sílice blanca a gris se superpone con arenisca de color amarillo a naranja oscuro. (9)

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRAFICA	ESPESOR (M)	LITOLOGIA	DESCRIPCION	
CENOZOICA	CUATERNARIO		ESCOMBROS			grandes fragmentos rocosos	
			FORMACION CHULEC	220		calizas gris pardo amarillentas y margas calcáreas	
MESOZOICA	CRETACEO	INFERIOR	FORMACION FARRAT				
					ARENISCA AMARILLENTO	700	
					ARENISCA GRIS BLANQUISINA		
					ARCILLA		
					ARENISCA ROJIZA		
	JURASICO	INFERIOR	GRUPO PUCARA	1000		calizas gris azulada con presencia de venillas de calcitas	

Figura 3. Columna estratigráfica local
Tomado de Geocatmin

- **Escombros (Qh-e)**

Debido a la meteorización química y física de la zona, está compuesta por grandes rocas calizas y fragmentos volcánicos en las formaciones litológicas cercanas al valle. Entre los fragmentos de roca, tenemos piedra caliza beige con venillas de calcita, piedra caliza beige con ricos fósiles, andesita, arenisca a cuarcita amarillo-rojo. (9)

- **Formación Chulec (Ki-chu)**

Los estratos del Cretácico Inferior sustituyeron a los estratos Farrat del grupo Goyllarisquizga. La formación consta de piedra caliza beige con textura bioclástica y algunas venillas de calcita. La potencia de formación es de 0,6 a 1,5 metros, con piedra caliza arcillosa interpuesta, y el poder de formación es de 220 metros. (9)

- **Arenisca amarillenta (Ki-go-Farrat)**

La superficie sedimentaria de la arenisca amarilla debajo de la formación Chulec tiene partículas de sílice microcristalina, arcillas, óxidos y carbonatos

en su composición. La arenisca está en contacto con la formación Chulec y efervece cuando esta al contacto con ácido clorhídrico. (9)

- **Arenisca gris blanquesina (Ki-go-Farrat)**

La superficie sedimentaria de la arenisca blanco grisácea debajo de la arenisca amarilla está compuesta por vetas de silicio microcristalino, arcilla y cuarcita en toda su estructura, la mayoría de las cuales se distribuyen en una dirección favorable al buzamiento de la formación. La arenisca tiene una capa de 5 a 30 cm de espesor de arenisca roja bien consolidada en la parte superior de su afloramiento. Ambos tipos de rocas no contienen carbonatos. Debido al ambiente continuo formado, la formación de arenisca gris-blanca en contacto con la formación Condorsinga contiene carbonatos en su estructura. (9)

- **Arenisca rojiza**

El facie sedimentario de arenisca roja existe en la zona superior del afloramiento de arenisca blanco-gris, y la arenisca blanco-gris está debajo de ella, y la potencia es mayor de 2 metros. (9)

- **Formación Condorsinga (Ji-Co)**

Los estratos del Jurásico Superior que infrayace de los estratos de Farrat del Grupo Goyllarisquizga. La formación consiste en piedra caliza beige con vetas de calcita en algunas áreas. La caliza no presenta fósiles (9)

2.2.8.2. Geología estructural local

El área de estudio es un sistema anticlinal y sinclinal, cuya dirección es el eje NW-SE. Los principales paquetes sedimentarios de arenisca gris blanquesina del Cretácico Inferior al Jurásico Inferior están sometidos a cargas de compresión, formando una serie de anticlinales y sinclinales en la zona. (9) En la continuidad del afloramiento de la pila sedimentaria, se observa que las fallas perpendiculares a las fallas aumentan en dirección sureste. (9)

2.2.9. Levantamiento topográfico

2.2.9.1. Primera etapa

- **Actividades**

- ✓ Como la cantera no tenía punto de partida de trabajos topográficos anteriores, se tuvo que definir uno como punto de inicio denominado Estación A.
- ✓ Se estableció puntos de estación, los cuales bajo coordinación con el encargado de cantera Sr. Hugo Vásquez se colocará con concreto en el transcurso de la semana, ya que no se disponía de un personal obrero.
- ✓ Se empezó el trabajo con el personal dos operadores (estaciones totales y cuatro ayudantes (prismas)).
- ✓ Se continuó el trabajo de radiación de detalles los dos primeros días priorizando como se nos indicó por el tajo de desbroce donde se tomó los detalles artificiales (canales y pozas de lavado, vías de acceso, zonas de acumulación de agua, stock mineral) entre otros.
- ✓ Se finalizó en el tercer día el trabajo por la zona superior del tajo.

- **Resultados**

- ✓ Se realizó el levantamiento de algunos puntos con GPS los cuales pueden servir para el trabajo Geológico de la zona el cual se adjunta la data.
- ✓ Se pudo evidenciar con mayor nitidez la estratificación del yacimiento y las cajas envolventes.
- ✓ Se adjuntó alguna información en los detalles tomados con GPS.
- ✓ Se Trabajó con sumo cuidado por la tarde por la caída del material por su baja densidad porque ocasiona desprendimientos en el talud superior.

2.2.9.2. Segunda etapa

- **Actividades**

- ✓ En el primer día, se reconoció y ubicó los hitos y estaciones dejadas en la primera etapa, porque los hitos señalados bajo coordinación con el personal encargado de la cantera para definición con concreto, no fueron realizados.
- ✓ Se definió el plan de trabajo con la guía de los planos preliminares.
- ✓ Se concluyó con las extensiones de terreno faltantes por el lado sur de la cantera, con el aumento de estaciones topográficas denominadas, cuyas especificaciones se muestran en los anexos.

- **Resultados**

Se empezó con el levantamiento de los detalles y edificaciones relevantes:

- ✓ Desmontera
Se tomó como dato, la base de los montículos acumulados y en la parte superior de los mismos, en algunos casos se tomó con láser por la dificultad de acceso.
- ✓ Circuito y pozas de lavado
Se tomó como guía las partes superiores de circuito de lavado, cual en la etapa final se mostrará en detalle la ubicación, cabe considerar que visualización en tres dimensiones del circuito y pozas de lavado se realiza con otros softwares como el Revit 3D Architecture, que requiere de especialización.
- ✓ Canales de irrigación
Se tomó los puntos del canal de suministro principal de agua del lado sur-oeste, tanto con el quipo topográfico y se contrastó, con lo obtenido con GPS en la primera y segunda etapa.
- ✓ Superficie planta de tratamiento
Se realizó el levantamiento topográfico de la superficie del lado sur-oeste, como área elegida para la planta de tratamiento, quedando algunos detalles

pendientes como son extensiones a lado sur que dan a la carretera y río, cabe mencionar que el treno está profundamente inundado por la caída de agua cuando la compuerta de lavado no es utilizada.

✓ Volumen acumulado en tajo

Se procedió con el levantamiento para el cálculo de volumen requerido por el método volumétrico con Civil 3D, los cuales se menciona en el detalle en plano y arrojó el siguiente resultado:

- Volumen de Corte 9070.54 m³
- Volumen de Relleno 4. 69 m³
- Volumen neto 9065.85 m³

• Contactos geológicos

Se realizó el levantamiento y desarrollo de los contactos señalados, caben mencionar por la premura del tiempo, la mayoría de datos fueron con GPS, ya que los equipos topográficos se encontraban realizando el levantamiento de las áreas faltantes.

2.2.9.3. Tercera etapa

• **Actividades**

- ✓ En el primer día se realizó el reconocimiento de los límites de los contactos predefinidos antes, por la parte sur del tajo Santa Rosa.

- ✓ Se encontró nuevos contactos, así como la continuidad del yacimiento por un conjunto de sistema de fallas.

- ✓ Se realizó la toma de datos por dos flancos. Uno por frente de la cantera de la cantera y otro por lado sur arriba de la misma

- ✓ En el segundo día se realizó la toma de datos según lo indicado por el ingeniero Javier Córdova que es el sistema de fallas y también los desniveles que evidenciaban la mineralización (arenisca) por el lado sur.

- **Resultados**

Se concluyó con el levantamiento de los detalles y edificaciones relevantes:

- ✓ Canales de irrigación

Se tomó los puntos del canal de suministro principal de agua del lado sur-oeste, tanto con el quipo topográfico y se contrastó, con lo obtenido con GPS en la primera y segunda etapa.

- ✓ Superficie planta de tratamiento

Se realizó el levantamiento topográfico de la superficie del lado sur-oeste, como área elegida para la planta de tratamiento, quedando algunos detalles pendientes como son extensiones a lado sur que dan a la carretera y río, cabe mencionar que el treno está profundamente inundado por la caída de agua cuando la compuerta de lavado no es utilizada.

- ✓ Volumen acumulado en tajo.

Se procedió con el levantamiento para el cálculo de volumen requerido por el método volumétrico con Civil 3D, los cuales se menciona en el detalle en plano y arrojó el siguiente resultado:

- Volumen de corte	9070.54 m ³
- Volumen de relleno	4. 69 m ³
- Volumen neto	9065.85 m ³

- ✓ Contactos geológicos

Como fue coordinado desde un inicio, se realizó el levantamiento y desarrollo de los contactos señalados, caben mencionar por la premura del tiempo, la mayoría de datos fueron con GPS, ya que los equipos topográficos se encontraban realizando el levantamiento de las áreas faltantes.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Caracterización mineralógica

Se centra en diferentes técnicas de caracterización de minerales, que permite diferenciar distintas cualidades particulares de los minerales para determinar la mineralogía de silicatos, mena y minerales de alteración.

Este procedimiento se realiza en identificar propiedades como: físico, color, dureza, etc". Para luego pasar al proceso de análisis microscópico para identificar la forma de los cristales de la roca. (10)

2.3.1.1. Muestreo en campo

Consiste en la recogida de muestras grandes a partir del material ya extraído y acumulado en los frentes (10)

2.3.1.2. Caracterización de los minerales

- Origen
 - Lugar
 - Yacimiento

- Muestra de mineral

- Análisis químico
 - Análisis cuantitativo
 - Analisis cualitativo

- Propiedades físicas
- Propiedades químicas

2.3.2. Microscopía óptica

Es el estudio que se basa en la identificación mineralógica de minerales, la técnica se emplea con una herramienta "Microscopio de Polarización" la cual nos ayuda a determinar minerales, describir texturas, identificar tipos de rocas, alteraciones y asociaciones de minerales de mena. (10)

2.3.2.1. Naturaleza de la luz

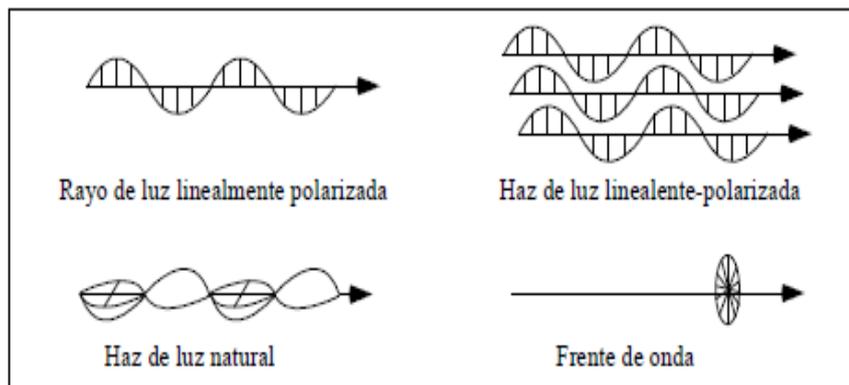
- **Luz natural y luz polarizada**

La luz natural se caracteriza en un compuesto de infinidad de rayos que refleja diferente plano perpendicular en todo el espacio en cambio la luz

polarizada es aquella que está restringida en determinadas direcciones, ya sea paralelos o helicoidal. (10)

- **Luz blanca y luz monocromática**

La luz blanca es una mezcla de ondas con diversas longitudes y se puede percibir una luminosidad sin presencia de coloración mientras que la luz monocromática radica en ondas de una idéntico longitud y se puede percibir con luminosidad en coloración. (10)



*Figura 4. Luz linealmente polarizada, monocromática y blanca (10)
Tomado de Ingemmet*

2.3.3. Polarización

La luz generada por una fuente de luz microscópica está constituida en ondas que vibran en distintas direcciones. En la luz polarizada plana solo vibra en una sola dirección y en los microscopios modernos esta generada por un filtro de polarización que disminuye la dirección de vibraciones aleatorios natural o artificial. (10)

2.3.3.1. Refracción y reflexión

Es un fenómeno en el que la luz cambia su dirección de propagación al atravesar otro medio de forma oblicua desde un medio, y cuando golpea la superficie de separación de los dos medios, la reflexión cambia. (10)

2.3.3.2. Dispersión

Es el fenómeno en que la luz blanca se separa en sus colores. (10)

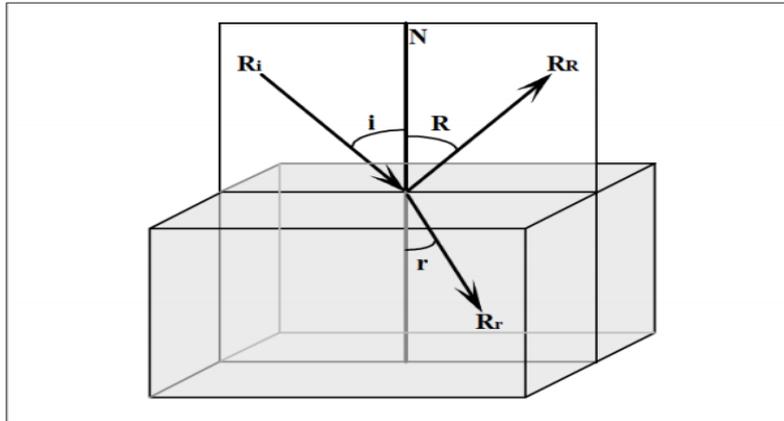


Figura 5. Rayo incidente (Ri), reflejado (Rr) y refractado (Rr) (10)
Tomado de Ingemmet

2.3.4. Microscopio de polarización

Se utiliza en la identificación de rocas y minerales de secciones delgadas, viene equipado con una platina circular giratoria de 360°, también incluye un polarizador que genera la luz donde se encuentra la muestra y la visión ocular. Un gran número de los materiales cristalinos cambian su dirección de polarización de luz, que genera alterar la luz a través del analizador que se puede observar con los oculares". (10)

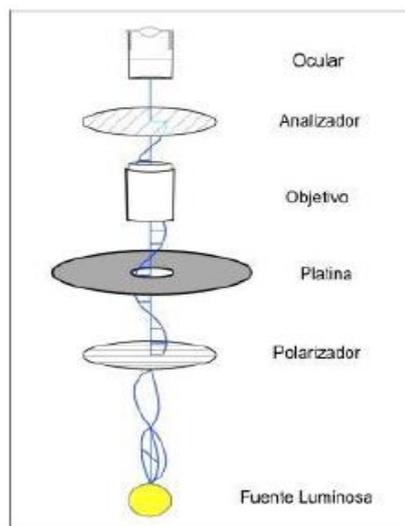


Figura 6. Microscopio de polarización (10)
Tomado de Ingemmet

- Base: tienen la fuente luminosa en la base
- Conjunto subplatina: está formado por el condensador de bajo poder, el polarizador, el diafragma de apertura y el condensador de alto poder.
- Platina: permite que sean estudiados en varias orientaciones

- Objetivos: Produce una imagen nítida y clara
- Cavity para compensadores
- Analizador: determinar serie de propiedades
- Lente Amicci- Bertrand: tiene alto poder de ampliación.
- Tubo epi-iluminador: minerales opacos
- Oculares: aumenta la imagen.

2.3.4.1. Microscopio de polarización con luz transmitida

Este microscopio es para el estudio de minerales transparentes. La polarización de luz transmitida estudia el cruce de la luz linealmente polarizada en un específico sección transparente de mineral, podría ser el polarizador es doblada en dos rayos por un prisma estos rayos traspasan a una distancia mínima preparando experimentando distintas trayectorias a causa de la refracción y el espesor de preparado. (10)

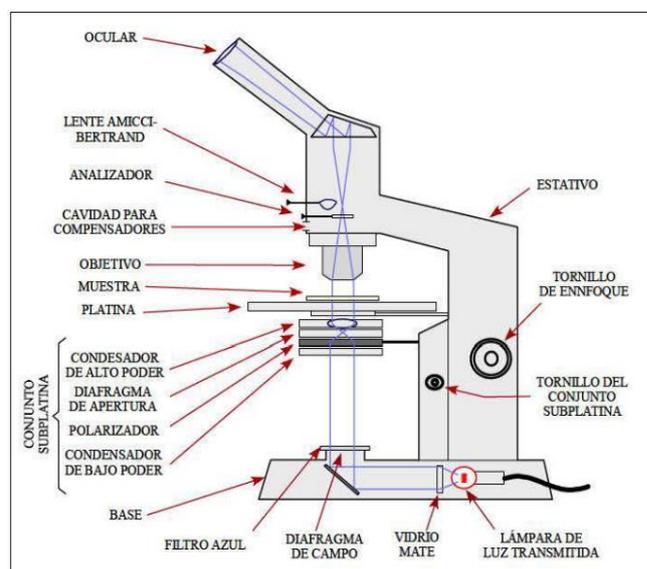


Figura 7. Microscopio de polarización con luz transmitida (11)
Tomado de Ingemmet

2.3.4.2. Microscopio de polarización con luz reflejada

Este microscopio es para el estudio de minerales opacos. La polarización de luz reflejada es un estudio en aprovechar propiedades ópticas en los minerales siendo factible determinar el color, textura, dureza, brillos, etc. Este estudio permite identificar los minerales como sulfuros metálicos así mismo el conteo de las partículas y un conjunto de ensayos cuantificables. (10)

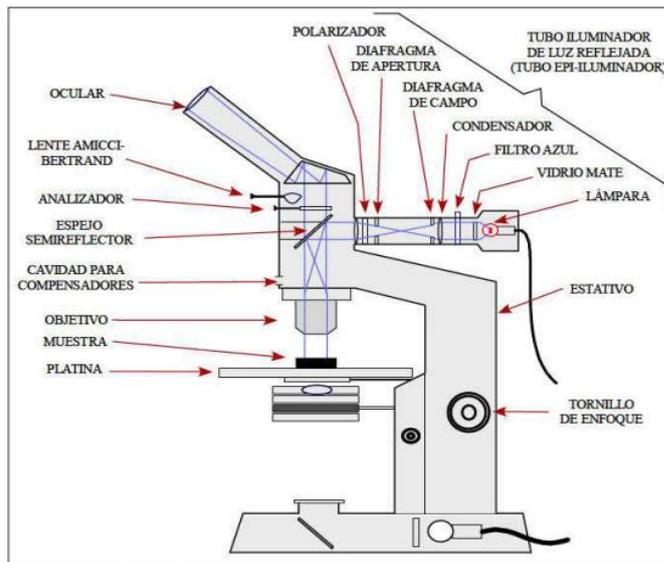


Figura 8. Microscopio de polarización con luz reflejada (11)
Tomado de Ingemmet

2.3.5. Preparación de la muestra

El microscopio de polarización requiere de una preparación adecuada de la muestra que empieza con una rigurosa selección de la zona a estudiar; esto puede ser una venilla, una capa, la masa fundamental de una roca, etc. Si el objetivo es estudiar minerales transparentes se debe preparar una sección delgada y si se quiere estudiar minerales opacos se preparará una sección pulida. Si la muestra es deleznable o muy delicada, será recomendable impregnarla con resina o bálsamo de Canadá al vacío, con lo cual la muestra adquiere mayor cohesión. (10)

Luego se realiza el corte de la porción seleccionada. Si se trata de una sección delgada se deberán realizar dos cortes paralelos con una separación de aproximadamente 1 mm, pulir una cara y pegarla sobre una lámina portaobjeto. Si se desea preparar una sección pulida, el trozo cortado se engastará en una briqueta de resina epoxy u otro producto similar. (10)

Luego, las muestras se desgastarán sobre superficies de pulido con abrasivos cada vez más finos empezando con carborundum y culminando con alúminas o, mejor aún, con polvo fino de diamante. Con cada abrasivo se trabajará hasta que desaparezcan las irregularidades obtenidas con el abrasivo anterior. En el caso de las secciones delgadas se deberá obtener un

espesor de 30 μm . lo cual se comprueba con la coloración del cuarzo visto en los nicols cruzados. Finalmente, la parte delgada debe cubrir la cubierta del objeto. (10)

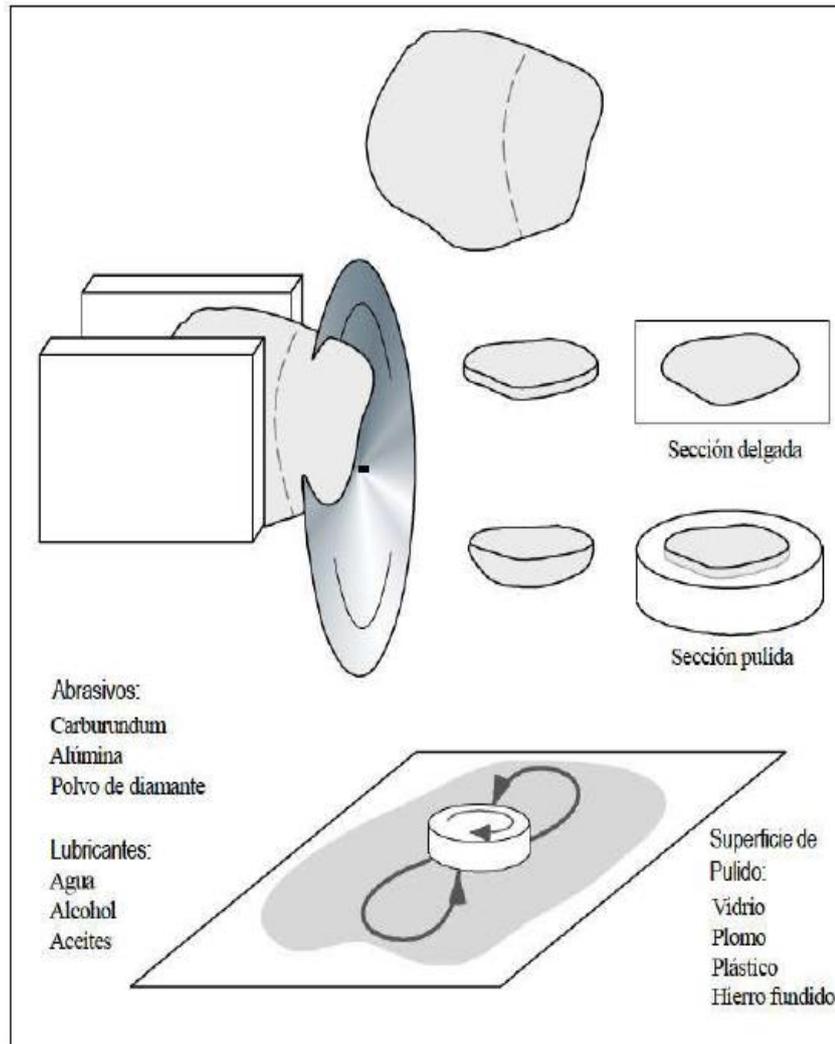


Figura 9. Preparación de secciones delgadas y pulidas (10)
 Tomado de Ingemmet

2.3.5.1. Secciones delgadas

Es una técnica que se emplea para un análisis más concreto, el método consiste en una muestra y convertirlo a una lámina delgada de 30 micras de espesor, se puede realizar a: una roca, concentrados, relaves, sedimentos, minerales refractarios, etc". (11)

2.3.5.2. Secciones pulidas

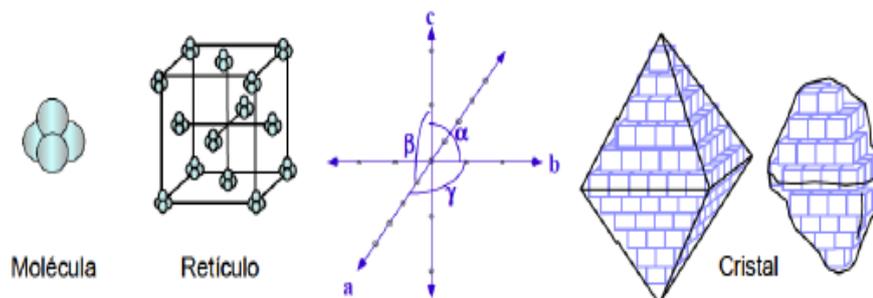
La preparación es de manera distinta, en su caso describe los minerales opacos con sulfuros u otros. Ayudando a determinar con facilidad la

mineralogía en la paragénesis, grano de liberación, conteo de granos y su composición de las muestras. (11)

2.3.6. Generalidades sobre los minerales

Los minerales están compuestos naturales, inorgánicos y sólidos con una composición química más o menos cierta, propiedades físicas y químicas relativamente constantes y estructura interna característica. (10)

Los minerales se forman metódicamente de elementos con una disposición tridimensional específica y la repetición de moléculas de elementos a distancias específicas en sentido específicas. Esto se debe a la categoría de simetría del sistema cristalino. De esta manera, cada especie mineral tiene su propia estructura interna, que puede o no expresarse en formas externas. El desarrollo de estas formas depende del entorno de formación, como se muestra en el número de la figura (10)



**Figura 10. Desarrollo tridimensional de los minerales (10)
Tomado de Ingemmet**

2.3.6.1. Minerales isotrópicos

Las sustancias ópticamente isotrópicas del sistema tridimensional, como gases, líquidos, vidrio y minerales, exhiben un comportamiento óptico independiente de la dirección de propagación de la luz. Esto significa que sus propiedades ópticas (velocidad de la luz, índice de refracción y color) son las mismas en todas las direcciones. (10)

2.3.6.2. Minerales anisotrópicos

La propagación en la luz de los materiales ópticamente anisótropos es necesaria de la dirección. Los minerales de todos los sistemas cristalinos, salvo

los del sistema cúbico o isométrico, son ópticamente anisótropos. La luz que entra en un cristal anisótropo es “dividida” en dos ondas de luz que vibran perpendicularmente una a la otra (con excepciones que se aplican a algunas direcciones específicas en el cristal) (10)

2.3.7. Propiedades ópticas

En la siguiente tabla se precia las propiedades mineralógicas con el microscópico de polarización.

Tabla 6. Propiedades ópticas

PROPIEDADES ÓPTICAS				
Tipo de iluminación		Tipo de propiedades	Luz transmitida	Luz reflejada
Luz Ortoscópica	Nicolas paralelos	Ópticas	Color Pleocroísmo Relieve	Color Pleocroísmo Reflectancia Birreflectancia
		Estructurales	Tamaño Morfología Clivaje	Dureza relativa Tamaño Morfología Clivaje
	Nicolas cruzados	Ópticas	Anisotropía Color de interferencia Birrefringencia Extinción Flongación	Anisotropía Reflexiones Internas
		Estructurales	Maclas Zonamiento	Maclas Zonamiento
Luz Conoscópica	Nicolas cruzados	Ópticas	Carácter óptico Signo óptico Ángulo 2V	Carácter óptico Signo óptico

Tomado de Ingemet

2.3.8. Estudio con Iluminación ortoscópica transmitida

Cuando los rayos de luz que atraviesan las lentes son paralelos a los ejes ópticos del microscopio.

Luz Ortoscópica
(Haz de rayos paralelos)

Para observación de características
de una superficie

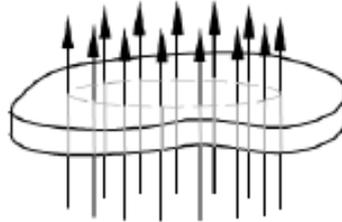


Figura 11. Luz ortoscópica (10)
Tomado de Ingemmet

2.3.8.1. Nícoles paralelos

- **Color:** la presencia del color en la lámina no presenta muchas variaciones, el color se determinan principalmente en la intensidad y la totalidad del color. (10)
- ✓ Incoloro: circon, feldespato, cuarzo, apatito, cloritoide, espinela, muscovita, calcita, dolomita, anhidrita, baritina, fluorita (10)
- ✓ Rojizo: horblenda, piropo, espesartina, circón, rutilo, biotita, esfena, hiperstena, almadina (10)
- ✓ Verdoso: glaucofana, biotita, diopsido, olivino, pumpelita, esfena, augita, epídota, clorita, hornblenda, hiperstena. (10)
- **Pleocroísmo:** los minerales en algunos casos muestran distintos colores de intensidad o totalidad, las muestras que se preparan dependen del espesor y es ahí donde resalta el pleocroísmo. (10)
- **Determinación del índice de refracción:** en los principales métodos para la determinación en el índice de refracción de un mineral, es la observación del relieve, la línea brillante e iluminación oblicua, del método del refractómetro, se muestra en la siguiente figura. (10)

- ✓ **El relieve:** es una propiedad que determina ver más grandes a los granos de minerales de índice refractario mayor que el de los vecinos, en cambio el de menor se ven como depresiones (10)
- ✓ **La línea brillante:** se crea al desenfocar al mineral, incrementando ligeramente la cobertura entre el objetivo y el objeto (10)
- ✓ **Iluminación oblicua:** Se basa en interferir con un obstáculo opaco. (10)

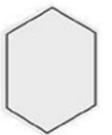
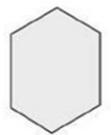
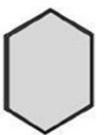
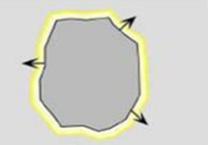
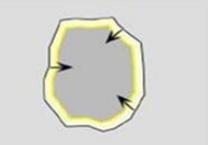
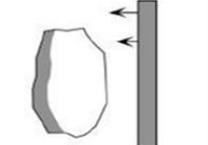
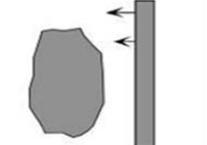
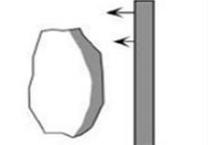
Relieve	Relieve Negativo	Relieve Neutro	Relieve Positivo		
			Bajo	Medio	Alto
					
	$n < 1,55$	$\sim 1,55$	1,55-1,60	1,60-1,70	$n > 1,70$
	Nefelina, Zeolitas	Bálsamo de Canadá	Cuarzo, Feldespatos	Apatito, Micas, Carbonatos	Circón, Rutilo, Esfena
Línea de Becke	Aumentar Distancia Objetivo-Objeto				
					
	$N_{\text{mineral}} < N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} \sim N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} > N_{\text{medio}}$		
Iluminación Oblicua	Introducir objeto opaco por el lado derecho entre la fuente luminosa y el conjunto subplatina				
					
	$N_{\text{mineral}} < N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} \sim N_{\text{medio}}$	$N_{\text{mineral}} > N_{\text{medio}}$		

Figura 12. Método para la determinación del índice de refracción (10)
Tomado de *Ingemmet*

- **Tamaño:** para la medición del tamaño del cristal es necesario conocer de antemano el valor medido de la unidad marcada en el ocular, para conocer el tamaño de los minerales, y medir el número de partículas necesario de su espesor. También se requiere conocer el desplazamiento de la cantidad de magnitud que necesita en su giro de la platina (10)

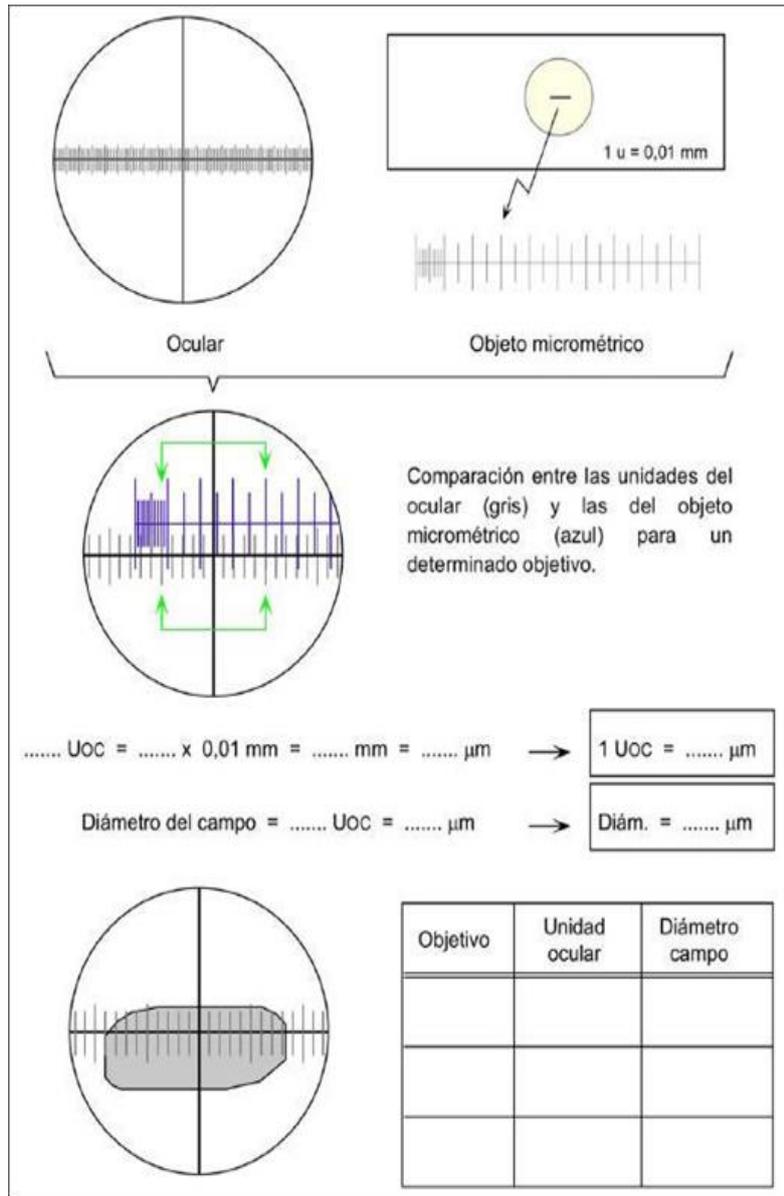


Figura 13. Medición de tamaño de grano (10)
Tomado de Ingemmet

- **Forma:** la creación de los cristales depende en gran medida de las condiciones ambientales en las que se forman. (10)

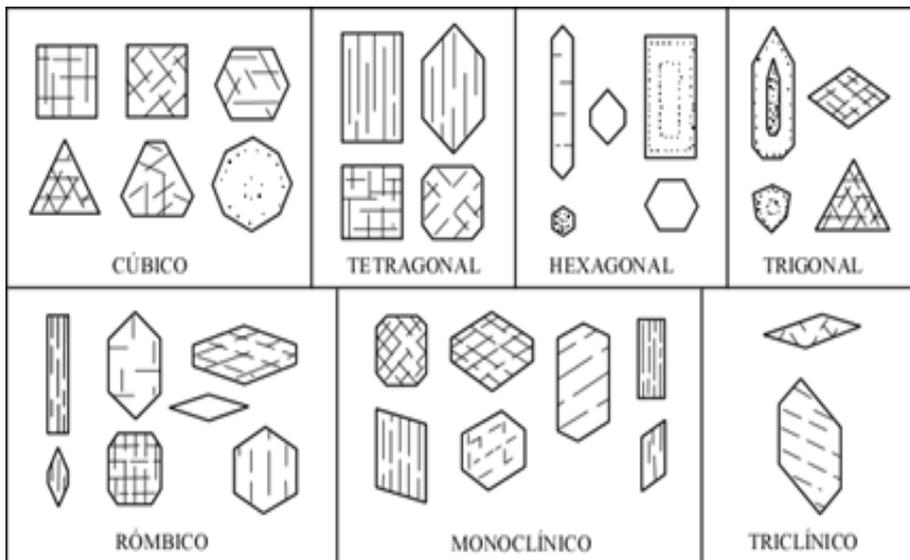


Figura 14. Formas de los sistemas cristalinos (10)

Tomado de Ingemmet

- **Clivaje:** para estudiar esta característica se debe especificar la calidad y dirección; para ello, es conveniente encontrar el corte perpendicular a la superficie de la hendidura, es decir, el corte con marcas de hendidura afiladas y finas. (10)

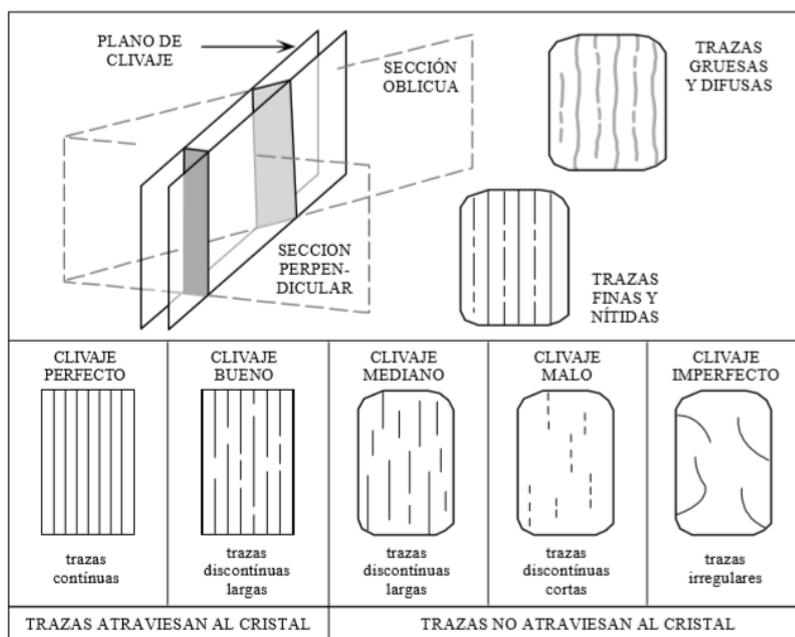


Figura 15. Tipos de clivaje (10)
Tomado de Ingemmet

2.3.8.2. Nícoles cruzados

Al usar el microscopio con el analizador insertado (nícoles cruzados) podemos identificar las direcciones de los índices de refracción del mineral en la sección delgada, también, podemos identificar el mayor y menor índice y hallar la diferencia entre ellos. (10)

- **Anisotropía:** es la capacidad de algunos minerales en dejar pasar luz. Los minerales anisotrópicos con cortes redondos no permiten que la luz pase entre Nícoles cruzados, y su anisotropía se verifica con un conoscopio. (10)
- **Extinción:** cuando las direcciones de prioridad del mineral y el microscopio coinciden, la dirección de vibración del rayo polarizado linealmente que golpea el mineral no cambiará al pasar a través del mineral, por lo que no pasará luz a través del analizador. (10)

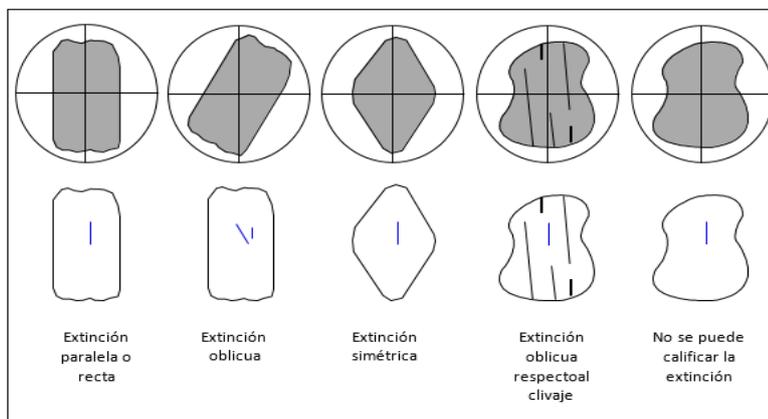


Figura 16. Tipos de extinción (10)
Tomado de Ingemmet

- **Color de interferencia:** es el color que se forma por la interferencia de la luz rezagada al salir del medio anisotrópico, que depende del tamaño del rezago, que a su vez depende de la birrefringencia del mineral y del grosor de la lámina. (10)

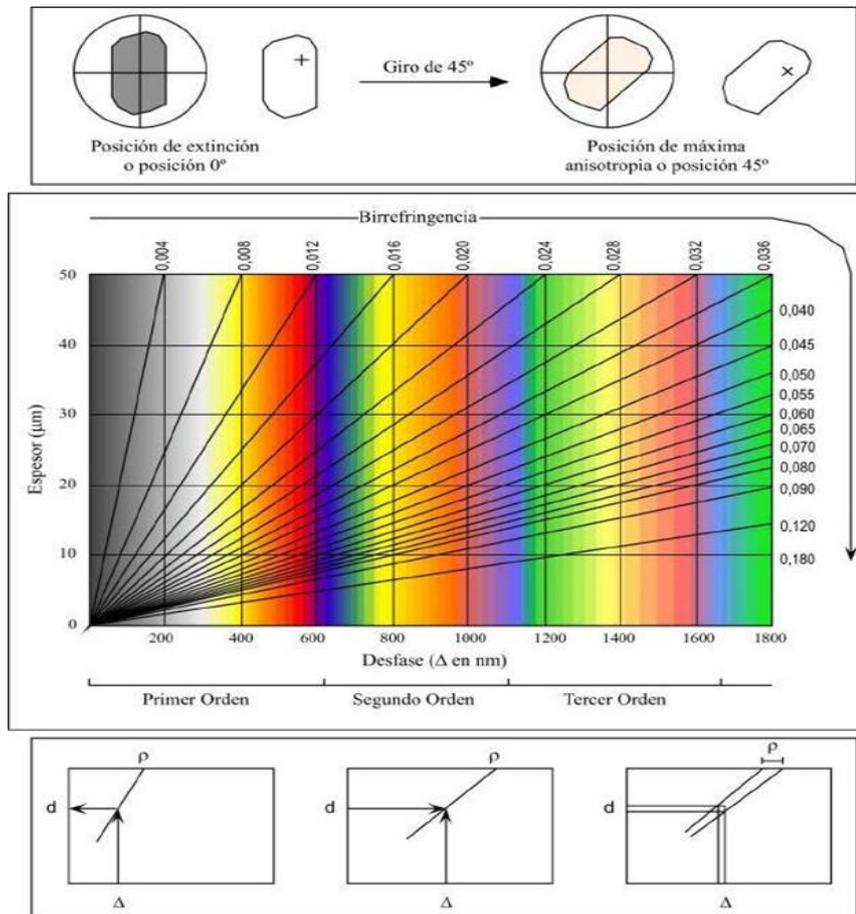


Figura 17. Color de interferencia (10)
Tomado de Ingemmet

- **Zonamiento:** durante el desarrollo de los cristales, la composición cambiará, lo que puede demostrarse por la concentración de inclusiones o minerales alterados en ciertas regiones cristalinas. (10)

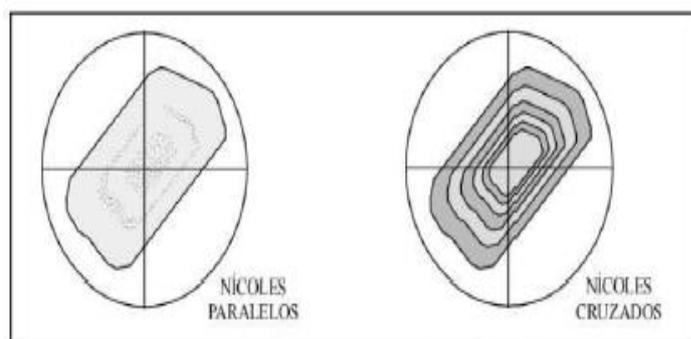


Figura 18. Zonamiento de plagioclasas (10)
Tomado de Ingemmet

- **Inclusiones:** se determinan cuando existe sustancias extrañas que se encuentran atrapadas en un cristal durante su crecimiento. En la manera de

inclusiones fluidas (compuestas de gas y líquido), la medida de la temperatura del gas y del líquido durante la homogeneización se utiliza como guía para hallar la temperatura de la formación. (10)

- **Alteraciones:** los minerales alterados son minerales formados por la descomposición de minerales preexistentes. Debido a la debilidad de los granos cristalinos (clivaje, fractura), en algunos casos, el borde del plano comienza a notar la alteración. (10)

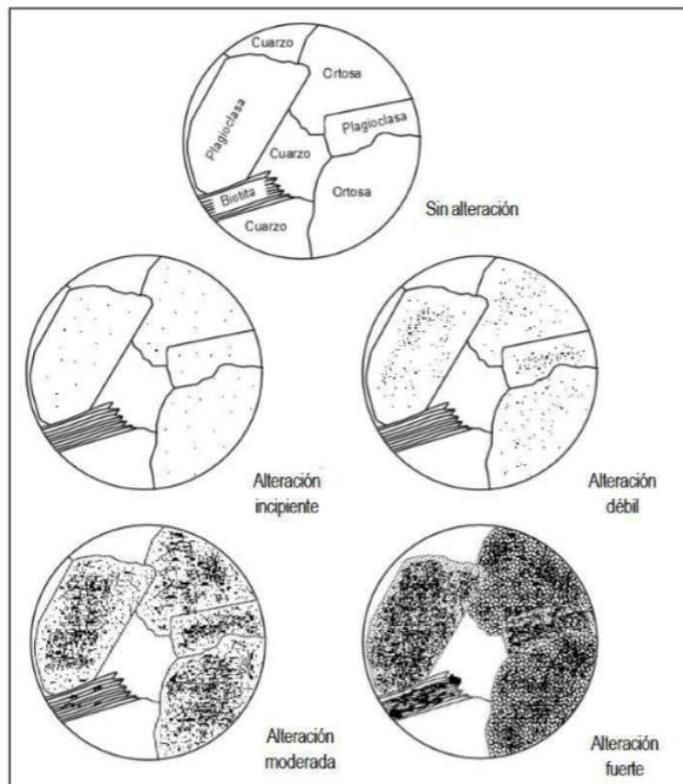


Figura 19. Zonamiento de plagioclasas (10)
Tomado de Ingemmet

2.3.9. Estudio con Iluminación conoscópica transmitida

Que se produce cuando los rayos forman un cono invertido cuyo punto o foco está en la muestra y se caracteriza cuando el condensador no se encuentra incorporado produciendo propagación rayos paralelos, observando así los diferentes minerales encontrados en secciones delgadas de 30 micras (10)

Luz Conoscópica
(Haz de rayos cónico con el
vértice enfocado en la muestra)
Para estudio de figuras de interferencia

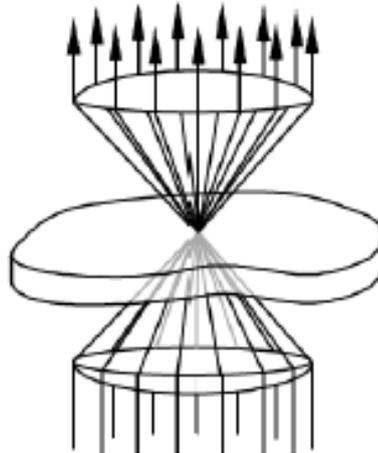


Figura 20. Luz conoscópica (10)
Tomado de Ingemmet

2.3.9.1. La figura de interferencia uniaxial

La interferencia uniaxial es orientada de manera que el eje óptico coincida con el eje del microscopio, se obtiene un patrón de interferencia perfectamente centrado. Se forma un cono de luz cónico en el condensador auxiliar, de modo que diferentes rayos de luz incidente atraviesan el mineral en diferentes direcciones. Una vez a través del mineral, cuando la luz pasa del mineral al objetivo del microscopio, la luz formará un cono invertido. Esta trayectoria significa que toda la luz que incide en el mismo ángulo con el eje óptico experimentará el mismo retraso al pasar a través del mineral y producirá un cono invertido del mismo color de interferencia. (12)

Si es un mineral con la birrefringencia máxima de segundo orden, puede ver el color de la birrefringencia de color aproximado. El patrón oscuro de "cruz de malta" es determinado de los minerales uniaxiales. Además, muestra el plano de la forma de la sección transversal a través del índice óptico mineral (registrando su medida de refracción en 3D) que se puede ver en cada ubicación. La dirección de alargamiento se puede diferenciar agregando una placa de tinte sensible al microscopio, lo que permite a los usuarios distinguir entre minerales "uniaxiales positivos" (izquierda) y minerales "uniaxiales negativos" (derecha) (12)

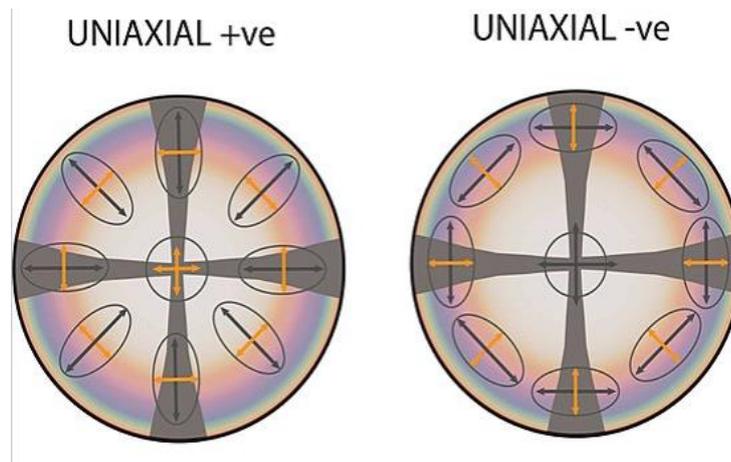


Figura 21. Interferencia uniáxica (11)
Tomado de Wikipedia

Si observa completamente a lo largo del eje óptico, el patrón permanecerá completamente sin cambios a medida que gira la platina. No obstante, si la medida de visión está ligeramente alejada del eje óptico, a medida que la plataforma está en movimiento circular, el centro de la cruz girará / orbitará cerca del punto central. Cuando te muevas, la forma de la cruz seguirá siendo la misma. (12)

2.3.9.2. La figura de interferencia biáxica

La interferencia biaxial consta de dos líneas equiangulares en forma de brazo hiperbólico, centradas en cada uno de los dos ejes ópticos que se unen y se separan cuando gira la platina del microscopio. Estas isócronas no tienen forma cónica, como las correspondientes a las interferencias uniaxiales, sino que son superficies complejas. La aparición de interferencias biaxiales depende en gran medida de la orientación de las partículas minerales. (12)

La forma curva de la isogira es característica de los minerales biaxiales, aunque el estado de curvatura cambiará en medida que se gira la platina del microscopio y, en algunas orientaciones, el patrón se asemejará al patrón de "cruz de malta" de un mineral uniaxial. (12)

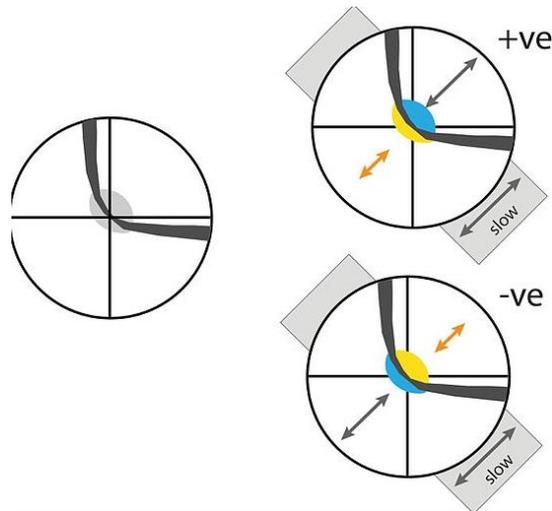


Figura 22. Interferencia biáxica (10)
Tomado de Wikipedia

Las imágenes de la derecha determinan el efecto de agregar una placa de tinte sensible a la configuración, reemplazando el gris en el centro con colores de birrefringencia de segundo orden azul y primer amarillo. La polaridad del amarillo y el azul expone si el mineral que se ve ópticamente "biaxial positivo" (arriba) o "biaxial negativo" (abajo), que puede ser un elemento clave para identificar el mineral (o investigar su composición). (12)

2.3.9.3. Medición del ángulo 2V

La máxima separación entre las curvas de nivel se produce cuando la diapositiva se gira exactamente 45 grados desde una de las direcciones donde se encuentran las curvas de nivel. El punto donde la línea de contorno está más cerca de la curva representa la posición de cada uno de los dos ejes ópticos donde existe el mineral biaxial. Por lo tanto, el intervalo máximo entre las dos curvas es el diagnóstico del ángulo entre los dos ejes ópticos del mineral. Este ángulo se llama ángulo óptico y generalmente se registra como "2V". En algunos casos, conocer el ángulo óptico puede ser una herramienta de diagnóstico útil para distinguir dos minerales que se ven muy similares. En otros casos, 2V varía con la composición química de un mineral dado de una manera conocida, y su valor medido puede usarse para estimar la relación entre elementos en la estructura cristalina. (12)

2.3.10. Estudio con luz reflejada

La luz reflejada se centra en el estudio de una luz que, al llegar a la superficie de un cuerpo, esta no es absorbida por el mismo. Cuando la dirección de la luz llega a la superficie del cuerpo, esta se refleja y parte entra al cuerpo donde es transmitida, absorbiéndose una pequeña parte mientras es atravesada por la luz. (10)

Se emplea para el estudio de minerales opacos, es decir que no se dejan ver a simple vista de la luz, es decir en término mena a los minerales opacos y ganga a los transparentes y translucidos. Esta técnica no solo determina los minerales de mena, sino también estudiar las relaciones geométricas (texturas y estructuras), la secuencia paragenética o el orden de aparición y alteraciones, y sus propiedades ópticas son: (10)

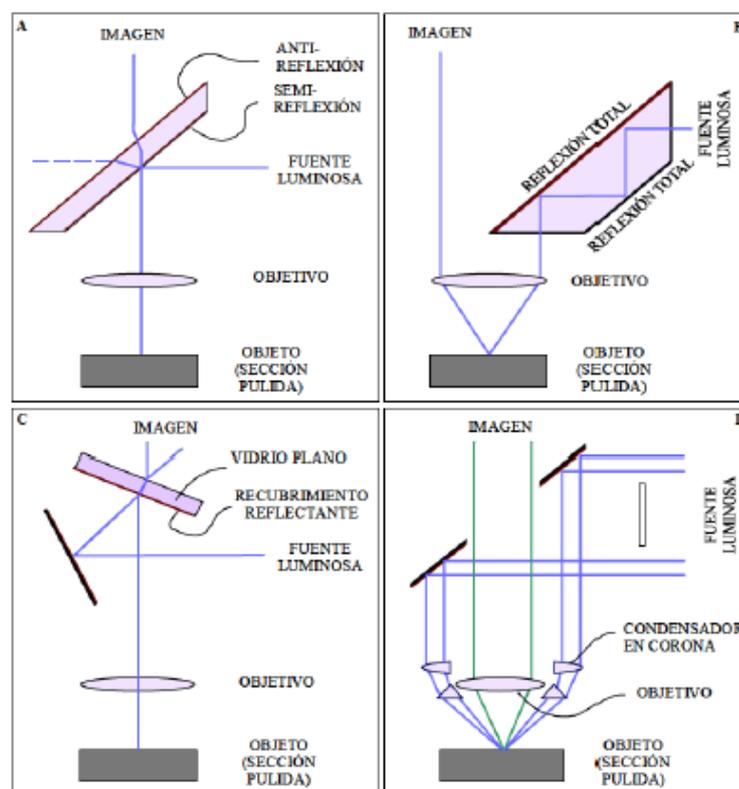


Figura 23. Sistema de iluminación con luz reflejada (10)
Tomado de Ingemmet

2.3.10.1. Color y reflectancia

Indica al color de la superficie mineral pulida que se observa con la luz reflejada. Se muestra los minerales con colores característicos agrupados por color.

Tabla 7. Minerales por su color (10)

Color	Mineral	Color	Mineral
Blanco a gris blanquecino	Galena	Blanco amarillento	Pirita
	Tennantita		Marcasita
	Arsenopirita		Rutilo
Gris	Esfalerita	Amarillo	Oro Nativo
	Cuarzo		Calcopirita
	Ilmenita	Crema rosáceo	Pirrotita
	Magnetita		Rosáceo, Rojo a marrón
Azul a gris azulado	Covelita	Bornita	
	Calcosita	Cobre nativo	
	Digenita	Enargita	

Tomado de Ingemmet

2.3.10.2. Anisotropía

Es la luminosidad que presentan los minerales anisótropos entre nicoles cruzados y sus cambios al girar la platina, por lo que se necesita trabajar con la máxima intensidad de luz. (10)

2.3.10.3. Reflexiones internas

Las reflexiones internas se observan con nicoles cruzados, y no varía cada 90° como la anisotropía, el color es relativamente característico para cada mineral que algunos minerales varían por su composición. (10)

2.3.10.4. Dureza

Es la estimulación cualitativa que hacemos por comparación de los efectos del pulido sobre diferentes minerales que ofrecen diferente resistencia a la abrasión, los minerales de mayor dureza presentarán mayor relieve que los minerales menos duros. Calificamos la dureza relativa usando como patrones de comparación a al pirrotita, esfalerita, calcopirita o galena. (10)

2.4. Definición de términos básicos

- a. **Alteración.** Son aquellos que se forman por descomposición de una mineral preexistente, de la cual comienza verificándose por los bordes o por los planos de debilidad de los granos y algunos casos en determinadas zonas.
- b. **Anisotropía.** Es la capacidad de ciertos minerales de dejar pasar luz entre nicoles cruzados.
- c. **Cantera.** Se entiende por cantera el sistema de explotación a cielo abierto para extraer de él rocas o minerales no disgregados, utilizados como material de construcción.
- d. **Mineralogía.** Ciencia que estudia los minerales y la manera en que se combinan, cristalizan, presentan y distribuyen estos compuestos, sus diversas características físicas y químicas, su origen y su distribución en la corteza terrestre, está ligada a la geología (que estudia los procesos físicos que determinaron la formación de la Tierra).
- e. **Luz polarizada.** Es aquella que vibra solo determinadas maneras sean en planos paralelos o en forma helicoidal.
- f. **Luz transmitida.** La polarización de luz transmitida estudia la interferencia de una luz linealmente polarizada en un específico corte transparente de mineral.
- g. **Ópticas.** Es la característica que estudia el color y la refractancia de una mineral.
- h. **Polarización.** Es aquella que la radiación vibra en todos los planos perpendiculares a la trayectoria, cuyas vibraciones están restringidas a determinadas direcciones en el espacio.
- i. **Sílice.** Componente, resistente a la erosión, de numerosas rocas constituido por dióxido de silicio. Se presenta aislado en diversos minerales y combinado formando parte de los silicatos.
- j. **Yacimiento.** Lugar donde se hallan naturalmente una roca, un mineral o un fósil.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos, y alcance de la investigación

3.1.1. Método científico

En el presente trabajo, el método utilizado es el científico, ya que se realizará una serie de operaciones, métodos, aplicando los conocimientos existentes que nos permitan alcanzar un resultado u el objetivo propuesto (13)

3.1.2. Nivel de investigación

- **Descriptivo – explicativo**

El nivel de investigación es descriptivo – explicativo porque a través de técnicas de observación y análisis podemos determinar el impacto de la caracterización mineralógica del yacimiento. (13)

3.1.3. Tipo de investigación

- **Investigación aplicada**

El tipo de investigación es aplicada, ya que propone nuevas herramientas de análisis de caracterización mineralógica del yacimiento. (13)

3.2. Diseño de la investigación

En el trabajo actual se utiliza el diseño de investigación transacciones - descriptiva, porque en este tipo de investigación, los datos se recopilan en un instante, en un determinado tiempo único. (13)

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población en el presente estudio abarca 1 cuadrícula que conforma el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1

3.3.2. Muestra

- Probabilístico – Aleatorio simple:

La muestra de la investigación a estudiar son las 9 muestras recolectadas de forma aleatoria en el yacimiento.

3.4. Técnicas e Instrumentación de recolección de datos

En primer lugar, se llevará a cabo la recopilación de información histórica y actual de yacimiento Santa Rosa 94-1, luego se hará un muestreo de rocas de campo para el análisis de microscopía óptica del lugar.

Técnicas:

- Fichas de observación
- Revisión bibliográfica
- Muestreo en campo
- Informes
- Planos geológicos

Instrumentos:

- Microscopio
- Laptop
- Picotas
- Bolsas de muestreo
- Cámara
- GPS
- Ácido clorhídrico
- Utilización de la grilla
- Triangulo de Pettijohn 1975

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis de microscopía óptica: secciones delgadas

4.1.1. Muestra recolectada de campo N°1



Figura 24. Muestra recolectada 1

4.1.1.1. Clasificación

Arenisca cuarzosa con escasos líticos y con presencia de arcilla como cemento

4.1.1.2. Estructura

Laminar muy débil, sectorialmente indicada por la presencia de la arcilla.

4.1.1.3. Textura

Deposicional.

- **Selección:** moderadamente buena a buena
- **Redondez:** angulosos a subredondeados con predominio de los angulosos
- **Contactos:** cóncavo-convexos, largos, suturados y escasos contacto rectos por la presencia de cemento syntaxial (epitaxial) en granos de cuarzo.
- **Esfericidad:** baja

4.1.1.4. Mineralogía global

- Cuarzo
- Plagioclasa
- Líticos (chert)
- Moscovita
- Clorita turmalina
- Zircón

4.1.1.5. Coloración

Blanco cremoso con tintes amarillo rojizo

4.1.1.6. Composición y descripción

- **Cuarzo (85%):** se presenta generalmente como granos monocristalinos, con extinción recta y menos frecuente con extinción ondulante (posiblemente procedentes de áreas fuente ígneas que han sufrido deformación de emplazamiento y/o por haber sufrido procesos posteriores de deformación.

Escasos granos policristalinos:

- a) De extinción recta, que se hallan integradas por dos o tres individuos, los cuales podrían tener un origen en áreas de fuente ígneas.
- b) Policristalinos, tipo recristalizados, compuesto por varios granos individuales, apuntan a un origen de fuentes metamórficas.

El tamaño de los granos de cuarzo varía entre 0,030 y 0,200 mm, dentro de ellos predominan los granos con tamaños de 0,140 mm.

En algunos sectores se observan disolución por presión, los cuales están manifestados por la depositación sitaxial (epitaxial) de cuarzos sobre los granos.

- **Líticos (10%)** con predominio, posiblemente, de origen sedimentario (chert) metamorfizados, otros líticos híbridos, integrados de arcilla y sílice muy fina.

Sus formas son ligeramente subredondeados con ligera deformación. Con tamaños que oscilan entre 0,080 y 0,210 mm, con predominio de los granos con 0,130 mm.

- **Plagioclasa (0,05%)**: escasos granos y muy diminutos están dentro de los granos de cuarzo, aparentemente con deformación y fuerte alteración a arcillas; fuente de origen ígneo.
- **Moscovita (2%)**: escasos cristales laminares, alargados y flexionados están dentro de los intersticios de los granos de cuarzo; fuente de origen incierto, quizás metamórfico.
- **Zircón (<0,01%)**: escasos cristales de zircón, la mayoría de ellos tienen formas propias, con tamaño promedio de 0,032 mm, fuente de origen ígneo.
- **Turmalina (0,01%)**: con formas angulosos a subredondeados, presentan tamaño promedio de 0,056 mm, fuente de origen posiblemente metamórfico.
- **Arcilla (2,00%)** están dentro de los intersticios de los granos de cuarzo, con aspecto pulverulento, origen fuente sedimentario.
- **Opacos (0,93%)**: están muy dispersos entre los granos de cuarzo, mayormente con formas subredondeados y con tamaño promedio de 0,090 mm, con fuente de origen incierto.

4.1.1.7. Observaciones

- El cemento está conformado mayormente por las arcillas, pero son observados también el cemento silíceo, en este caso, como crecimiento sintaxial (epitaxial) sobre los cuarzos secundarios, formados posiblemente durante la compactación mecánica en la etapa diagenética.
- Hay un sector que está caracterizado por un bandeamiento, cuya área está caracterizada por la presencia de matriz con cuarzo de granulometría muy fina y con apariencia de corresponder a la zona de trituramiento y con ligamiento de cemento arcilloso.
- Bien seleccionado
- Granosoportado

4.1.1.8. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1. Granos detríticos de cuarzo (c) mayormente de origen ígneo, caso del cuarzo con borde engolfado que es de origen volcánico (cv), están envueltos por la matriz de cuarzo (c) detrítico de granulometría muy fina con borde angulosos y además están cementados por las arcillas (ARc). N+, 50X.

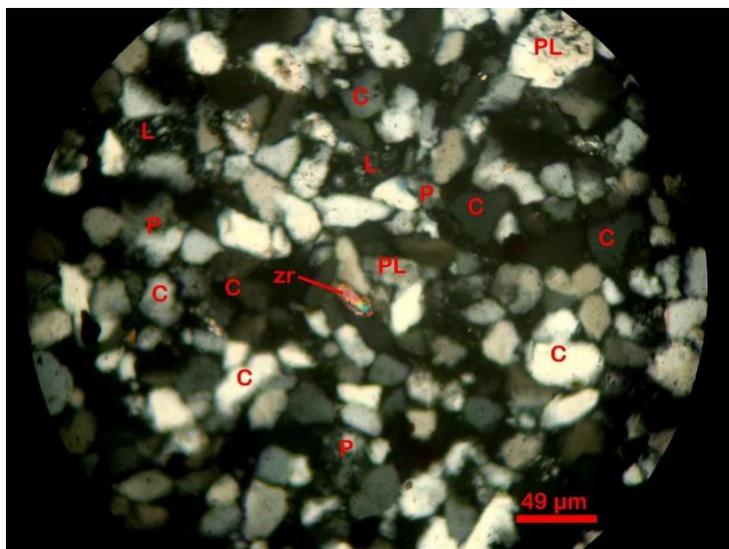


Figura 25. Muestra 1 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. La misma vista de la anterior, observado en nicoles paralelos, donde se destacan la presencia de las arcillas (Arc), los minerales opacos (op) y el cristal de zircón (zr) en la parte central. Nil, 200X.

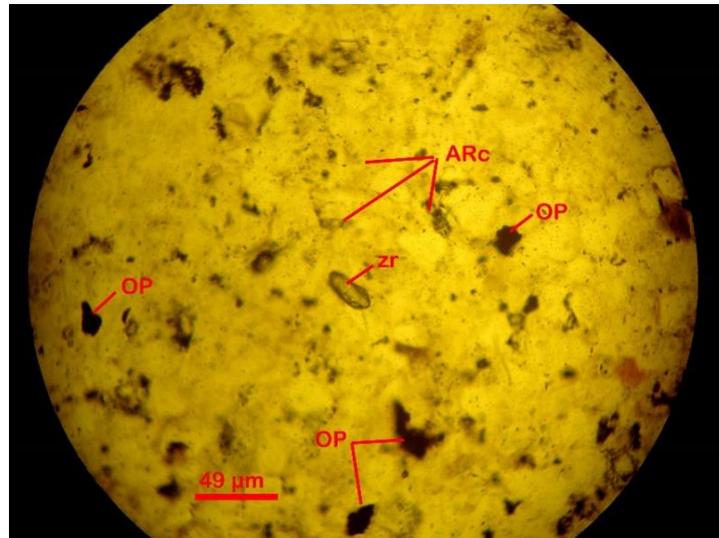


Figura 26. Muestra 1 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Granos detríticos de cuarzo (c), de plagioclasa (pl), de cuarzos policristalinos (p), partículas líticas (L) y en la parte central el grano de turmalina (tur). Obsérvese los contactos entre los granos detríticos, los cuales varían de cóncavo-convexos, alargados, y pseudosuturados. N+, 200X.

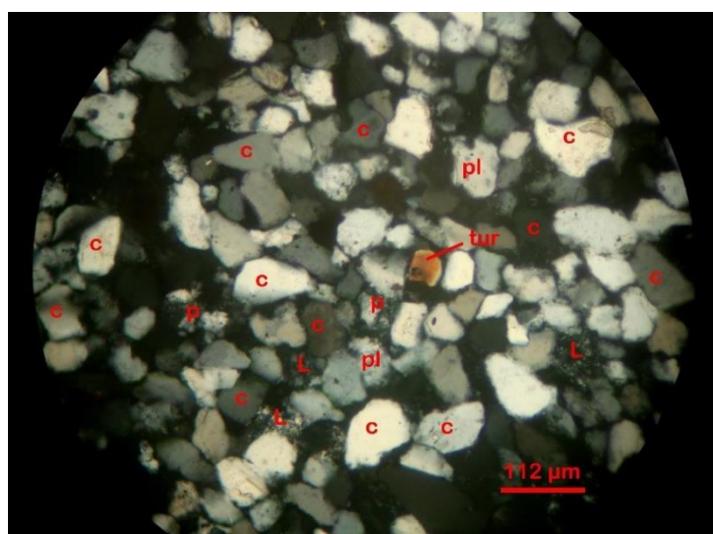


Figura 27. Muestra 1 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. Granos detríticos de cuarzo (c), cuarzo policristalinos (p), granos de plagioclasa (pl), granos de plagioclasa (pl); cuarzo epitaxial (cp), partícula de moscovita (mu), partículas líticas (L) y cemento de arcilla (Arc); obsérvese los diferentes tipos de contactos, caso de cóncavo-convexo, alargados, pseudosuturados. N+, 200X.

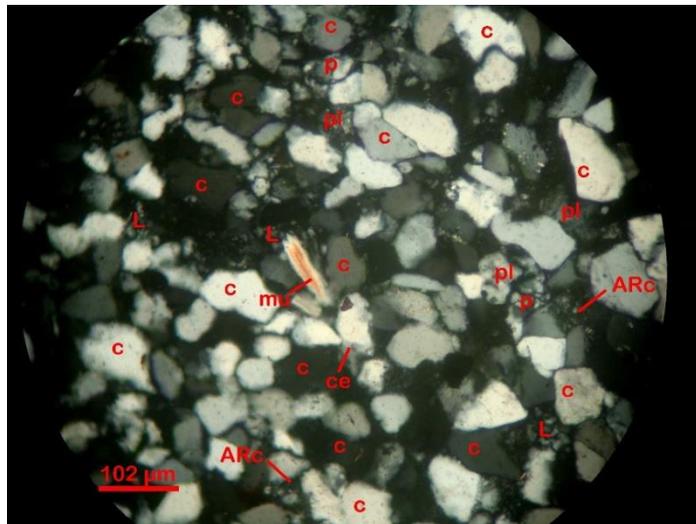


Figura 28. Muestra 1 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. Granos detríticos de cuarzo (c) monocristalinos y cuarzoes policristalinos (p), partícula detrítica de lítico (L) y con cemento arcilloso (Arc). Los contactos entre los granos son variados, caso de los cóncavos-convexos, alargados, pseudosuturados y puntuales. N+, 200X.

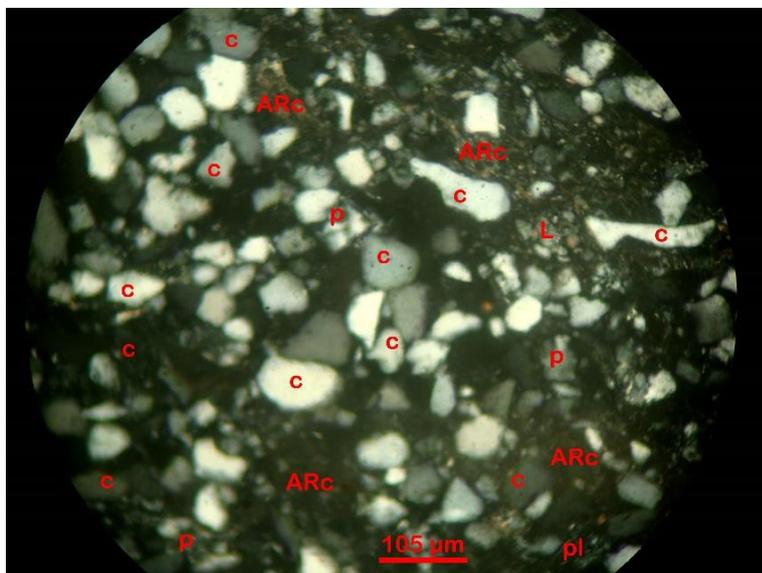


Figura 29. Muestra 1 – Fotomicrografía 5

- Fotomicrografía 6. Granos detríticos de cuarzo (c) monocristalino, cuarzo policristalino (p), detritos de moscovita (mu), de clorita (CLo), partículas de líticas (L); nótese los contactos entre los granos, los cuales son cóncavos-convexos, alargados, pseudosuturados. N+, 200X.

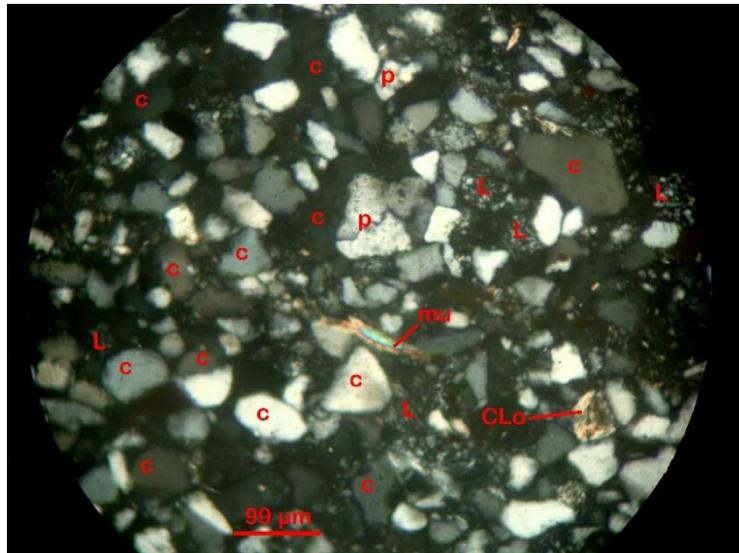


Figura 30. Muestra 1 – Fotomicrografía 6

- Fotomicrografía 7. Granos detríticos de cuarzo (c) monocristalinos y cuarzos (p) policristalinos; granos detríticos de plagioclasa (pl); partícula detrítica de líticas (L), como cemento se hallan las arcillas (Arc). Los contactos entre los granos son: cóncavos-convexos, alargados, puntuales y pseudosuturados. N+, 200X.

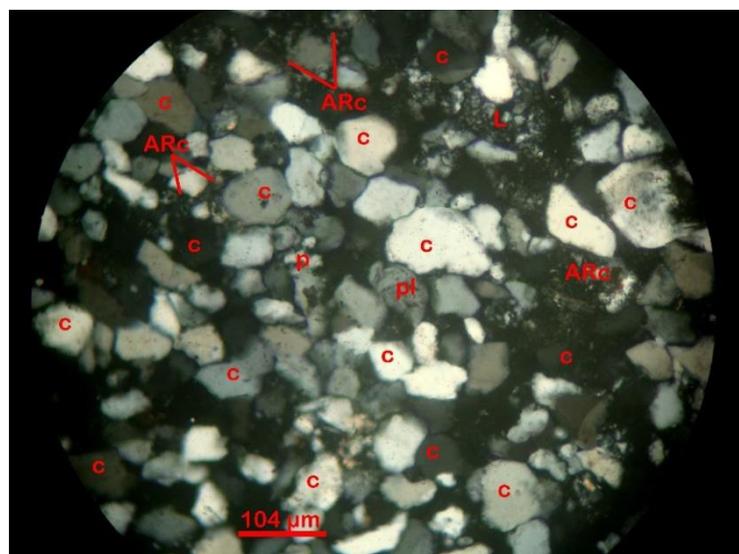


Figura 31. Muestra 1 – Fotomicrografía 7

- Fotomicrografía 8. Granos detríticos de cuarzo (c) monocristalino y cuarzo (p) policristalino; precipitación de cuarzo (ce) sintaxial (epitaxial), granos detríticos de plagioclasa (pl); entre ellos están las partículas detríticas de líticos (L). N+, 200X.

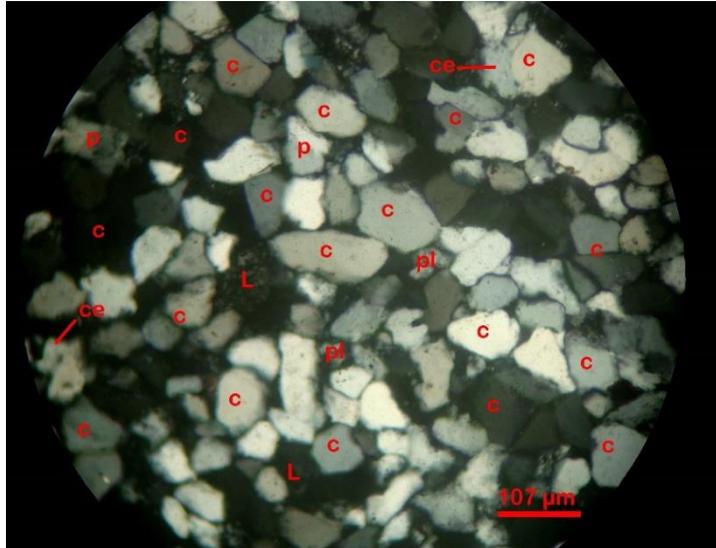


Figura 32. Muestra 1 – Fotomicrografía 8

- Fotomicrografía 9. Granos detríticos de cuarzo (c) monocristalinos, cuarzos (p) policristalinos y en algunos sectores cemento de arcilla (Arc). Nótese la variedad de contactos, desde cóncavo-covexos, alargados, pseudosuturados y contactos puntuales, estos últimos muy escasos. N+, 200X.

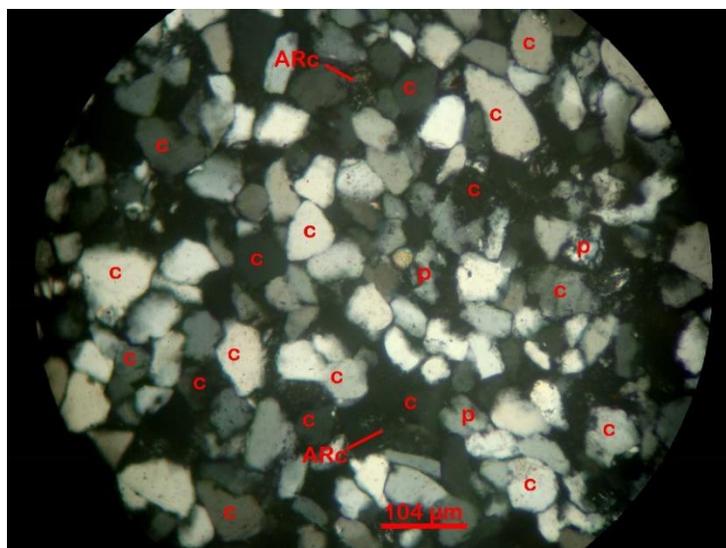


Figura 33. Muestra 1 – Fotomicrografía 9

4.1.1.9. Conteo de granos

Tabla 8. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 1

Muestra N°01: Fotomicrografía 1																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	15	8	7	11	13	5	12	9	6	4	5	6	8	8	9	5	2	5	7	6
Cuarzo (cv)	3	5	2	3	2	2	4	3	1	3	2	2	3	4	1	2	1	1	2	2
Cuarzo policristalino (p)	3	1	3	2	1	3	2	2	1	3	4	1	3	2	2	4	2	3	1	3
Líticas (L)	2	1	3	4	6	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2
Plagioclasa (pl)	4	3	2	2	0	0	0	0	0	3	2	2	1	1	2	1	1	4	3	2
Zircón (Zr)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	1	3	1	2	0	0	0	0	0

Media aritmética: 2.65

Tabla 9. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 2

Muestra N°01: Fotomicrografía 2																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Arcillas (Arc)	0	5	3	0	2	10	7	9	0	5	7	6	8	8	5	2	3	3	3	4
Minerales	10	9	1	8	6	10	1	1	9	1	1	1	1	1	1	8	1	9	6	7
Opacos(op)		1					0	1		0	0	1	5	2	2		6			
Zircón (Zr)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 4.93

Tabla 10. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 3

Muestra N°01: Fotomicrografía 3																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	13	13	14	13	12	6	10	10	13	16	11	4	8	5	6	9	10	9	13	7
Cuarzo policristalino (p)	2	1	2	3	1	5	2	1	2	2	1	6	7	4	2	2	5	3	2	1
Líticas (L)	1	1	3	1	2	1	1	0	0	2	1	2	2	5	7	5	4	3	4	1
Plagioclasa (pl)	0	0	0	0	3	3	2	1	0	0	0	0	1	4	6	3	2	0	0	0
Turmalina (Tur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.32

Tabla 11. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 4

Muestra N°01: Fotomicrografía 4																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	10	13	10	10	13	16	0	9	8	11	10	11	9	10	10	11	8	8	9	11
Cuarzo policristalino (p)	4	2	0	2	4	5	5	1	0	1	2	3	2	0	0	0	0	2	2	1
cuarzo epitaxial (cp)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	1	0	0	0	0	0
Líticas (L)	2	4	3	0	0	0	2	5	5	4	0	0	0	0	0	1	6	4	2	0
Plagioclasa (pl)	0	0	2	3	2	0	2	2	1	2	3	1	0	2	3	1	0	0	0	0
moscovita (mu)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Arcilla (Arc)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	1	0	0	0	0	1	2

Media aritmética: 2.27

Tabla 12. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 5

Muestra N°01: Fotomicrografía 5																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	8	10	7	6	9	7	6	6	7	1	8	4	7	6	4	6	7	7	6	5
Cuarzo policristalino (p)	0	0	0	0	0	3	4	5	2	1	0	4	2	4	2	1	3	3	1	0
Líticas (L)	0	3	3	2	0	1	3	4	5	2	0	2	3	3	2	0	0	0	0	0
Cemento arcilloso (Arc)	10	8	10	1	1	5	4	1	2	0	5	2	2	1	9	1	1	8	6	3

Media aritmética: 4.05

Tabla 13. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 6

Muestra N°01: Fotomicrografía 6																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	8	7	11	9	12	9	8	8	10	7	14	7	8	16	11	6	9	15	13	9
Cuarzo policristalino (p)	3	2	0	0	0	3	5	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Líticas (L)	0	0	2	3	3	4	4	4	3	1	3	4	6	4	5	6	7	5	4	2
moscovita (mu)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0
Clorita (CLo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	2	0	0	0

Media aritmética: 3.09

Tabla 14. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 7

Muestra N°01: Fotomicrografía 7																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	8	7	8	9	11	13	11	11	7	8	7	12	10	8	5	10	13	14	9	9
Cuarzo policristalino(p)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	4	4	2	1	0	0	0	0
Líticas (L)	4	9	9	8	8	7	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plagioclasa (pl)	0	1	2	0	0	0	0	0	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arcilla (Arc)	0	0	0	0	3	4	3	2	7	6	6	4	3	0	0	0	0	2	1	0

Media aritmética: 3.12

Tabla 15. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 8

Muestra N°01: Fotomicrografía 8																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	14	11	11	12	12	12	17	16	13	11	10	12	13	10	12	11	12	11	7	8
Cuarzo policristalino (p)	0	0	1	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cuarzo sintaxial (ce)	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	2	0	0	0
Líticas (L)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	5	5	2	2	4	0	4	6	6	4
Plagioclasa (pl)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	3	3	1	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.17

Tabla 16. Conteo de granos Muestra 1 – Fotomicrografía 9

Muestra N°01: Fotomicrografía 9																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	16	13	14	16	11	10	11	13	13	11	14	18	14	17	12	13	12	16	14	12
Cuarzo policristalino (p)	0	0	0	0	0	0	0	2	4	4	2	1	0	0	0	2	3	1	0	0
Arcilla (Arc)	2	3	3	0	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	5	6	5	3	1

Media aritmética: 5.45

- **Triángulo de Streckeisen**

Se analizaron en total las 9 fotografías de la muestra N° 01 distribuidas secuenciales, los resultados del contenido de cuarzo (Q), feldspatos (FA), y plagioclasa (P) se ordenaron en la tabla y la clasificación se realizó según el diagrama triangular de STRECKEISEN.

Tabla 17. Contenido de la Muestra 1

Muestra 1				
Contenido total de la muestra	%	%	Factor de multiplicación (β)	Contenido en %, respecto a los componentes
Cuarzo	85%	85%	1.18	99.94%
Líticos	10%			
Plagioclasa	0,05%	0.05%	1.18	0.06%
Moscovita	2.00%			
Zircón	0.01%			
Turmalina	0.01%			
Arcilla	2.00%			
Opacos	0.93%			
Feldespato alcalino	0%	0%	1.18	0%
Total	100%	85.05%		100%

Factor de multiplicación:

$$85.05 \times \beta = 100$$

$$\beta = \frac{100}{85.05} = 1.18$$

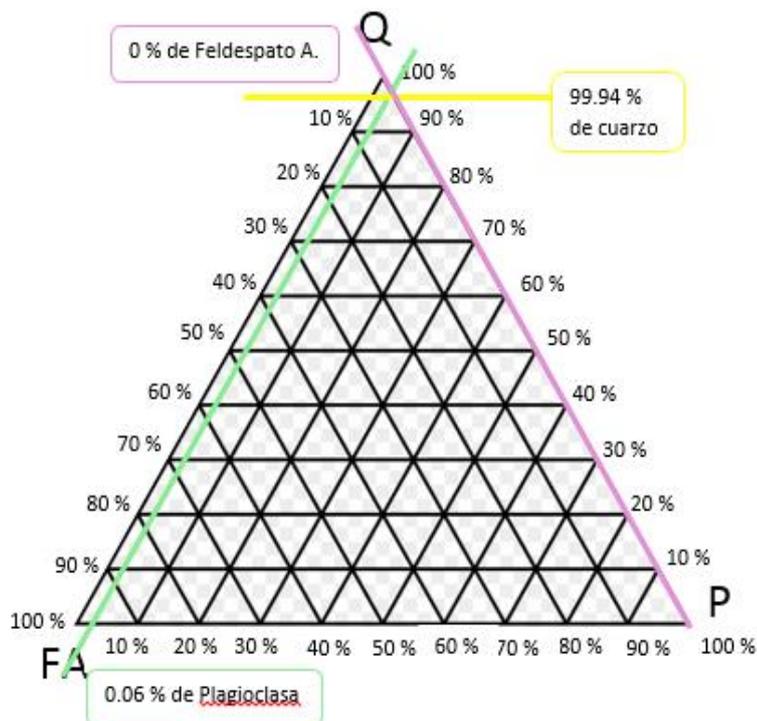


Figura 34. Triángulo de Streckeisen

4.1.1.10. Cuadro de clasificación

Tabla 18. Cuadro de clasificación de la muestra 1

M. 1	Morfología	Selección	M. Textura	M. Composicional	Matriz
Fot 1	Sub-anguloso	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	--
Fot 2	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Inmaduro	Maduro	--
Fot 3	Sub-redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 4	Anguloso	Moderadamente seleccionado	Submaduro	Submaduro	Matriz
Fot 5	Anguloso	Moderadamente seleccionado	Submaduro	Maduro	cemento
Fot 6	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 7	Sub-redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Submaduro	cemento
Fot 8	Sub-redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Submaduro	--
Fot 9	Sub-anguloso	Moderadamente seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz

4.1.2. Muestra Recolectada de campo N°2



Figura 35. Muestra recolectada 2

4.1.2.1. Clasificación

Arenisca cuarzosa con escasos líticos y con presencia de arcilla como cemento

4.1.2.2. Estructura

Masiva muy deleznable

4.1.2.3. Textura

Deposicional bandeada.

- **Selección.** En un sector de buena a muy buena selección, en otro sector presenta muy mala selección.
- **Redondez.** Por zonas se presentan muy redondeados, en otras subredondeados y en este último sector su matriz muy fina presenta bordes a angulosos a muy angulosos.
- **Contactos.** Matriz soportados, por lo que hay muy pocos contactos de tipo puntual y algunos suturados.
- **Esfericidad:** De muy baja a y alta.

4.1.2.4. Mineralogía global

- Cuarzo
- Líticos (chert)
- Plagioclasa
- Arcillas
- Óxidos de hierro
- Psilomelano

4.1.2.5. Coloración

Amarillo con tinte pardo claro y bandas rojizas intercaladas con tonalidades negruzcas.

4.1.2.6. Composición y descripción

- **Cuarzo:** (65%), se manifiesta generalmente como granos monocristalinos, con extinción recta y en menor porcentaje con extinción ondulante (posiblemente procedentes de áreas fuente ígneas que han sufrido deformación de emplazamiento y/o por haber sufrido procesos posteriores de deformación).

Escasos granos policristalinos:

- a) Con extinción recta, que se hallan integradas por dos o tres individuos, los cuales podrían tener un origen en áreas de fuente ígneas.
- b) Policristalinos, tipo recristalizados, compuesto por varios granos individuales, indican u orientan a un origen de fuentes metamórficas.

El tamaño de los granos de cuarzo, en la zona con cemento de arcillas y óxidos, varían de 0,160 a 1,70 mm, con predominio de los granos de 0,92 mm.; mientras que en la zona con matriz de cuarzo muy fino y cemento arcilloso, los granos de cuarzo tienen tamaños de 0,180 a 2,14 mm, con promedio de 0,40 mm. En la matriz las partículas de cuarzo, tienen tamaños en promedio de 0,120 mm.

En algunos sectores, donde los granos muestran contacto alargado, se observan disolución por presión, los cuales están manifestados por la depositación sitaxial (epitaxial) de cuarzos sobre los granos primarios de cuarzo.

- **Líticos:** (Trz) con predominio, posiblemente, de origen sedimentario (chert) metamorfizados.

Sus formas son ligeramente subredondeados con ligera deformación. Con tamaños en promedio de 0,080 mm.

- **Plagioclasa: (0,05%)** escasos granos con ligera deformación, porque presentan extinción ondulante y también están microfracturados; sus tamaños en promedio son de 0,80 mm; fuente de origen ígneo.
- **Arcilla: (33,95%),** están como cemento de los granos detríticos de cuarzo, en un sector mezclados con los óxidos de hierro y de manganeso, y en el otro sector sin ninguna mezcla.
- **Opacos: (1,00%),** están muy camuflados entre el cemento arcilloso y de óxidos.

4.1.2.7. Observaciones

- La muestra presenta dos sectores muy diferenciados, uno de ellos con cemento arcilloso y con matriz de detritos de cuarzo muy finos; el otro sector se manifiesta con cemento de arcilla coloreados por la mezcla de óxidos de hierro y de manganeso.
- El empaque de los granos, mayormente, es del tipo matriz soportado.

4.1.2.8. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1. Granos detríticos de cuarzo (c) mayormente de origen ígneo, caso del cuarzo con borde engolfado que es de origen volcánico (cv), están envueltos por la matriz de cuarzo (c) detrítico de granulometría muy fina con borde angulosos y además están cementados por las arcillas (ARc). N+, 50X.

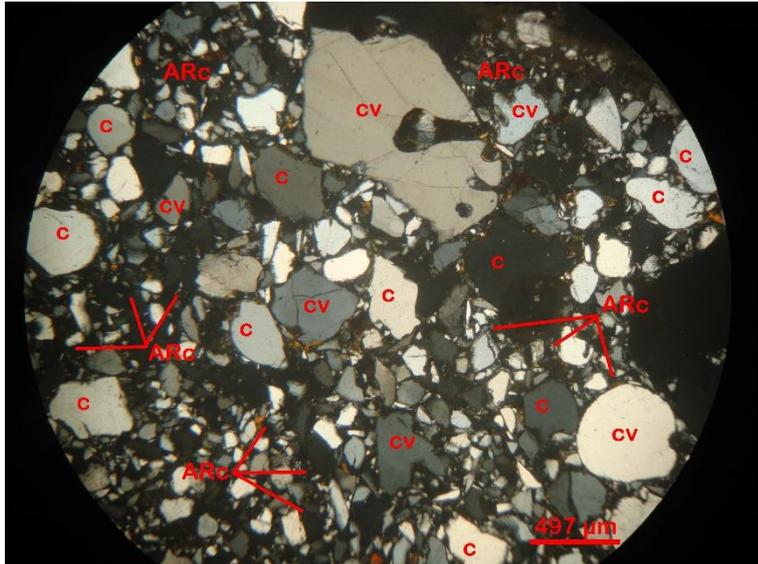


Figura 36. Muestra 2 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen ígneo intrusivo y cuarzo (cv) de origen volcánico, están englobados por la matriz detrítica angulosa de cuarzo (c) de granulometría muy fina, todos ellos cementado por las arcillas (Arc); el empaque es de tipo matriz y cemento soportado. N+, 50X.

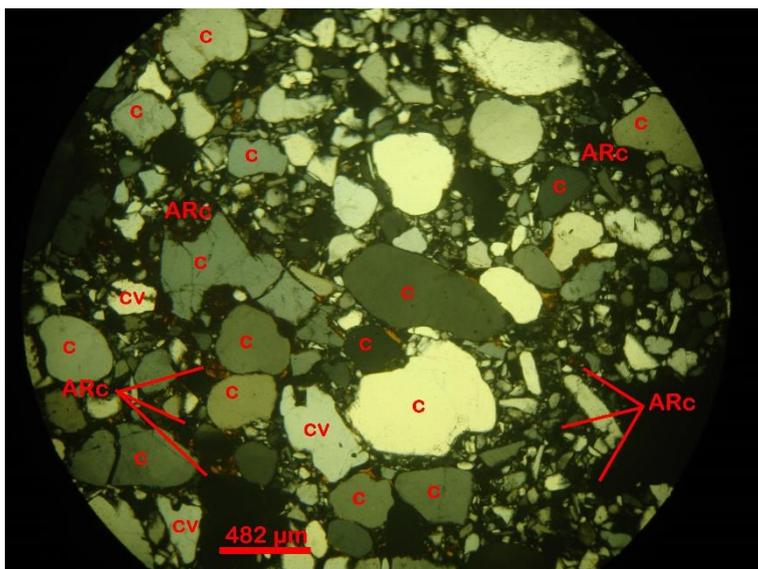


Figura 37. Muestra 2 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Granos detríticos de cuarzo (c) con fuente de origen ígneo intrusivo y cuarzo (cv) con origen ígneo volcánico, están envueltos por la matriz de cuarzo detrítico muy fino, casi totalmente angulosos y

cementados por las arcillas (Arc). Nótese que el empaque es matriz y/o cemento soportado y son muy escasos los detritos que están en contacto. N+, 50X.

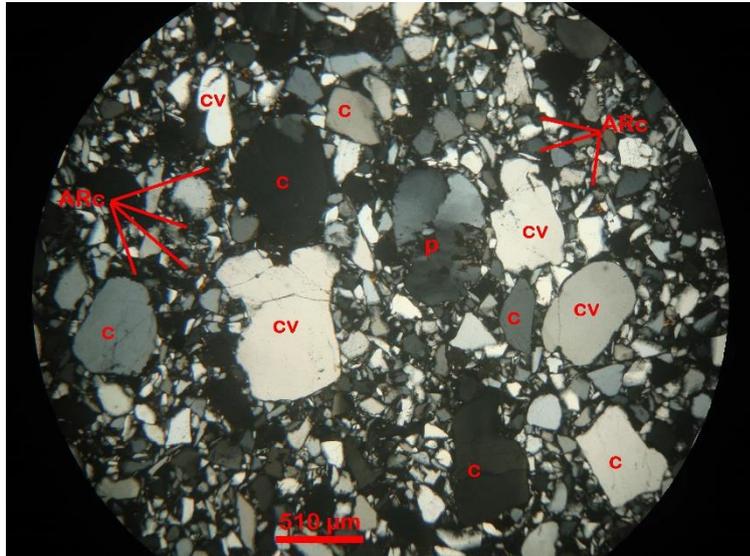


Figura 38. Muestra 2 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. Contacto de los dos sectores, hacia la izquierda el sector con matriz de cuarzo detrítico y cemento de arcilla (c+Arc), y hacia la derecha, el sector de cemento con arcilla mezclada con los óxidos de hierro (Arc+ox). Nótese los bordes redondeados hasta subangulosos, en este sector. N+, 50X.

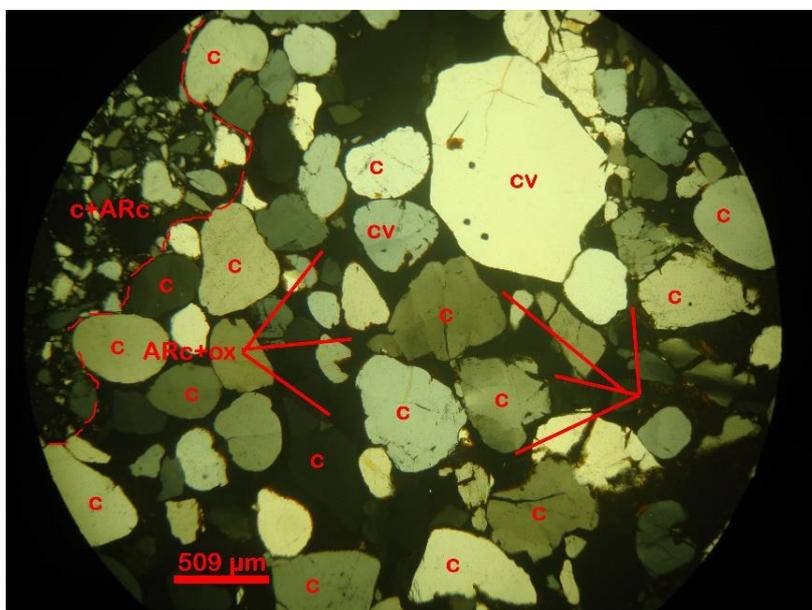


Figura 39. Muestra 2 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. La misma vista de la anterior, vista en nicols paralelos, donde se aprecian a ambos sectores mencionados, hacia la izquierda y hacia la izquierda, este último de mayor área, con cemento de arcilla mezclada con los óxidos (Arc+ox). Nil, 50X.

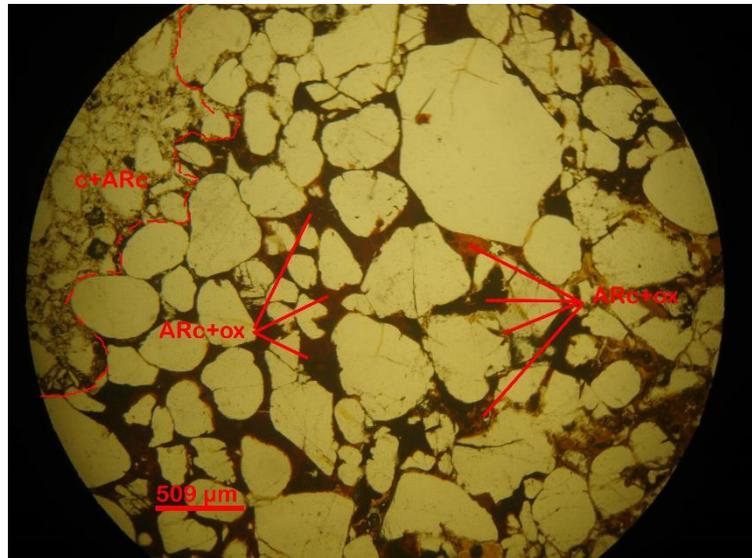


Figura 40. Muestra 2 – Fotomicrografía 5

- Fotomicrografía 6. Granos detríticos de cuarzo (c) ígneo intrusivo y de cuarzo (cv) ígneo volcánico, mayormente con empaque cemento soportado de arcilla y óxidos de hierro y manganeso (Arc+ox), obsérvese las formas de bordes redondeado hasta subredondeados. N+, 50X.

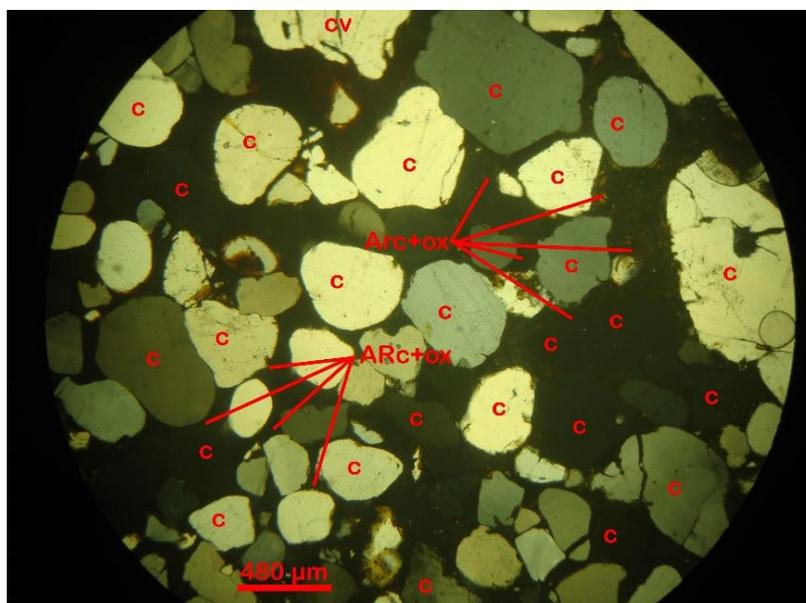


Figura 41. Muestra 2 – Fotomicrografía 6

- Fotomicrografía 7: Contacto de los sectores de matriz y cemento de cuarzo y arcillas (c+Arc) y el otro sector, hacia la derecha casi inferior de cemento integrado por la mezcla de arcilla y óxidos (Arc+ox). N+, 50X.

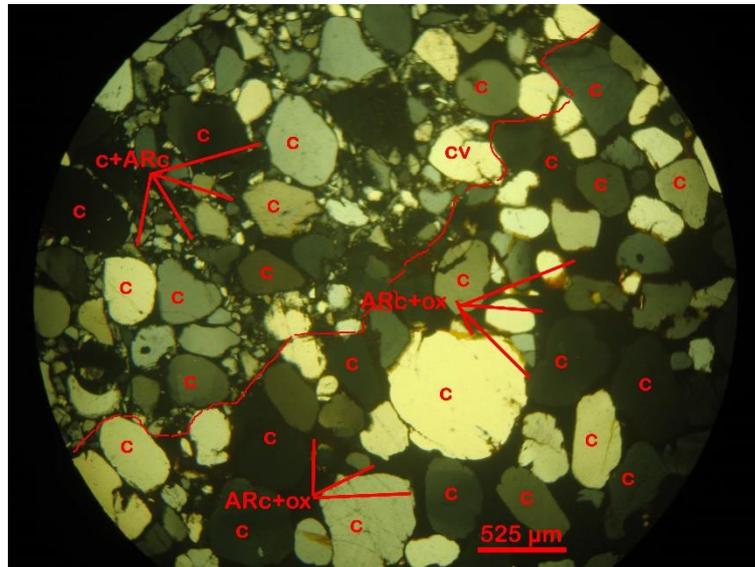


Figura 42. Muestra 2 – Fotomicrografía 7

- Fotomicrografía 8. La misma vista de la anterior, observada en nicoles paralelos, donde se ambos sectores, el sector superior izquierdo con matriz y cemento de cuarzo y arcilla (c+Arc(, mientras que el sector inferior derecho con cemento de mezcla de arcilla y óxidos (Arc+ox). Nil, 50X.

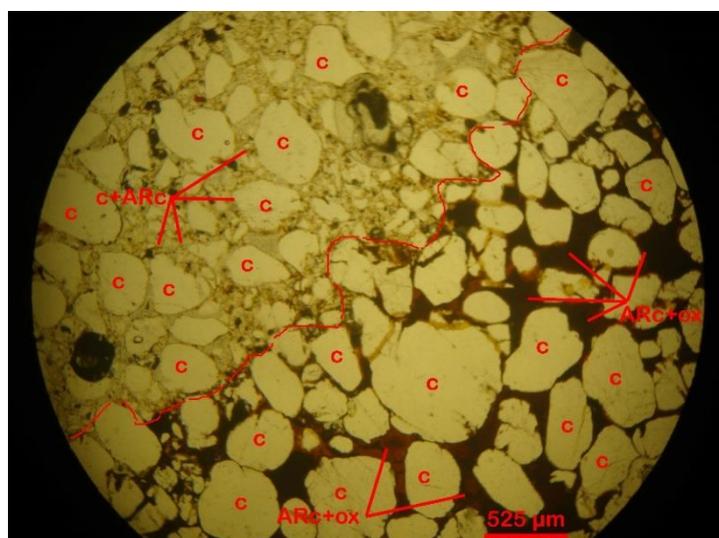


Figura 43. Muestra 2 – Fotomicrografía 8

- Fotomicrografía 9. Sector de la muestra con matriz de cuarzo de granulometría muy fina y con formas angulosos, con cemento arcilloso (Arc), engloban a los granos detríticos de cuarzo (c) ígneo intrusivo y a los cuarzos (cv) ígneos volcánicos, con formas desde redondeados hasta subangulosos. N+, 50X.

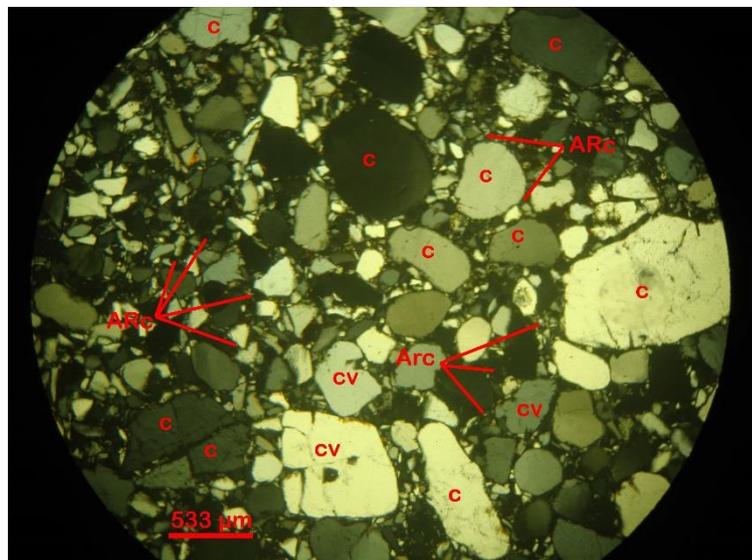


Figura 44. Muestra 2 – Fotomicrografía 9

- Fotomicrografía 10. Granos detríticos de cuarzo (c) monocristalinos, granos detríticos de cuarzo (p) policristalinos, están envueltos por el cemento y matriz integrado por el cuarzo de granulometría muy fina y las arcillas (c+Arc). N+, 50X.

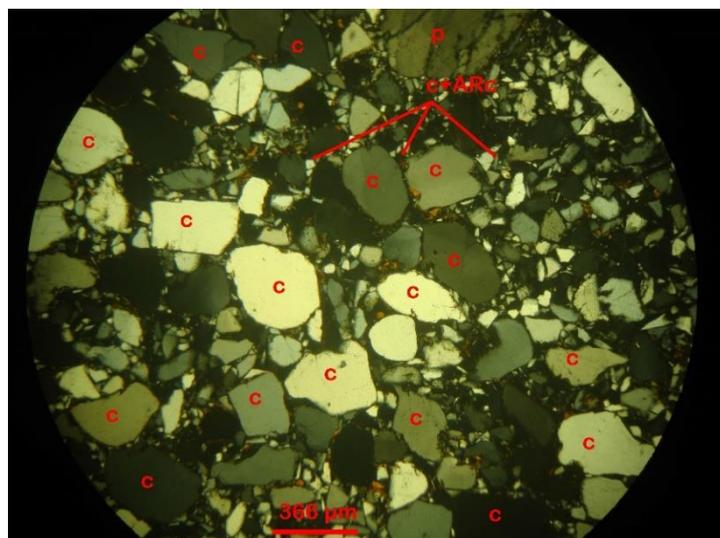


Figura 45. Muestra 2 – Fotomicrografía 10

4.1.2.9. Conteo de granos

Tabla 19. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 1

Muestra N°2: Fotomicrografía 1																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	2	2	6	7	5	6	7	7	7	8	5	5	4	5	7	6	5	2	5	6
Cuarzo volcánico (cv)	7	9	9	7	8	8	7	4	3	2	5	4	2	1	3	5	7	7	4	2
Arcilla (Arc)	12	11	8	8	6	7	6	6	7	6	8	8	9	5	5	7	8	7	7	6

Media aritmética: 5.97

Tabla 20. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 2

Muestra N°02: Fotomicrografía 2																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	12	4	9	12	9	6	8	11	10	15	11	9	14	12	12	8	6	8	9	6
Cuarzo volcánico (cv)	0	6	5	1	2	1	2	2	0	3	4	3	0	2	3	4	3	1	3	2
Arcilla (Arc)	8	7	8	7	6	10	11	6	2	3	5	8	4	9	6	8	8	6	9	7

Media aritmética: 6.27

Tabla 21. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 3

Muestra N°02: Fotomicrografía 3																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	8	11	11	12	11	9	10	8	2	6	5	8	7	9	13	13	16	11	12	10
Cuarzo volcánico (cv)	2	2	2	2	2	3	3	4	11	9	9	8	6	5	3	0	0	0	0	0
Cuarzo policristalino (p)	0	0	0	0	3	5	5	5	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arcilla (Arc)	0	0	0	0	3	3	4	4	4	3	2	3	4	4	4	0	0	0	0	0

Media aritmética: 4.13

Tabla 22. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 4

Muestra N°02: Fotomicrografía 4																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	9	7	8	8	7	8	8	11	14	15	12	11	9	13	13	8	7	11	6	9
Cuarzo volcánico (cv)	5	6	7	8	8	10	10	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo y arcilla (c+Arc)	3	4	6	6	6	5	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arcilla + óxido (Arc+ox)	0	0	0	0	0	1	3	4	3	2	8	7	8	5	4	3	4	2	4	2

Media aritmética: 4.41

Tabla 23. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 5

Muestra N°02: Fotomicrografía 5																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	9	7	8	8	7	8	8	11	14	15	12	11	9	13	13	8	7	11	6	9
Cuarzo volcánico (cv)	5	6	7	8	8	10	10	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo y arcilla (c+Arc)	3	4	6	6	6	5	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arcilla + óxido (Arc+ox)	0	0	0	0	0	1	3	2	3	3	9	7	10	6	5	3	4	2	4	2

Media aritmética: 4.46

Tabla 24. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 6

Muestra N°02: Fotomicrografía 6																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	15	17	19	13	15	12	9	12	15	14	15	16	16	13	15	12	10	11	12	10
Cuarzo volcánico (cv)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	1	3	6	3	1	0
Arcilla + óxido (Arc+ox)	0	0	4	2	6	6	7	3	3	4	2	3	2	1	3	2	1	0	0	0

Media aritmética: 5.60

Tabla 25. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 7

Muestra N°02: Fotomicrografía 7																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	14	14	13	12	12	11	9	9	10	11	9	12	14	10	11	8	8	6	7	8
Cuarzo volcánico (cv)	0	0	2	3	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3	5	4	0	0	0
Cuarzo y arcilla (c+Arc)	7	9	5	3	6	7	5	7	8	5	4	2	2	3	2	1	0	0	0	0
Arcilla + óxido (Arc+ox)	0	0	0	0	0	0	1	1	3	2	5	3	1	1	1	3	6	6	4	1

Media aritmética: 4.35

Tabla 26. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 8

Muestra N°02: Fotomicrografía 8																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	1	7	10	8	7	8	7	7	12	14	9	10	16	15	14	14	13	12	16	13
Cuarzo volcánico (cv)	0	0	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo y arcilla (c+Arc)	9	8	7	5	6	6	9	8	5	3	7	8	5	2	1	0	0	0	0	0
Arcilla + óxido (Arc+ox)	0	0	0	1	1	0	3	4	2	3	4	4	2	1	2	2	6	7	4	3

Media aritmética: 4.49

Tabla 27. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 9

Muestra N°02: Fotomicrografía 9																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	8	9	10	10	11	11	8	11	12	10	11	11	11	12	8	7	9	12	10	9
Cuarzo volcánico (cv)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5	7	6	5	6	5
Arcilla (Arc)	13	16	8	4	6	7	7	8	6	8	9	8	8	4	2	3	2	3	4	3

Media aritmética: 6.13

Tabla 28. Conteo de granos Muestra 2 – Fotomicrografía 10

Muestra N°02: Fotomicrografía 10																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	9	13	9	6	10	14	17	13	18	12	16	15	15	16	14	15	14	16	15	13
Cuarzo policristalino (cp)	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo y arcilla (c+Arc)	0	2	8	9	8	5	1	3	2	1	4	3	1	3	6	6	4	5	5	0

Media aritmética: 5.90

- **Triángulo de Streckeisen**

Se analizaron en total las 10 fotografías de la muestra N°01 distribuidas secuenciales, los resultados del contenido de cuarzo (Q), feldspatos (FA), y plagioclasa (P) se ordenaron en la tabla y la clasificación se realizó según el diagrama triangular de STRECKEISEN.

Tabla 29. Contenido de la muestra 2

Muestra 2				
Contenido total de la muestra	%	%	Factor de multiplicación (β)	Contenido en %, con respecto a los componentes
Cuarzo	65%	65%	1.01	65.65%
Líticos	0%			
Plagioclasa	0,05%	0.05%	1.01	0.0505%
Arcilla	33.95%	33.95	1.01	34.2896%
Opacos	1.00%			
Total	100%	99.00%		100%

Factor de multiplicación:

$$99 \times \beta = 100$$

$$\beta = \frac{100}{99} = 1.01$$

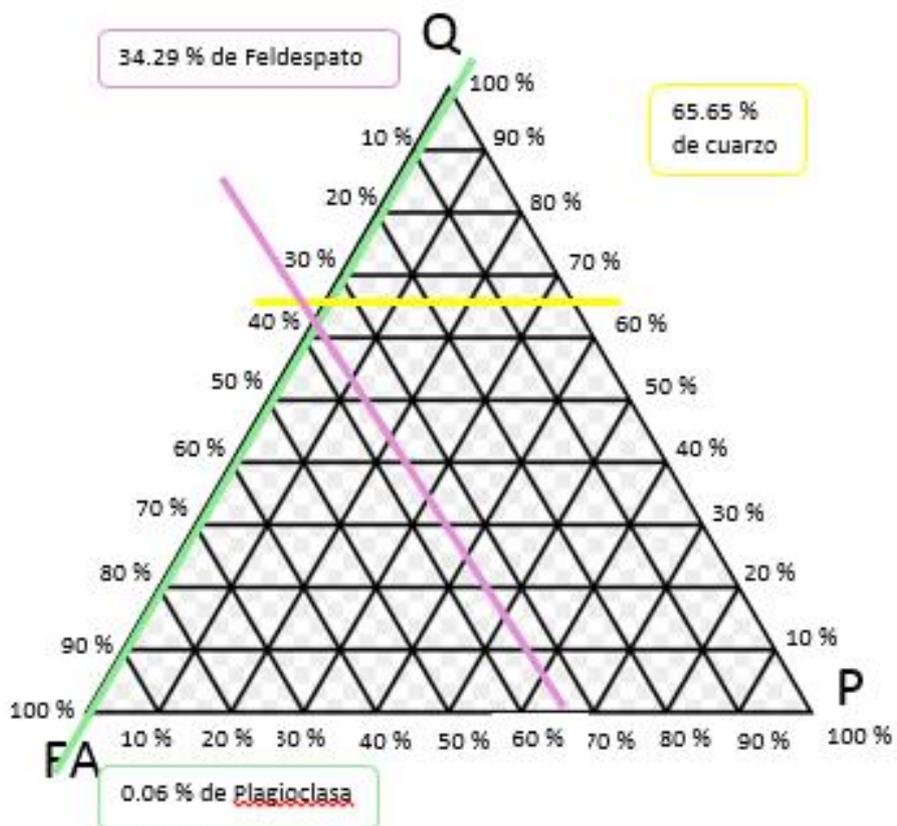


Figura 46. Triángulo de Streckeisen

4.1.2.10. Cuadro de clasificación

Tabla 30. Cuadro de clasificación de la muestra 2

M. N-2	Morfología	Selección	M. Textura	M. Composicional	Matriz
Fot 1	Sub-redondeado	Mal seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz-Cemento
Fot 2	Sub-redondeado - Redondeado	Muy mal seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz-Cemento
Fot 3	Sub-redondeado	Mal seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz
Fot 4	Redondeado	Moderadamente seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz-Cemento
Fot 5	Muy redondeado - Redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Cemento
Fot 6	Redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Cemento
Fot 7	Sub-redondeado - Redondeado	Mal seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz-Cemento
Fot 8	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz-Cemento
Fot 9	Redondeado	Mal seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz
Fot 10	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz-Cemento

4.1.3. Muestra Recolectada de campo N°3



Figura 47. Muestra recolectada 3

4.1.3.1. Clasificación

Arenisca cuarzosa con escasos líticos y con escasa presencia de arcilla como cemento

4.1.3.2. Estructura

Masiva fuertemente cohesionado

4.1.3.3. Textura

Deposicional con ligero bandeamiento.

- **Selección:** Buena selección
- **Redondez:** De redondeados hasta subangulosos, con predominio de los subangulosos
- **Contactos:** Granosoportados con contactos cóncavo convexos, alargados, puntuales y escasos pseudosuturados
- **Esfericidad:** Media

4.1.3.4. Mineralogía global

- Cuarzo
- Líticos (chert)
- Plagioclasa
- Arcillas
- Óxidos de hierro

- Turmalina
- Moscovita
- Opacos
- Zircón

4.1.3.5. Coloración

Blanco amarillento con ligeros tintes amarillo rojizo, en forma de bandas.

4.1.3.6. Composición y descripción

- **Cuarzo: (85%)**, presenta granos monocristalinos, en mayor porcentaje; pero también están presentes granos policristalinos, desde la unión de tres cristales hasta de varios cristales; tienen extinción ondulante, cuya fuente de origen son los ígneos intrusivos, mientras que los que tienen extinción ondulante, que están en menor porcentaje, sus fuentes de origen con emplazamiento dinámico, consecuencia de las presiones.

El tamaño de los granos de cuarzo está variando de 0,080 a 0,540 mm, con predominio de granos de 0,280 mm.

Escasa presencia de cuarzo sintaxial (epitaxial) derivada de la disolución de la sílice durante la etapa de la diagénesis.

- **Líticos: (5%)**, probablemente de origen sedimentario (chert) metamorfozados. Tienen tamaños en promedio de 0,180 mm, con bordes de subredondeados a subangulosos.
- **Plagioclasa: (5%)** granos con ligera deformación, porque presentan extinción ondulante y también están microfracturados; sus tamaños en promedio son de 0,260 mm; fuente de origen ígneo.
- **Moscovita: (Trz)** Escasos cristales de moscovita están entre los intersticios de los granos de cuarzo, con hábito tabular algo flexionados; sus tamaños son hasta 0,120 mm; posible fuente origen ígneo.

- **Turmalina: (Trz)** con bordes subangulosos y con tamaños de 0,080 mm, fuente origen posiblemente ígneo.
- **Zircón: (Trz)**, tienen formas subhedrales y con tamaños hasta de 0,060 mm; su distribución espacial es muy disperso.
- **Arcilla: (4%)**, están como cemento de los granos detríticos de cuarzo, algunos de ellos mezclados con los óxidos de hierro.
- **Opacos: (1,00%)**, asociados a los óxidos, se encuentran dentro de los granos de cuarzo, muestran formas anhedrales y con hábito hasta casi redondeados; sus tamaños son está de 0,160 mm; se encuentran ubicados entre los intersticios de los granos de cuarzo; muchos de ellos presentan asociación con los óxidos de hierro.

4.1.3.7. Observaciones

- En gran sector de la muestra, los cuarzos tienen hábito alargado, los cuales indican la orientación como respuesta a los esfuerzos mecánicos que han actuado sobre la roca.
- El empaque de los granos, mayormente, es del tipo granosoportado.

4.1.3.8. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1. Granos detríticos de cuarzo (c) de fuente origen ígneo intrusivo, con bordes de subredondeados a angulosos, con predominio de los subangulosos; escasos contactos son seudosuturados; dentro de ellos se observan detríticos líticos (L) con posible fuente origen sedimentario metamorfizado. Los granos policristalinos de cuarzo (p) se muestran en muy poco porcentaje. N+, 100X.

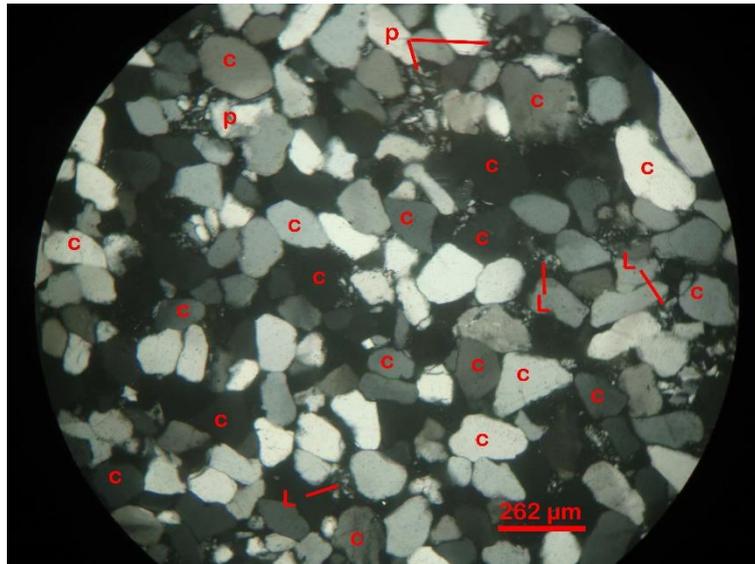


Figura 48. Muestra 3 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Granos detríticos de cuarzo (c) con bordes desde redondeados hasta subangulosos, con contacto variados de tipos cóncavos-convexos, alargados, pseudosuturados y también algunos de ellos con contactos puntuales; dentro de ellos hay granos policristalinos de cuarzo (p) y partículas detríticas de líticos (L), aparentemente de origen metamórfico. N+, 100X.

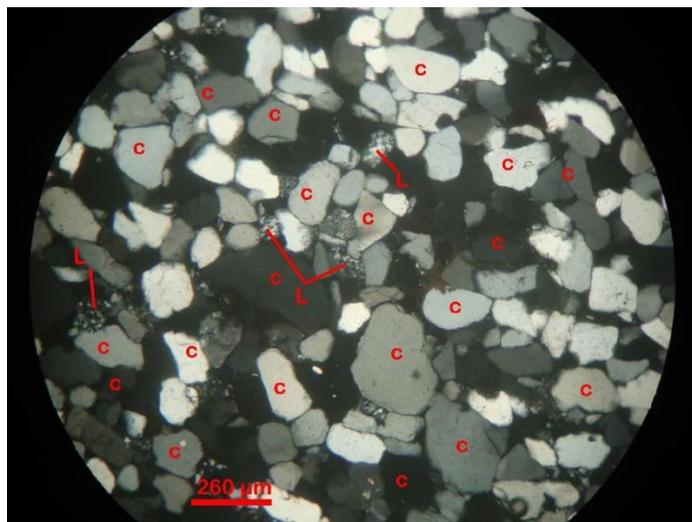


Figura 49. Muestra 3 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Granos detríticos de cuarzo (c) con origen ígneo intrusivo presentan bordes redondeados hasta subangulosos; sus contactos son cóncavo-convexos, alargados, pseudosuturados y unos cuantos contactos

puntuales. Dentro de ellos se observan a las partículas detríticas de líticas (L), de posible origen sedimentario metamorizado. También están presentes los cuarzos (p) policristalinos. N+, 100X.

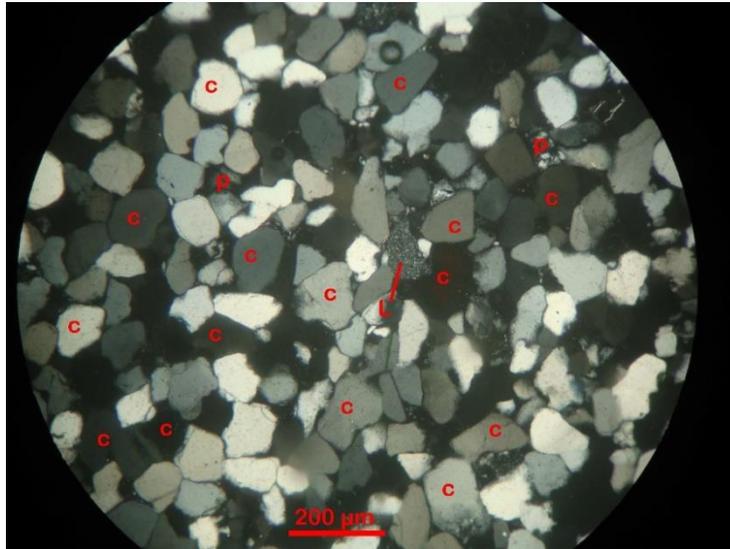


Figura 50. Muestra 3 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen fuente ígneo intrusivo, con bordes subredondeados hasta subangulosos; presentan contactos cóncavo-convexos, alargados, pseudosuturados y puntuales; con distribución muy dispersa están las partículas detríticas de los líticos (L) de origen fuente sedimentario metamorizado. Asimismo están presentes los cuarzos policristalinos (p). N+, 100X.

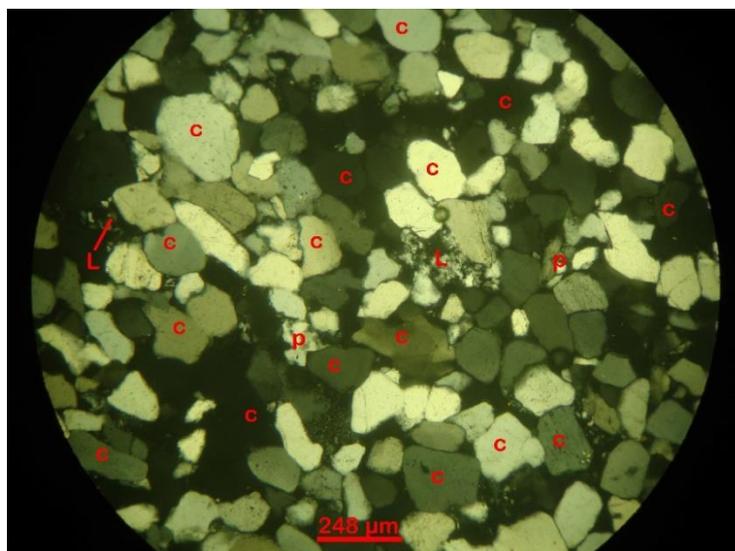


Figura 51. Muestra 3 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. Granos detríticos de cuarzo (c) con fuente origen ígneo intrusivo, mientras que los cuarzos (p) policristalinos con posible fuente origen metamórfico, por recristalización. Dentro de este agregado se observan a las partículas detríticas de líticas (L) de origen fuente sedimentario metamorfozido. Los contactos de los granos son variados, caso de los cóncavo-convexos, alargados, pseudosuturados y los puntuales. N+, 100X.

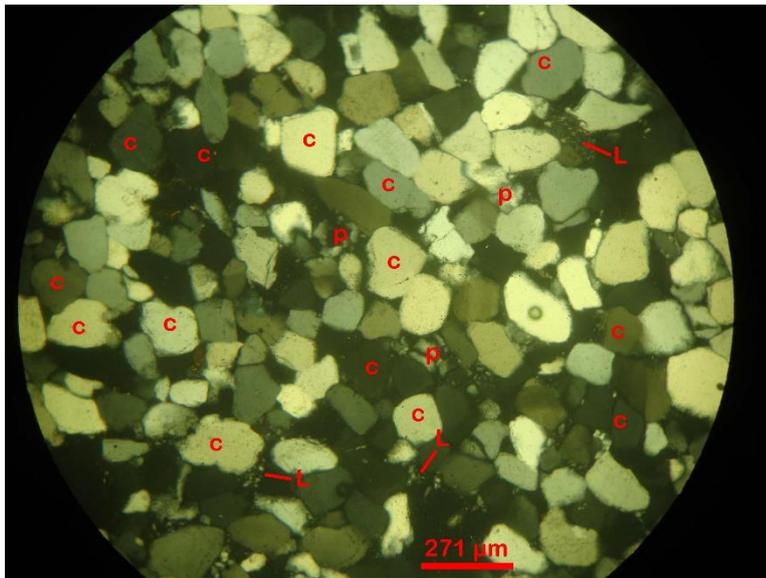


Figura 52. Muestra 3 – Fotomicrografía 5

- Fotomicrografía 6. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen fuente ígneo intrusivo con bordes desde subredondeados hasta subangulosos, cuarzo (p) policristalinos posiblemente de origen fuente metamórfico; dentro de ellos se observan a las partículas detríticas de los líticas (L) de origen fuente sedimentario metamorfozido. Obsérvese los contactos de los granos, desde cóncavo-covexo, alargados, pseudosuturados y hasta puntuales. El empaque es granosoportado. N+, 100X.

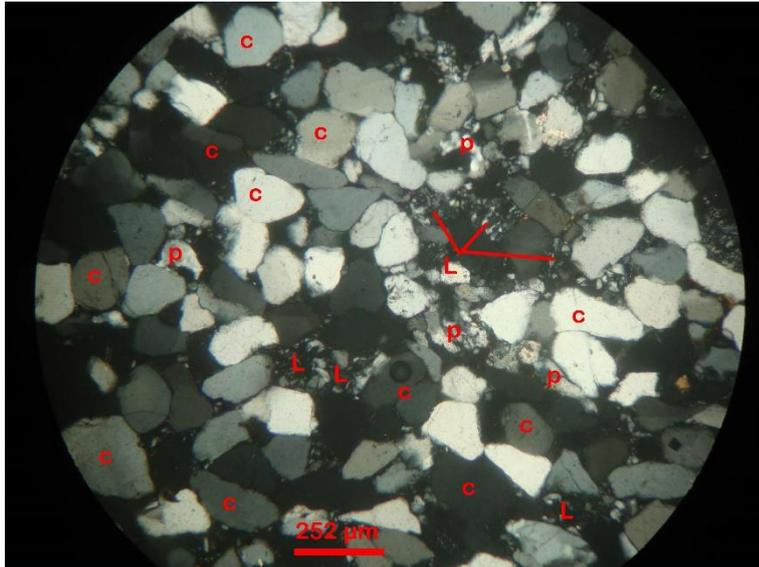


Figura 53. Muestra 3 – Fotomicrografía 6

- Fotomicrografía 7. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen ígneo intrusivo, con contacto cóncavo-cóncavo, alargado, pseudosuturados y algunos puntuales, otros granos de cuarzo (cv) de origen volcánico con borde engolfado; los granos de cuarzo (p) policristalinos, entre ellos se hallan distribuidos las partículas detríticas de líticos (L) de posible origen sedimentario metamorizado. N+, 100X.

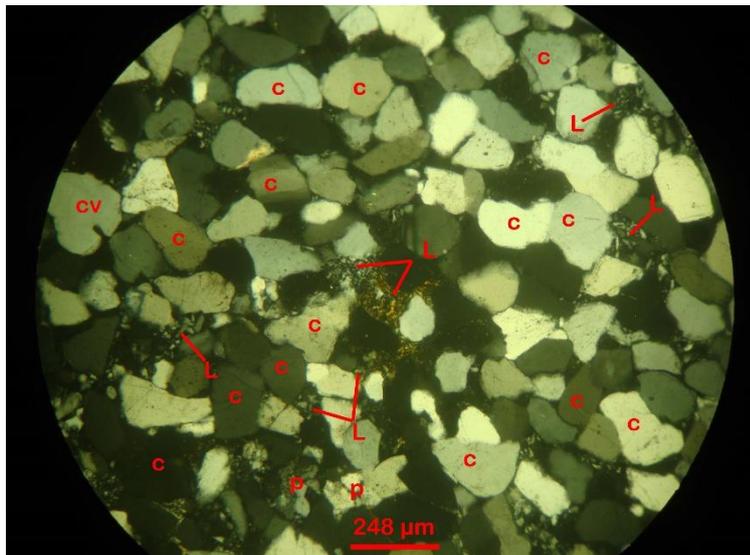


Figura 54. Muestra 3 – Fotomicrografía 7

- Fotomicrografía 8. Granos de cuarzo (c) de origen ígneo intrusivo, cuarzos (p) de posible origen metamórfico y las partículas detríticas de líticos (L) con

origen sedimentario metamorizado; en la parte central se halla una partícula de óxido (ox) de hierro. Los contactos de los granos son de varios tipos, como el cóncavo-convexo, alargados, pseudosuturados y algunos puntuales. Los bordes varían de subredondeados hasta subangulosos. N+, 100X.

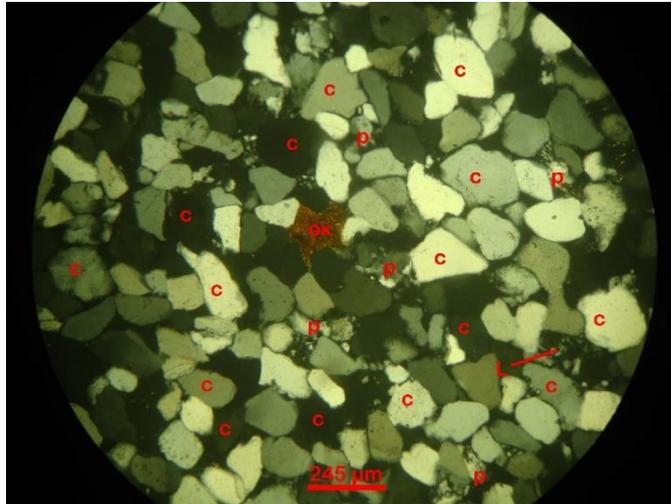


Figura 55. Muestra 3 – Fotomicrografía 8

- Fotomicrografía 9. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen ígneo intrusivo, otros granos de cuarzo (p) policristalinos de origen metamórfico, un grano tabular de moscovita (mu) y un grano de turmalina (tur); también están presentes las partículas detríticas de líticos (L) con posible origen sedimentario metamorizado. N+, 100X.

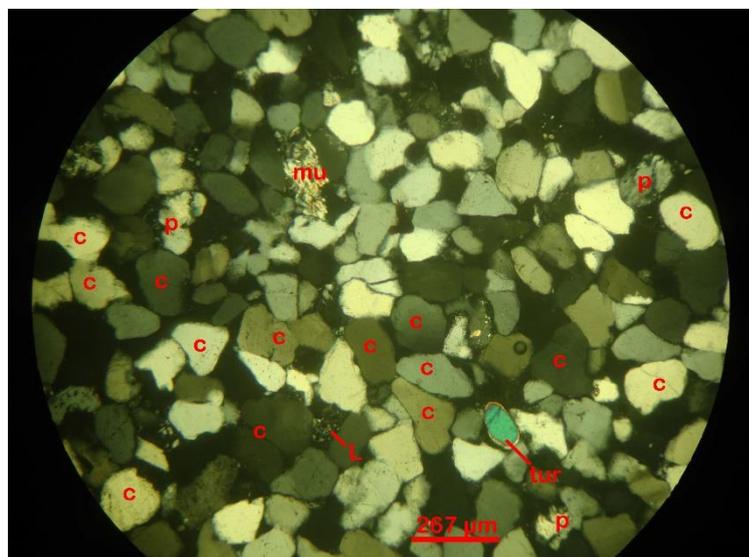


Figura 56. Muestra 3 – Fotomicrografía 9

- Fotomicrografía 10. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen ígneo intrusivo, escasos granos de cuarzo p) policristalino de origen metamórfico y partículas detríticas de líticos (L) de origen sedimentario metamorfozido; se halla presente también el cuarzo sintaxial (ce) (epitaxial), producto de la disolución de la sílice durante el proceso diagenético. N*, 100X.

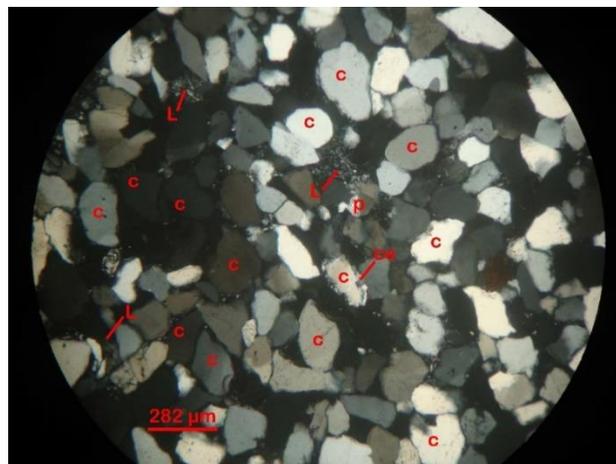


Figura 57. Muestra 3 – Fotomicrografía 10

4.1.3.9. Conteo de granos

Tabla 31. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 1

Muestra N°03: Fotomicrografía 1																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	15	16	15	15	16	15	15	16	16	10	12	16	14	11	12	13	15	15	16	13	12
Detríticos (L)	0	3	2	1	1	0	0	3	5	1	0	2	0	0	2	2	0	1	1	2	0
Cuarzo (p)	1	5	4	4	5	3	4	3	3	6	5	4	5	4	5	4	5	6	4	5	2

Media aritmética: 6.52

Tabla 32. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 2

Muestra N°03: Fotomicrografía 2																				
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	15	15	16	10	14	15	10	15	11	9	13	16	12	16	16	16	15	12	18	15
Detrítico (L)	0	0	0	1	2	1	2	2	5	5	3	0	2	1	0	2	2	3	1	0
Cuarzo (p)	0	1	2	2	0	0	0	1	5	2	1	2	2	3	2	3	4	5	5	1

Media aritmética: 5.87

Tabla 33. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 3

Muestra N°03: Fotomicrografía 3																				
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	11	16	12	11	10	13	15	18	13	14	13	17	12	12	10	18	12	15	12	16
Detríticos (L)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo (p)	3	1	4	3	2	3	3	3	2	1	2	1	3	3	3	3	4	2	4	3

Media aritmética: 5.52

Tabla 34. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 4

Muestra N°03: Fotomicrografía 4																				
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	16	11	14	13	17	18	18	18	13	18	12	17	15	16	14	16	16	19	18	15
Detrítico (L)	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	2	0	0	0	0	0	3	3	0	1
Cuarzo (p)	2	2	4	1	2	0	2	4	2	2	5	0	5	3	0	2	1	1	1	1

Media aritmética: 6.23

Tabla 35. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 5

Muestra N°03: Fotomicrografía 5																				
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	15	13	14	18	17	13	12	12	12	10	12	15	12	10	10	10	10	12	12	6
Detrítico (L)	1	1	2	3	0	0	0	0	1	1	0	1	0	2	1	0	1	1	4	0
Cuarzo (p)	0	3	2	1	3	4	4	4	1	3	0	1	3	3	0	0	2	0	1	3

Media aritmética: 5.03

Tabla 36. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 6

Muestra N°03: Fotomicrografía 6																				
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	12	18	13	15	14	15	12	10	13	12	16	13	8	12	15	15	16	13	13	10
Detrítico (L)	2	1	1	2	5	5	5	3	2	2	1	0	6	5	3	1	0	2	2	4
Cuarzo (p)	0	1	3	3	0	1	1	1	3	3	3	4	1	4	3	0	1	2	1	1

Media aritmética: 5.88

Tabla 37. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 7

Muestra N°03: Fotomicrografía 9																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	12	12	13	13	16	17	14	18	12	11	14	17	18	15	14	12	15	14	10	14	12
Detrítico (L)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	3	4	2	3	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	3	5
Moscov (mu)	0	0	0	3	2	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turmal (tur)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0

Media aritmética: 4.38

Tabla 38. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 8

Muestra N°03: Fotomicrografía 7																				
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
Cuarzo (c)	15	15	19	16	12	17	13	16	16	10	10	13	12	10	17	15	15	15	13	10
Detrítico (L)	1	0	2	2	2	0	1	1	2	4	5	3	4	4	2	2	1	3	0	0
Cuarzo (p)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	3	1	6	8
Cuazo (cv)	0	0	0	1	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.86

Tabla 39. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 9

Muestra N°03: Fotomicrografía 8																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	12	10	12	11	12	13	16	16	18	16	12	12	11	17	10	9	12	15	12	13	15
Detrítico (L)	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
Cuarzo (p)	3	1	2	2	2	2	1	3	0	0	4	3	1	1	2	1	2	0	0	0	1
Óxido de (h)	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.23

Tabla 40. Conteo de granos Muestra 3 – Fotomicrografía 10

Muestra N°03: Fotomicrografía 10																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	14	13	12	11	11	14	12	15	16	14	10	10	14	14	17	16	12	14	11	12	13
Detrítico (L)	0	1	3	1	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
Cuarxp (ce)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.64

- **Triángulo de Streckeisen**

Se analizaron en total las 10 fotografías de la muestra N°03 distribuidas secuenciales, los resultados del contenido de cuarzo (Q), feldespatos (FA), y plagioclasa (P) se ordenaron en la tabla y la clasificación se realizó según el diagrama triangular de STRECKEISEN.

Tabla 41. Contenido de la muestra 3

Muestra 3				
Contenido total de la muestra	%	%	Factor de multiplicación (β)	Contenido en %, con respecto a los componentes
Cuarzo	85%	85%	1.11	94.35%
Líticos	5%			
Plagioclasa	5%	5%	1.11	5.55%
Moscovita	0.00%			
Zircón	0.00%			
Turmalina	0.00%			
Arcilla	4.00%			
Opacos	1.00%			
Feldespato alcalino	0%	0%	1.11	0%
Total	100%	90%		100%

Factor de multiplicación:

$$85 \times \beta = 100$$

$$\beta = \frac{100}{90} = 1.11$$

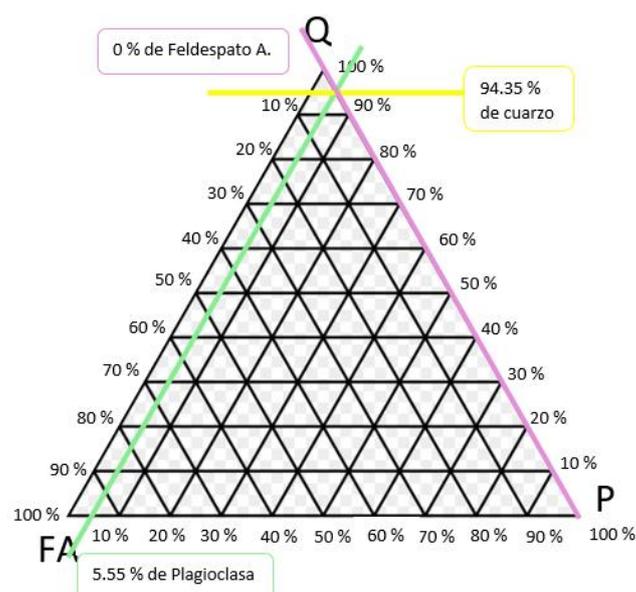


Figura 58. Triángulo de Streckeisen

4.1.3.10. Cuadro de clasificación

Tabla 42. Cuadro de clasificación de la muestra 3

M. N° 3	Morfología	Selección	M. Textura	M. Composicional	Matriz
Fot 1	Sub-redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 2	Sub-redondeado	Moderadament e seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz- Cemento
Fot 3	Sub-redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 4	Sub-redondeado – Redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 5	Redondeado	Muy bien seleccionado	Supermaduro	Maduro	Matriz
Fot 6	Sub-anguloso	Bien seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz- Cemento
Fot 7	Sub-redondeado	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 8	Sub-anguloso Sub-redondeado	Muy bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 9	Sub-redondeado	Muy bien seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 10	Sub-anguloso	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz

4.1.4. Muestra recolectada de campo N°4



Figura 59. Muestra recolectada 4

4.1.4.1. Clasificación

Arenisca cuarzosa con presencia de líticos, granos de plagioclasas y con cemento arcilloso.

4.1.4.2. Estructura

Masiva ligeramente deleznable

4.1.4.3. Textura

Deposicional.

- **Selección:** Buena selección.
- **Redondez:** De subredondeados a subangulosos
- **Contactos:** Granosoportados con contactos cóncavo convexos, alargados, puntuales y pseudosuturados.
- **Esfericidad:** Media

4.1.4.4. Mineralogía global

- Cuarzo
- Líticos (chert)
- Plagioclasa
- Microclina
- Arcillas
- Óxidos de hierro
- Turmalina
- Opacos
- Zircón

4.1.4.5. Coloración

Crema – amarillo, con tintes aislados parduzcos y negruzcos

4.1.4.6. Composición y descripción

- **Cuarzo: (85%),** presenta granos monocristalinos, en mayor porcentaje; pero también están presentes granos policristalinos, desde la unión de tres cristales hasta de varios cristales; tienen extinción ondulante, cuya fuente de origen son los ígneos intrusivos, mientras que los que tienen extinción ondulante, que están en menor porcentaje, sus fuentes de origen con emplazamiento dinámico, consecuencia de las presiones.

El tamaño de los granos de cuarzo está variando de 0,080 a 0,540 mm, con predominio de granos de 0,280 mm.

Escasa presencia de cuarzo sintaxial (epitaxial) derivada de la disolución de la sílice durante la etapa de la diagénesis.

- **Microclina: (1%).** Granos ligeramente deformados por procesos de presión mecánica que ha actuado sobre la roca; sus tamaños son hasta de 0,40 mm; sus bordes son angulosos y están caracterizadas por presentar sus maclas propias de tipo microclina o de tipo tartan.
- **Plagioclasa: (5%)** Presentan maclas de tipo polisintéticas y sus granos tienen tamaños hasta de 0,50 mm. La mayoría de los granos presentan bordes angulosos y direccionados con respuesta a los esfuerzos que han actuado sobre la roca.
- **Líticos: (3%),** probablemente de origen sedimentario (chert) metamorfizados; presentan tamaños en promedio de 0,400 mm, con bordes de subredondeados a subangulosos; de probable fuente origen sedimentario metamorfizado.
- **Turmalina: (0,05%)** con bordes subangulosos y con tamaños de 0,080 mm, fuente origen posiblemente ígneo.
- **Clorita (0,01%),** con hábito tabular está entre los granos de cuarzo, fuente de origen incierto. Su tamaño es de 0,22 mm.
- **Zircón: (Trz),** con bordes incipientemente desgastados presentan formas subhedrales y con tamaños hasta de 0,060 mm; su distribución espacial es muy disperso.
- **Arcilla: (4,94%),** están como cemento de los granos detríticos de cuarzo, algunos de ellos mezclados con los óxidos de hierro.

- **Opacos: (1,00%),** asociados a los óxidos, se encuentran dentro de los granos de cuarzo, muestran contornos casi redondeados; sus tamaños son está de 0,160 mm; se encuentran dispersos entre los intersticios de los granos de cuarzo; muchos de ellos presentan asociación con los óxidos de hierro.

4.1.4.7. Observaciones

- Hay sectores donde la muestra presenta características de milonitización, con aparente zona de microfractura, donde los granos están muy triturados.
- El empaque de los granos, mayormente, es del tipo granosoportado.

4.1.4.8. Fotomicrografías

- Fotomicrografía. 1. Granos detríticos de cuarzo (c) mayormente de origen ígneo, cuarzo (p) policristalino, fuente de origen metamórfico, grano de plagioclasa (pl) con macla polisintética y partículas detríticas de líticos (L) con posible origen sedimentario metamorfozido. Los contactos entre los granos son de cóncavo-covexo, alargado, pseudosuturados y algunos puntuales. N+, 100X.

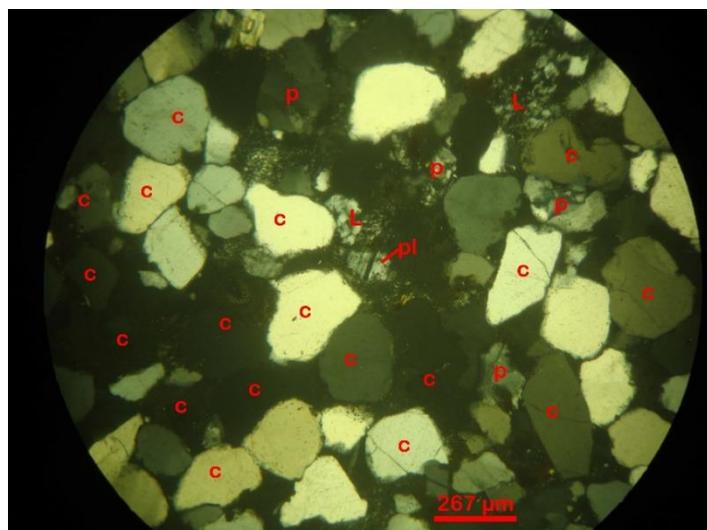


Figura 60. Muestra 4 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Granos detríticos de cuarzo (c) de origen ígneo intrusivo y plagioclasa (pl) también de origen ígneo intrusivo, obsérves su macla polisintética; presentan contacto variados, desde cóncavo-convexo, pasando por alargados, pseudosuturados hasta puntuales, con bordes subredondeados a subangulosos. N+, 100X.

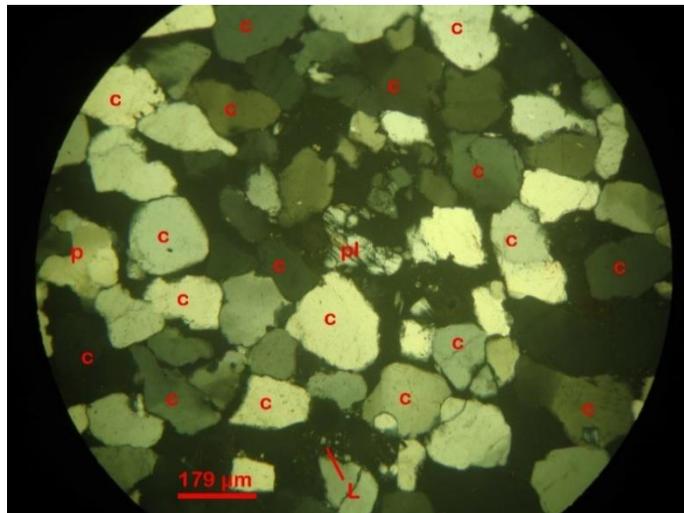


Figura 61. Muestra 4 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Granos detríticos de cuarzo (c) con fuente de origen ígneo intrusivo y plagioclasa (pl) con macla polisintética, dentro de ellos hay la presencia de la turmalina (tur), con origen incierto; también están los cuarzos (p) policristalinos, con posible origen metamórfico. Nótese que el empaque de los granos es granosoportado. N+, 100X.

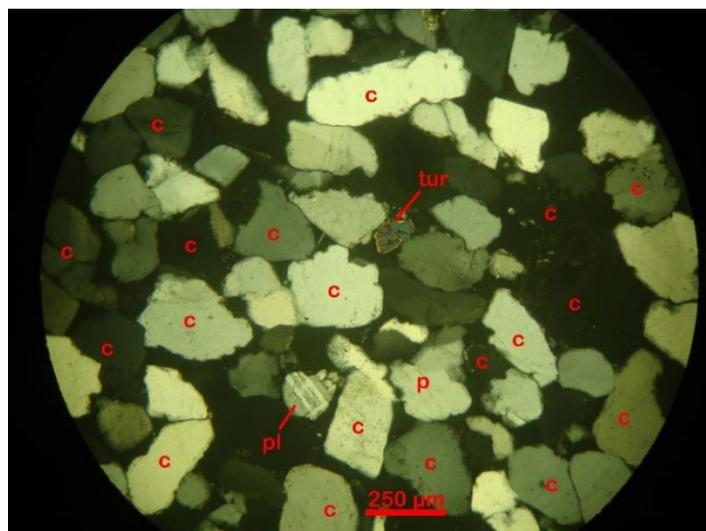


Figura 62. Muestra 4 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. En la parte central, transversal, limitada, se observa el proceso de milonitización, cataclasis (ct), con los granos de cuarzo fuertemente triturados. N+, 100X.

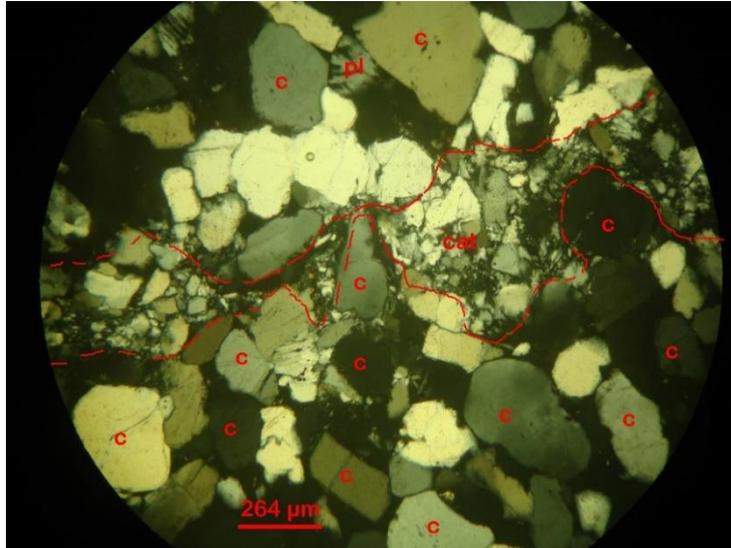


Figura 63. Muestra 4 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. Granos detríticos de cuarzo (c) de fuente origen ígneo intrusivo con contactos convexos-cóncavos, alargados, pseudosuturados y algunos puntuales, escasos granos detríticos de plagioclasa (pl) y de cuarzos (p) policristalinos; asimismo granos de plagioclasas (pl) con sus maclas polisintéticas. NII, 100X.

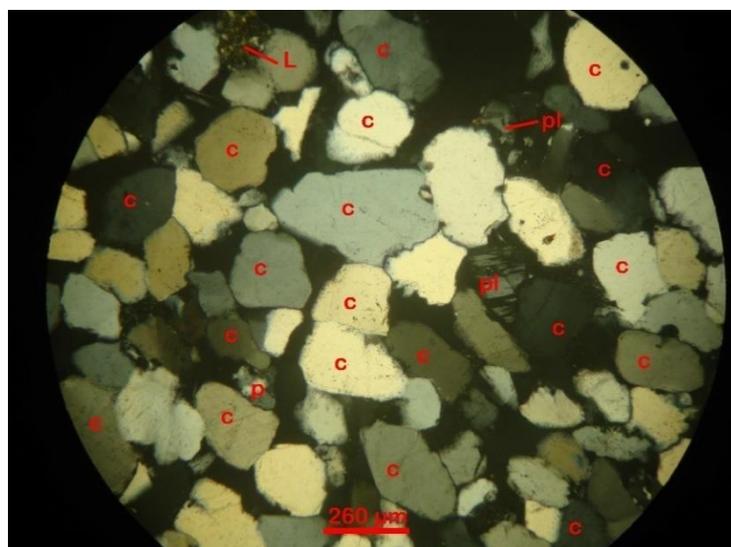


Figura 64. Muestra 4 – Fotomicrografía 5

- Fotomicrografía 6. Granos detríticos de cuarzo (c) ígneo intrusivo y de cuarzo (p) policristalino, asimismo partículas detríticas de líticos (L) algunos de ellos teñidos por el óxido de hierro (L+ox)., obsérvese las formas de los bordes subredondeados hasta subangulosos. N+, 100X.

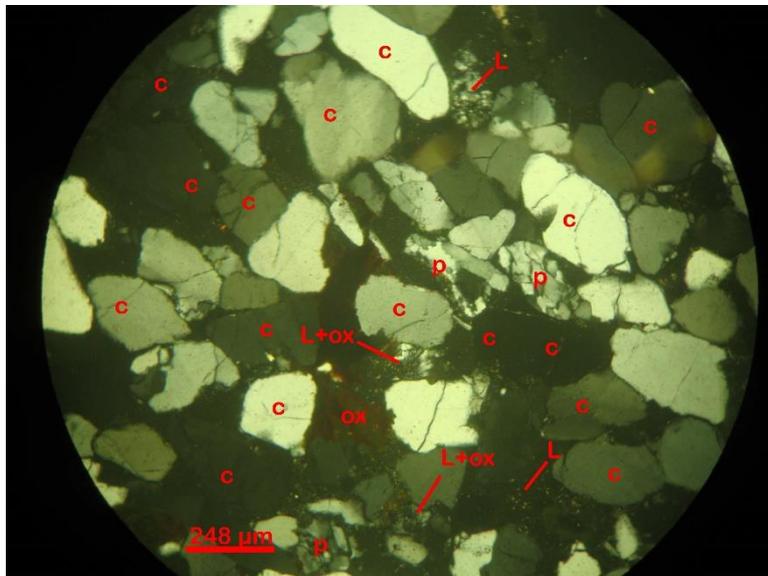


Figura 65. Muestra 4 – Fotomicrografía 6

- Fotomicrografía 7. Contacto de los granos detríticos de los cuarzos (c) de tipo pseudosuturados en mayor porcentaje, también están presentes los cuarzos (p) policristalinos y las partículas detríticas de los líticos (L). N+, 100X.

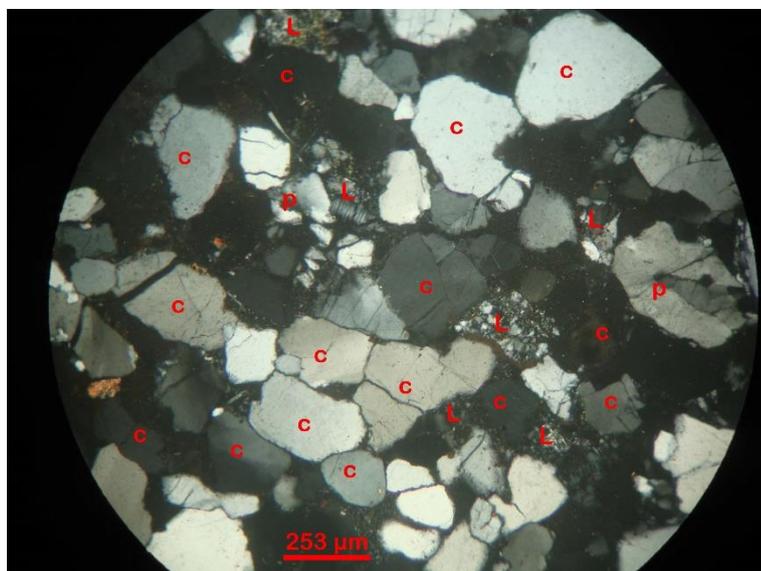


Figura 66. Muestra 4 – Fotomicrografía 7

- Fotomicrografía 8. Granos detríticos de cuarzo (c) de fuente origen ígneo intrusivo, cuarzo (cv) de fuente origen volcánico y cuarzo (p) policristalino de fuente origen metamórfico NII, 100X.

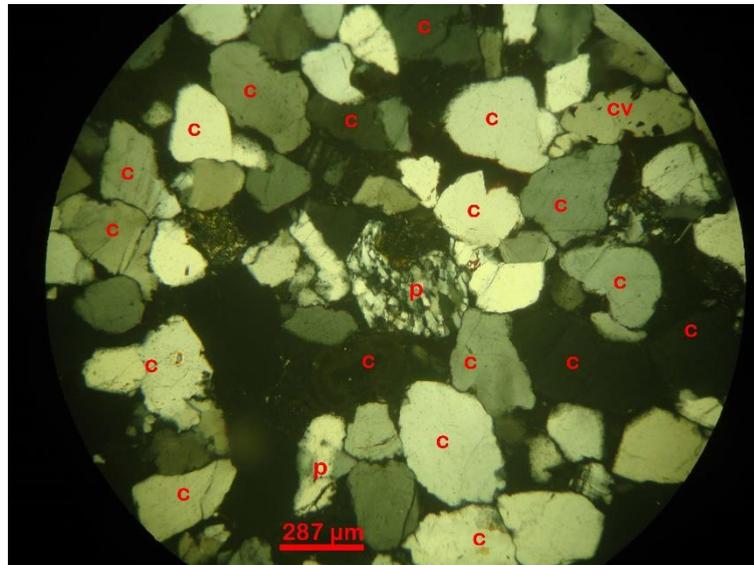


Figura 67. Muestra 4 – Fotomicrografía 8

- Fotomicrografía 9. Zona milonitizada correspondiente al metamorfismo cataclástico (cat), área limitada casi diagonal de la vista, donde los granos de cuarzo están fuertemente triturados. N+, 100X.

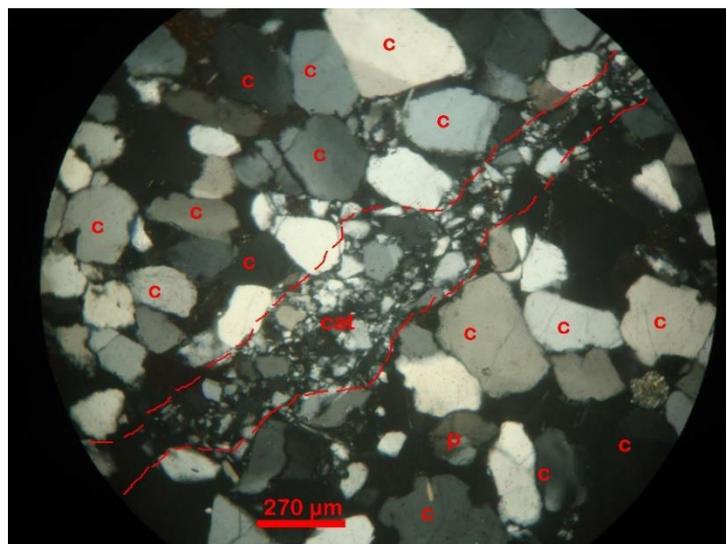


Figura 68. Muestra 4 – Fotomicrografía 9

4.1.4.9. Conteo de granos

Tabla 43. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 1

Muestra N°04: Fotomicrografía 1																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	10	10	10	10	10	10	12	12	14	10	11	11	18	18	14	14	14	16	14	14	10
Detríticos (L)	2	4	4	4	1	3	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo (p)	3	4	4	3	1	2	5	4	2	1	1	0	0	2	2	3	1	2	1	0	0
Plagioclasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 4

Tabla 44. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 2

Muestra N°04: Fotomicrografía 2																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (C)	13	12	16	17	12	10	15	16	12	10	10	16	16	15	15	11	14	15	10	15	14
Detrítico (L)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3	2	0
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0
Plagioclasa	0	0	0	0	0	0	0	3	3	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.70

Tabla 45. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 3

Muestra N 04: Fotomicrografía 4																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	14	15	14	14	11	12	15	12	14	7	5	5	10	16	16	15	19	17	16	14	10
Plagioclasa	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cataclasis (ct)	0	0	0	1	4	9	8	8	11	12	12	11	9	4	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 4.17

Tabla 46. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 4

Muestra N°04: Fotomicrografía 3																					
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	14	20	17	13	14	16	13	12	17	17	18	18	18	10	12	18	11	12	14	18	18
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	2	4	5	4	1	0	0	0
Plagioclasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	0	0
Turmi (tur)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 5.81

Tabla 47. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 5

Muestra N°04: Fotomicrografía 5																					
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	12	12	10	13	14	20	18	18	17	15	15	10	16	15	13	10	14	12	10	14	14
Líticas (L)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	0	0	0	0	0
Plagioclasa	0	0	3	2	1	0	0	0	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 3.77

Tabla 48. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 6

Muestra N°04: Fotomicrografía 6																					
Mineral	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	8	11	15	12	10	10	12	12	14	12	12	12	16	13	14	15	12	10	14	12	5
Líticas (L)	2	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
L + ox	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	1	1
Óxido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	4	2	1	0	1

Media aritmética: 2.88

Tabla 49. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 7

Muestra N°04: Fotomicrografía 8																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	10	10	14	15	14	14	18	11	13	13	11	10	13	14	13	12	12	11	10	14	20
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	6	5	3	0	0	0	2	3	2	3	1
Cuarzo (cv)	0	0	5	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 4.62

Tabla 50. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 8

Muestra N°04: Fotomicrografía 9																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	12	12	10	11	10	10	11	9	9	9	11	12	13	15	14	12	6	9	12	12	12
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	3	0	0
Meta cat	2	3	3	3	4	4	3	7	5	6	8	8	6	8	8	4	5	5	1	0	0

Media aritmética: 5.03

Tabla 51. Conteo de granos Muestra 4 – Fotomicrografía 9

Muestra N°04: Fotomicrografía 7																					
Mineral	A	B	c	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Cuarzo (c)	12	13	10	10	11	10	10	8	11	11	10	12	14	14	14	12	10	10	15	12	14
Detritico (L)	0	0	0	2	3	2	4	3	2	0	3	5	0	0	1	3	4	1	0	0	0
Cuarzo (p)	0	0	0	0	0	2	2	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Media aritmética: 5.30

• Triángulo de Streckeisen

Se analizaron en total las 9 fotografías de la muestra N°04 distribuidas secuenciales, los resultados del contenido de cuarzo (Q), feldespatos (FA), y plagioclasa (P) se ordenaron en la tabla y la clasificación se realizó según el diagrama triangular de STRECKEISEN.

Tabla 52. Contenido de la muestra 4

Muestra 4				
Contenido total de la muestra	%	%	Factor de multiplicación (β)	Contenido en %, con respecto a los componentes
Cuarzo	85%	85%	1.11	94.35%
Líticos	3%			
Plagioclasa	5%	5%	1.11	5.55%
Microclina	1.00%			
Clorita	0.01%			
Turmalina	0.05%			
Arcilla	4.94%			
Opacos	1.00%			
Feldespato alcalino	0%	0%	1.11	0%
Total	100%	90%		100%

Factor de multiplicación:

$$90 \times \beta = 100$$

$$\beta = \frac{100}{90} = 1.11$$

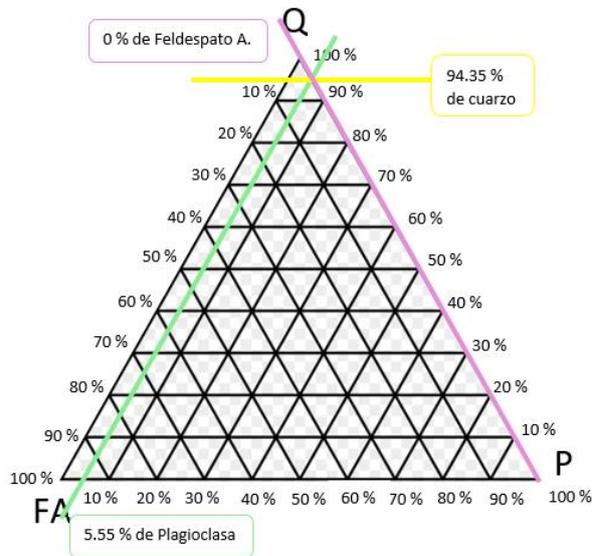


Figura 69. Triángulo de Streckeisen

4.1.4.10. Cuadro de clasificación

Tabla 53. Cuadro de clasificación de la muestra 4

M. N° 4	Morfología	Selección	M. Textura	M. Composicional	Matriz
Fot 1	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Submaduro	Matriz
Fot 2	Sub-anguloso	Bien seleccionado	Maduro	Submaduro	Matriz-Cemento
Fot 3	Sub-anguloso	Bien seleccionado	Maduro	Maduro	--
Fot 4	Sub-redondeado	Mal seleccionado	Submaduro	Submaduro	Matriz
Fot 5	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Submaduro	Matriz
Fot 6	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 7	Sub-redondeado	Mal seleccionado	Submaduro	Maduro	Matriz
Fot 8	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz
Fot 9	Sub-redondeado	Moderadamente seleccionado	Maduro	Maduro	Matriz

4.2. Análisis de microscopia óptica: Secciones pulidas

4.2.1. Muestra recolectada de campo N°5



Figura 70. Muestra recolectada 5

4.2.1.1. Clasificación

Los minerales observados en esta muestra son los que a continuación se describen sus rasgos micrográficos:

Pirita (10%), se encuentran ubicados entre los planos de estratificación del material carbonoso (90%) que integra la muestra, se muestran, en algunos casos con hábito lenticular (textura ojosa), en otros casos con disposición dendrítica interestratificada, todas estas ocurrencias, se habrían originado de la recristalización de las piritas framboidales de posible origen bacteriana, tal como se pueden apreciar en las fotomicrografías adjuntas. Hay piritas que están distribuidas como venillas paralelas a la estratificación, en sí no son venillas, sino son parte de los microestratos del material carbonoso.

4.2.1.2. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1. Agregados de piritas (py) recristalizados, presentan hábito lenticular, ojoso, adyacente a éstos están entre las microfracturas producidas en la masa carbonoso (C). 50X.

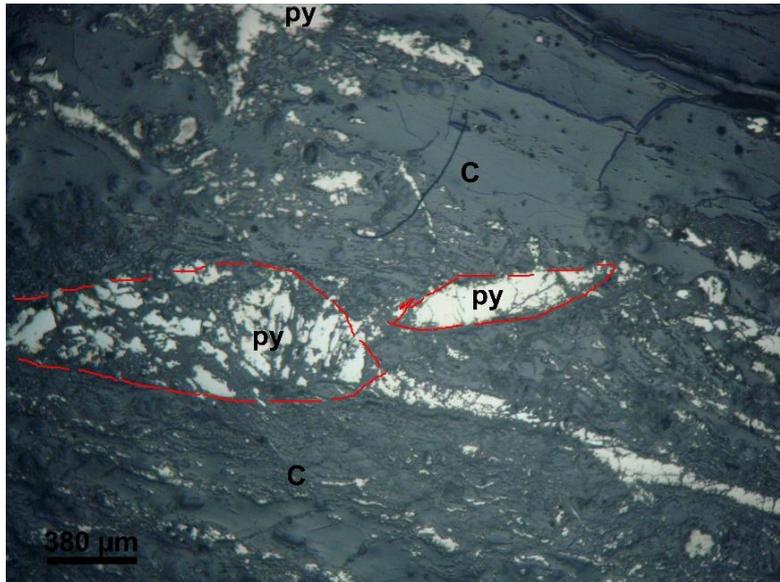


Figura 71. Muestra 5 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Pirita (py) con hábito dendrítico está dentro de la masa carbonoso (C). 50X.

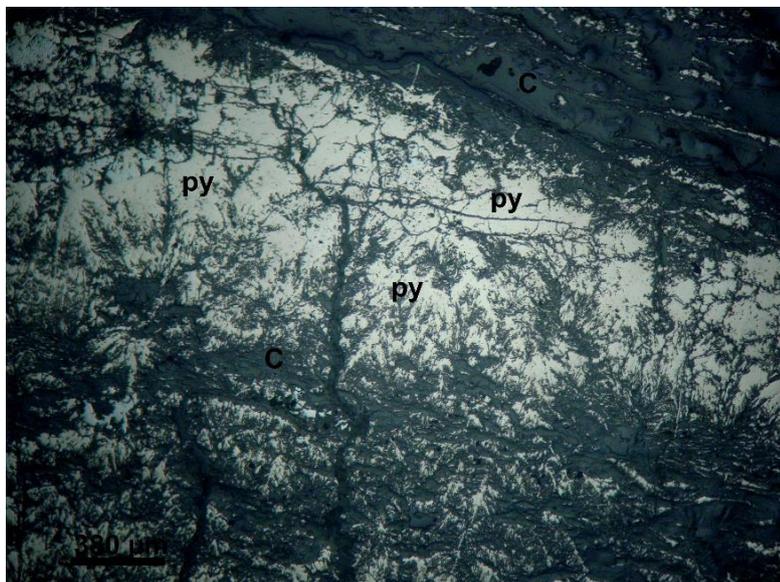


Figura 72. Muestra 5 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Piritas (py) framboidales, son generalmente vinculadas a sedimentos y sedimentitas marinas con abundante materia orgánica; se asemejan a los huevecillos de los peces. 500X.

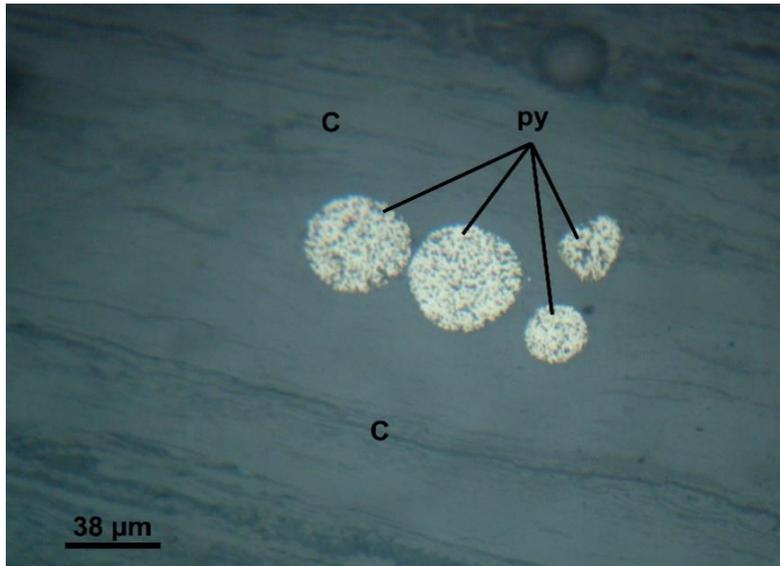


Figura 73. Muestra 5 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. Pirita (py) framboidal, parcialmente recrystalizados. 200X.

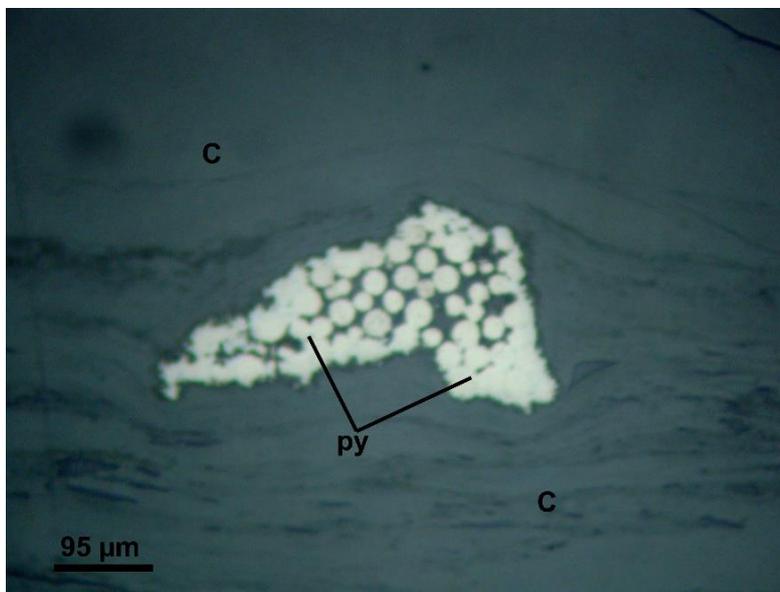


Figura 74. Muestra 5 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. Sombras de pirita (py) framboidal, algunos de ellas están enmarcados con círculo rojo, los cuales están dentro del área parcialmente recrystalizada. 500X.



Figura 75. Muestra 5 – Fotomicrografía 5

4.2.2. Muestra recolectada de campo N°6

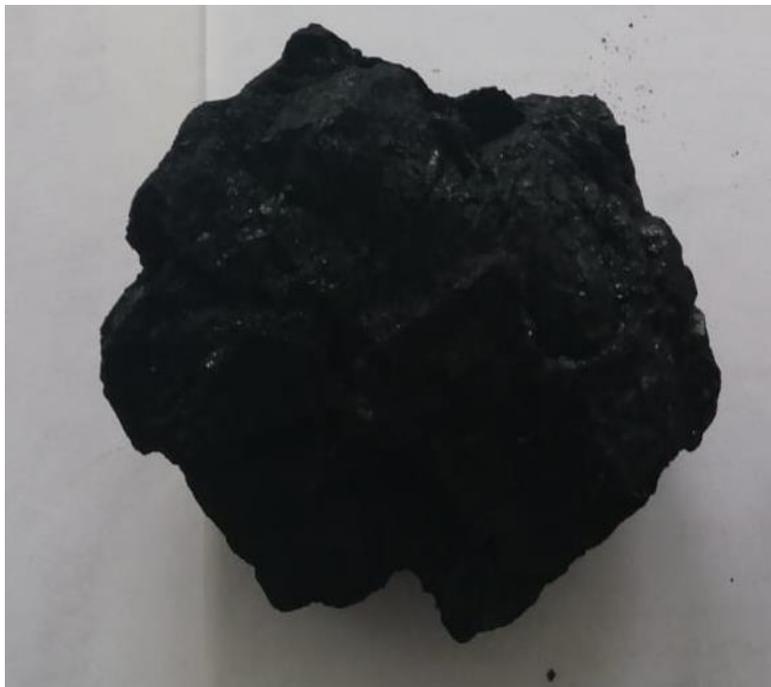


Figura 76. Muestra recolectada 6

4.2.2.1. Clasificación

Fragmentos de material carbonoso (95%) con estratificación de apariencia convoluta, en cuyas laminaciones se han ubicados las piritas (5%), posiblemente recrystalizados y fuertemente microtrituradas y microfracturadas (Área cataclástica).

4.2.2.2. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1. Agregados de piritas (py) recristalizados, presentan hábito lenticular, ojoso, adyacente a éstos están entre las microfrazas producidas en la masa carbonoso (C). 50X.

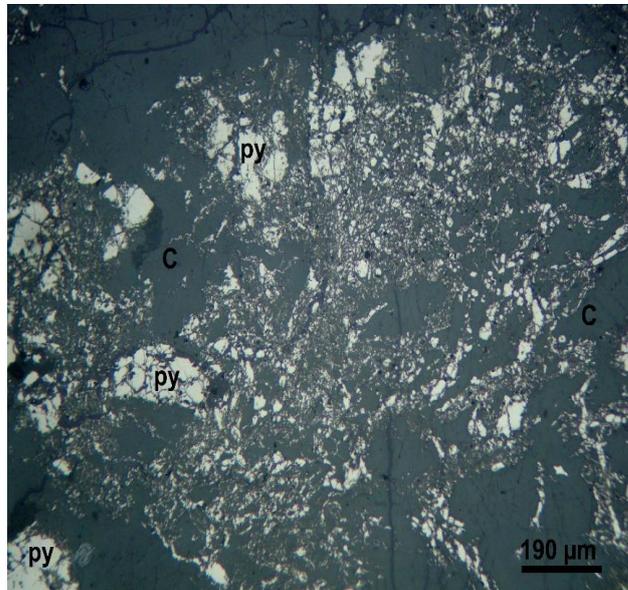


Figura 77. Muestra 6 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Pirita (py) recristalizada y fuertemente microfrazada y microtriturada, aparentemente en la zona convoluta de la estratificación de la materia carbonosa que integra la muestra. 200X.

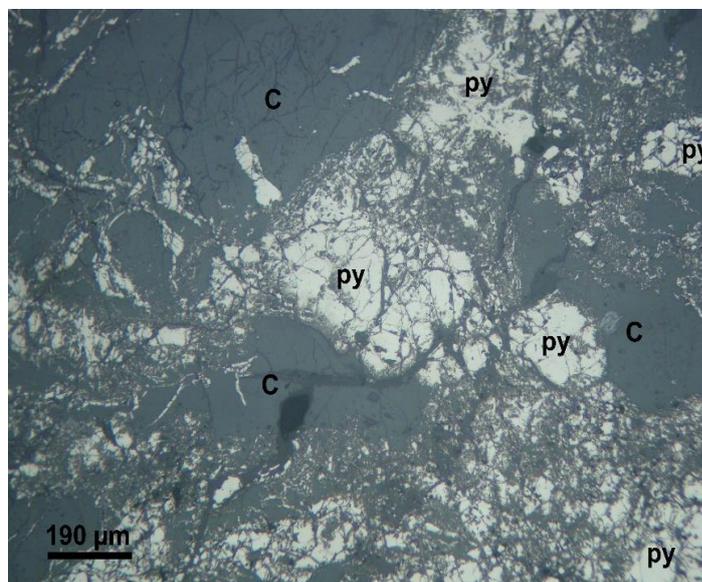


Figura 78. Muestra 6 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Materia carbonosa (C) con estratificación convoluta, donde se han ubicados las piritas (py) recrystalizados y microfracturadas. 200X.

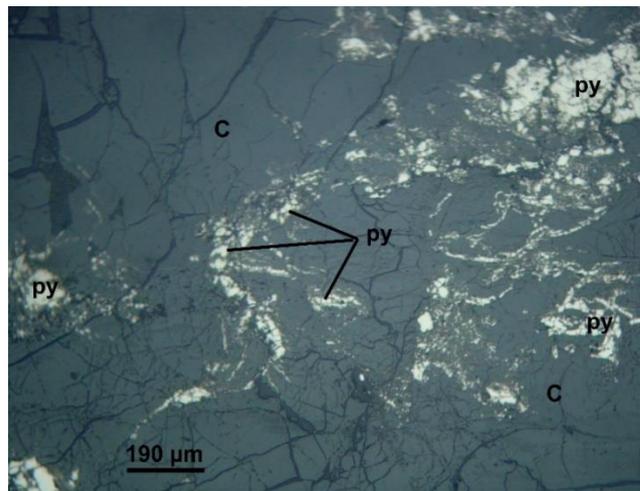


Figura 79. Muestra 6 – Fotomicrografía 3

4.2.3. Muestra recolectada de campo N°7



Figura 80. Muestra recolectada 7

4.2.3.1. Clasificación

Pirita, originalmente framboidal, luego por procesos diagenéticos se han ido recrystalizando, consecuencia de estos se pueden observar moldes de piritas framboidales recrystalizados (ver fotomicrografías); mayormente, las piritas se muestran con microtextura de tipo dendrítico, laminar, lenticular y también como textura filón (venilla) que atraviesa a las piritas anteriormente formadas,

todas se hallan dentro de las laminaciones microestratificadas del material carbonoso, donde se han originado las piritas.

4.2.3.2. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1. Piritas (py) framboidales, con semejanza a los huevecillos del pescado, algunas muestran recristalización débil a fuerte. 500X.

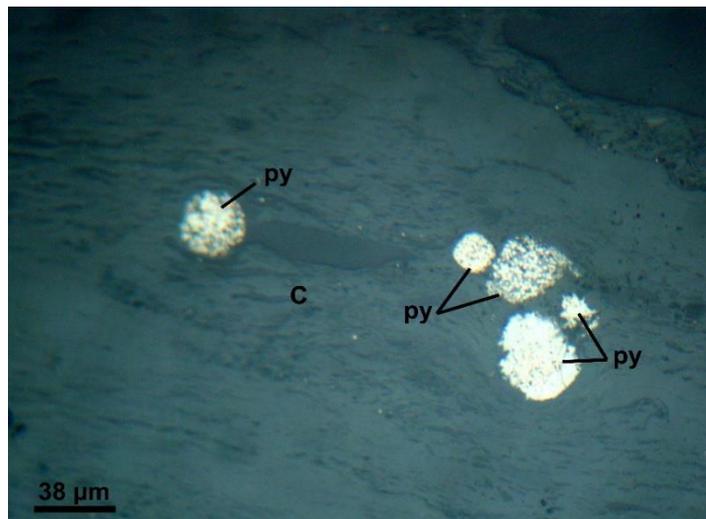


Figura 81. Muestra 7 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Aglomeración de pirita (py) framboidal, nótese la semejanza a los huevecillos del pescado; en la parte inferior intermedia, se halla la pirita (py) framboidal recristalizada. 500X.

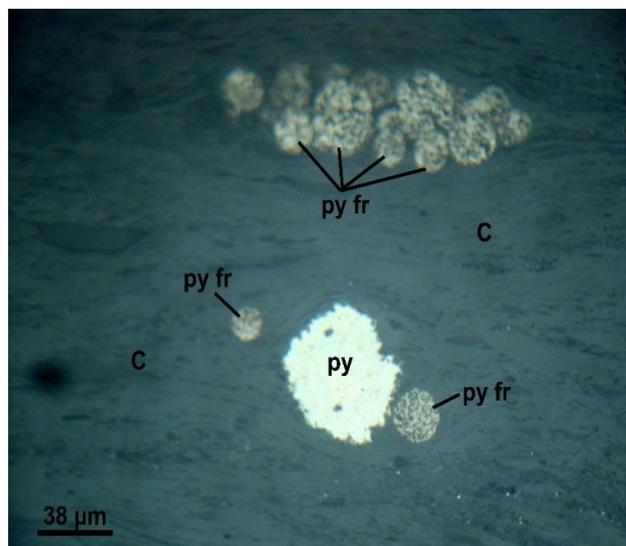


Figura 82. Muestra 7 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Aglomeración de sombras de pirita (py) framboidal, algunas de ellas enmarcadas en los círculos rojos, mayormente el área se halla recristalizado. 200X.

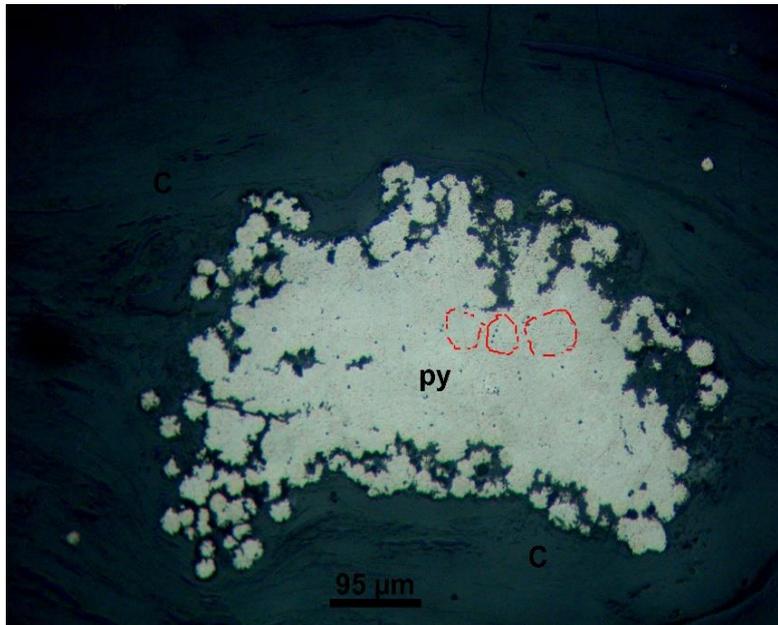


Figura 83. Muestra 7 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. Aglomeración de pirita (py) framboidal recristalizado, están ubicados en la estratificación laminar del material carbonoso (C). 100X.

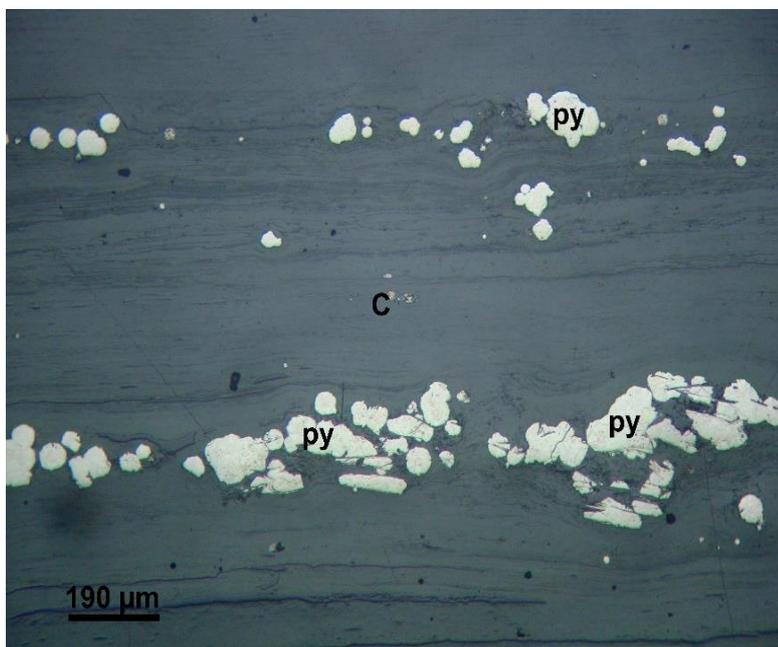


Figura 84. Muestra 7 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. Pirita (py) con hábito dendrítico dentro de la estratificación fina del material carbonoso (C), 100X.

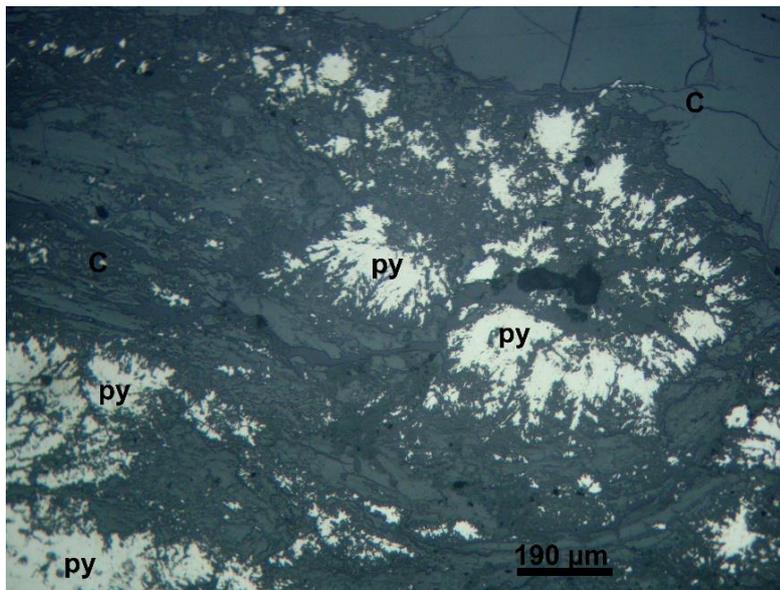


Figura 85. Muestra 7 – Fotomicrografía 5

- Fotomicrografía 6. Aglomerado del pirita (py) dendrítica, atravesado por la pirita (py v) en venilla o filoniana, corta a la microestratificación del material carbonoso (C) y al agregado de pirita (y) dendrítica. 200X.

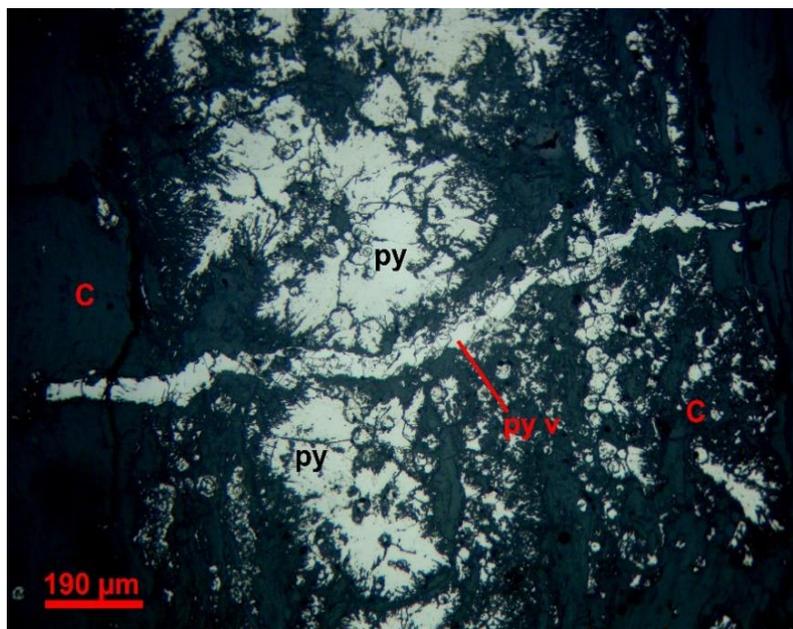


Figura 86. Muestra 7 – Fotomicrografía 6

- Fotomicrografía 7. Agregados de pirita (py) con hábito dendrítico, están fuertemente microfracturados y microtriturados. 200X.

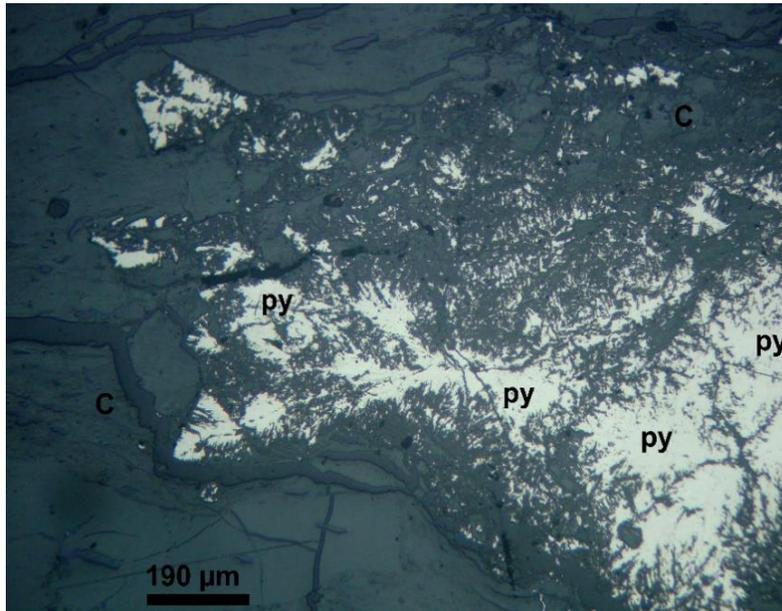


Figura 87. Muestra 7 – Fotomicrografía 7

4.2.4. Muestra recolectada de campo 8 y 9 (muestra de la misma zona)



Figura 88. Muestra recolectada 8

4.2.4.1. Clasificación

Pirita ubicada dentro de los microestratos carbonosos, donde se manifiestan con hábito de estratos convolutos, sectores con áreas cataclásticas (trituration intensa), sectores con transformación a marcasita (observar fotomicrografía),

consecuencia del flujo de fluidos que circularon a través de las microfrazuras producidas por el movimiento tectónico. Hay piratas que están como microvenillas que cortan a los agregados de marcasita. Las piratas recristalizadas, en ciertas zonas, conforman playas amplias, las que posteriormente se han microfrazurado.

4.2.4.2. Fotomicrografías

- Fotomicrografía 1: Pirita (py) recristalizada ubicada en la estratificación convoluta del material carbonoso (C), nótese que en parte se halla fuertemente triturada y en otras están microfrazuradas. 200X.

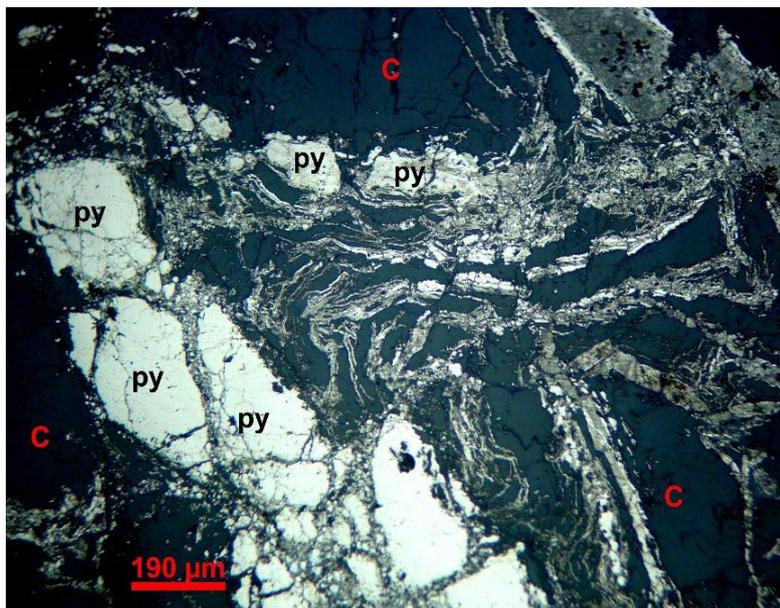


Figura 89. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 1

- Fotomicrografía 2. Pirita (py) recristalizada correspondiente a la zona cataclástica, con intenso trituramiento y microfrazuramiento, incluso se observan estructuras fluidales. 200X.

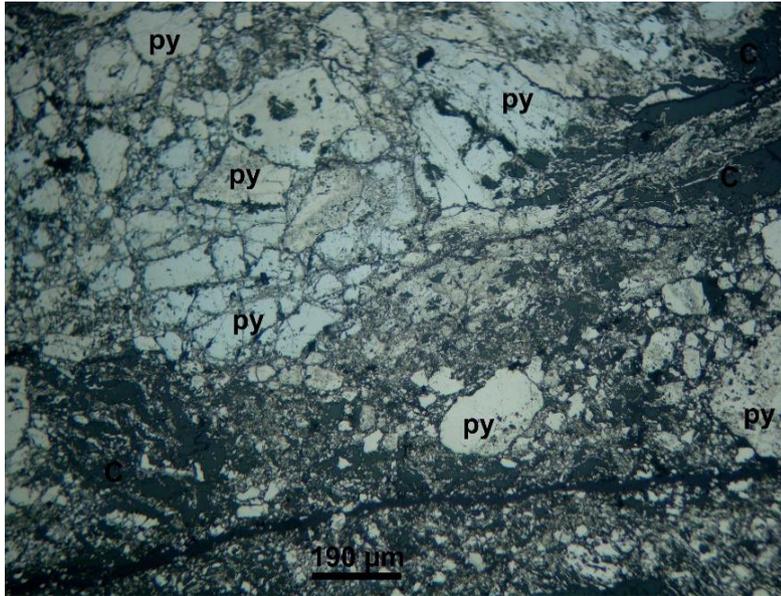


Figura 90. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 2

- Fotomicrografía 3. Pirita (py) recristalizada, muestra proceso de transformación a la marcasita (mc), consecuencia del flujo de los fluidos que aprovechan las microfrazuras. 200X.

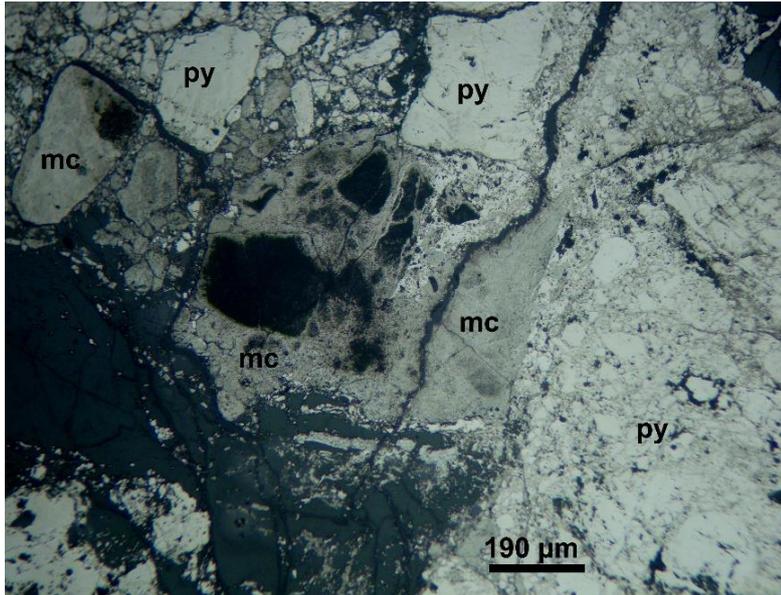


Figura 91. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 3

- Fotomicrografía 4. Areas de la marcasita (mc) derivada de la transformación de la pirita (py) recristalizada, está atravesada por las venillas de las piritas (py v) de formación posterior. 200X.

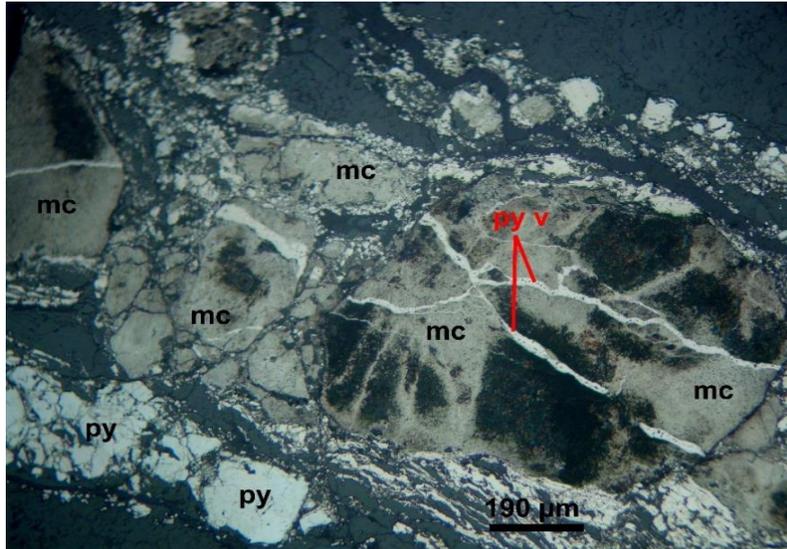


Figura 92. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 4

- Fotomicrografía 5. Pirita (py) recristalizada, fuertemente microfracturadas, aún se nota la pirita (py) con las estructuras de la estratificación, pero mayormente están microfracturadas. 200X.

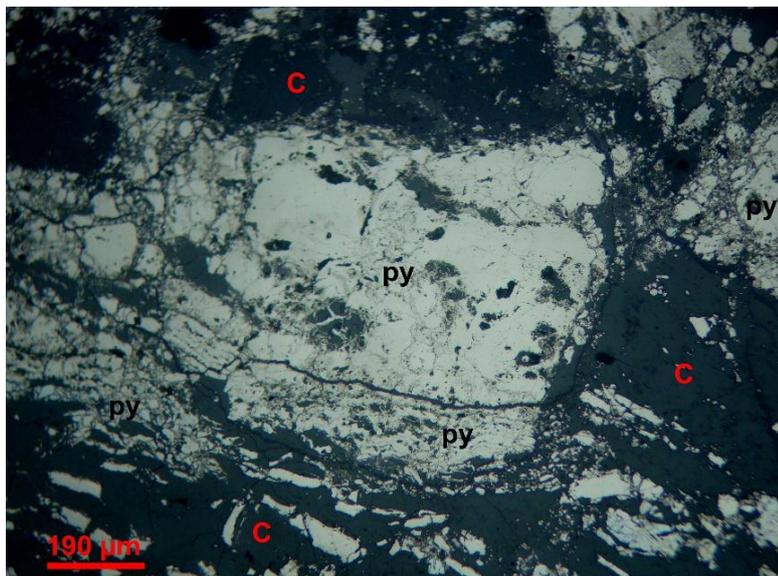


Figura 93. Muestra 8 y 9 – Fotomicrografía 5

CONCLUSIONES

1. La aplicación del método de microscopía óptica influye positivamente en la caracterización mineralógica, es por ello que se debe realizar el presente estudio ya que es beneficioso para la comunidad de Llocllapampa.
2. Se concluye que la composición mineralógica obtenidas de las muestras M-1, M-2, M-3 y M-4, dieron como resultado un 90 % de sílice y con 10 % de areniscas. También en el carbón se encontró un 10 % de pirita, esta se encuentra diseminada en venillas, con una observación de 200x que se pudo observar, también se encontró piritas framboidales que fueron originadas por descomposiciones marinas por la semejanza de las huellas de pescado.
3. En el conteo granulométrico se concluye que mediante el método de triangulo Streckeisen se pudo determinar la composición mineralógica que contiene cada muestra. Asu vez estima el porcentaje de los componentes principales como son cuarzo, feldespato y plagioclasa dando como resultado un promedio general de 88.57 % de cuarzo, 8.57 deldespato y 2.80 plagioclasa, obtenida de cada muestra. Así se puede observar la cantidad más abúndate que es la composición félsica.
4. Las muestras obtenidas dieron como pureza un 90 % de sílice y en el carbón con 10 % de pirita, lo cual se obtuvieron mediante el conteo granulométrico para la sílice y el carbón mediante la observación óptica.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1 ya que es beneficioso para la Comunidad.
2. Es recomendable realizar un buen análisis para la composición mineralógica para determinar los resultados, así como de cada uno de las muestras obtenidas en campo en Santa Rosa I.
3. Se recomienda que para el conteo granulométrico determinar con otro tipo de método, como el caso Pettijhon, para así determinar el origen de cada una de las muestras obtenidas, así tener una aplicación más sobre el contenido de la composición mineralógico que se podría presentar.
4. Se recomienda aplicar el método de microscopía óptica en la concesión minera Santa Rosa 94-I, ya que la pureza del sílice es de 90 % y en el carbón con 10% de pirita y es de buena rentabilidad para la comunidad campesina de Llocllapampa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ZHUMAULA, Claudio. Caracterización físico químico de las arenas silíceas con fines de industrialización, ubicado en el sector San Roque, Parroquia Pachicutza, Canton el Panguí, Provincia de Zamora Chinchipe. Tesis (Título de Ingeniero en Geología Ambiental y Ordenamiento Territorial). Loja -Ecuador :Universidad Nacional de Loja, 2016, 134 pp.
2. HIDALGO, Maximo. Estudio microscópico de las arenas silíceas TOA. Tesis (Título de Ingeniero en Geología y Minas). Loja - Ecuador :Universidad Nacional de Loja, 2002, 186 pp.
3. BEGONA, Guiote, 2016. Caracterización mineralógica de arenas silíceas y minerales de la arcilla en la cantera Las Barrancas. *Macla - Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*. [en línea]. Madrid:Universidad Complutense- Facultad de Geología, N° 21, pp. 3-6. [Fecha de consulta: 24 agosto de 2021]. Disponible en: http://www.ehu.eus/sem/macla_pdf/macla21/Macla21_003.pdf
4. CARLOS, Henry y CARHUAS, Manuel. Aplicación de la microscopia óptica a los minerales sulfurados para la recuperación de plomo zinc en la E.A Cerro S.A.C. de Volcan Compañía Minera - Pasco 2019. Tesis (Título de Ingeniero Metalurgista). Cerro de Pasco - Perú : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2021, 105 pp.
5. MARIN, Keith. Análisis Microscópico de Minerales para la identificación de componentes mineralógicos. Tesis (Título de Ingeniero Metalúrgico). Huacho - Perú : Universidad Nacional José Faustino Sanchez Carrión, 2019, 91 pp.
6. QUISPE, Jaime. Caracterización mineralógica de la Veta 772, U.E.A. San Cristóbal - Yauli La Oroya 2018. Tesis (Título de Ingeniero Geólogo). Cerro de Pasco - Perú : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2020, 144 pp.

7. BENITO, Omar y HUAMAN, Iván. Optimización y Modernización en el proceso de obtención de arena de sílice para incrementar la producción en la cantera Santa Rosa 94-1 C.C Llocllapampa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo - Perú : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2014, 221 pp.
8. GUERRA, Yoel. Caracterización mineralógica de la calcopirita y su impacto en la producción de concentrados de cobre en Minera Estefany S.A.A. - Pachacayo - Jauja - 2019. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Cerro de Pasco - Perú : Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019, 81 pp.
9. VELASQUEZ, Marco. Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional en la concesión minera Santa Rosa de la comunidad campesina Llocllapampa. Tesis (Título de Ingeniero de Minas). Huancayo : Universidad Continental, 2018, 246 pp.
10. CHIRIF, Luis. *Microscopía Óptica de Minerales*. [en línea]. Lima - Perú : INGEMENT - Boletín N°01, 2010 [fecha de consulta: 11 de setiembre de 2021]. Disponible en: file:///C:/Users/User/Downloads/J-001-Boletin_microscopia_optica_minerales.pdf.
11. INGEMMET - Sector de Energía y Minas. *Laboratorio de preparación e muestras*, 2020. [fecha de consulta: 11 de julio de 2021]. Disponible en: https://portal.ingemmet.gob.pe/web/lab/servicios_productos_pm#:~:text=Secciones%20Delgada%20Pulida,en%20minerales%20transparentes%20y%20opacos.
12. WALES, Jimmy. *Patrón de interferencia conoscópica*. [En línea] Wikipedia. 10 de setiembre de 2019. [Citado el: 01 de setiembre de 2021.] https://es.wikipedia.org/wiki/Patr%C3%B3n_de_interferencia_conosc%C3%B3pica.
13. SANCHEZ, H. y REYES. *Metodología y diseño en la investigación científica*. Lima- Perú: Visión Universitaria, 2006. ISBN: 9972-9695-3-3.

ANEXOS

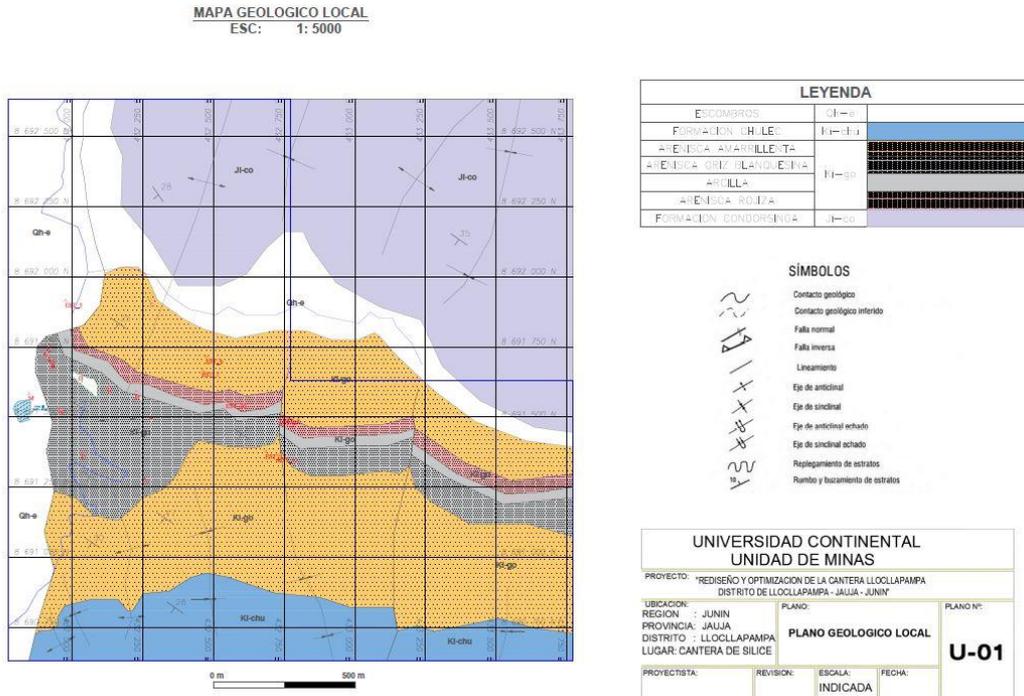
Anexo 01

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	VARIABLE
¿Cuál es la influencia de la caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021?	Determinar la influencia de la caracterización mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021.	La caracterización mineralógica influye positivamente del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1 – 2021.	INDEPENDIENTE Método de microscopía óptica
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE
¿Cuál sería la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021?	Determinar la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021	Se determinará la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021	DEPENDIENTE
¿Cuál sería la granulometría de la composición mineralógica de la sílice aplicando el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021?	Determinar la granulometría de la composición mineralógica de la sílice aplicando el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021.	Se determinará la granulometría de la composición mineralógica de la sílice aplicando el método de microscopía óptica en el yacimiento no metálico Santa Rosa 94-1, 2021	DEPENDIENTE Caracterización mineralógica
¿Cómo sería la identificación de la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021?	Identificar la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021.	Se identificará la pureza del contenido de la composición mineralógica del yacimiento no metálico aplicando el método de microscopía óptica en Santa Rosa 94-1, 2021	

Anexo 02

Plano geológico local



Anexo 03

Muestreo en campo



Anexo 04

Sílice



Anexo 05
Formaciones litológicas

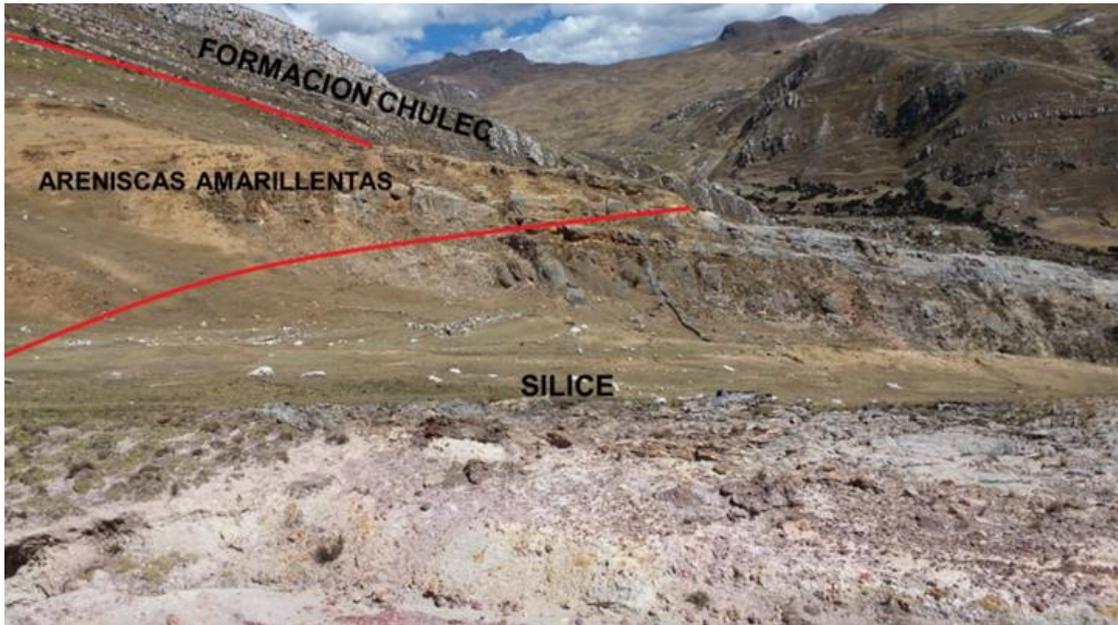


Anexo 06
Afloramiento de la formación Chulec



Anexo 07

Afloramiento de la arenisca amarillenta



Anexo 08

Afloramiento de la arenisca gris blanquecina



Anexo 09

Venillas de cuarcita



Anexo 10

Estratos de arenisca rojiza



Anexo 11

Afloramiento de la formación condorsinga



Anexo 12

Fósiles de la formación Chulec



Anexo 13



Anticlinal del yacimiento

Anexo 14

Sinclinal del yacimiento

