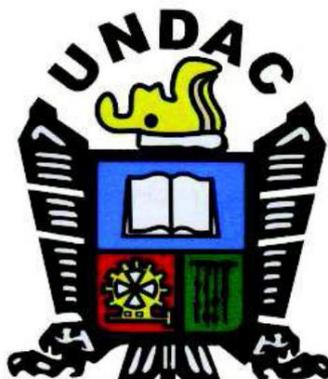


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**Caracterización petrológica de las muestras de roca con el
analizador XRF portátil Niton XL5 para contribuir a la ubicación
de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida,
Distrito de Suitucancho – Yauli - Junín**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Geólogo**

Autor: Bach. Juan Jhojan CARHUAPOMA CARLOS

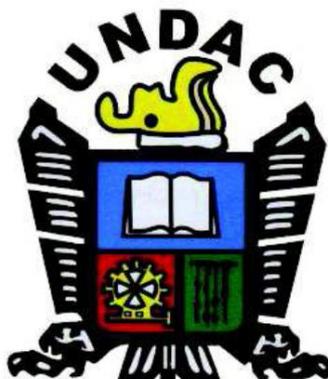
Asesor: Dr. Hildebrando Anival CÓNDOR GARCÍA

Cerro de Pasco – Perú – 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS

**Caracterización petrológica de las muestras de roca con el
analizador XRF portátil Niton XL5 para contribuir a la ubicación
de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida,
Distrito de Suitucancho – Yauli - Junín**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Luis Arturo LAZO PAGAN

PRESIDENTE

Mg. Vidal Víctor CALCINA COLQUI

MIEMBRO

Ing. Eder Guido ROBLES MORALES

MIEMBRO

DEDICATORIA

Con cariño a mi Padre Aureliano y al resto de mi querida e innumerable familia y a la memoria de mi Madre Epifania que, por su ejemplo de perseverancia, humildad y sacrificio, mostrándome el camino, cuyo resultado es lo que soy ahora.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en especial a la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Geológica.

A los docentes por brindarme sus conocimientos y sus buenas enseñanzas que me han sido muy útiles hasta el día de hoy.

A la empresa VOLCAN S.A.A. y al Ing. Marco Meza Atencio por brindarme la oportunidad de desempeñarme profesionalmente en el Proyecto Zoraida y a todo el equipo de exploración Zoraida

A mi asesor el Dr. Hildebrando Anival Córdor García por su guía y orientación durante la elaboración de la presente tesis.

A toda mi familia que siempre me brindaron su apoyo, confianza y motivación durante toda mi vida universitaria.

RESUMEN

El trabajo de investigación fue desarrollado en el proyecto Zoraida ubicada en Distrito de Suitucancho, Provincia de Yauli, Departamento de Junín. El objetivo de esta investigación es caracterizar petrológicamente las muestras de rocas para identificar nuevos targets de exploración basándose en el análisis de concentración de elementos mediante el uso de nuevas tecnologías. Se realizó una investigación Descriptiva - Correlacional a través de un análisis semi cuantitativo con diseño no experimental – transversal para 39 muestras de rocas obtenidas con un muestreo aleatorio estratificado. Se caracteriza macroscópicamente las muestras clasificándolo como rocas carbonatadas y rocas basálticas, según el análisis químico elemental se correlaciona los elementos Ca - Mg para rocas carbonatadas caracterizando las muestras como dolomías y calizas, también se correlaciona Fe - Mg para rocas máficas caracterizado las muestras como rocas basálticas. La concentración del elemento Zn presenta valores desde 4.68 ppm hasta 920.11 ppm teniendo más afinidad en las muestras basálticas y dolomías, en cambio el elemento Pb con concentraciones de 0 ppm hasta 45 ppm presenta altos valores en las dolomías y calizas.

Palabras clave: Target, Concentración, Muestreo, Caliza, Dolomía, Basalto

ABSTRACT

The research work was developed in the Zoraida project located in the Suitucancha District, Yauli Province, Junín Department. The objective of this research is to petrologically characterize rock samples to identify new exploration objectives identified in the analysis of element concentration through the use of new technologies. A Descriptive - Correlational investigation was carried out through a semi-quantitative analysis with a non-experimental cross-sectional design for 39 rock samples obtained with a stratified random sampling. The samples are macroscopically characterized by classifying them as carbonated rocks and basaltic rocks, according to the elementary chemical analysis the Ca-Mg elements are correlated for carbonated rocks characterizing the samples as dolomites and limestones, Fe-Mg for maximum rocks is also correlated with the samples as rocks basaltic The concentration of the element Zn has values from 4.68 ppm to 920.11 ppm having more affinity in the basaltic samples and dolomites, however the element Pb with concentrations of 0 ppm up to 45 ppm has high values in the dolomites and limestones.

Keywords: Target, Concentration, Sampling, Limestone, Dolomite, Basalt

INTRODUCCION

En una investigación geológica es importante contar con métodos analíticos que puedan brindar resultados confiables, esto se basa en la aplicación de nuevas tecnologías e interpretación de resultados reduciendo costo y aumentando eficiencia, razón por la cual se realizó el trabajo de investigación “Caracterización petrológica de las muestras de roca con el analizador XRF Portátil Niton XI5 para contribuir a la ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida, distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín” con el objetivo de analizar las características de las muestras de roca para contribuir en la exploración de nuevos targets. Para esto se realizó un análisis estadístico correlacionando elementos químicos característicos que componen las muestras rocas e identificando elementos económicos anómalos (Pb - Zn). La estructura de la investigación está organizada por cuatro capítulos, en el capítulo I, se describe el problema de investigación, los objetivos, la justificación e importancia y las limitaciones; en el capítulo II, se explica el marco teórico; a continuación, en el capítulo III, se ubica a la metodología y técnicas de investigación utilizada; luego en el capítulo IV se describe los resultados y discusión. Finalmente, se culmina con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos necesarios.

ÍNDICE

DEDICATORIA	
RECONOCIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCION	
ÍNDICE	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del Problema.....	01
1.2. Delimitación de la Investigación	02
1.2.1. Delimitación espacial	02
1.2.2. Delimitación temporal	02
1.2.3. Delimitación conceptual	02
1.3. Formulación del Problema	02
1.3.1. Problema principal	02
1.3.2. Problemas específicos	02
1.4. Formulación de Objetivos.....	03
1.4.1. Objetivo general.....	03
1.4.2. Objetivos específicos	03
1.5. Justificación de la Investigación	03

1.6. Limitaciones de la investigación	04
---	----

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio	05
2.1.1. Antecedentes internacionales	05
2.1.2. Antecedentes nacionales	06
2.1.3. Antecedentes locales	08
2.2. Bases Teóricas – Científicas	08
2.2.1. Métodos de caracterización de muestras	08
2.3. Definición de términos básicos	19
2.4. Formulación de Hipótesis	25
2.4.1. Hipótesis general	25
2.4.2. Hipótesis específicas:	25
2.5. Identificación de Variables	25
2.5.1. Variable independiente	25
2.5.2. Variable dependiente	25
2.5.3. Variable interviniente	25
2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores	25

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación	27
3.2. Método de Investigación	27
3.3. Diseño de Investigación	27
3.4. Población y Muestra	28
3.4.1. Población:	28

3.4.2. Tamaño de muestra.....	28
3.4.3. Selección de muestra	28
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	28
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	29
3.7. Tratamiento Estadístico	30
3.8. Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación.	30
3.8.1. Selección de los instrumentos de investigación.	30
3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos de investigación.	30
3.9. Orientación Ética.....	31

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo	32
4.1.1. Antecedente histórico	32
4.1.2. Ubicación y accesibilidad	33
4.1.3. Relieve y geomorfología	34
4.1.4. Geología Regional	36
4.1.5. Geología Local.....	38
4.1.6. Grupo Goyllarisquizga (Cretáceo inferior)	39
4.1.7. Geología estructural.....	42
4.1.8. Mineralización	43
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	45
4.2.1. Descripción macroscópica de las muestras	45
4.2.2. XRF	54
4.2.3. Análisis de los resultados	94
4.3. Prueba de hipótesis	98

4.3.1. Prueba de hipótesis general	98
4.3.2. Prueba de hipótesis específicas.....	98
4.4. Discusión de resultados	99

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Emisión de la radiación de fluorescencia de rayos X	10
Figura N° 2. Esquema de la emisión de la radiación de fluorescencia de rayos X.....	12
Figura N° 3. Partes del Analizador XRF Portátil Niton XI5.....	12
Figura N° 4. Partes del Analizador XRF Portátil Niton XI5 (2)	12
Figura N° 5. Banco de pruebas portátil	13
Figura N° 6. Ingreso al sistema.....	13
Figura N° 7. Verificación del sistema	13
Figura N° 8. Ubicación del analizador en el banco de pruebas	14
Figura N° 9. Conexión del equipo a la laptop	14
Figura N° 10. Estado de conexión	15
Figura N° 11. Interfaz del sistema.....	15
Figura N° 12. Muestra en el equipo	16
Figura N° 13. Observación de la muestra en la laptop	16
Figura N° 14. Niton Connect Data.....	17

Figura N° 15. Interfaz de la base de datos	17
Figura N° 16. Visualización de la data	18
Figura N° 17. Base de datos Excel	18
Figura N° 18. Muestreo aleatorio estratificado	20
Figura N° 19. Caracterización geoquímica de las calizas del pucará (Silvia Rosas, 2007)	22
Figura N° 20. Clasificación de rocas carbonatadas - Dumham (1962)	22
Figura N° 21. Serie de Bowen.....	24
Figura N° 22. Caracterización geoquímica del basalto montero (Silvia Rosas, 2007)	24
Figura N° 23. Ubicación del proyecto	34
Figura N° 24. Relieve.....	35
Figura N° 25. Cordillera occidental y altiplanicies	36
Figura N° 26. Geología regional.....	37
Figura N° 27. Unidades Litoestratigráficos	38
Figura N° 28. Columna estratigráfica	40
Figura N° 29. Columna estratigráfica Zoraida I	41
Figura N° 30. Geología local	42
Figura N° 31. Geología estructural.....	42
Figura N° 32. Tipo de mineralización en el proyecto Zoraida	44
Figura N° 33. Mineralización en el proyecto Zoraida.....	44
Figura N° 34. Mineralización en el proyecto Zoraida.....	44
Figura N° 35. Mapeo geológico y ubicación de muestras.....	45
Figura N° 36. Selección de muestra	45
Figura N° 37. Observación y análisis macroscópica	46

Figura N° 38. Descripción de la muestra.....	46
Figura N° 39. Instrumento de recolección de datos para muestras de campo	108
Figura N° 40. Selección y muestreo de rocas	117
Figura N° 41. Cartografiado geológico	117
Figura N° 42. Análisis químico elemental de las muestras.....	118
Figura N° 43. Analizador XRF Portátil Niton XI5 y banco de pruebas.	118
Figura N° 44. Ubicación de la muestra al equipo	119
Figura N° 45. Manipulación y análisis con XRF portátil Niton XI5.....	119
Figura N° 46. Equipo de exploración Zoraida.....	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operatividad de variables	26
Tabla 2. Ruta 1	33
Tabla 3. Ruta 2	34
Tabla 4. Descripción macroscópica de las muestras de roca (1).	47
Tabla 5. Descripción macroscópica de las muestras de roca (2).	48
Tabla 6. Descripción macroscópica de las muestras de roca (3).	49
Tabla 7. Descripción macroscópica de las muestras de roca (4).	50
Tabla 8. Descripción macroscópica de las muestras de roca (5).	51
Tabla 9. Descripción macroscópica de las muestras de roca (6).	52
Tabla 10. Descripción macroscópica de las muestras de roca (7).	53
Tabla 11. Descripción macroscópica de las muestras de roca (8).	54
Tabla 12. Análisis elemental Muestra 1	55

Tabla 13. Análisis elemental Muestra 2	56
Tabla 14. Análisis elemental Muestra 3	57
Tabla 15. Análisis elemental Muestra 11	58
Tabla 16. Análisis elemental Muestra 12	59
Tabla 17. Análisis elemental Muestra 13	60
Tabla 18. Análisis elemental Muestra 14	61
Tabla 19. Análisis elemental Muestra 19	62
Tabla 20. Análisis elemental Muestra 20	63
Tabla 21. Análisis elemental Muestra 21	64
Tabla 22. Análisis elemental Muestra 22	65
Tabla 23. Análisis elemental Muestra 23	66
Tabla 24. Análisis elemental Muestra 24	67
Tabla 25. Análisis elemental Muestra 25	68
Tabla 26. Análisis elemental Muestra 26	69
Tabla 27. Análisis elemental Muestra 27	70
Tabla 28. Análisis elemental Muestra 28	71
Tabla 29. Análisis elemental Muestra 29	72
Tabla 30. Análisis elemental Muestra 33	73
Tabla 31. Análisis elemental Muestra 34	74
Tabla 32. Análisis elemental Muestra 35	75
Tabla 33. Análisis elemental Muestra 36	76
Tabla 34. Análisis elemental Muestra 37	77
Tabla 35. Análisis elemental Muestra 38	78
Tabla 36. Análisis elemental Muestra 39	79
Tabla 37. Análisis elemental Muestra 4	80

Tabla 38. Análisis elemental Muestra 5	81
Tabla 39. Análisis elemental Muestra 6	82
Tabla 40. Análisis elemental Muestra 7	83
Tabla 41. Análisis elemental Muestra 8	84
Tabla 42. Análisis elemental Muestra 9	85
Tabla 43. Análisis elemental Muestra 10	86
Tabla 44. Análisis elemental Muestra 15	87
Tabla 45. Análisis elemental Muestra 16	88
Tabla 46. Análisis elemental Muestra 17	89
Tabla 47. Análisis elemental Muestra 18	90
Tabla 48. Análisis elemental Muestra 30	91
Tabla 49. Análisis elemental Muestra 31	92
Tabla 50. Análisis elemental Muestra 32	93
Tabla 51. Concentración de elementos en muestras de rocas carbonatadas	94
Tabla 52. Concentración de elementos característicos para muestras de roca basálticas y concentración de elementos económicos	96

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M1	55
Gráfico 2. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M2	56
Gráfico 3. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M3	57

Gráfico 4. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M11	58
Gráfico 5. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M12	59
Gráfico 6. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M13	60
Gráfico 7. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M14	61
Gráfico 8. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M19	62
Gráfico 9. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M20	63
Gráfico 10. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M21	64
Gráfico 11. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M22	65
Gráfico 12. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M23	66
Gráfico 13. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M24	67
Gráfico 14. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M25	68
Gráfico 15. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M26	69

Gráfico 16. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M27	70
Gráfico 17. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M28	71
Gráfico 18. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M29	72
Gráfico 19. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M33	73
Gráfico 20. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M34	74
Gráfico 21. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M35	75
Gráfico 22. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M36	76
Gráfico 23. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M37	77
Gráfico 24. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M38	78
Gráfico 25. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M39	79
Gráfico 26. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M4	80
Gráfico 27. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M5	81

Gráfico 28. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M6	82
Gráfico 29. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M7	83
Gráfico 30. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M8	84
Gráfico 31. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M9	85
Gráfico 32. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M10	86
Gráfico 33. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M15	87
Gráfico 34. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M16	88
Gráfico 35. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M17	89
Gráfico 36. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M17	90
Gráfico 37. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M30	91
Gráfico 38. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M31	92
Gráfico 39. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M32	93
Gráfico 40. Tendencia de elementos químicos en Calizas.....	95

Gráfico 41. Tendencia de elementos químicos en Dolomías	95
Gráfico 42. Tendencia de elementos químicos en el Basalto	97
Gráfico 43. Discusión de tendencia de resultados - Aramachay	99
Gráfico 44. Discusión de tendencia de resultados – Condorsinga	100
Gráfico 45. Discusión de tendencia de resultados - Basalto	101

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y Determinación del Problema

El futuro de las empresas mineras depende de la exploración de yacimientos minerales para el éxito, conservación y la sostenibilidad en el tiempo. La empresa minera VOLCAN está ejecutando exploraciones geológicas hacia el sur del Domo de Yauli para evaluar nuevos targets de exploración. El problema de investigación se enfoca en analizar las características petrológicas de las muestras de roca obtenidas en el proyecto minero “Zoraida” mediante el Analizador XRF Portátil Niton XI5 teniendo en cuenta el interés geológico, mineralógico y económico, ésta información será útil para tomar decisiones en exploración y contribuir a la ubicación de nuevos targets el cual demostraremos en la presente investigación.

1.2. Delimitación de la Investigación

1.2.1. Delimitación espacial

La presente investigación se ha realizado en el Proyecto Minero Zoraida I ubicado en el distrito de Suitucancho, provincia de Yauli, departamento de Junín.

1.2.2. Delimitación temporal

5 meses; Junio del 2019 – Octubre del 2019

1.2.3. Delimitación conceptual

El área de conocimiento que exploraremos en esta investigación es sobre las características petrológicas de las muestras de roca relacionándolo con ocurrencias de mineral para establecer un guía de exploración referencial.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema principal

¿Qué características petrológicas tiene las muestras de roca analizados mediante el XRF Portátil Niton XI5 para contribuir a la ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida, distrito de Suitucancho – Yauli - Junín?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Qué rasgos macroscópicos tiene las muestras de rocas en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito de Suitucancho – Yauli - Junín?
- ¿Cuáles son los elementos químicos principales en las muestras de roca en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De Suitucancho – Yauli - Junín?

- ¿Qué relación tiene las muestras de roca con las zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín?

1.4. Formulación de Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Analizar las características petrológicas de las muestras de roca con el Analizador XRF Portátil Niton XI5 para contribuir a la ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli – Junín.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar los rasgos macroscópicos de las muestras de rocas en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín.
- Analizar los elementos principales de las muestras de roca en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín.
- Relacionar las muestras de rocas con las zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín.

1.5. Justificación de la Investigación

Tomando en cuenta las características de las muestras de rocas, vemos que los resultados que se obtiene de la presente investigación justifican y son de importancia en la identificación de nuevas zonas de

ocurrencia mineral con elementos químicos rentables para la empresa los que contribuyen en el desarrollo del país y el bienestar de los trabajadores.

1.6. Limitaciones de la investigación

- La investigación está limitado al área de estudio.
- La información proporcionada es solo referencial cuando se emplea a otros tipos de targets de exploración.
- La investigación se limitará esencialmente al Jurásico-Inf (Pucará).
- El equipo no determina elementos livianos como H, O, C, N y Na.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Villanueva (2019). “Metodología de caracterización geoquímica de residuos mineros aplicable en faena”

Resumen:

Uno de los grandes desafíos en Chile y en el mundo es la gestión de desechos generados en la industria minera (relave y material estéril). Problema que se espera que aumente con los años debido a la baja de la ley y al aumento en la profundidad de los yacimientos. De allí nace la necesidad de proveer nuevos métodos para caracterizar y así poder gestionar de manera más sustentable estos residuos. En este contexto, la presente investigación posee como objetivo principal generar una nueva metodología de bajo costo y rápida respuesta para caracterizar y gestionar los desechos en la industria cuprífera. La propuesta se desarrolla mediante la adaptación de pruebas simples, como son: el Sobek para la determinación del Potencial de Neutralización (PN), la

Generación Neta de Ácido (NAG) y la Curva Característica de Tamponamiento Ácido (ABCC). El estudio se apoya en un análisis geológico de la química y mineralogía. Además, está basado en la utilización de muestras de diferentes países: Chile, España y Sudáfrica, lo que entrega un carácter internacional a este reporte. El procedimiento consiste en una caracterización de muestras basado en dos pruebas: el ABCC y el NAG, y adicionalmente el método SOBEK y el análisis por fluorescencia de rayos X (XRF) portátil en algunos casos. Los resultados de esta metodología podrían considerarse como de corto alcance limitados a un rango de predictibilidad rápida. En resumen, esta predice el potencial neto de generación ácido de la muestra. Se concluye, que esta metodología permite la reducción de los tiempos de espera de los resultados a un día y posibilita la correcta gestión de los residuos mineros. Además, se logra una reducción considerable de los costos, aproximadamente 98%, en comparación con la realización de las pruebas en laboratorio, así como la posibilidad de reducir costos futuros de la empresa minera por una mala gestión de estos desechos.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Ortiz (2019). “Comparación entre el análisis de fluorescencia de rayos X portátil e ICP-MS en elementos guía para la exploración geoquímica del área de Antabamba – Apurímac”

Resumen:

El trabajo de investigación fue desarrollado en el poblado de Ayrihuanca, Provincia de Grau, Región Apurímac. El objetivo de este trabajo es demostrar la eficiencia de estas nuevas tecnologías

utilizadas para la exploración geoquímica. Para lo cual se recolecto un total de 59 muestras que cumplen los protocolos y controles de calidad necesarios para asegurar la objetividad del trabajo. Las muestras fueron preparadas y analizadas por el laboratorio SGS Perú, para el análisis de ICP-MS, este análisis fue controlado y corroborado con la inserción de estándares de calidad y blancos de muestra, confirmando así su valor correcto de laboratorio. De igual forma se analizaron el total de las muestras con el equipo de XRFp en modo Soil en dos formas, muestras de manos y pulverizadas. Al analizar los datos y realizar las comparaciones directas, estadísticas y gráficas se obtienen una gran similitud entre el análisis de XRF-Pulpas e ICP-ms teniendo los siguientes promedios de diferencias: Cu (636.2 ppm), Ag (4.79 ppm), Mo (3.47 ppm), Zn (28.665 ppm), As (6.910 ppm) y Pb (9.561 ppm). Estadísticamente no existe diferencia considerable en las comparaciones de Cu, Mo, Zn, As y Pb mientras que para Ag si existe diferencia significativa estadística. Gráficamente la comparación de XRF-Pulpas tiene mayor semejanza con el ICP-ms en lo elementos Cu, Mo, Zn, As y Pb sin embargo no existe semejanza gráfica para Ag. La prueba de exactitud y precisión tuvo como resultado que el análisis de XRFp-Pulpas tiene mejores resultados comparación de XRFp-muestras de mano, al finalizar la investigación se concluyó que los datos obtenidos por XRFp son datos de calidad y confiables comparados con el ICP-ms y se pueden utilizar para la determinación de zonas anómalas en la exploración geoquímica.

2.1.3. Antecedentes locales

Biviano Miramira, Luis Vilcapoma y Javier Jacay (2016).
“Caracterización mineralógica y elemental de sedimentos sólidos de la laguna de Yantac, departamento de Junín, provincia de Yauli, distrito de Marcapomacocha, por difracción y fluorescencia de rayos X”

Resumen:

Las muestras en estudio fueron extraídas a lo largo de la ribera de la laguna de Yantac-Junín, siendo uno de los objetivos identificar los minerales contaminantes procedentes de la actividad humana (ganadera, agrícola, etc.) y otros. Los resultados obtenidos por el análisis de difractogramas de rayos X (DRX), efectuado en el laboratorio de rayos X de la UNMSM, muestran la presencia de fases de minerales de procedencia del entorno (sedimentos naturales no contaminantes) como carbonato de calcio, óxido de silicio, montmorillonita, calcita, dolomita, cuarzo. El análisis por fluorescencia de rayos X (FRX), efectuado en el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN), determinó la presencia de elementos como Al, Si, K, Ca, Fe en mayor porcentaje (%).

2.2. Bases Teóricas – Científicas

2.2.1. Métodos de caracterización de muestras

Entre los diferentes métodos que existen para la caracterización de las muestras, se debe empezar por los más simples relacionados con obtener información de los elementos, compuestos presentes, cantidades y concentraciones entre ellas está el análisis químico que

es una técnica con la primera aproximación para obtener información de diferentes materiales. Permiten conocer principalmente la cantidad de elementos químicos y sus concentraciones (Villanueva 2019).

2.2.1.1. Fluorescencia de Rayos X (XRF)

La fluorescencia de rayos X es una técnica que precisa la comparación con patrones de elementos químicos conocidos. Este proporciona información cuantitativa como cualitativa de elementos químicos, los resultados cualitativos se obtienen a partir de la energía característica, o su longitud de onda, de la radiación de fluorescencia de rayos-X emitida y el análisis cuantitativo se obtiene por conteo de los rayos-X para una longitud de onda determinada. Las concentraciones mínimas deben ser superior a 0,0001% o 1 ppm. Permite analizar muestras como sedimentos, relaves y rocas.

La técnica consiste en irradiar una muestra con un haz de rayos X (haz incidente). Lo anterior provoca la excitación de los electrones, los que luego cesan su excitación y emiten energía (Figura N° 1). Esta energía es emitida como rayos X y es característica de cada elemento químico (Villanueva 2019).

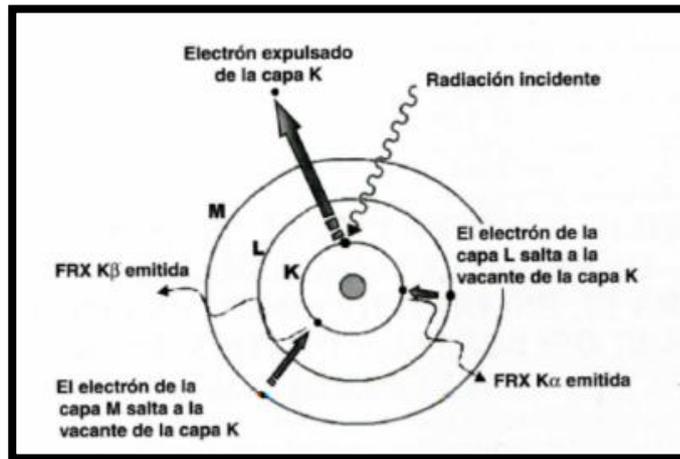


Figura N° 1. Emisión de la radiación de fluorescencia de rayos X

Grieken and Markowitz (2002) - Douglas and Leary (2004) citado en Miramira, Vilcapoma y Jacay (2016) en su investigación indica, la fluorescencia de rayos X (XRF, sigla en inglés) consiste en emisión de rayos X secundarios (o fluorescentes), característicos de un material que ha sido excitado al ser «bombardeado» con rayos X de alta energía o rayos gamma. Este fenómeno es muy utilizado para análisis elemental y análisis químico, particularmente en la investigación de metales, vidrios, cerámicos y materiales de construcción, así como en geoquímica, ciencia forense y arqueología.

La técnica consiste en someter una muestra a un flujo de radiación gamma, de rayos X o de partículas aceleradas para excitar los elementos que en ella se encuentran, para luego identificarlos y cuantificarlos mediante los rayos X característicos producidos. Con esta técnica, es posible determinar la concentración de elementos que están

comprendidos entre el sodio ($z = 11$) y el uranio ($z = 92$), no se pueden determinar elementos livianos como hidrógeno, oxígeno, carbono, nitrógeno debido a la baja energía de sus rayos X característicos y a su bajo rendimiento de fluorescencia. Se aplica a muestras sólidas o líquidas, orgánicas o inorgánicas.

2.2.1.2. Analizador XRF Portátil Niton XI5.

Es un equipo de análisis inmediato e in-situ de posibles anomalías, usa como técnica de medición la fluorescencia de rayos X basada en las transiciones que se producen en los electrones cuando son atacados por una radiación electromagnética (Rayos X) Figura N° 2.

¿Cómo funciona?

- La radiación de rayos x incide en la superficie de la muestra
- Los átomos de la muestra emiten una fluorescencia de rayos x (fotones) característica.
- Los fotones emitidos producen una señal eléctrica en el detector.
- El espectro de señal resultante se procesa en la unidad del procesador central (CPU) y la composición elemental se calcula

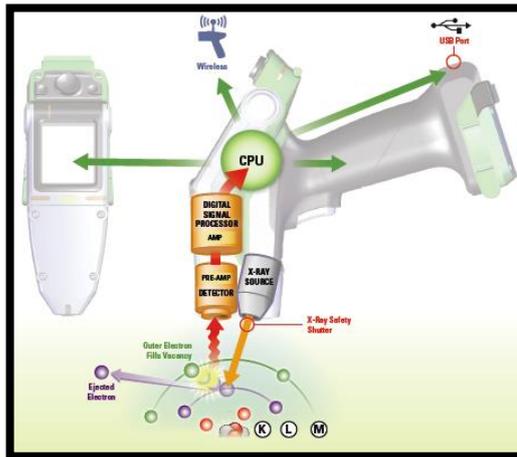


Figura N° 2. Esquema de la emisión de la radiación de fluorescencia de rayos X

2.2.1.3. Partes del Analizador XRF Portátil Niton XI5



Figura N° 3. Partes del Analizador XRF Portátil Niton XI5

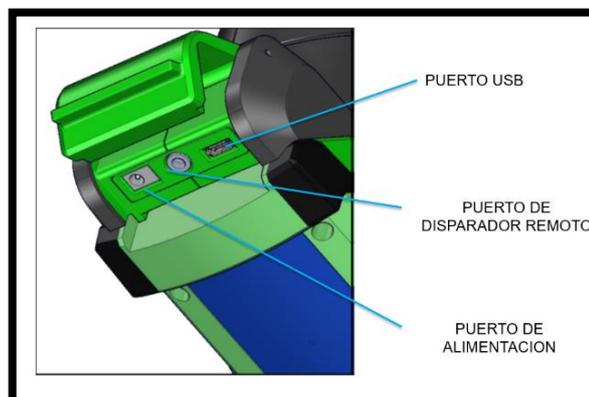


Figura N° 4. Partes del Analizador XRF Portátil Niton XI5 (2)



Figura N° 5. Banco de pruebas portátil

2.2.1.4. Operación automática del Analizador XRF Portátil Niton

X15

Paso N° 1.

- Pantalla de emergencia de radiación
- Ingreso de contraseña
- Pantalla de ingreso al sistema



Figura N° 6. Ingreso al sistema

Paso N° 2.

- Realizar una verificación del sistema en cada inicio

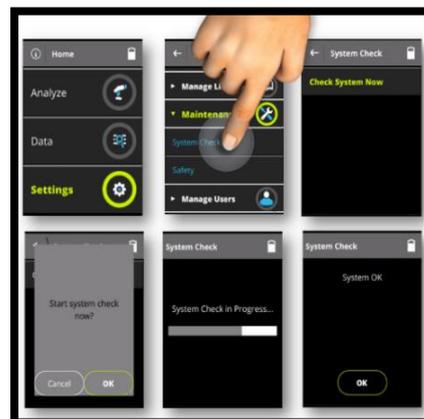


Figura N° 7. Verificación del sistema

Paso N° 3.

- Prepare la muestra: elimine los contaminantes de la superficie o la interferencia
- Asegúrese de que la superficie de la muestra esté limpia
- Colocar El analizador Portátil en el banco de pruebas portátil



Figura N° 8. Ubicación del analizador en el banco de pruebas

Paso N° 4.

- Conectar e ingresar al sistema en la laptop

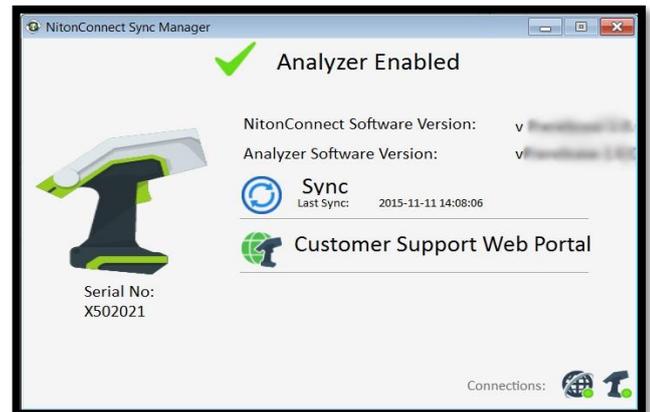


Figura N° 9. Conexión del equipo a la laptop

Paso N° 5.

➤ Ingreso al sistema

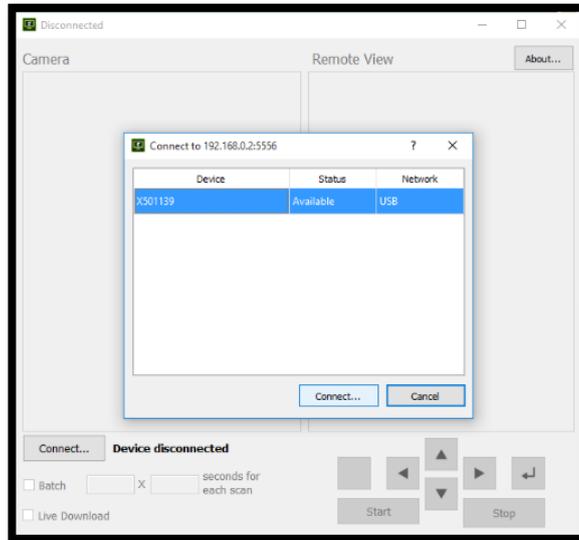


Figura N° 10. Estado de conexión

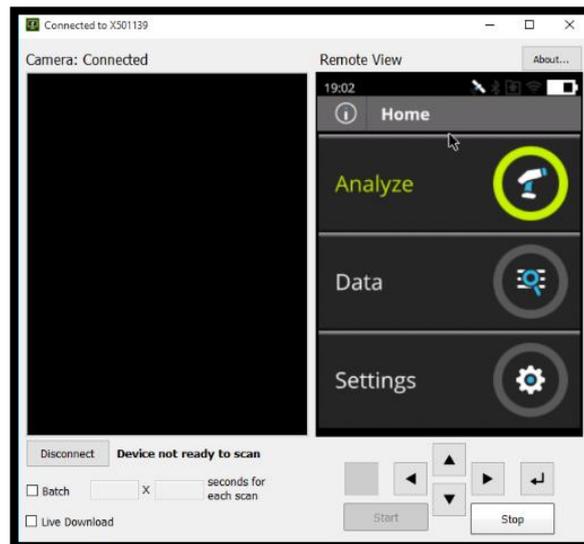


Figura N° 11. Interfaz del sistema

PASO N° 6.

- Colocar la muestra e iniciar el análisis

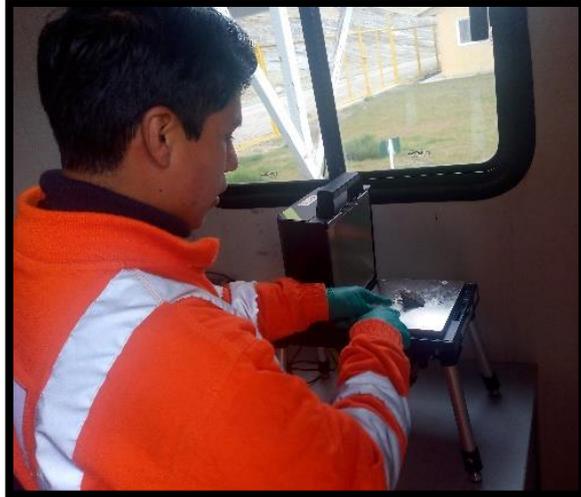


Figura N° 12. Muestra en el equipo



Figura N° 13. Observación de la muestra en la laptop

PASO N° 7.

- Ingresar a Niton Connect Data para descargar los datos del análisis

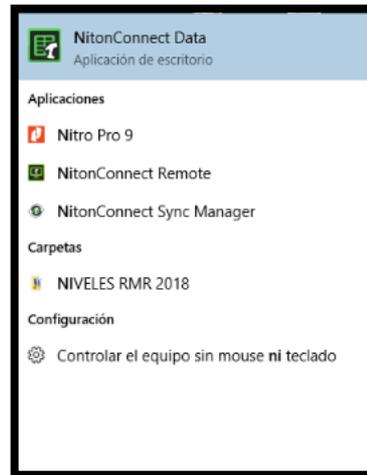


Figura N° 14. Niton Connect Data

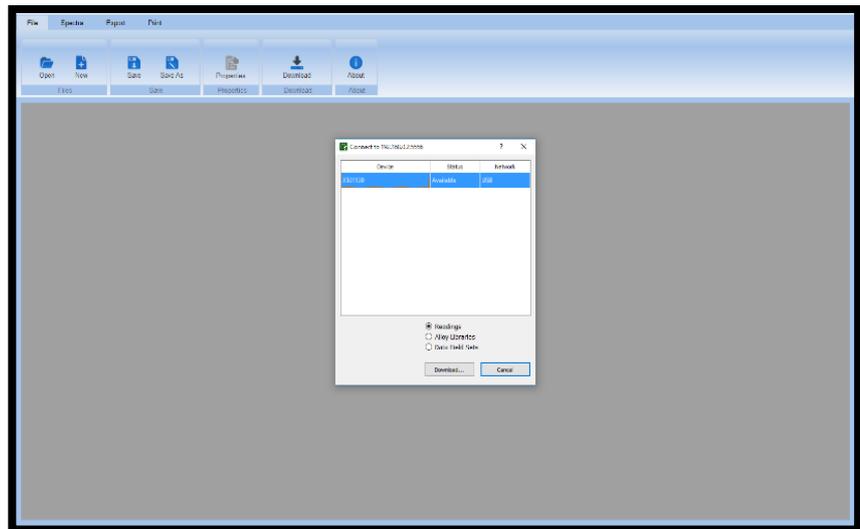
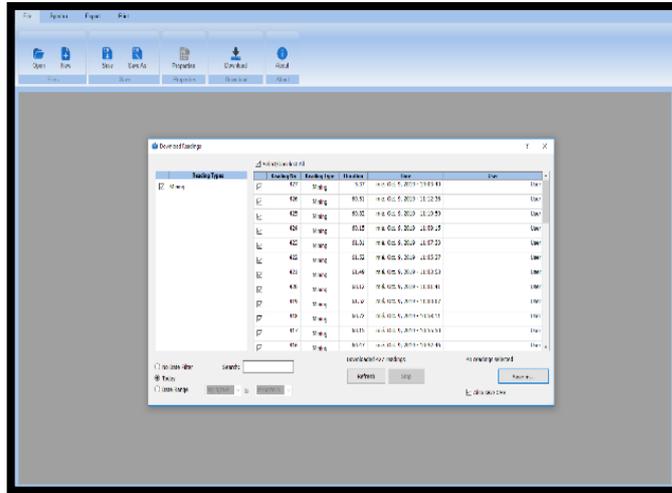


Figura N° 15. Interfaz de la base de datos

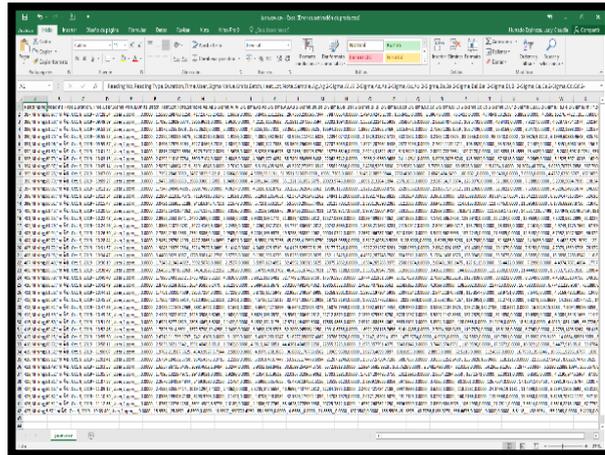
Paso N° 8

➤ Visualización de la data y descarga



Fecha	Hora	Estado	Usuario
14/05/2013	10:00	OK	...
14/05/2013	10:05	OK	...
14/05/2013	10:10	OK	...
14/05/2013	10:15	OK	...
14/05/2013	10:20	OK	...
14/05/2013	10:25	OK	...
14/05/2013	10:30	OK	...
14/05/2013	10:35	OK	...
14/05/2013	10:40	OK	...
14/05/2013	10:45	OK	...
14/05/2013	10:50	OK	...
14/05/2013	10:55	OK	...
14/05/2013	11:00	OK	...
14/05/2013	11:05	OK	...
14/05/2013	11:10	OK	...
14/05/2013	11:15	OK	...
14/05/2013	11:20	OK	...
14/05/2013	11:25	OK	...
14/05/2013	11:30	OK	...
14/05/2013	11:35	OK	...
14/05/2013	11:40	OK	...
14/05/2013	11:45	OK	...
14/05/2013	11:50	OK	...
14/05/2013	11:55	OK	...
14/05/2013	12:00	OK	...

Figura N° 16. Visualización de la data



Fecha	Hora	Estado	Usuario	...
14/05/2013	10:00	OK	...	...
14/05/2013	10:05	OK	...	...
14/05/2013	10:10	OK	...	...
14/05/2013	10:15	OK	...	...
14/05/2013	10:20	OK	...	...
14/05/2013	10:25	OK	...	...
14/05/2013	10:30	OK	...	...
14/05/2013	10:35	OK	...	...
14/05/2013	10:40	OK	...	...
14/05/2013	10:45	OK	...	...
14/05/2013	10:50	OK	...	...
14/05/2013	10:55	OK	...	...
14/05/2013	11:00	OK	...	...
14/05/2013	11:05	OK	...	...
14/05/2013	11:10	OK	...	...
14/05/2013	11:15	OK	...	...
14/05/2013	11:20	OK	...	...
14/05/2013	11:25	OK	...	...
14/05/2013	11:30	OK	...	...
14/05/2013	11:35	OK	...	...
14/05/2013	11:40	OK	...	...
14/05/2013	11:45	OK	...	...
14/05/2013	11:50	OK	...	...
14/05/2013	11:55	OK	...	...
14/05/2013	12:00	OK	...	...

Figura N° 17. Base de datos Excel

2.3. Definición de términos básicos

Muestreo geológico: Willens Ortiz (2019) en su tesis indica; el muestreo geológico es la forma corriente de obtener muestras representativas de un determinado material natural, colectado de una manera estandarizada. La cantidad de material debe estar adecuada a la finalidad del muestreo, a los requerimientos analíticos y a la conservación del remanente en repositorios como material de referencia para futuras investigaciones (*Darnley et al., 1995*) y que también es necesario distinguir cuando se trata de un tipo de muestra y cuando de un método de muestreo. Obviamente, la mejor muestra es el conjunto mismo. Como esto no es siempre posible, se escogen uno o varios elementos del conjunto como representativos de él. La forma en que se toma este elemento desde un conjunto corresponde al “tipo de muestra”, en tanto que la manera en que se organizan dichos elementos constituye el “método de muestreo”. (*Lambert, 2006*).

Muestreo aleatorio estratificado: Este procedimiento debe aplicarse para el muestreo de sitios en los que la distribución espacial de contaminantes se conoce que no es homogénea (es heterogénea), debido a la variabilidad en los factores (p. ejm. suelo, pendiente, vegetación, roca, etc.) determinantes de la distribución de contaminantes. Esa variabilidad debe ser reconocida mediante la delimitación de zonas en las que la distribución de las sustancias contaminantes sea homogénea. A estas zonas se les denominan estratos (de ahí la denominación del procedimiento), que constituyen subpoblaciones de muestreo dentro de una misma zona (sitio potencialmente contaminado).

En concreto, la aplicación de este modelo consiste, en primer lugar, en la subdivisión del área de estudio en zonas homogéneas en cuanto a la

distribución espacial de sustancias contaminantes y, en segundo lugar, en la realización de un muestreo aleatorio simple en cada una de tales zonas. (Toma de muestra y conservación, s.f.)

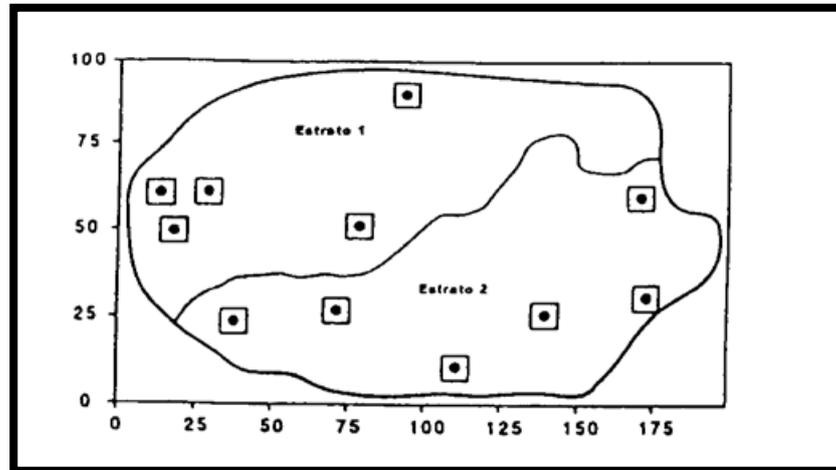


Figura N° 18. Muestreo aleatorio estratificado

Petrología: Es la rama de la geología que se preocupa del estudio de las rocas desde el punto de vista genético y de sus relaciones con otras rocas. Es considerada una de las principales ramas de la geología. Consiste en el estudio de las propiedades, físicas, químicas, mineralógicas, espaciales y cronológica de las asociaciones rocosas y de los procesos responsables de su formación. El estudio de la petrología de sedimentos y de sus rocas sedimentarias se conoce como petrología sedimentaria.

La petrología se encarga de tres tipos de rocas específicamente la primera y más abundante de todas se basa en estudio de las rocas ígneas que deben su origen la magma o lava, dos tipos de rocas ígneas intrusivas formadas en el interior de la tierra por consolidación de al magma, el segundo rocas extrusivas formadas por lava, erupciones volcánicas y por desprendimiento de lava al exterior, el segundo tipo sedimentaria el cual se origina por la erosión, desgaste de las rocas ígneas en morrenas glaciares, depósitos

lacustres, el tercer tipo rocas metamórficas que se forman a elevadas presiones y temperatura se originan de las demás rocas anteriormente citadas (Huang, Walter 1991).

Roca Sedimentaria: Son rocas que se forman por acumulación de sedimentos, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportadas por el agua, el hielo o el viento, y son sometidas a procesos físicos y químicos (diagénesis), que dan lugar a materiales consolidados (Iriundo Martin 2007)

Rocas Carbonatadas: Son un tipo de rocas sedimentarias compuestas principalmente por minerales de carbonato cálcico (CO_3Ca) o de otros carbonatos. Constituyen el 25-30% del registro sedimentario de la Tierra.

- **Clasificación de rocas carbonatadas:**

Existen dos tipos de rocas carbonatadas:

Calizas CaCO_3 : Partículas de carbonato formadas por precipitación química primaria, por secreción biogénica, como restos fragmentados de esqueletos de carbonato y por erosión de rocas de carbonato preexistentes.

Dolomías $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$: La mayoría de las dolomías son formadas por reemplazo parcial o completo de piedra caliza; puede ocurrir de manera impredecible en condiciones evaporíticas, pero la mayoría se forma durante la diagénesis de entierro superficial a profundo.

Unit	Aramachay						Condorsinga				
	Tingocancha		Malpaso		Tarma	Shalipayco	San Vicente	Tingocancha	Malpaso	Tarma	San Vicente
Section	l.p.	u.p.	l.p.	u.p.							
	wt%										
CaO	17.46	23.26	9.38	24.32	0.89	15.68	28.28	39.93	49.84	0.36	29.00
MgO	10.58	12.67	4.74	14.95	0.59	0.92	1.77	8.67	2.63	0.24	19.30
SiO ₂	36.17	21.95	61.45	20.44	77.30	48.28	35.56	7.92	3.79	96.50	9.10
Al ₂ O ₃	6.83	4.76	6.70	2.78	8.92	6.43	4.32	0.88	0.59	1.30	0.73
Fe ₂ O ₃	1.24	2.31	1.58	1.25	3.71	3.79	2.53	0.57	0.47	0.75	1.09
LOI	27.58	33.60	14.38	35.60	3.36	19.06	24.78	40.97	41.86	1.13	39.40

Fm. Aramachay

Fm. Condorsinga

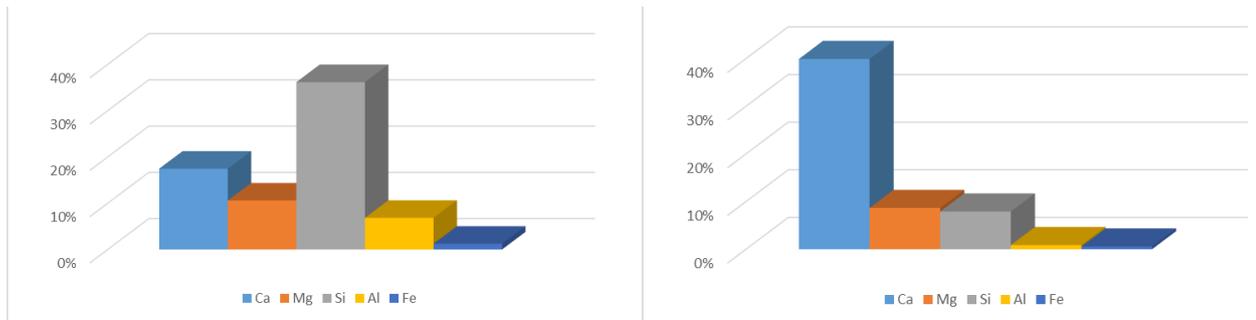


Figura N° 19. Caracterización geoquímica de las calizas del pucará (Silvia Rosas, 2007)

Textura deposicional reconocible					Textura deposicional no reconocible (debe subdividirse según clasificaciones que contemplen las texturas físicas o la diagénesis)
Componentes originales no unidos en el momento de la deposición				Componentes originales unidos en el momento de la deposición (bioconstrucción)	
Más del 1% de matriz micrítica (<i>mud</i>)		Menos del 1% de matriz micrítica			
Esqueleto matriz-soportado		Esqueleto grano-soportado			
Menos del 10% de granos	Más del 10% de granos				
<i>Mudstone</i>	<i>Wackestone</i>	<i>Packstone</i>	<i>Grainstone</i>	<i>Boundstone</i>	Caliza cristalina o dolomía cristalina

Figura N° 20. Clasificación de rocas carbonatadas - Dumham (1962)

- **Componentes aloquímicos en rocas carbonatadas**, son agregados organizados de sedimentos carbonatados que se han formado dentro de la cuenca de depósito. Incluyen ooides u oolitos, bioclastos, peloides, oncoides u oncolitos, pisoides o pisolitos e intraclastos.

Rocas ígneas: Son aquellas que se han formado por el enfriamiento y posterior solidificación de una masa de material rocoso, al mismo tiempo caliente y fluida, conocida con el nombre de Magma. Un Magma es una solución que contiene los constituyentes químicos que, al ser enfriados suficientemente, cristalizan para formar los diversos minerales que forman la roca resultante. Los elementos químicos principales que constituyen los magmas de las rocas ígneas son, por orden de abundancia: el oxígeno, silicio, aluminio, hierro, calcio, magnesio, sodio y potasio. Cuando un Magma se enfría, cada mineral cristaliza en cuanto llega al punto de supersaturación.

Ciertos minerales cristalizan en la masa fluida antes que los demás, y de este modo, en muchas rocas ígneas puede determinarse más o menos claramente un orden de cristalización de los diversos minerales frecuentes. En general, los minerales oscuros y los pobres en sílice cristalizan antes y los ricos lo hacen después. El orden general de cristalización de los minerales petrográficos más comunes es el siguiente: los minerales accesorios tales como el zircón, rutilo, oligisto, ilmenita, magnetita; después los minerales Ferromagnesianos, como los piroxenos y los anfíboles; a continuación, los feldespatos plagioclasas; por último, la ortosa y el cuarzo.

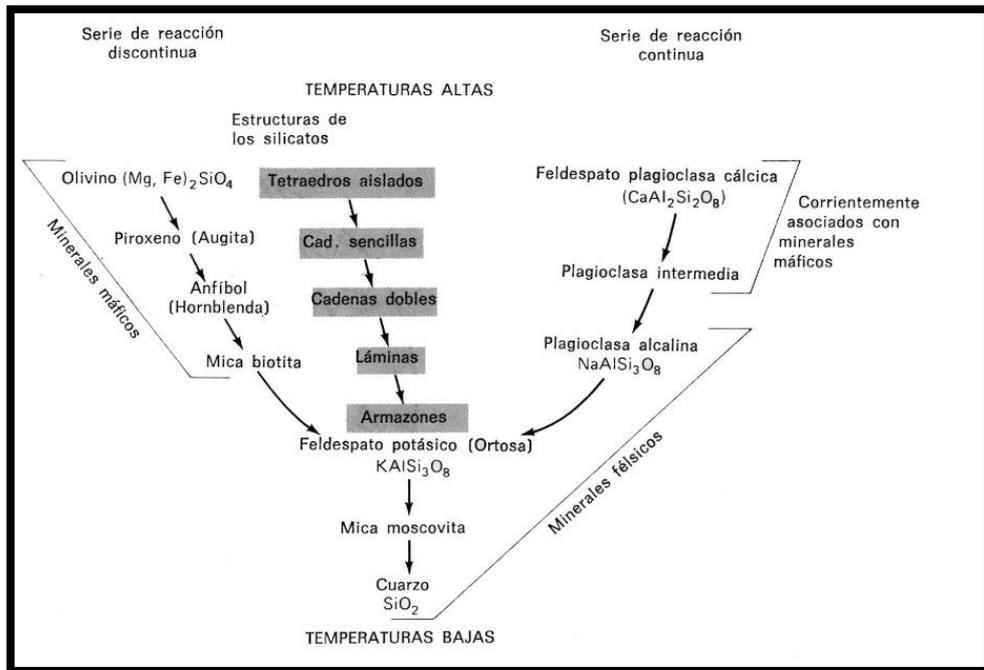


Figura N° 21. Serie de Bowen

Basalto: Es una roca ígnea volcánica de color oscuro, de composición máfica rica en silicatos de magnesio y hierro, que constituye una de las rocas más abundantes en la corteza terrestre.

Unit	Montero Suite in Condorsinga Fm Pleinsbachian-Toarcian				
Locality	Yauli Dome				
Sample	PB-51	PB-53	PB-54	PB-55	PB-56
SiO ₂	53.55	53.71	51.55	53.47	41.78
TiO ₂	2.23	1.76	2.26	2.30	2.16
Al ₂ O ₃	13.94	10.60	13.81	14.10	13.71
Fe ₂ O ₃	11.78	8.37	15.54	11.68	10.36
MnO	0.14	0.06	0.18	0.18	0.16
MgO	4.12	0.14	3.55	4.10	2.04
CaO	6.54	10.26	5.35	6.33	11.37
Na ₂ O	3.00	5.02	4.04	3.76	4.41
K ₂ O	2.21	1.63	2.53	1.78	1.79
P ₂ O ₅	0.57	0.40	0.51	0.37	0.31
Cr ₂ O ₃	na	na	na	na	na
LOI	2.42	8.11	1.2	1.50	10.64
TOTAL	100.50	100.06	100.52	99.57	98.73

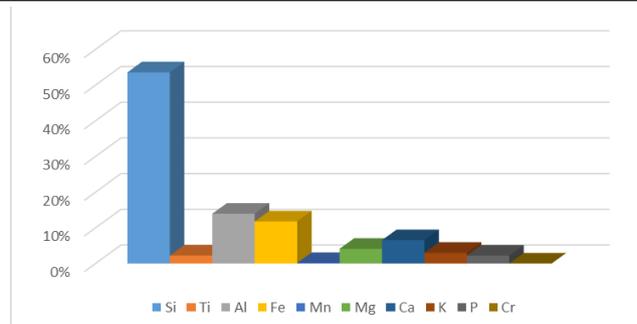


Figura N° 22. Caracterización geoquímica del basalto montero (Silvia Rosas, 2007)

2.4. Formulación de Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Caracterizando petrologicamente las muestras de rocas con el Analizador XRF Portátil Niton XI5 indicaríamos si es posible encontrar zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De Suitucancho – Yauli - Junín.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- Analizando los rasgos macroscópicos de las muestras de roca del Proyecto Minero Zoraida, Distrito de Suitucancho – Yauli - Junín, podríamos caracterizarlo petrologicamente.
- Analizando los elementos principales de las muestras de roca en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De Suitucancho – Yauli - Junín, podríamos caracterizarlo petrologicamente.
- Analizando las muestras de rocas podríamos indicar qué relación tiene con las zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De Suitucancho – Yauli - Junín.

2.5. Identificación de Variables

2.5.1. Variable independiente

Caracterización petrologica de las muestras de roca.

2.5.2. Variable dependiente

Ocurrencia mineral en el proyecto Zoraida.

2.5.3. Variable interviniente

Analizador XRF Portátil Niton XI5.

2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

Tabla 1. Operatividad de variables

Variables		Indicadores	Técnicas e Instrumentos
Independiente	Caracterización petrológica de las muestras de roca.	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de textura, grado de reacción al HCl, Magnetismo, concentración de elementos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Formatos de recolección de datos de campo.
Dependiente	Ocurrencia mineral en el proyecto Zoraida.	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de textura, grado de reacción al HCl, Magnetismo, Dureza 	<ul style="list-style-type: none"> Formatos de recolección de datos de campo.
Interviniente	Analizador XRF Portátil Niton XI5	<ul style="list-style-type: none"> Manual del Analizador XRF Portátil Niton XI5 para el análisis de concentración de elementos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Manual del usuario

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Descriptiva - Correlacional porque se describirá las características macroscópicas de las muestras de roca, además se correlacionará los resultados cuantitativos del análisis químico, así como también se describirá las observaciones en campo para identificar los principales lineamientos de exploración.

3.2. Método de Investigación

Se utilizará el método de análisis – síntesis para relacionar las causas y efectos en lo referido a la implementación del proyecto y explicar los resultados.

Para el presente trabajo de investigación se ha requerido básicamente del análisis muy detallado de la base teórica y antecedentes del proyecto, los cuales ayudaron en el entendimiento del estudio petrológico, la parte más importante consistió en aplicar los conocimientos y técnicas modernas que nos ayudaron a entender las características de las muestras de rocas del proyecto Zoraida.

3.3. Diseño de Investigación

EL diseño metodológico de la investigación es transversal, no experimental, descriptiva debido al corto plazo y la toma de datos en momentos definidos.

M → O : M= Muestra / O= La observación de las variables

“La investigación se realiza sin manipular deliberadamente las variables y en la que sólo se observará los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos” (Hernández, Fernández, & Baptista, 2003).

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población:

Los afloramientos de rocas carbonatadas del Grupo Pucará (Triásico) al sur del domo de Yauli que suprayacen a las rocas volcanoclásticas del Grupo Mitú (Pérmico), donde se concentra una intensa actividad minera destacando así las unidades de Yauli, Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua.

3.4.2. Tamaño de muestra

Se determina de acuerdo al estudio macroscópico, muestras de mano de la formación Aramachay y la formación Condorsinga desde 5x5x5 cm hasta 10x10x10 cm (ver anexo 2).

3.4.3. Selección de muestra

Las muestras son seleccionadas mediante la delimitación estratigráfico (tipo de roca). El método de muestreo aplicado es muestreo aleatorio estratificado (ver anexo 1).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La investigación se efectuará en base a los fenómenos y procesos geológicos producidos en campo, obteniendo datos de muestreos y cartografiado geológico, cuyo soporte serán los informes u otro documento disponible referente al área de trabajo, comprende tres etapas:

Etapa I: Recopilación de antecedentes sobre estudios que se pudieron haber hecho sobre la zona en mención, tales como lo realizado por la Doc. Silvia Rosas (2007), entre otros.

Además de recopilarse información sobre modelos de yacimientos, teorías y nuevas interpretaciones se comparará con nuestra zona de estudio, de acuerdo a los resultados obtenidos. Se definió el área de estudio el cual comprende el grupo pucara del proyecto Zoraida.

Etapa II: Se definió y programó las salidas de campo para la obtención de datos de campo que considerará la selección y ubicación de las muestras, así como la caracterización macroscópica in situ usando las herramientas como Gps, Picota, lupa de 20x, Hcl, Lápiz imantado, Libreta de campo (ver anexo 2).

Etapa III: Se realizó el análisis multielemental de las muestras en el laboratorio con el Analizador XRF Portátil Niton XI5 (ver anexo 2), para luego tratarla estadísticamente.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las técnicas de procesamiento usadas en este trabajo son:

- Análisis de la composición elemental de la roca, que nos servirá para determinar las características petrológicas.

- Técnicas Analíticas e Interpretación de toda la información obtenida en las diferentes etapas de Trabajo.
- El tratamiento de datos es in situ de las muestras tal como se reconoce en el campo.

3.7. Tratamiento Estadístico

El tratamiento estadístico para esta investigación se realizó mediante herramientas de la estadística, así como también de gráficos estadísticos, la misma que ha sido procesada en el programa Excel; mediante hojas de cálculo, a fin de analizar y graficar los resultados para una mejor visualización.

Los resultados de la correlación se procesaron usando el ArcGis con sus respectivas descripciones e interpretaciones.

3.8. Selección, Validación y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación.

3.8.1. Selección de los instrumentos de investigación.

Para la ejecución de la investigación se siguió los pasos establecidos en el manual del usuario del equipo XRF Potátil Niton XI5.

Los resultados de los procedimientos ejecutados fueron discutidos con el análisis geoquímico del Pucará (Dra. Silvia Rosas).

3.8.2. Confiabilidad de los instrumentos de investigación.

La confiabilidad de los instrumentos de investigación está basada en los procedimientos nacionales e internacionales que garantizan la confiabilidad de la toma y procesamiento de datos.

3.9. Orientación Ética.

Durante la elaboración de la presente investigación, se han garantizado una serie de principios éticos fundamentales como son los de beneficencia, en este sentido se ha tratado en todo momento de no causar perjuicio, desventaja o exposición a riesgo alguno a los partícipes en nuestra investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Antecedente histórico

- 1890 - 1894: Se formulan las concesiones que amparan mina Zoraida.
- 1894 – 1990: La mina fue trabajada intermitentemente por la familia Álvarez Calderón y su explotación algunas veces fue llevado por ellos mismos y en otras ocasiones cedidas en alquiler a terceros.
- 1990 - 1996: El mineral se beneficiaba en la concentradora de Huari del ex Banco Minero del Perú.
- 1997: Centromín Perú S.A, realizo algunos sondeos diamantinos en el área, la información no existe.
- 2000 – 2006: La mina fue explotada por J.A Ingenieros S.A.C, representado por el Sr. Máximo Álvarez.

- 2006 – 2008: Volcán Cía. Minera S.A.A, Evaluación geológica, muestreo, campañas de geofísica, perforación, interpretación y estimación de recursos.
- 2012 – 2014: Campañas agresivas de perforación diamantina y estimación de recursos.

4.1.2. Ubicación y accesibilidad

El área de estudio se ubica en el Distrito de SuitucanCHA, Provincia de Yauli, Departamento de Junín. En el extremo sur-este del Domo de Yauli. Geológicamente se enmarca en el cuadrángulo de La Oroya (24-I) del Ingemmet, las coordenadas UTM del proyecto son:

N: 8,698,104 / E: 395,353 (WGS84, Zona 18S). Las cotas varían de 3700 a 4800 m.s.n.m.

El acceso se realiza por medio de dos rutas:

- Lima – Mahr Túnel – Yauli – Huayhuay- SuitucanCHA-Proyecto
- Lima – Huari – Huayhuay – SuitucanCHA – Proyecto

Tabla 2. Ruta 1

TRAMO 1		VÍA	DISTANCIA Km	TIEMPO
LIMA	DESVIO YAULI	ASFALTADO	155	4h:30m
DESVIO YAULI	MAHR TUNEL	TROCHA	5	0h:10m
MAHR TUNEL	YAULI	TROCHA	5	0h:15m
YAULI	HUAYHUAY	TROCHA	34	0h:50m
HUAYHUAY	SUITUCANCHA	TROCHA	9	0h:15m
SUITUCANCHA	PROYECTO	TROCHA	3	0h:20m
		TOTAL	211	6h:20m

Tabla 3. Ruta 2

TRAMO 2		VÍA	DISTANCIA Km	TIEMPO
LIMA	HUARI	ASFALTADO	204	5h:15m
HUARI	HUAYHUAY	TROCHA	16	0h:15m
HUAYHUAY	SUITUCANCHA	TROCHA	9	0h:15m
SUITUCANCHA	PROYECTO	TROCHA	3	0h:20m
		TOTAL	232	6h:05m

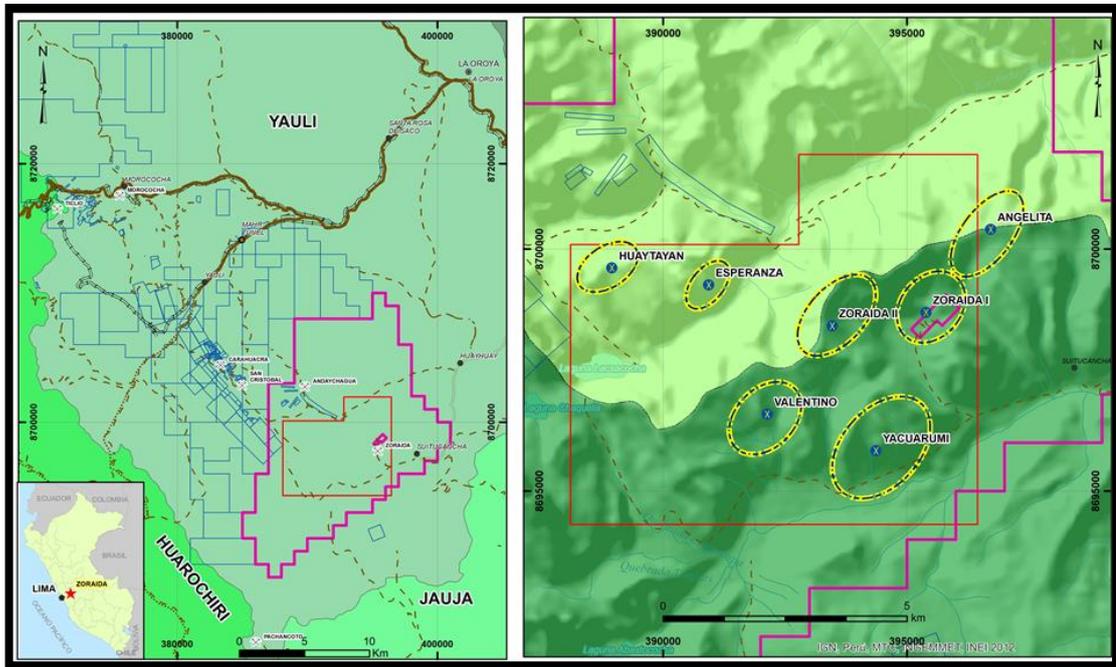


Figura N° 23. Ubicación del proyecto

Fuente: VOLCAN – Exploraciones Regionales

4.1.3. Relieve y geomorfología

4.1.3.1. Relieve

El relieve topográfico de la zona en estudio es algo ondulado, los rasgos más importantes son los valles de SuitucanCHA y Andaychagua - Huayhuay que discurren con dirección ENE y sus aguas drenan hacia la cuenca Amazónica; son valles de origen glaciar. También existen valles menores colgados que discurren en dirección norte-sur y drenan a los valles anteriores. Los cerros más

prominentes en la zona son: Cerro Candama sobre los 4,825 m.s.n.m., Cerro Milla 4,875 m.s.n.m., Cerro Pucarumi 4,775 m.s.n.m.

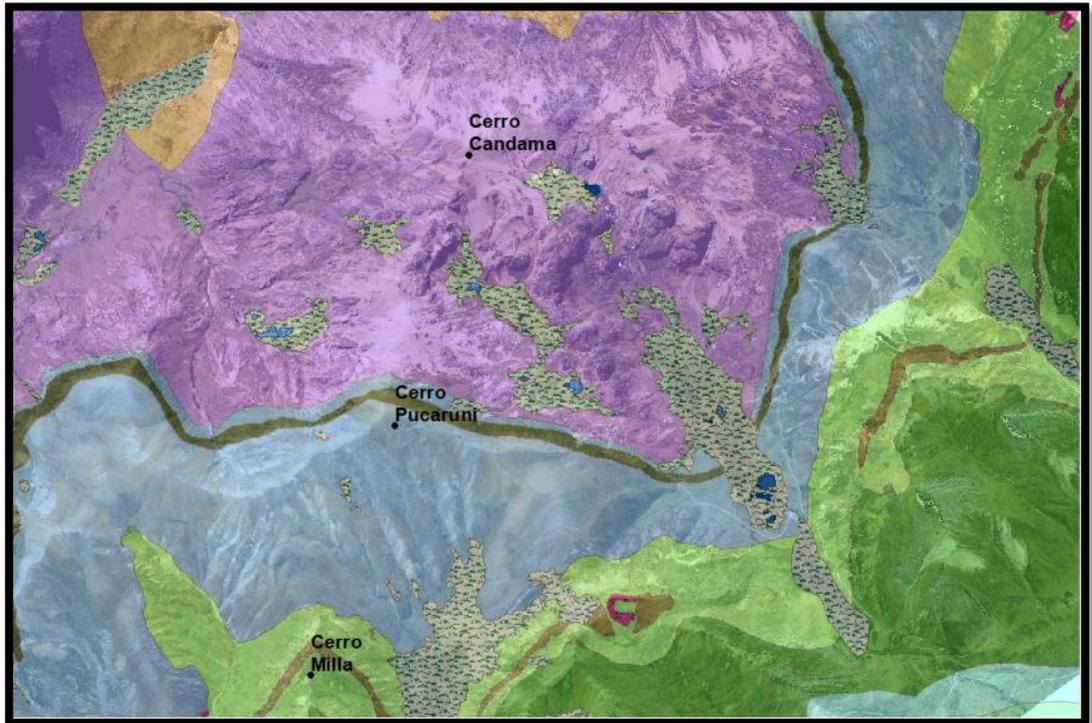


Figura N° 24. Relieve

4.1.3.2. Geomorfología

Geomorfológicamente los valles de Suitucancha y Andaychagua-Huayhuay son de origen glaciar en forma de “U”, posiblemente controladas por el sistema de fallas antiandinas que segmentan el Domo de Yauli desde la divisoria continental hasta el valle del Mantaro. Los valles menores de orientación norte-sur estarían controlados por el sistema de fallas más antiguo NS.

Se distinguen dos unidades geomorfológicas importantes:

Flanco Occidental Andino y Cordillera Occidental

La Cordillera Occidental está compuesta por la presencia de altas cumbres alineadas en dirección andina NO-SE a manera de

crestones de rocas sedimentarias, que reflejan el rumbo de las estructuras mayores resultantes de la erosión glacial de macizos intrusivos o rocas volcánicas y presencia de valles en forma de “U” por acción de los glaciares con reducidas terrazas en el fondo del valle. El límite entre esta Cordillera y las Altiplanicies es una zona fallada con cabalgamientos.

Altiplanicies

Superficie irregular, que se encuentra por encima de los 4 000 m.s.n.m., formada por un conjunto de cumbres de topografía suave cuyas alturas varían entre 4 000 m y 4 800 m., y se relaciona con la superficie Puna (Mc Laughlin, 1928).

La superficie Puna como resultado de las actividades glaciares, han resultado formaciones de valles tipo “U”, sobre los cuales ha sobreactuado procesos leves de erosión.



Figura N° 25. Cordillera occidental y altiplanicies

4.1.4. Geología Regional

La zona de estudio se ubica en el extremo sur de la “ventana estructural” conocida como Domo de Yauli, estructura tectónica que alberga los yacimientos minerales conocidos de San Cristóbal –

4.1.5. Geología Local



Figura N° 27. Unidades Litoestratigráficas

4.1.5.1. Grupo Mitu (Pérmico)

Se presentan discordantemente sobre las rocas del Grupo Excélsior una serie de volcánicos, constituidos por derrames andesíticos y dacíticos, brechas, aglomerados y tobas, formando una serie variada que localmente es conocida como Volcánicos Catalina; hacia el techo de esta serie volcánica aparece una serie vulcano sedimentaria con conglomerados y areniscas. Mineralización en este grupo es ampliamente reconocida a lo largo de todo el Domo de Yauli, siendo principalmente en forma de filones y diseminada.

4.1.5.2. Grupo Pucará (Triásico Superior - Liásico)

Un conjunto de facies calcáreas denominada Grupo Pucara reposa en marcada discordancia sobre el grupo Mitu; este conjunto está dividido en tres formaciones: Chambará, Aramachay y Condorsinga (en el área solo existiría la parte superior del Aramachay y

Condorsinga); estando íntimamente relacionado a la ocurrencia mineral del área (ver columna estratigráfica, anexo 1.1).

4.1.5.3. Formación Aramachay

Está representada por rocas carbonatadas de textura grainstone se presentan en bancos de 20 a 50 centímetros, frecuentemente lenticulares, o en nódulos discoidales de hasta un metro de diámetro; se nota también capas vulcanodetríticas. El conjunto tiene un tinte gris oscuro.

4.1.5.4. Formación Condorsinga

Es casi exclusivamente calcárea, las calizas que la componen en su mayor parte son oolíticas o bioclásticas, ellas contienen chert abundante en la mitad inferior de la formación. Las calizas varían de color gris claro a gris oscuro, son de grano fino, hay zonas donde están fuertemente brechadas.

4.1.5.5. Basalto montero

Un nivel basáltico entre el Aramachay y Condorsinga de aproximadamente 40 metros de potencia, presenta textura afanítica y amigdaloides.

4.1.6. Grupo Goyllarisquizga (Cretáceo inferior)

Sobre el Grupo Pucará yace en discordancia paralela el Grupo Goyllarisquizga, el cual se depositó en dos fases sucesivas. La primera compuesta por depósitos de granulometría fina a muy fina,

de facies llanura aluvial con pelitas rojas y escasas intercalaciones de areniscas de facies de desbordamiento, depositadas en un ámbito climático semiárido mostrado en la fuerte oxidación de las pelitas. Durante la segunda fase hay un cambio brusco respecto a la primera, depositándose areniscas medianas hasta muy gruesas y niveles conglomeráticos con troncos de árboles actualmente silicificados.

ERA SISTEMA	EPOCA	EDADES PISOS	UNIDAD LITOLOGICA	GRAFICO	FORMACION SEDIMENTARIA	FORMACION IGNEA	MINERALIZACION		
CENOZOICO	CUATERNARIO				Sedimentos no consolidados				
		TERCIARIO				Discordancia erosional Conglomerados calcareos Calizas	Intrusivos intermedios Cuarzo-Dioritas		
					Lutitas Calcareas				
					Calizas arcillosas arcosas	Intrusivo Ácido tipo Chumpe Gramios			
	MESOZOICO	CRETACEO	INFERIOR	COMANCHEANO		Calizas masivas y Dol. poco fosilíferas	Cuellos de Basaltos a traves de todas las Formaciones	Mineralización estratoligada de Fe, Ba, Zn, Pb, Ag, Cu.	
			NEOCOMICO (EOCRET.)		GRUPO MACHAY FORMACION PARIATAMBO FORMACION CHULEC	Basalto Alternancia de Clz. Bit. con nódulos de chert Calizas y Dolomias			
		JURASICO	NEOCOMIANO TOARCIANO PLIENSBAHIANO	HEITANGIANO	GRUPO GOYLLAR		Alternancia de Clz Margozas Fossil. Qzt		Diorita + Gabro
					NO PUCARA FORMACION CONDORSINGA FORMACION ARAMACHAY	Basalto Montero Bx Calcareas Chert, Dol. Calizas con Yeso			
	PALEOZOICO	PERMICO	EOTRIASICO SUPERIOR	OCHOA		Lentes de areniscas y conglomerados rojos	Intrusivo intermedio tipo Carahuacra Cuarzo- Monzonita	Zn, Pb, Fe, Cu, Ba, Mn.	
			MEDIO	GUADALUPE LEONARDO	GRUPO MITU		Volcánicos Volcanoclásticos morados	Mineralización Hidrotermal en Vetas de W, Sn, V, Bi, Cu, Zn, Pb, Ag, Sb.	
DEVONICO		SUPERIOR	CHAUTAUQUAN			Discordancia erosional			
		MEDIO	FRIAN (HAMILTON) ULSTER	GRUPO EXCELSIOR		Fillitas	Volcanicos verdes	Mineralización estratoligada de Ni, Co Mineralización estratoligada de Cu, Zn, Pb, Fe	

Figura N° 28. Columna estratigráfica. Fuente: VOLCAN – Exploraciones Regionales

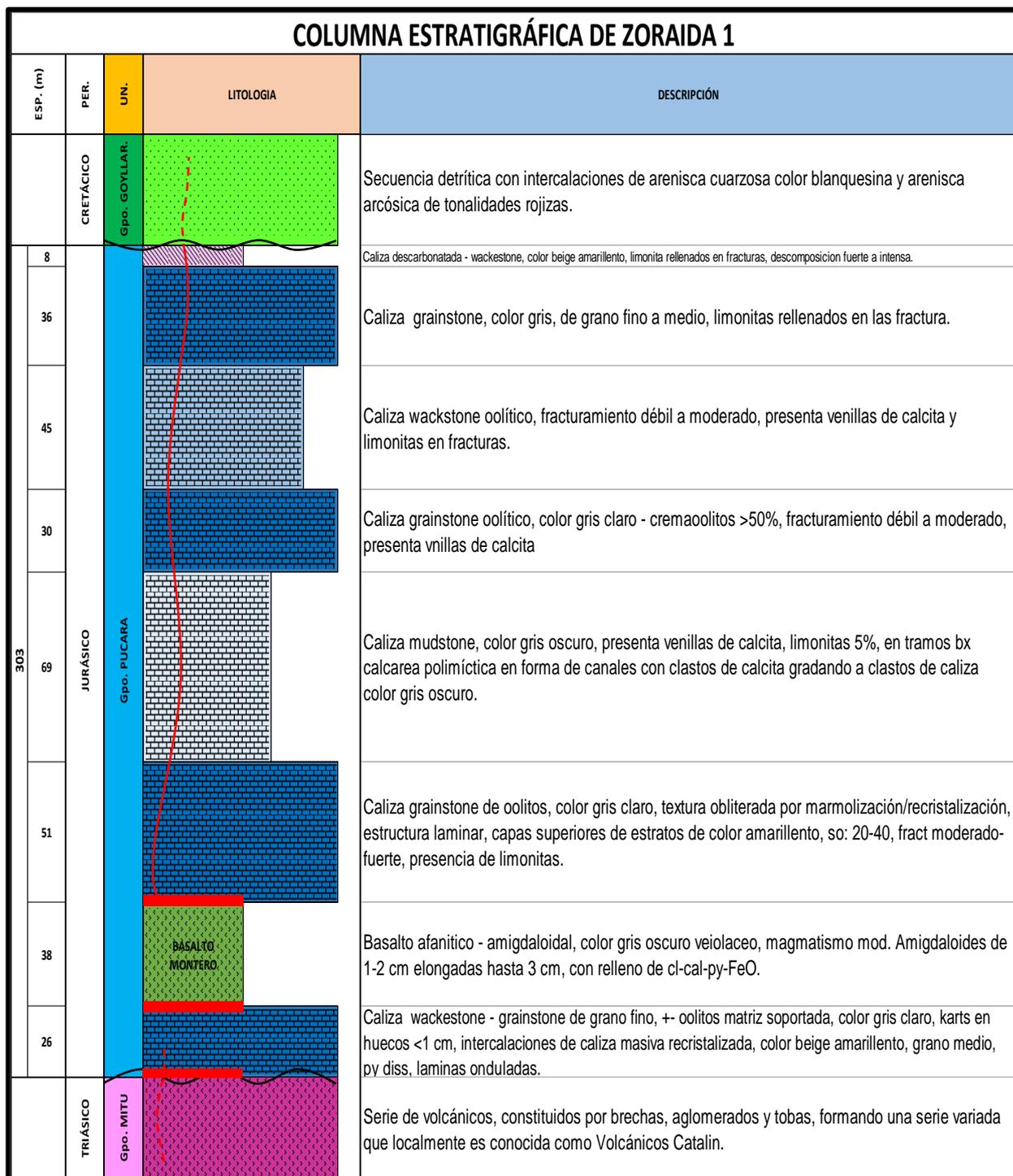


Figura N° 29. Columna estratigráfica Zoraida I

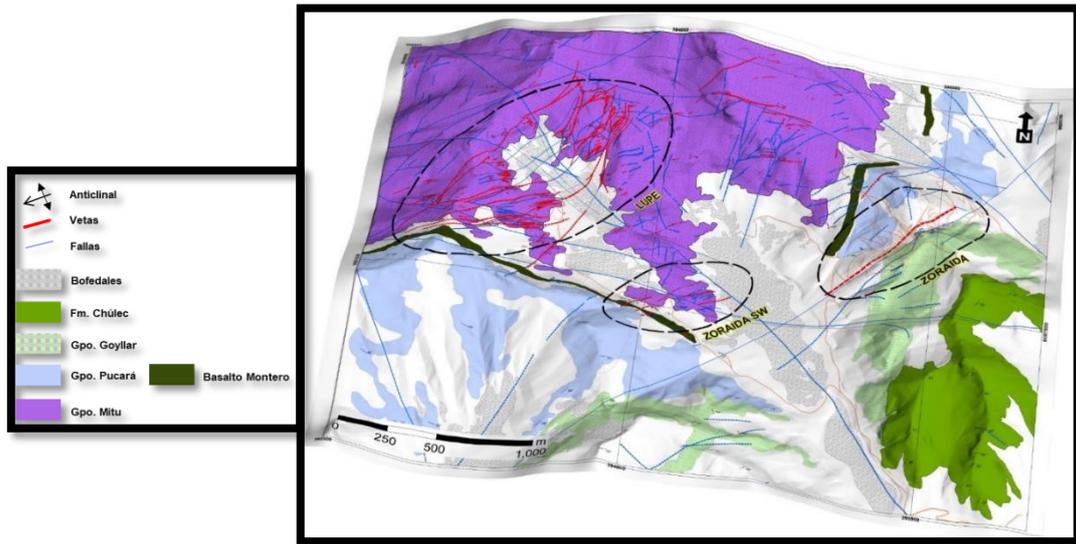


Figura N° 30. Geología local

4.1.7. Geología estructural

La geología estructural presenta un patrón de fallas, uno son fallas del sistema andino (lineamiento 120°-300°) y otro de fallas transversales a este lineamiento (N40°E), el cual se relaciona con las ocurrencias minerales alrededor de la zona de estudio (Andaychagua Y San Cristóbal).

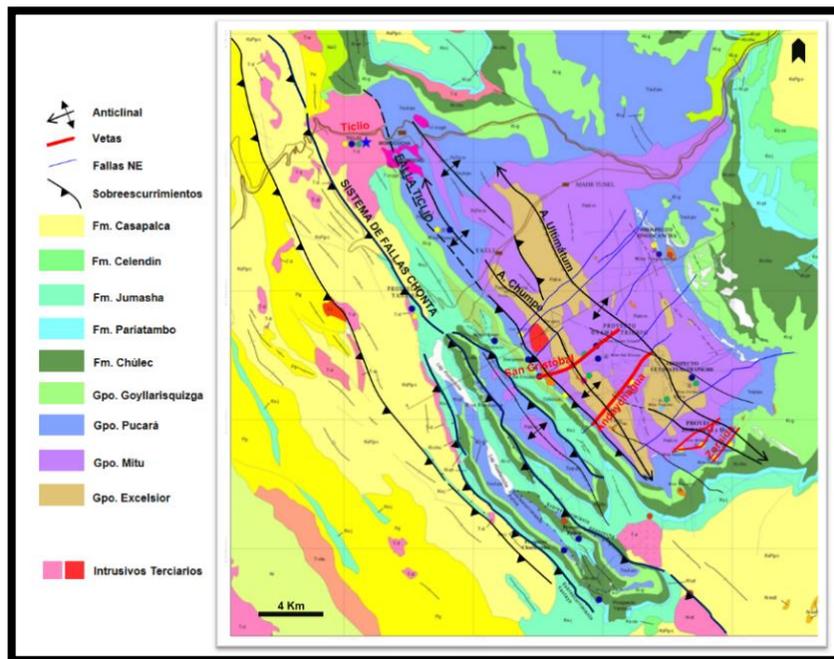


Figura N° 31. Geología estructural

4.1.8. Mineralización

Zoraida está conformado por mantos y vetas polimetálicas de Ag-Zn-Pb de tipo cordillerano hospedado en rocas carbonatadas del grupo Pucará, encontrándose texturas de reemplazamiento y de relleno en ambos estilos de mineralización.

Los mantos, Carmen y Tico, al techo y al piso del basalto, reemplazando a las rocas carbonatas y al mismo basalto. Son concordantes con la estratificación y tienen una orientación N35°/35°SE

La mineralización en los mantos está constituida por esfalerita (marmatita) y galena, generalmente asociadas a pirita y eventualmente pirrotita. Llegan a alcanzar espesores de hasta 15m.

La veta Zoraida, controlada por una estructura de bajo ángulo con vergencia al NW e inflexiona verticalmente hacia la superficie. Presenta texturas de relleno en la estructura principal y de reemplazamiento en las cajas.

La mineralización está constituida por marmatita, galena y probablemente sulfosales de Cu ricos en Ag, asociados a pirita y carbonatos.

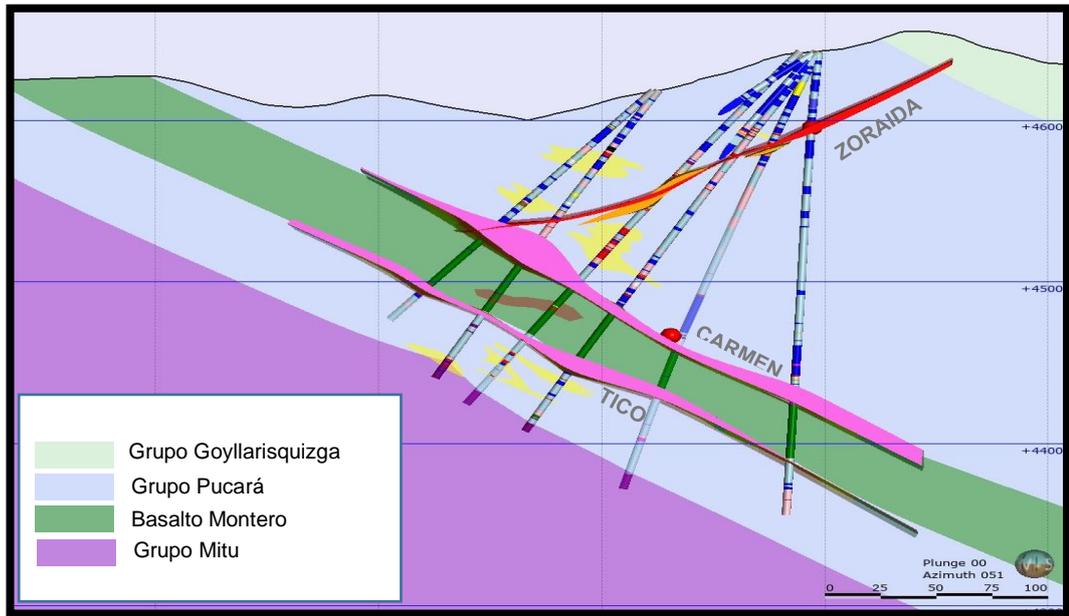


Figura N° 32. Tipo de mineralización en el proyecto Zoraida

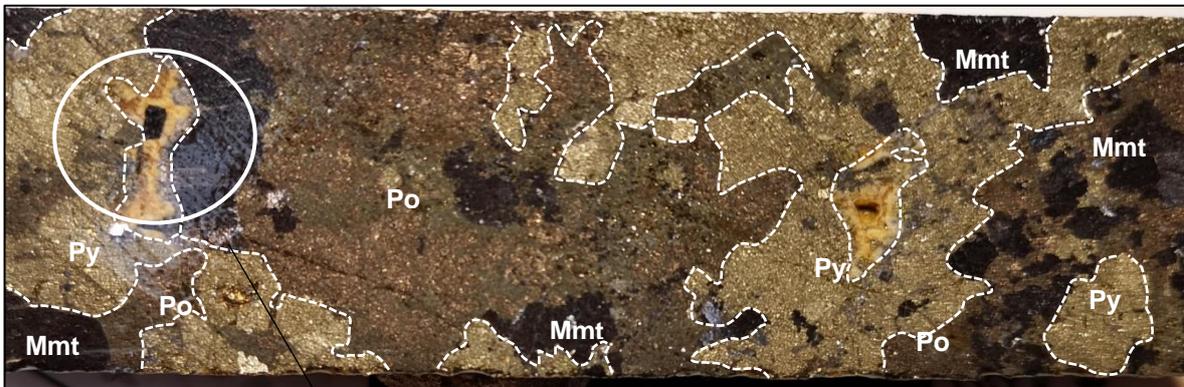


Figura N° 33. Mineralización en el proyecto Zoraida

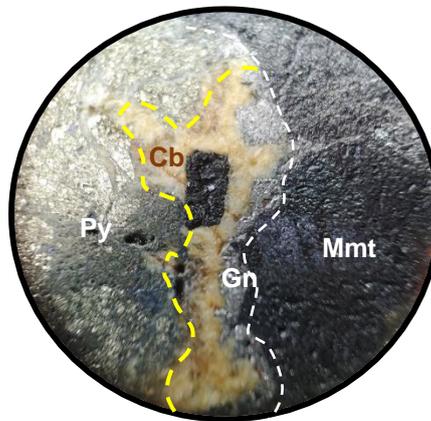


Figura N° 34. Mineralización en el proyecto Zoraida

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados.

4.2.1. Descripción macroscópica de las muestras

Aplicando el tipo de muestreo aleatorio estratificado se realizó el muestreo y la descripción macroscópica in situ (ver ubicación de las muestras en anexo 1.2).



Figura N° 35. Mapeo geológico y ubicación de muestras



Figura N° 36. Selección de muestra



Figura N° 37. Observación y análisis macroscópica



Figura N° 38. Descripción de la muestra

Tabla 4. Descripción macroscópica de las muestras de roca (1).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M1	CARBONATADA		394967	8698445	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, débil reacción al HCl.
M2	CARBONATADA		394964	8698436	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone, débil reacción al HCl, presencia de oquedades de disolución, presencia de oxidación
M3	CARBONATADA		394982	8698422	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone, débil reacción al HCl, presencia de oquedades de disolución.
M4	MÁFICA		395007	8698342	Basalto color gris verdusco, textura afanítica, moderada - fuerte susceptibilidad magnética
M5	MÁFICA		395012	8698342	Basalto color gris verdoso, textura amigdaloides con relleno cloritizado, moderada susceptibilidad magnética.

Tabla 5. Descripción macroscópica de las muestras de roca (2).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M6	MÁFICA		395022	8698323	Basalto color gris verdoso, textura afanítico, moderada susceptibilidad magnética.
M7	MÁFICA		395050	8698306	Basalto color gris verdoso, textura amigdaloides (1-2 cm) con relleno de calcita, débil cloritización, moderada susceptibilidad magnética.
M8	MÁFICA		394995	8698138	Basalto color gris verdoso, textura afanítico, niveles de textura amigdaloides (1-2 cm) con relleno de cuarzo, moderada susceptibilidad magnética.
M9	MÁFICA		394989	8698139	Basalto color gris oscuro, textura afanítica, fuerte susceptibilidad magnética
M10	MÁFICA		395000	8698178	Basalto color gris oscuro, textura afanítica, fuerte susceptibilidad magnética, presenta oxidación.

Tabla 6. Descripción macroscópica de las muestras de roca (3).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M11	CARBONATADA		394947	8698212	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone, débil reacción al HCl, presencia de oquedades de disolución.
M12	CARBONATADA		394941	8698225	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, débil reacción al HCl, venilleos de calcita
M13	CARBONATADA		394924	8698218	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone, débil reacción al HCl, presencia de oquedades de disolución.
M14	CARBONATADA		394921	8698225	Roca carbonatada color beige, textura grainstone-oolítico (50%), moderada-débil reacción al HCl, presenta pátinas de OxMn.
M15	MÁFICA		395005	8698222	Basalto color violáceo, textura afanítica, susceptibilidad magnética nulo

Tabla 7. Descripción macroscópica de las muestras de roca (4).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M16	MÁFICA		395031	8698250	Basalto color gris verdoso, textura amigdaloides (1-2 cm) con relleno de calcita y OxFe, susceptibilidad magnética moderada
M17	MÁFICA		395041	8698289	Basalto color gris verdoso, textura afanítica, débil susceptibilidad magnética
M18	MÁFICA		395051	8698313	Basalto color gris verdoso, textura afanítica, moderada - fuerte susceptibilidad magnética.
M19	CARBONATADA		395071	8698123	Roca carbonatada color gris, textura grainstone-oolítico (10%), moderada-fuerte reacción al HCl.
M20	CARBONATADA		395082	8698157	Roca carbonatada color gris, textura grainstone-oolítico (50%), fuerte reacción al HCl, presenta pátinas de OxFe.

Tabla 8. Descripción macroscópica de las muestras de roca (5).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M21	CARBONATADA		395102	8698164	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone-oolítico (80%), fuerte reacción al HCl, fractura concoide.
M22	CARBONATADA		395138	8698146	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, moderada-débil reacción al HCl.
M23	CARBONATADA		395138	8698144	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, fuerte reacción al HCl, patinas de OxMn.
M24	CARBONATADA		395129	8698135	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, débil reacción al HCl.
M25	CARBONATADA		395129	8698140	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone-oolítico (70%), fuerte reacción al HCl, fractura concoide.

Tabla 9. Descripción macroscópica de las muestras de roca (6).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M26	CARBONATADA		394972	8698514	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone, débil reacción al HCl, presencia de oquedades de disolución.
M27	CARBONATADA		394990	8698505	Roca carbonatada color gris, textura grainstone (grano grueso), venilleos de calcita
M28	CARBONATADA		395005	8698500	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, débil reacción al HCl.
M29	CARBONATADA		395016	8698495	Roca carbonatada color beige, textura grainstone, débil reacción al HCl, presencia de oquedades de disolución.
M30	MÁFICA		395032	8698485	Basalto color gris verdoso, textura afanítica, fuerte susceptibilidad magnética

Tabla 10. Descripción macroscópica de las muestras de roca (7).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M31	MÁFICA		395045	8698481	Basalto color violáceo, textura afanítica, moderada susceptibilidad magnética, presenta oxidación.
M32	MÁFICA		395064	8698479	Basalto color gris oscuro, textura amigdaloides (1-2 cm) con relleno de calcita y O _x Fe, débil susceptibilidad magnética
M33	CARBONATADA		395092	8698476	Roca carbonatada color gris, textura grainstone, débil reacción al HCl.
M34	CARBONATADA		395095	8698467	Roca carbonatada color gris claro, textura grainstone-oolítico (50%), moderada-fuerte reacción al HCl.
M35	CARBONATADA		395140	8698450	Roca carbonatada color gris, textura grainstone-oolítico (30%), moderada-fuerte reacción al HCl.

Tabla 11. Descripción macroscópica de las muestras de roca (8).

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA					
N° DE MUESTRA	TIPO DE ROCA	MUESTRA	COORDENADAS		DESCRIPCION
			N	E	
M36	CARBONATADA		395189	8698419	Roca carbonatada color gris oscuro, textura grainstone (grano medio), moderada-débil reacción al HCl
M37	CARBONATADA		395269	8698344	Roca carbonatada color blanquecino, textura grainstone, fuerte reacción al HCl, fuerte descarbonatación
M38	CARBONATADA		395275	8698331	Roca carbonatada color gris, textura grainstone-oolítico (30%), moderada reacción al HCl.
M39	CARBONATADA		395341	8698155	Roca carbonatada color gris, textura grainstone-oolítico (50%), moderada-fuerte reacción al HCl.

4.2.2. XRF

El análisis indica la concentración de elementos importantes (%) para muestras de roca no tratadas; es decir, no se utilizó ningún protocolo de preparación de muestras. (ver anexo 2.3). Los tiempos con que se realizaron las medidas fue de 30 segundos ya que a mayor

tiempo aparecen elementos no característicos de las rocas. Los resultados de concentraciones de los elementos químicos principales de las muestras de rocas se presentan a continuación en las tablas y gráficos.

4.2.2.1. Resultado del Análisis Químico Elemental de las Muestras de Rocas Carbonatadas

Tabla 12. Análisis elemental Muestra 1

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M1	MUESTRA
Calcio	Ca	21.9561%	
Magnesio	Mg	36.8434%	
Silicio	Si	2.8416%	
Aluminio	Al	1.1811%	
Hierro	Fe	0.5971%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	309.85	

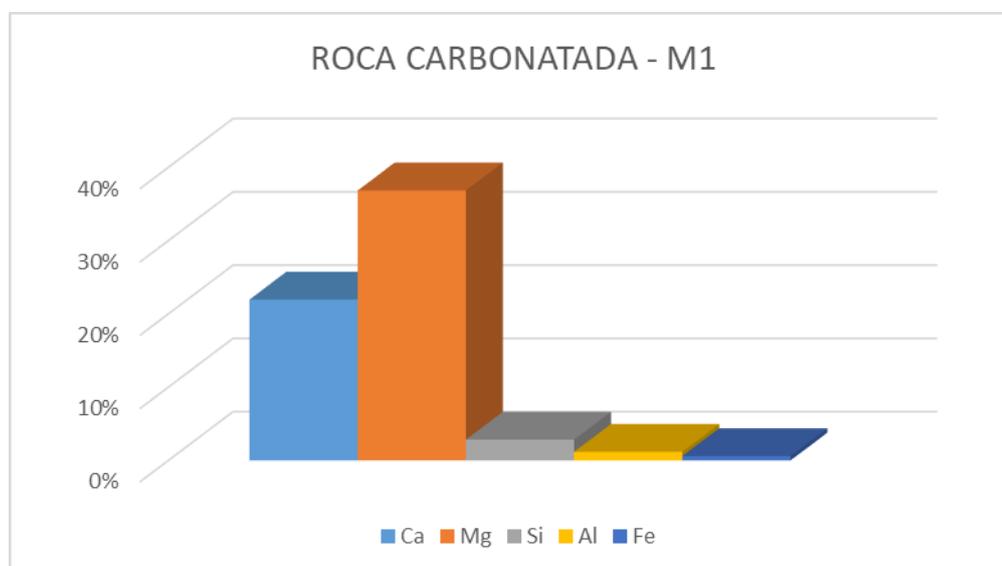
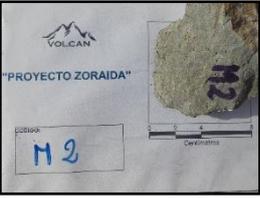


Gráfico 1. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M1

Tabla 13. Análisis elemental Muestra 2

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M2	MUESTRA
Calcio	Ca	21.8061%	
Magnesio	Mg	34.7574%	
Silicio	Si	3.3898%	
Aluminio	Al	2.4049%	
Hierro	Fe	0.5497%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	4.16	
Zinc	Zn	332.75	

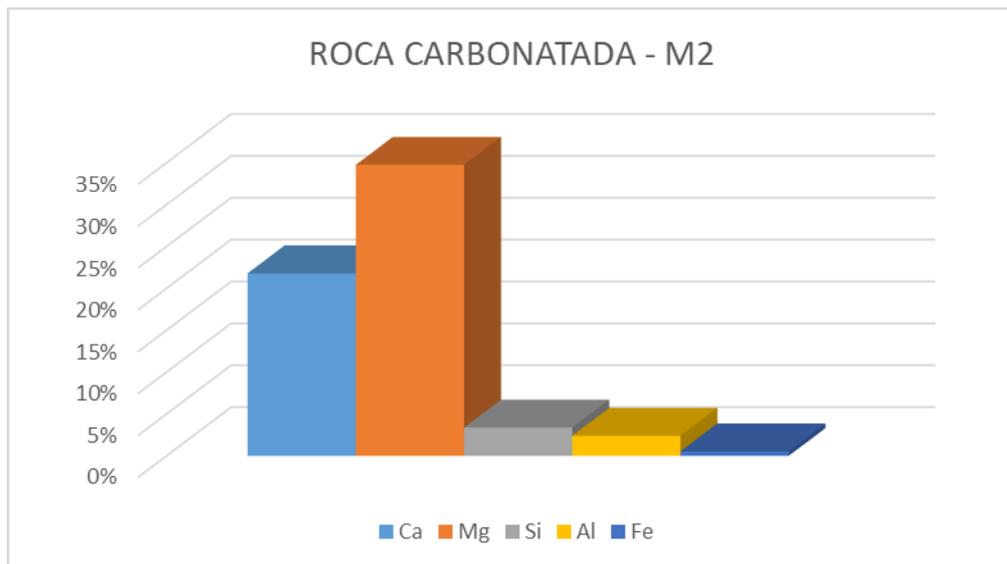


Gráfico 2. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M2

Tabla 14. Análisis elemental Muestra 3

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M3	MUESTRA
Calcio	Ca	21.8896%	
Magnesio	Mg	43.6531%	
Silicio	Si	2.1217%	
Aluminio	Al	0.2847%	
Hierro	Fe	0.6231%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		83.29

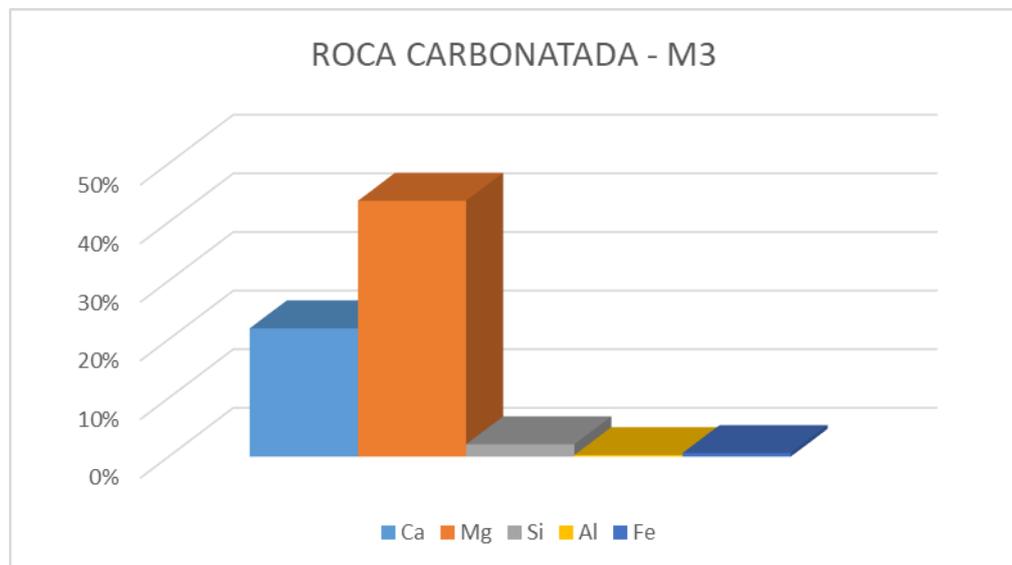


Gráfico 3. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M3

Tabla 15. Análisis elemental Muestra 11

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M11	MUESTRA
Calcio	Ca	20.7965%	
Magnesio	Mg	44.0577%	
Silicio	Si	2.5284%	
Aluminio	Al	1.7979%	
Hierro	Fe	0.6060%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		3.91
Zinc	Zn		156.41

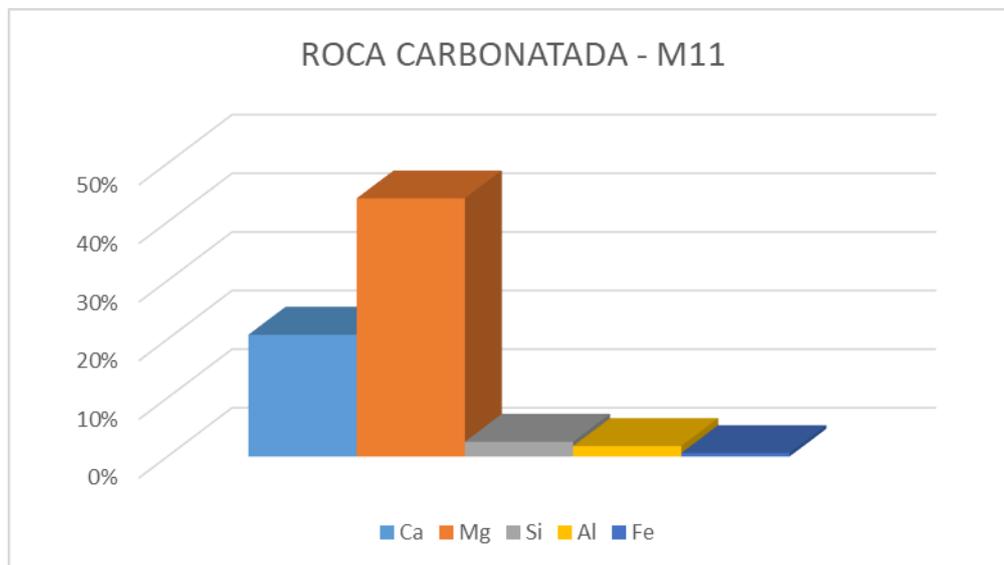


Gráfico 4. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M11

Tabla 16. Análisis elemental Muestra 12

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M12	MUESTRA
Calcio	Ca	21.5963%	
Magnesio	Mg	48.7850%	
Silicio	Si	3.7779%	
Aluminio	Al	0.5255%	
Hierro	Fe	0.3898%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		24.51
Zinc	Zn		51.91

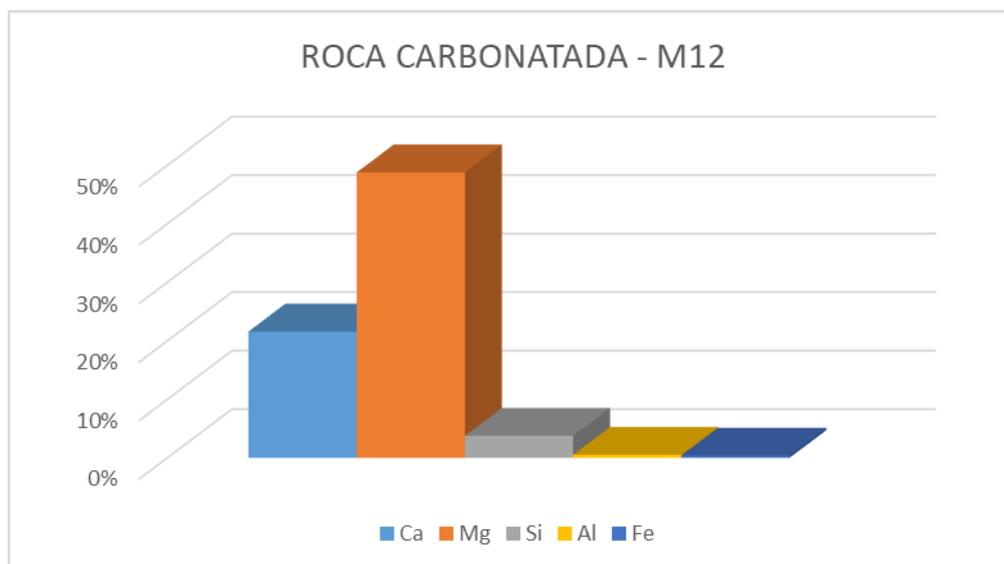


Gráfico 5. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M12

Tabla 17. Análisis elemental Muestra 13

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M13	MUESTRA
Calcio	Ca	21.3284%	
Magnesio	Mg	37.6273%	
Silicio	Si	3.3303%	
Aluminio	Al	0.8054%	
Hierro	Fe	0.5085%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		6.75

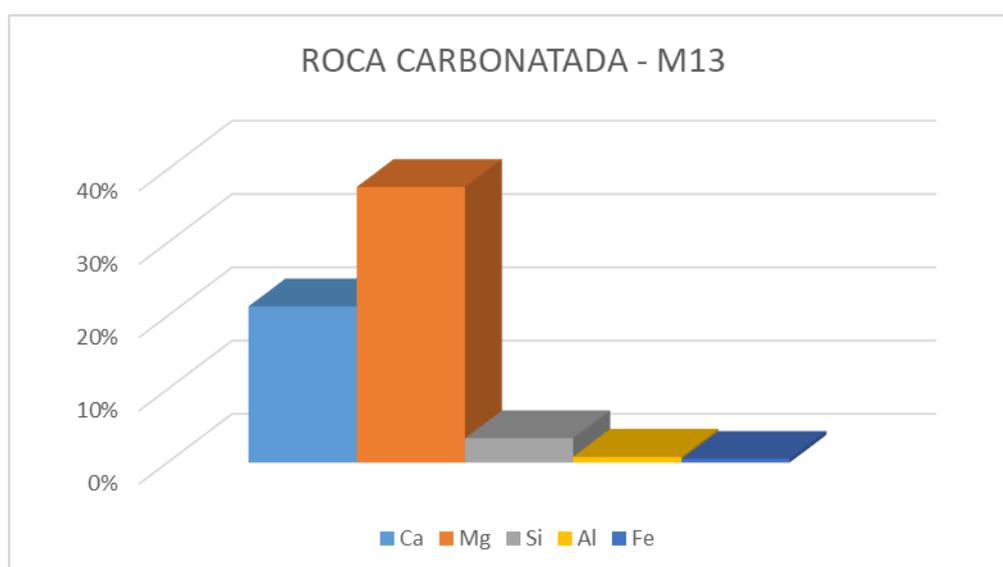
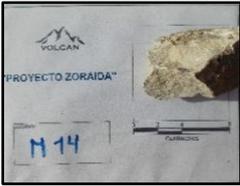


Gráfico 6. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M13

Tabla 18. Análisis elemental Muestra 14

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M14	MUESTRA
Calcio	Ca	22.2413%	
Magnesio	Mg	44.3647%	
Silicio	Si	7.2107%	
Aluminio	Al	1.2930%	
Hierro	Fe	0.8734%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		23.33

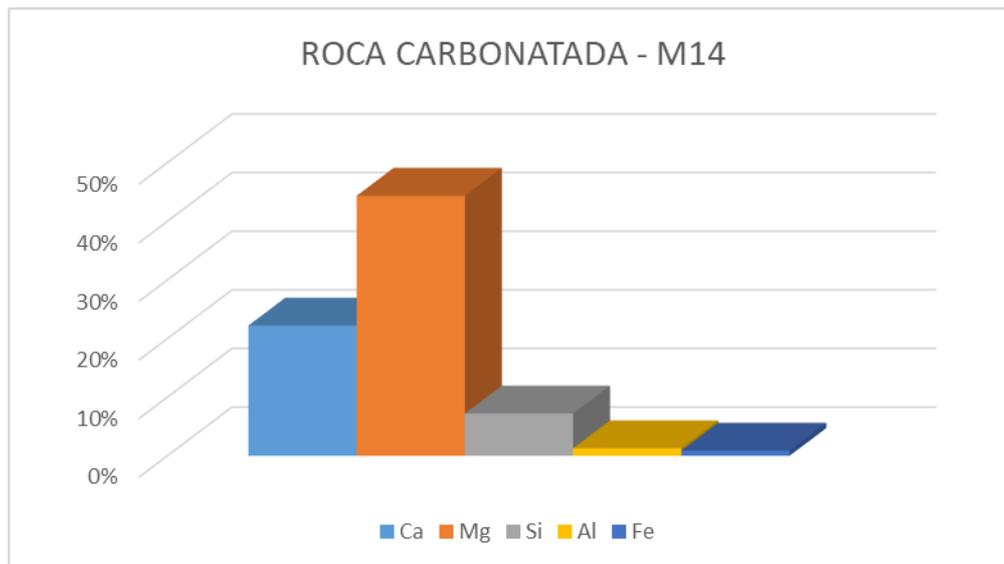


Gráfico 7. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M14

Tabla 19. Análisis elemental Muestra 19

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M19	MUESTRA
Calcio	Ca	40.7823%	
Magnesio	Mg	0.0000%	
Silicio	Si	6.3121%	
Aluminio	Al	0.6159%	
Hierro	Fe	0.1227%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		55.00

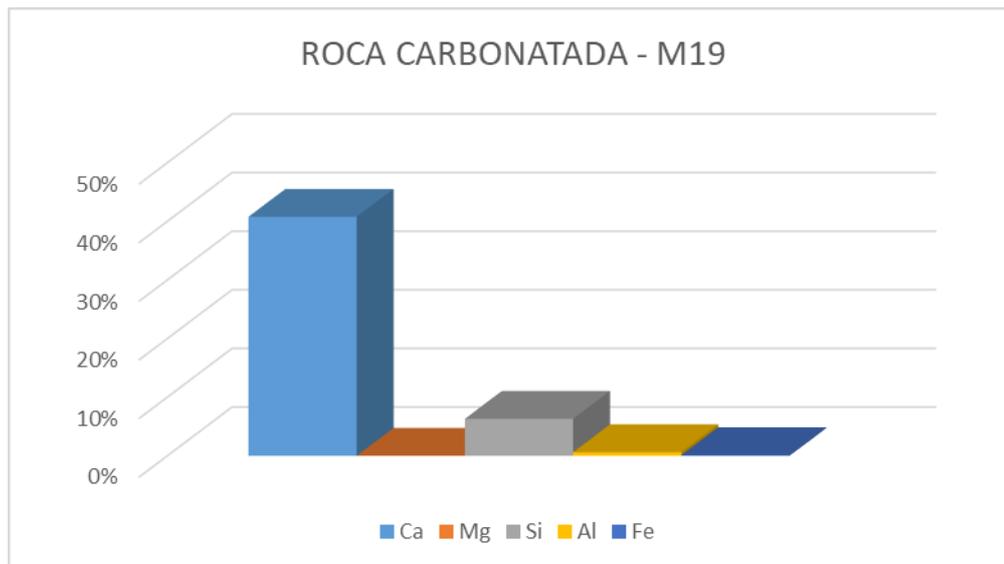


Gráfico 8. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M19

Tabla 20. Análisis elemental Muestra 20

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M20	MUESTRA
Calcio	Ca	28.7749%	
Magnesio	Mg	0.0000%	
Silicio	Si	5.7479%	
Aluminio	Al	0.3629%	
Hierro	Fe	0.2284%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		40.36
Zinc	Zn		70.88

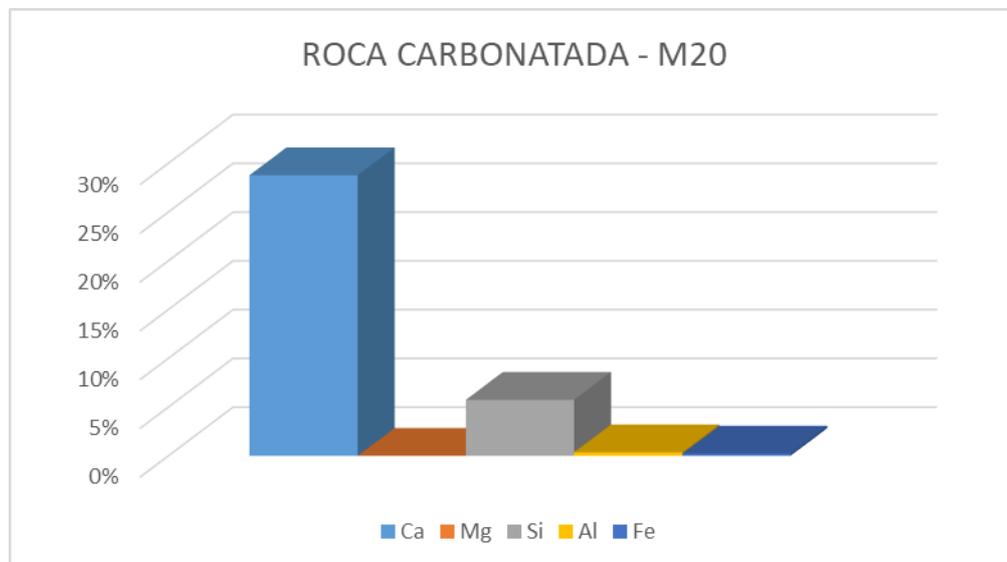


Gráfico 9. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M20

Tabla 21. Análisis elemental Muestra 21

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M21	MUESTRA
Calcio	Ca	48.9837%	
Magnesio	Mg	0.0000%	
Silicio	Si	0.6840%	
Aluminio	Al	0.2553%	
Hierro	Fe	0.0682%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		28.19

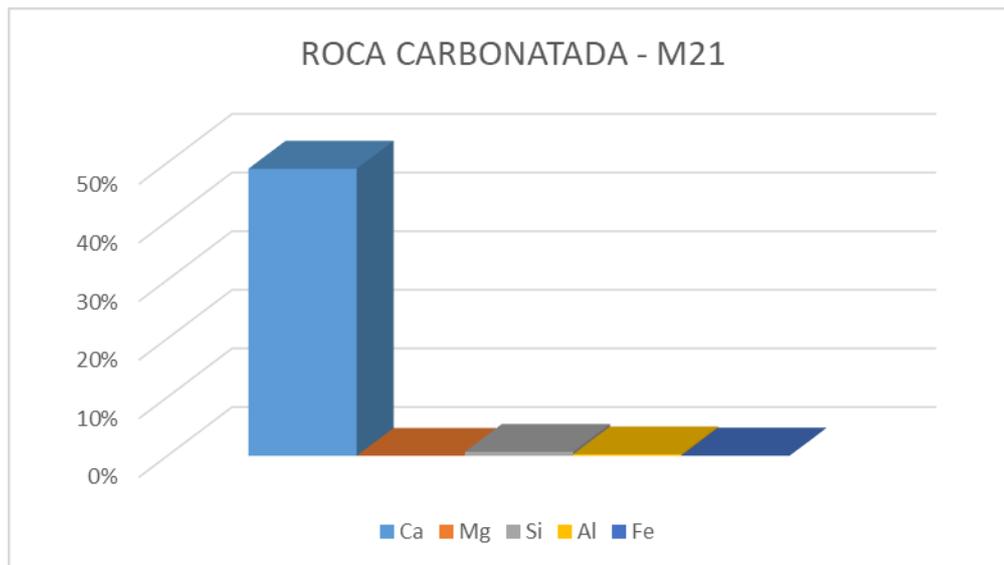


Gráfico 10. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M21

Tabla 22. Análisis elemental Muestra 22

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M22	MUESTRA
Calcio	Ca	22.1268%	
Magnesio	Mg	40.7215%	
Silicio	Si	2.3138%	
Aluminio	Al	1.3979%	
Hierro	Fe	0.1559%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		4.57
Zinc	Zn		137.20

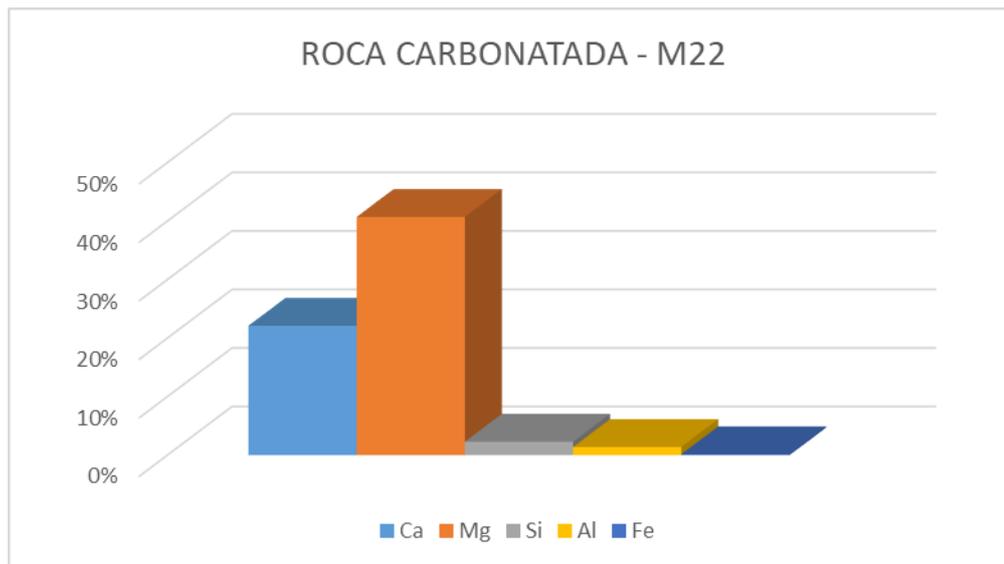


Gráfico 11. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M22

Tabla 23. Análisis elemental Muestra 23

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M23	MUESTRA
Calcio	Ca	40.9850%	
Magnesio	Mg	4.5211%	
Silicio	Si	8.9103%	
Aluminio	Al	2.5750%	
Hierro	Fe	0.3752%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		45.51
Zinc	Zn		124.05

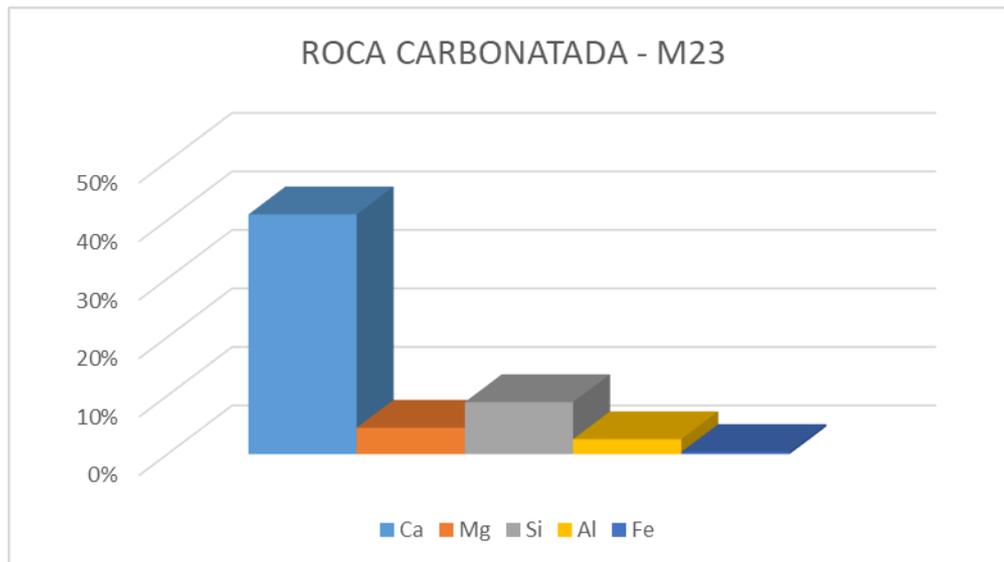


Gráfico 12. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M23

Tabla 24. Análisis elemental Muestra 24

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M24	MUESTRA
Calcio	Ca	21.1692%	
Magnesio	Mg	40.0703%	
Silicio	Si	3.2711%	
Aluminio	Al	1.1072%	
Hierro	Fe	0.1176%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		44.27

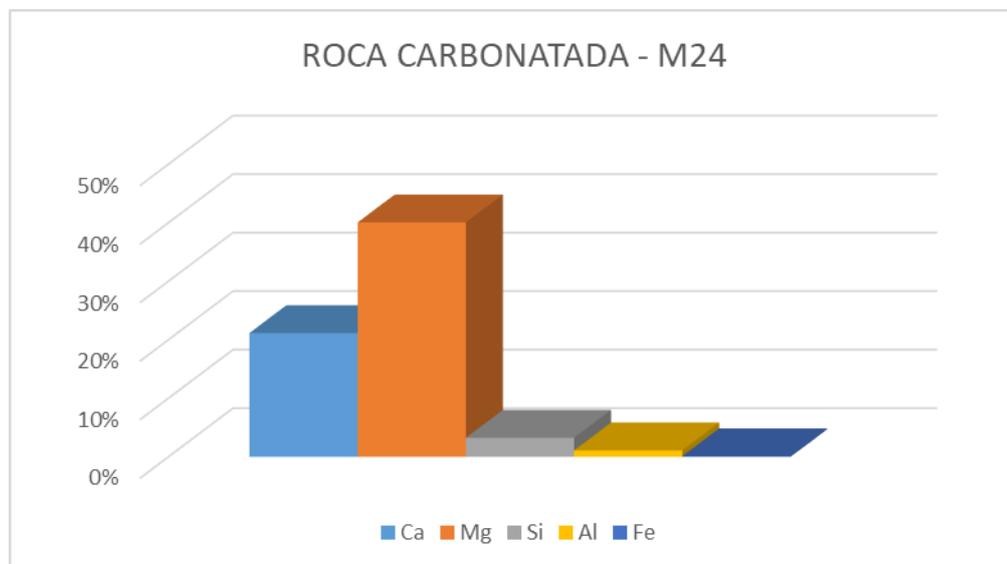


Gráfico 13. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M24

Tabla 25. Análisis elemental Muestra 25

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M25	MUESTRA
Calcio	Ca	46.6788%	
Magnesio	Mg	6.3280%	
Silicio	Si	1.0026%	
Aluminio	Al	0.0000%	
Hierro	Fe	0.1048%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		40.39

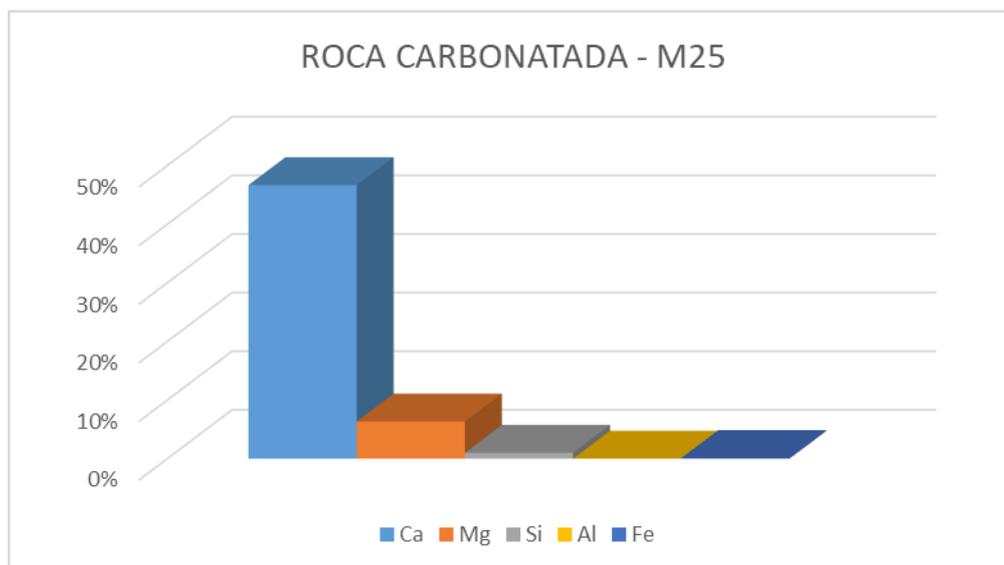


Gráfico 14. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M25

Tabla 26. Análisis elemental Muestra 26

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M26	MUESTRA
Calcio	Ca	20.5264%	
Magnesio	Mg	38.9876%	
Silicio	Si	4.3278%	
Aluminio	Al	2.1342%	
Hierro	Fe	0.7071%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		48.35

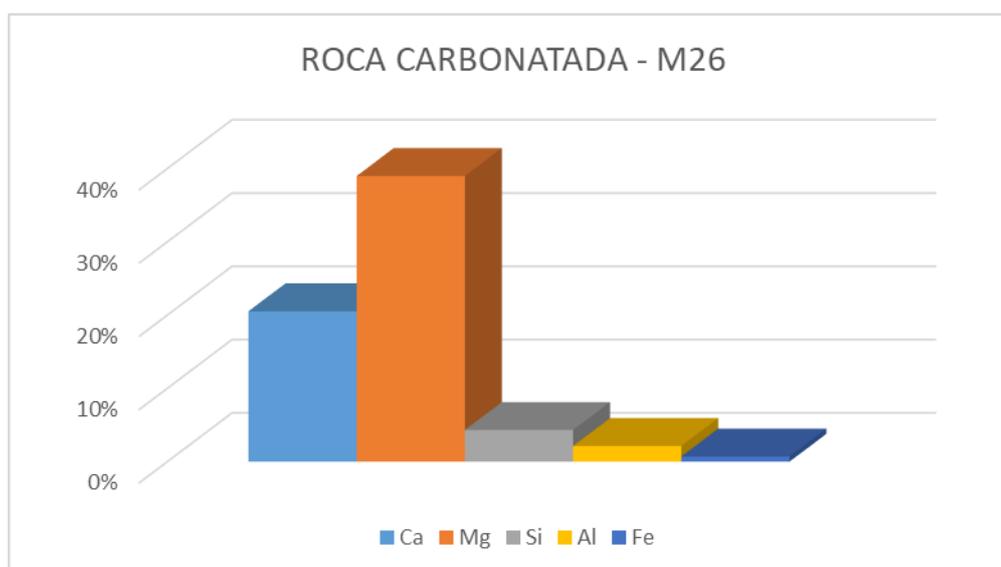


Gráfico 15. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M26

Tabla 27. Análisis elemental Muestra 27

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M27	MUESTRA
Calcio	Ca	22.1931%	
Magnesio	Mg	47.0126%	
Silicio	Si	1.3556%	
Aluminio	Al	0.0000%	
Hierro	Fe	0.5510%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		28.35
Zinc	Zn		60.54

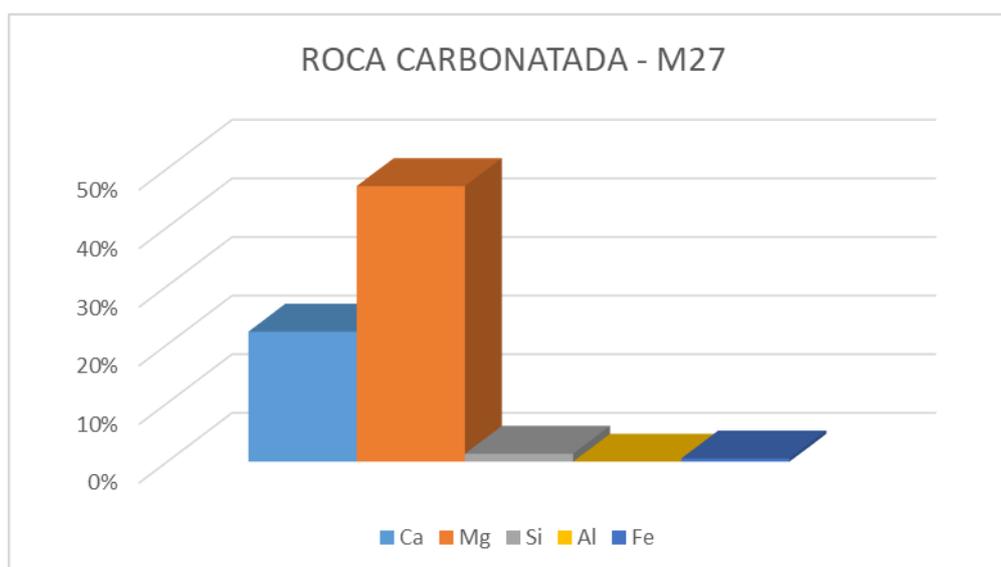


Gráfico 16. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M27

Tabla 28. Análisis elemental Muestra 28

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M28	MUESTRA
Calcio	Ca	19.7205%	
Magnesio	Mg	46.0323%	
Silicio	Si	5.0281%	
Aluminio	Al	3.0310%	
Hierro	Fe	0.4832%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		161.31

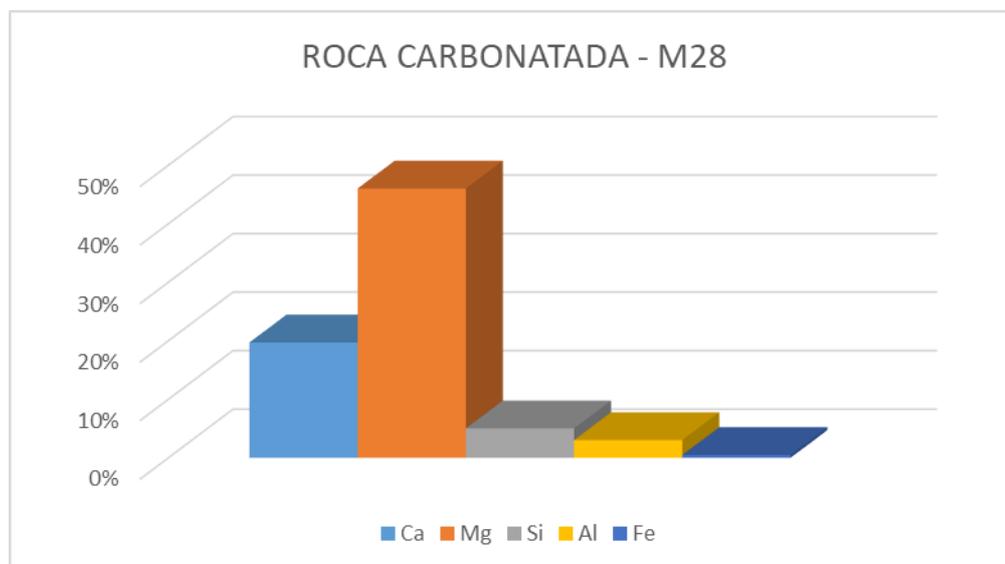


Gráfico 17. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M28

Tabla 29. Análisis elemental Muestra 29

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M29	MUESTRA
Calcio	Ca	17.7624%	
Magnesio	Mg	31.9848%	
Silicio	Si	11.6809%	
Aluminio	Al	4.0344%	
Hierro	Fe	0.5317%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		27.38

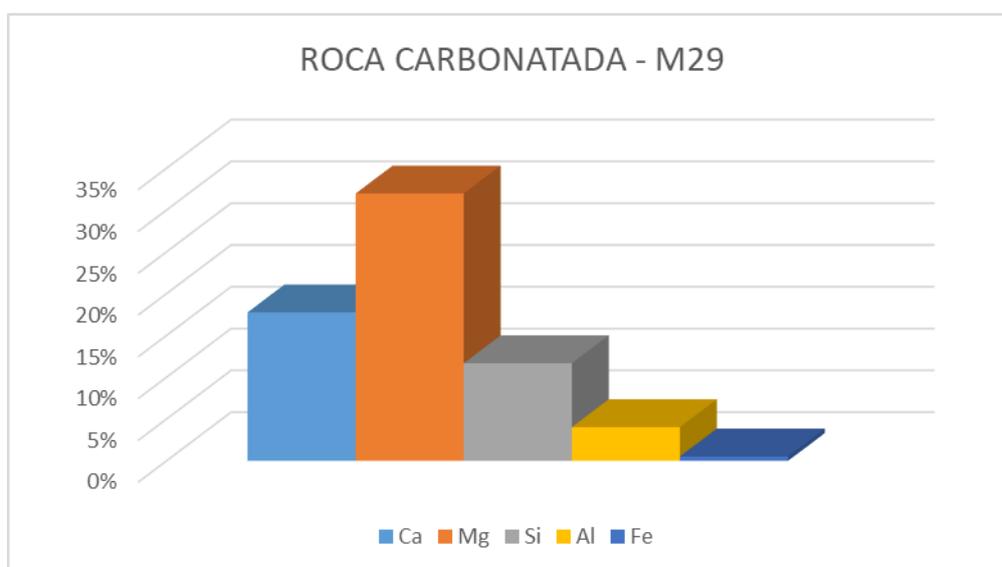


Gráfico 18. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M29

Tabla 30. Análisis elemental Muestra 33

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M33	MUESTRA
Calcio	Ca	20.4485%	
Magnesio	Mg	43.5012%	
Silicio	Si	2.9177%	
Aluminio	Al	1.3228%	
Hierro	Fe	0.2446%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		18.87

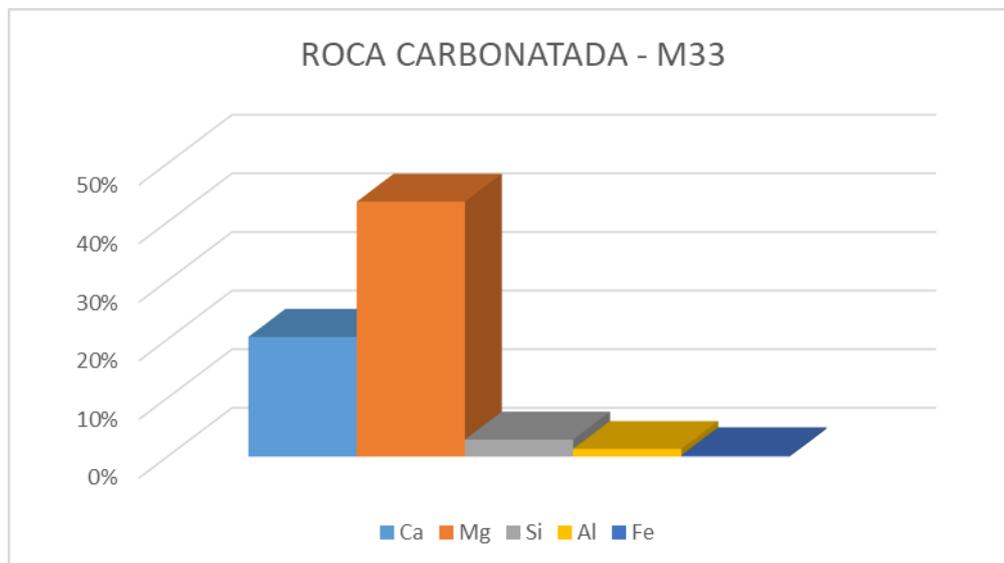


Gráfico 19. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M33

Tabla 31. Análisis elemental Muestra 34

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M34	MUESTRA
Calcio	Ca	42.1485%	
Magnesio	Mg	11.5325%	
Silicio	Si	0.9817%	
Aluminio	Al	0.5055%	
Hierro	Fe	0.1506%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		18.88

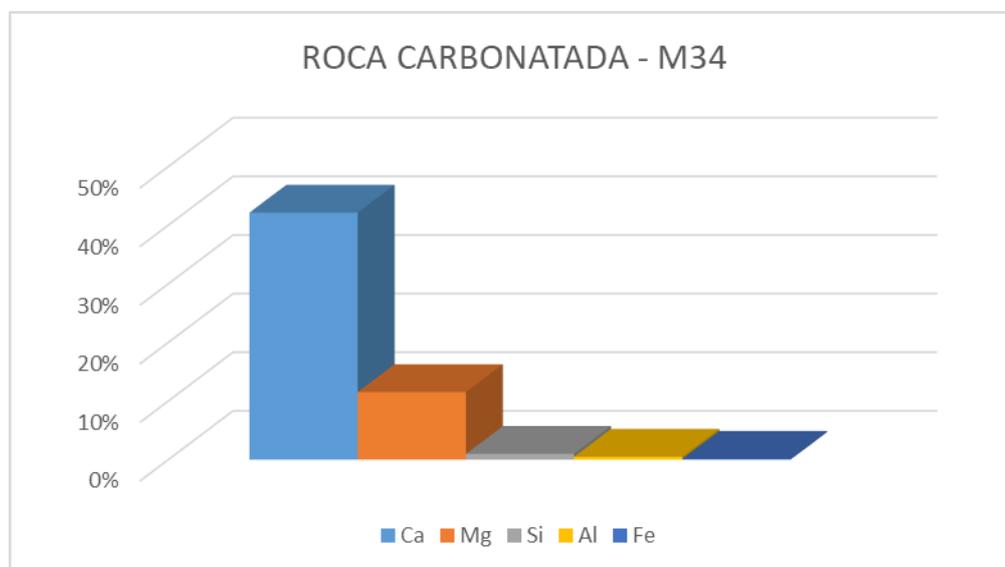


Gráfico 20. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M34

Tabla 32. Análisis elemental Muestra 35

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M35	MUESTRA
Calcio	Ca	35.7791%	
Magnesio	Mg	21.7722%	
Silicio	Si	1.2915%	
Aluminio	Al	0.3621%	
Hierro	Fe	0.0916%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		10.44

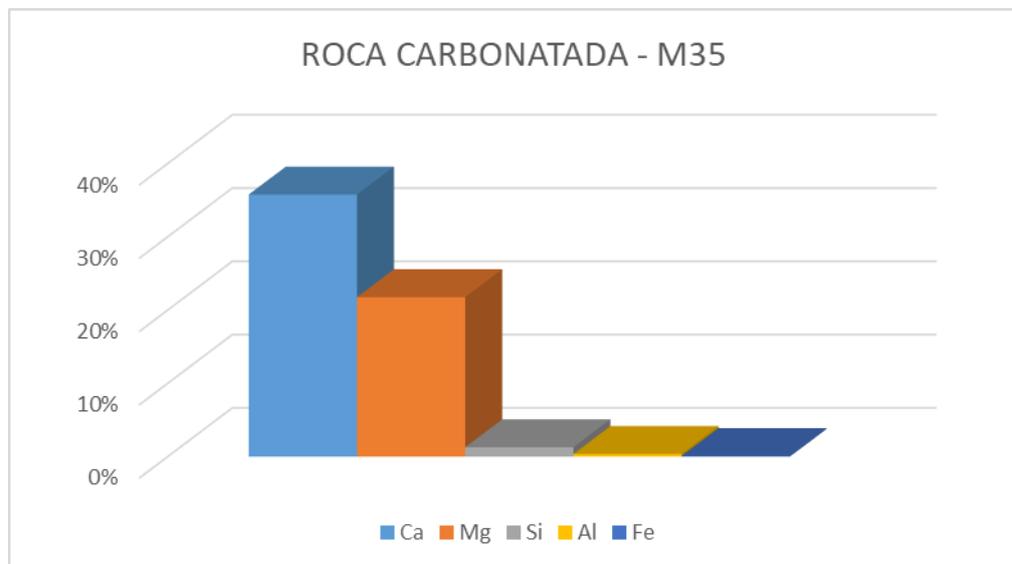


Gráfico 21. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M35

Tabla 33. Análisis elemental Muestra 36

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M36	MUESTRA
Calcio	Ca	22.0119%	
Magnesio	Mg	47.9217%	
Silicio	Si	1.7357%	
Aluminio	Al	0.9914%	
Hierro	Fe	0.1405%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		3.83
Zinc	Zn		134.91

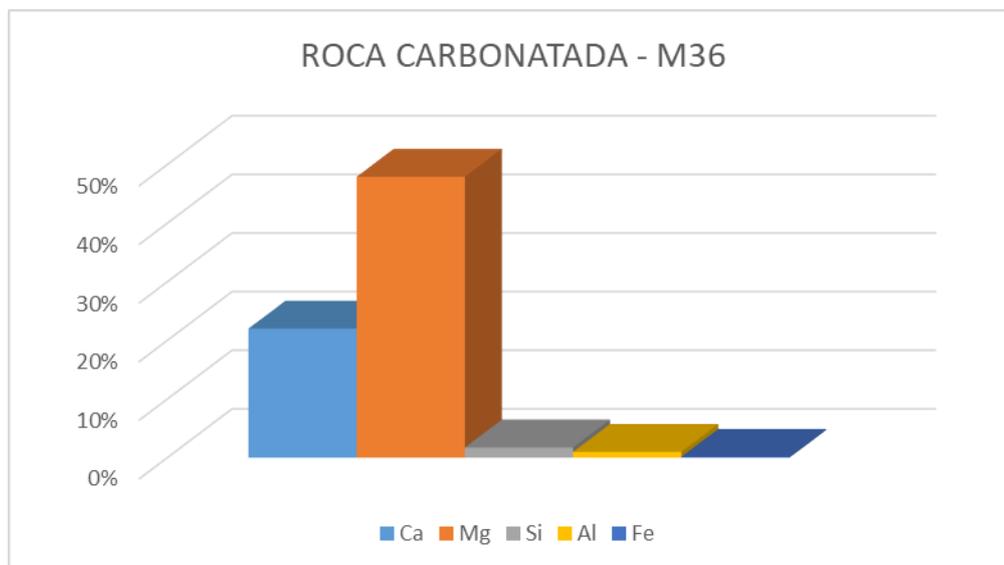


Gráfico 22. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M36

Tabla 34. Análisis elemental Muestra 37

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M37	MUESTRA
Calcio	Ca	26.8762%	
Magnesio	Mg	42.1440%	
Silicio	Si	1.4404%	
Aluminio	Al	1.2276%	
Hierro	Fe	0.2218%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		35.75

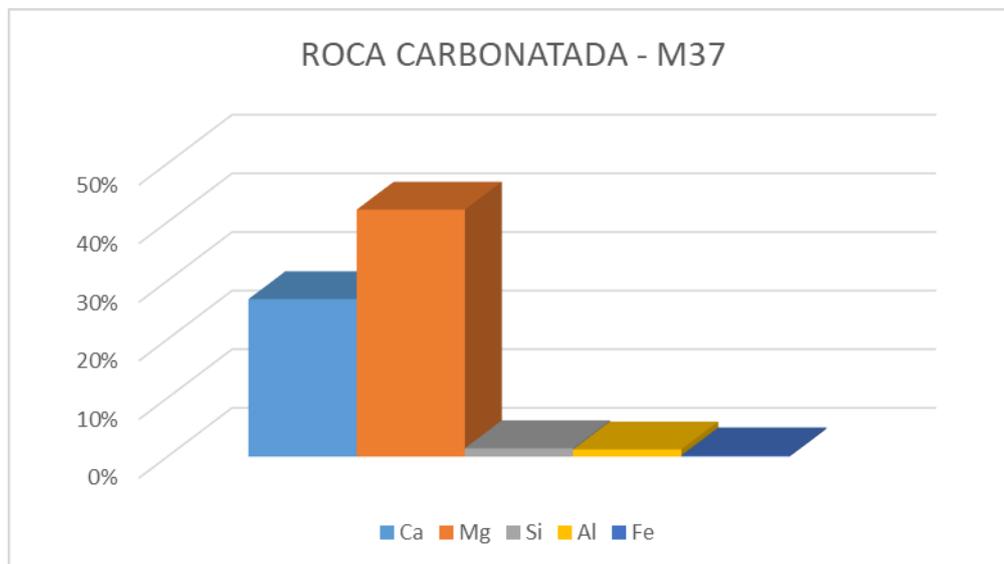


Gráfico 23. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M37

Tabla 35. Análisis elemental Muestra 38

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M38	MUESTRA
Calcio	Ca	48.8455%	
Magnesio	Mg	2.5828%	
Silicio	Si	0.9373%	
Aluminio	Al	0.8277%	
Hierro	Fe	0.1081%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		35.71

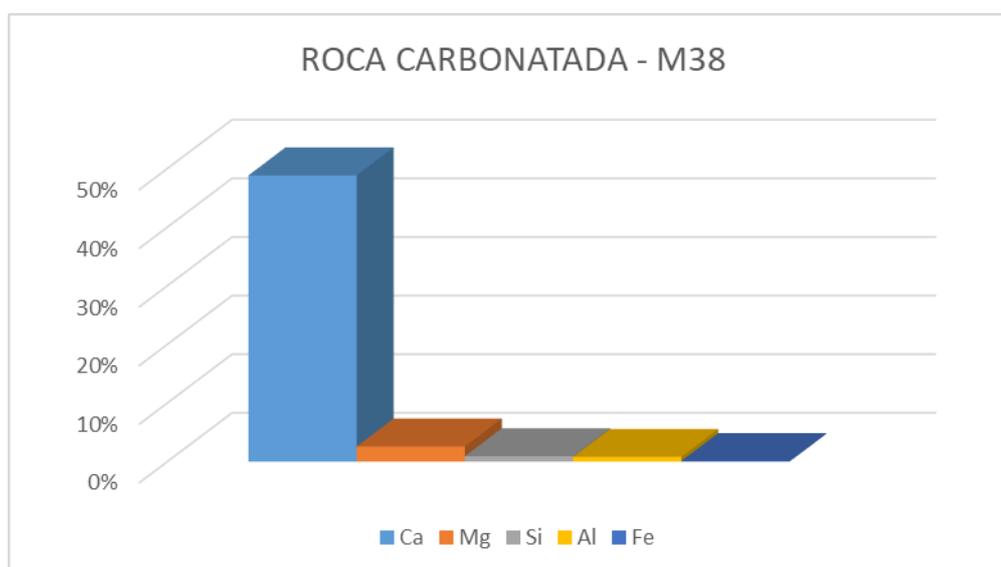
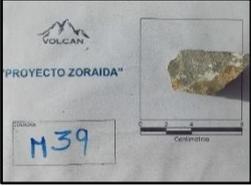


Gráfico 24. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M38

Tabla 36. Análisis elemental Muestra 39

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M39	MUESTRA
Calcio	Ca	37.9553%	
Magnesio	Mg	18.6467%	
Silicio	Si	1.5145%	
Aluminio	Al	0.9023%	
Hierro	Fe	0.3343%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		17.60

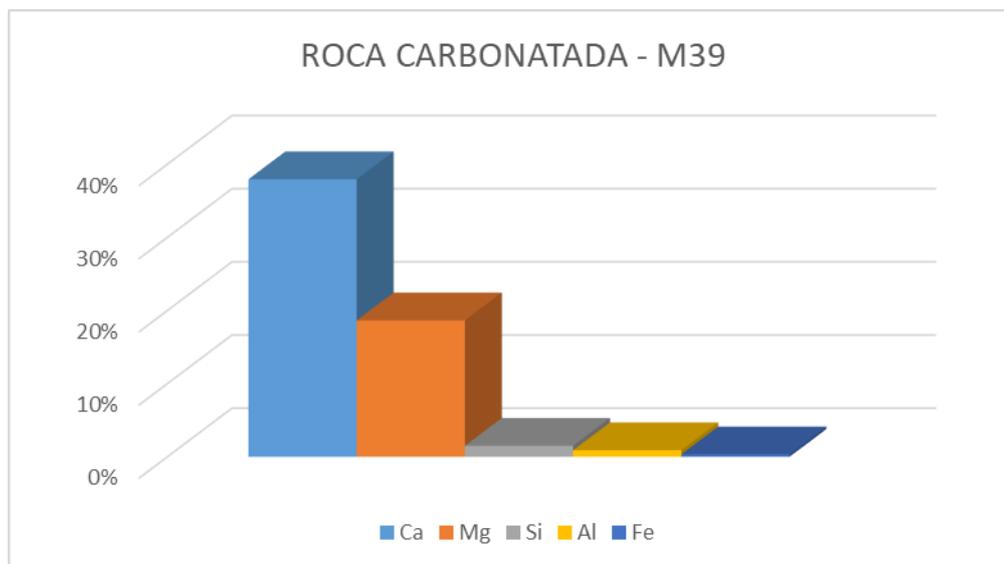


Gráfico 25. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M39

4.2.2.2. RESULTADO DEL ANALISIS QUIMICO ELEMENTAL DE LAS MUESTRAS DE ROCAS MÁFICAS

Tabla 37. Análisis elemental Muestra 4

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M4	MUESTRA
Silicio	Si	41.3754%	
Titanio	Ti	1.1059%	
Aluminio	Al	19.3334%	
Hierro	Fe	6.0887%	
Manganeso	Mn	0.0662%	
Magnesio	Mg	14.7452%	
Calcio	Ca	2.3108%	
Potasio	K	0.3074%	
Fósforo	P	0.0000%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	14.6670%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		79.55

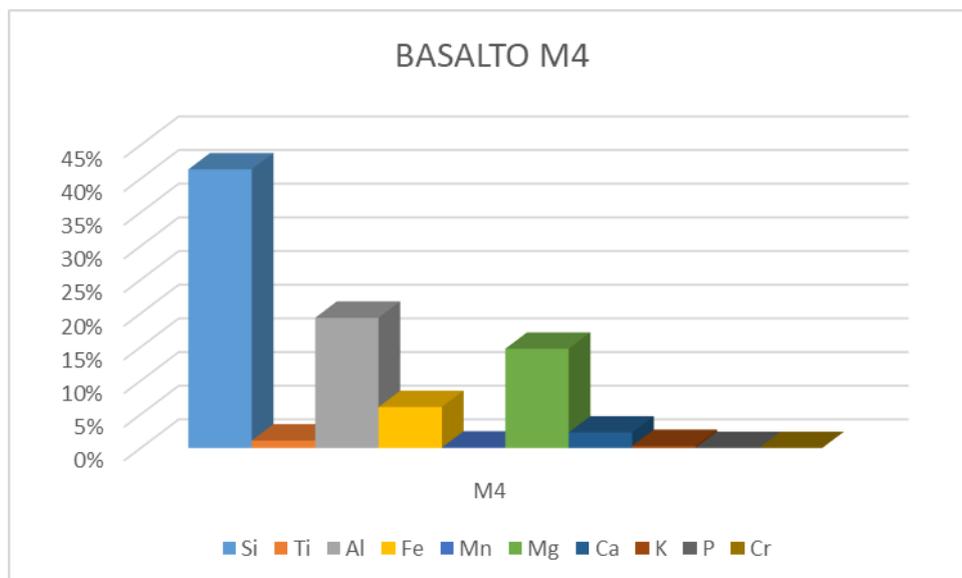


Gráfico 26. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M4

Tabla 38. Análisis elemental Muestra 5

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M5	
Silicio	Si	37.1589%	
Titanio	Ti	1.3908%	
Aluminio	Al	14.8604%	
Hierro	Fe	7.0774%	
Manganeso	Mn	0.0519%	
Magnesio	Mg	8.2500%	
Calcio	Ca	2.9714%	
Potasio	K	0.2409%	
Fósforo	P	0.0000%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	27.9983%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	240.55	

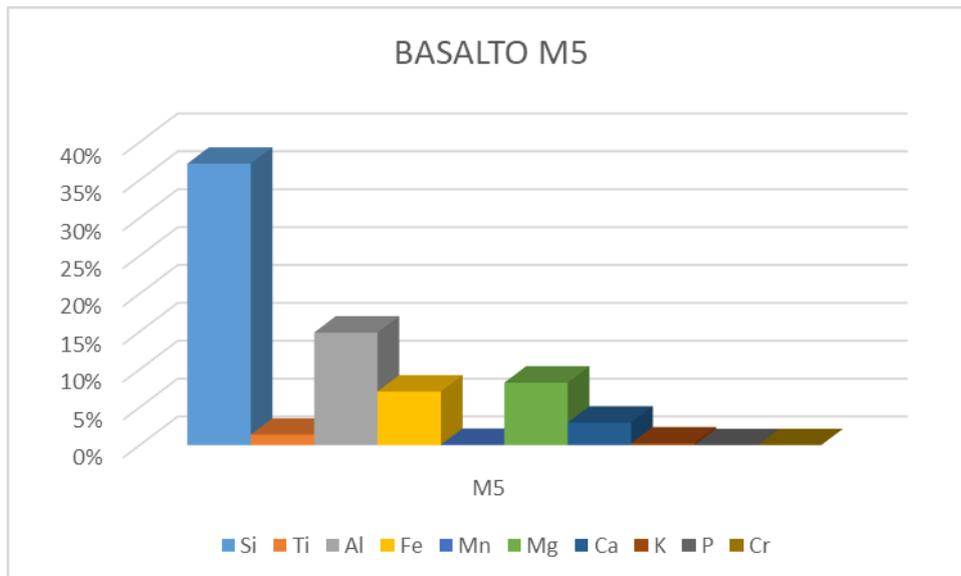
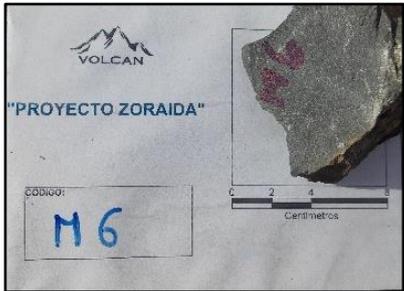


Gráfico 27. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M5

Tabla 39. Análisis elemental Muestra 6

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			MUESTRA
ELEMENTO	SIMBOLO	M6	
Silicio	Si	38.9101%	
Titanio	Ti	1.0329%	
Aluminio	Al	16.5955%	
Hierro	Fe	6.8298%	
Manganeso	Mn	0.1598%	
Magnesio	Mg	8.7353%	
Calcio	Ca	2.8638%	
Potasio	K	0.3061%	
Fósforo	P	0.0000%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	24.5667%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	174.07	

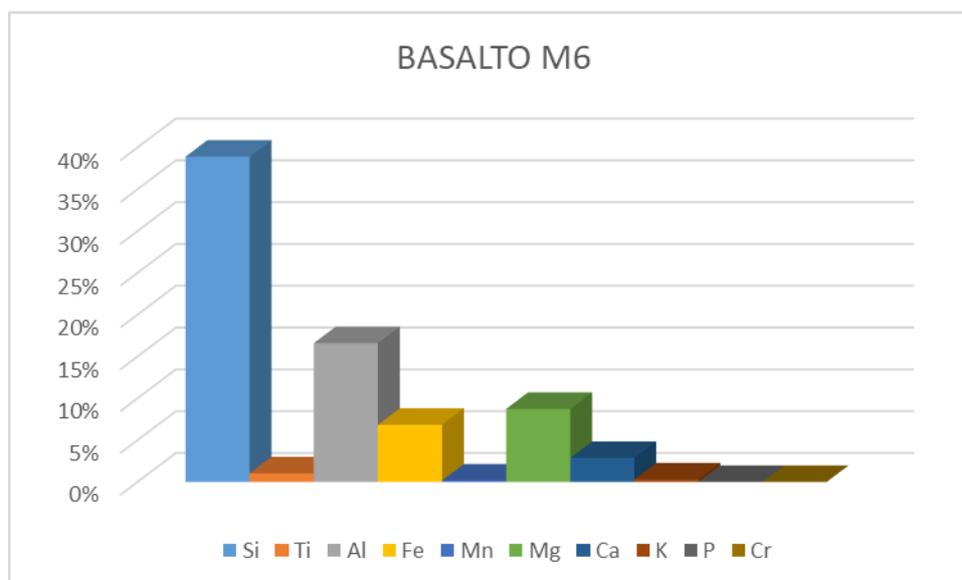


Gráfico 28. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M6

Tabla 40. Análisis elemental Muestra 7

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M7	MUESTRA
Silicio	Si	32.9904%	
Titanio	Ti	1.6172%	
Aluminio	Al	16.4110%	
Hierro	Fe	8.0150%	
Manganeso	Mn	0.2167%	
Magnesio	Mg	14.5649%	
Calcio	Ca	0.9859%	
Potasio	K	0.1822%	
Fósforo	P	0.0017%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	25.0150%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		920.12

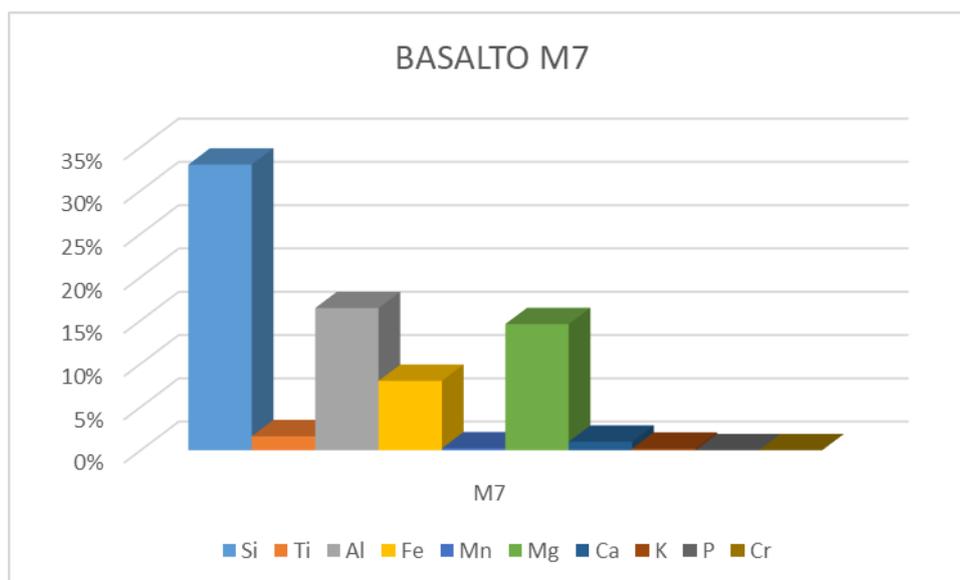


Gráfico 29. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M7

Tabla 41. Análisis elemental Muestra 8

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M8	MUESTRA
Silicio	Si	34.8102%	
Titanio	Ti	1.0972%	
Aluminio	Al	21.1015%	
Hierro	Fe	4.7313%	
Manganeso	Mn	0.0611%	
Magnesio	Mg	2.9849%	
Calcio	Ca	3.0993%	
Potasio	K	0.2020%	
Fósforo	P	0.0017%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	31.9107%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		37.57

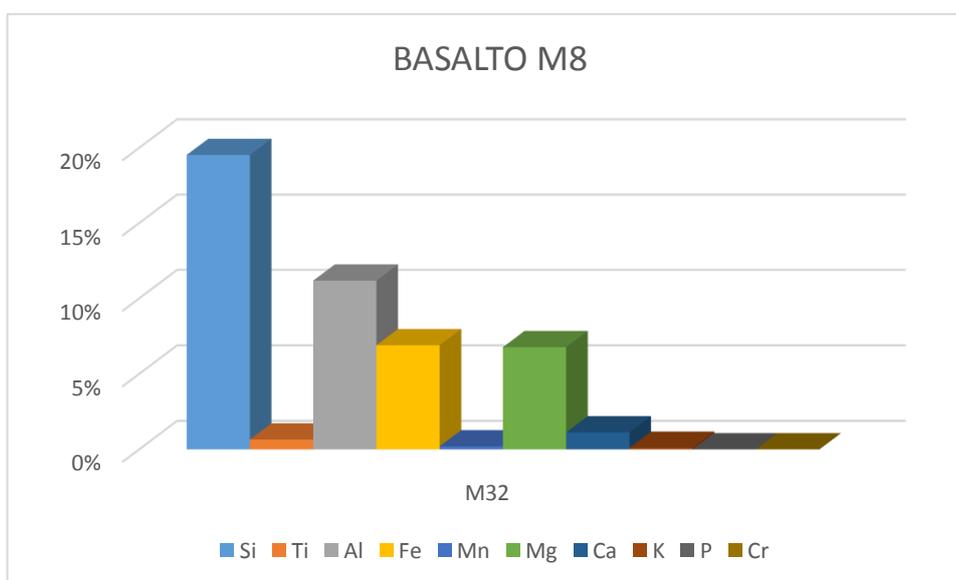


Gráfico 30. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M8

Tabla 42. Análisis elemental Muestra 9

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M9	
Silicio	Si	40.2136%	
Titanio	Ti	1.0147%	
Aluminio	Al	18.4532%	
Hierro	Fe	7.4707%	
Manganeso	Mn	0.0764%	
Magnesio	Mg	6.8971%	
Calcio	Ca	2.0275%	
Potasio	K	0.2306%	
Fósforo	P	0.0000%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	23.6161%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	115.50	

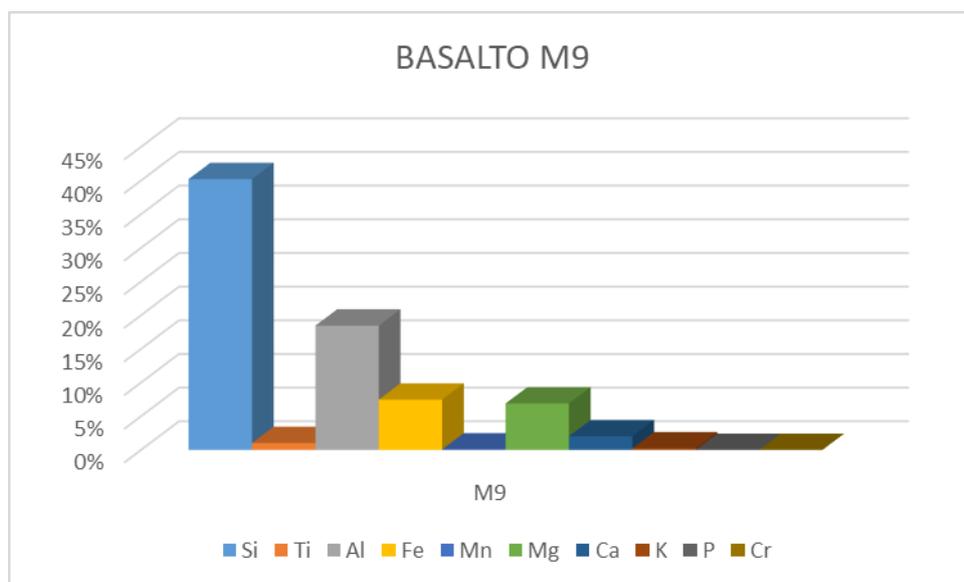


Gráfico 31. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M9

Tabla 43. Análisis elemental Muestra 10

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			MUESTRA
ELEMENTO	SIMBOLO	M10	
Silicio	Si	39.4486%	
Titanio	Ti	1.0640%	
Aluminio	Al	22.3073%	
Hierro	Fe	6.9318%	
Manganeso	Mn	0.1313%	
Magnesio	Mg	9.8918%	
Calcio	Ca	2.5764%	
Potasio	K	0.2854%	
Fósforo	P	0.0015%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	17.3619%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	143.97	

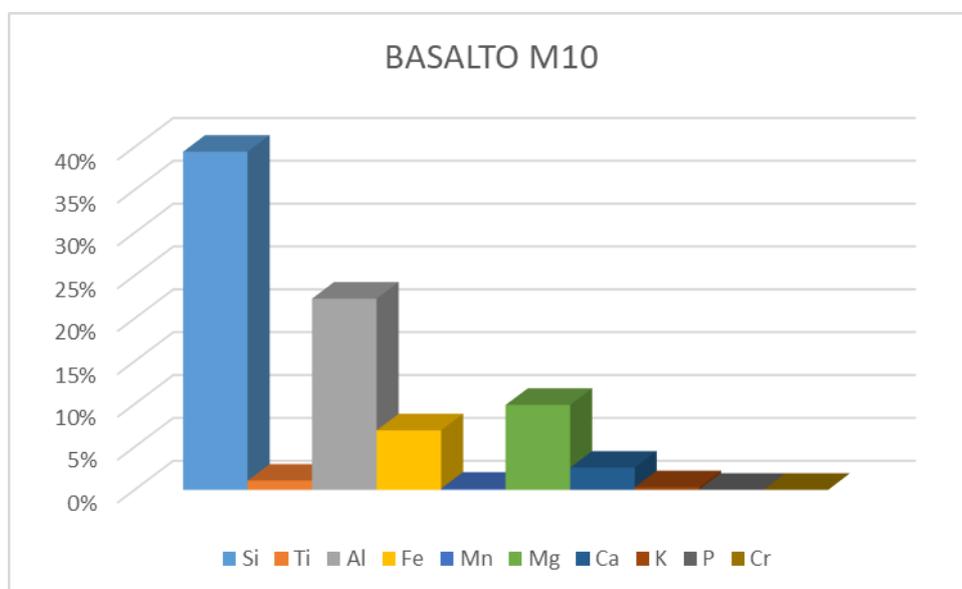


Gráfico 32. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M10

Tabla 44. Análisis elemental Muestra 15

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			MUESTRA
ELEMENTO	SIMBOLO	M15	
Silicio	Si	57.5443%	
Titanio	Ti	0.2035%	
Aluminio	Al	8.8736%	
Hierro	Fe	2.2888%	
Manganeso	Mn	0.0000%	
Magnesio	Mg	2.3681%	
Calcio	Ca	1.3672%	
Potasio	K	0.0430%	
Fósforo	P	0.0008%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	27.3107%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	4.68	

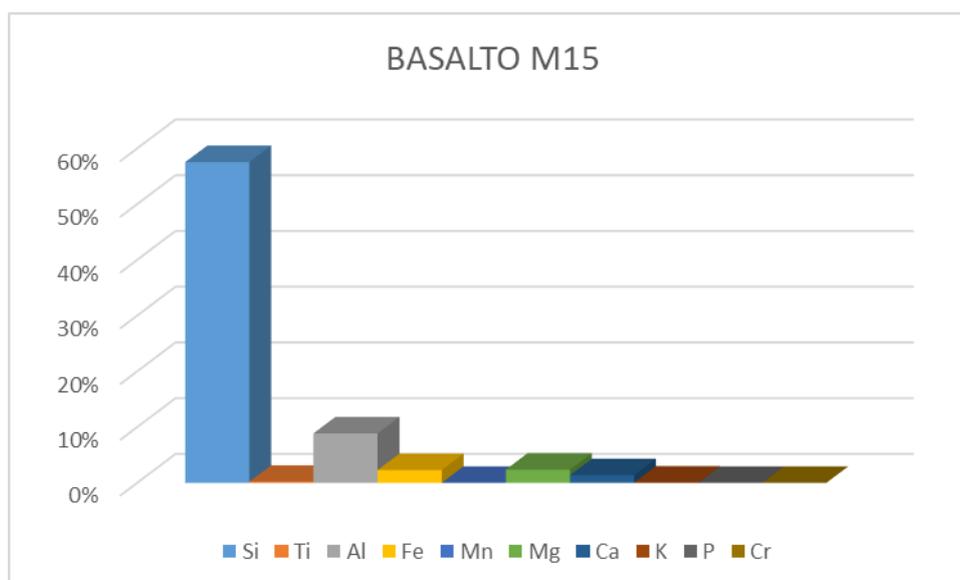


Gráfico 33. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M15

Tabla 45. Análisis elemental Muestra 16

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M16	MUESTRA
Silicio	Si	31.6986%	
Titanio	Ti	0.8886%	
Aluminio	Al	21.3508%	
Hierro	Fe	9.2962%	
Manganeso	Mn	0.0523%	
Magnesio	Mg	16.9591%	
Calcio	Ca	1.1857%	
Potasio	K	0.2171%	
Fósforo	P	0.0000%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	18.3517%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb		0.00
Zinc	Zn		233.97

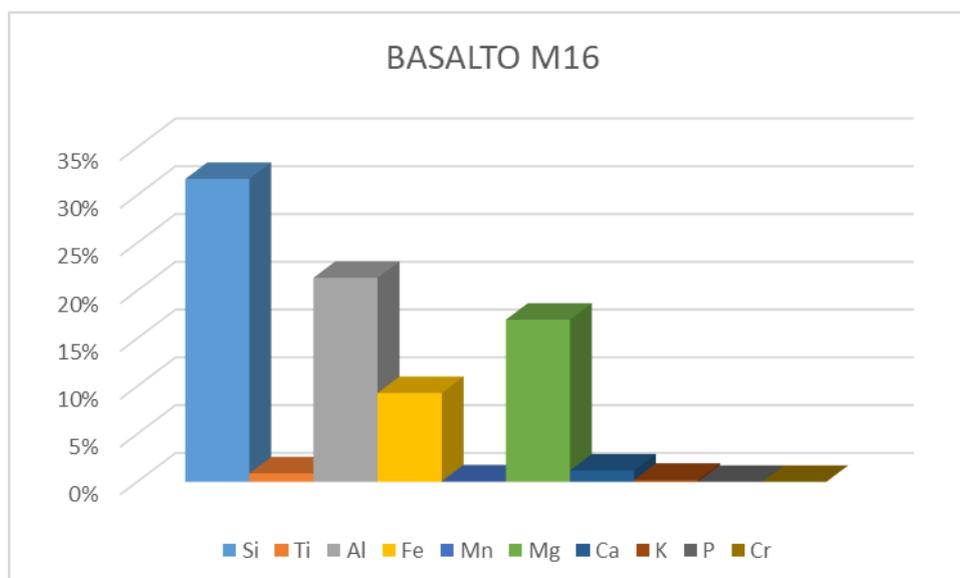


Gráfico 34. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M16

Tabla 46. Análisis elemental Muestra 17

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)				
ELEMENTO	SIMBOLO	M17	MUESTRA	
Silicio	Si	36.1150%		
Titanio	Ti	1.0785%		
Aluminio	Al	19.9409%		
Hierro	Fe	7.0522%		
Manganeso	Mn	0.1570%		
Magnesio	Mg	12.9807%		
Calcio	Ca	1.8778%		
Potasio	K	0.2405%		
Fósforo	P	0.0000%		
Cromo	Cr	0.0000%		
OTROS	Bal	20.5573%		
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)				
Plomo	Pb	0.00		
Zinc	Zn	164.44		

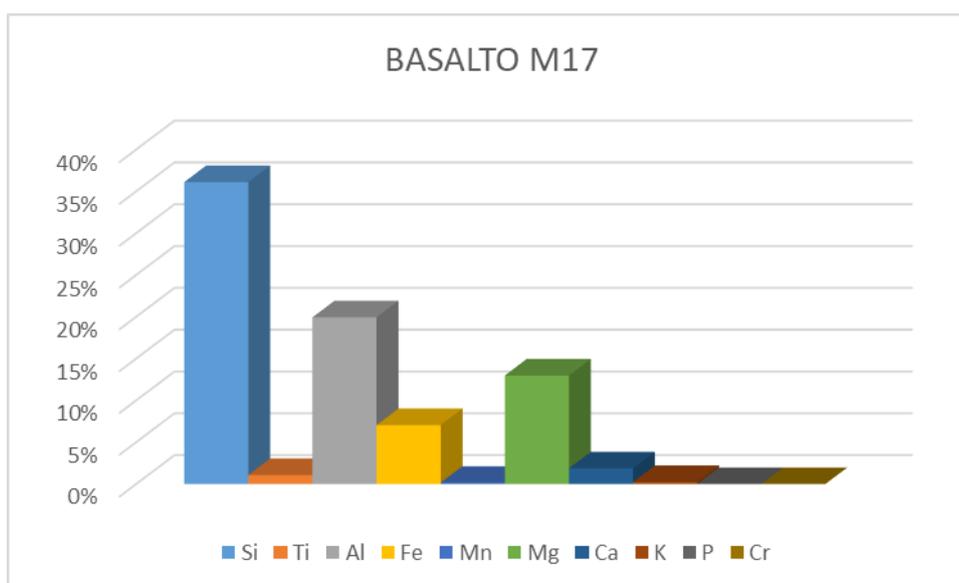


Gráfico 35. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M17

Tabla 47. Análisis elemental Muestra 18

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)			
ELEMENTO	SIMBOLO	M18	MUESTRA
Silicio	Si	35.4809%	
Titanio	Ti	1.3519%	
Aluminio	Al	18.4069%	
Hierro	Fe	9.7278%	
Manganeso	Mn	0.0818%	
Magnesio	Mg	12.9886%	
Calcio	Ca	1.0298%	
Potasio	K	0.2278%	
Fósforo	P	0.0000%	
Cromo	Cr	0.0000%	
OTROS	Bal	20.7044%	
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)			
Plomo	Pb	0.00	
Zinc	Zn	478.63	

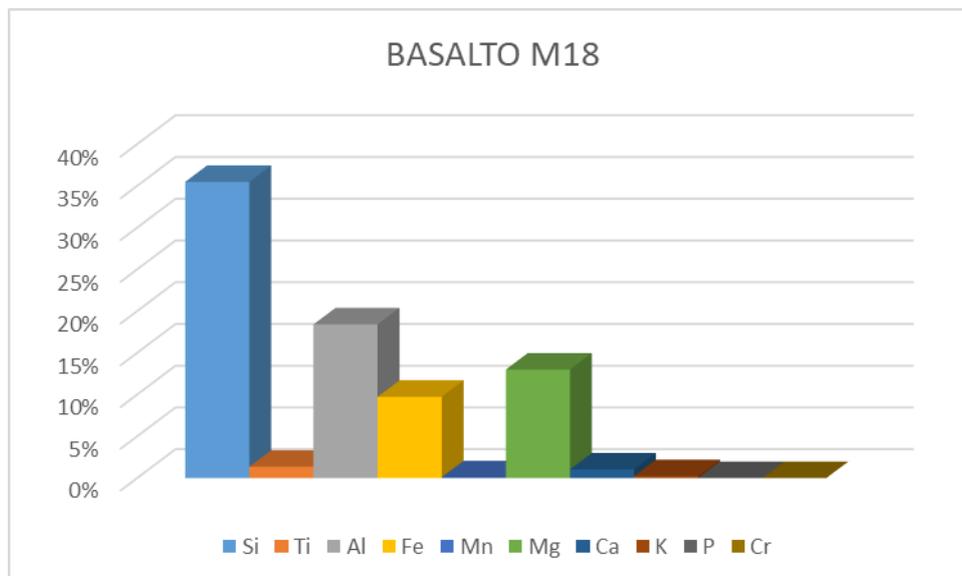


Gráfico 36. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M17

Tabla 48. Análisis elemental Muestra 30

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)				
ELEMENTO	SIMBOLO	M30	MUESTRA	
Silicio	Si	36.9117%		
Titanio	Ti	1.1365%		
Aluminio	Al	17.8716%		
Hierro	Fe	7.5205%		
Manganeso	Mn	0.1175%		
Magnesio	Mg	13.3373%		
Calcio	Ca	2.7432%		
Potasio	K	0.3173%		
Fósforo	P	0.0000%		
Cromo	Cr	0.0000%		
OTROS	Bal	20.0444%		
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)				
Plomo	Pb			0.00
Zinc	Zn		159.71	

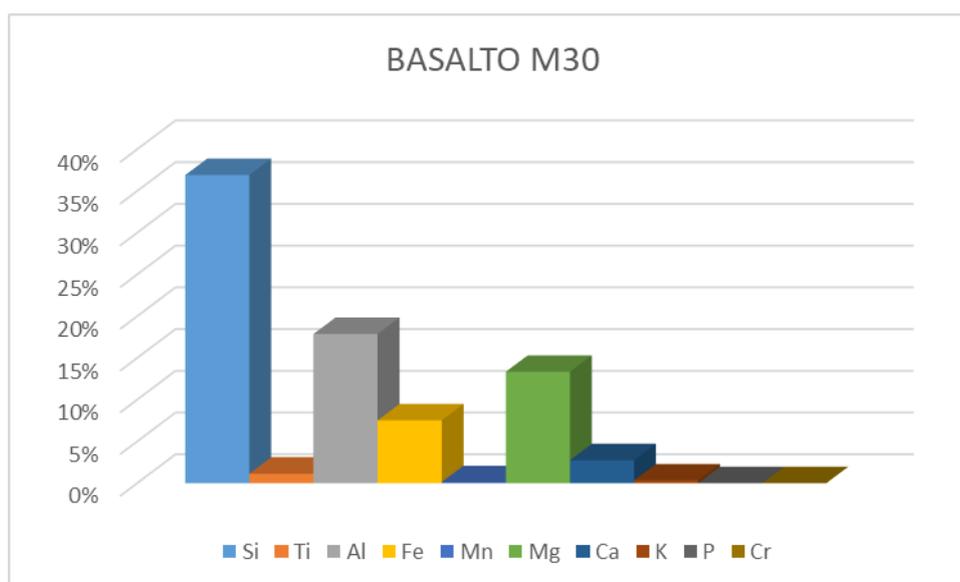
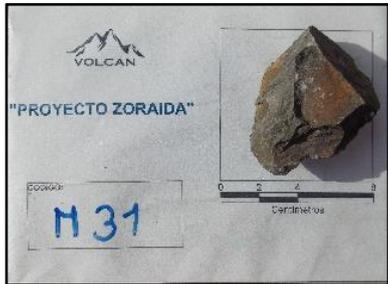


Gráfico 37. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M30

Tabla 49. Análisis elemental Muestra 31

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)				
ELEMENTO	SIMBOLO	M31	MUESTRA	
Silicio	Si	37.9793%		
Titanio	Ti	0.9759%		
Aluminio	Al	11.1549%		
Hierro	Fe	9.9096%		
Manganeso	Mn	0.1698%		
Magnesio	Mg	8.3103%		
Calcio	Ca	1.8082%		
Potasio	K	0.2070%		
Fósforo	P	0.0000%		
Cromo	Cr	0.0000%		
OTROS	Bal	29.4852%		
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)				
Plomo	Pb			0.00
Zinc	Zn		142.98	

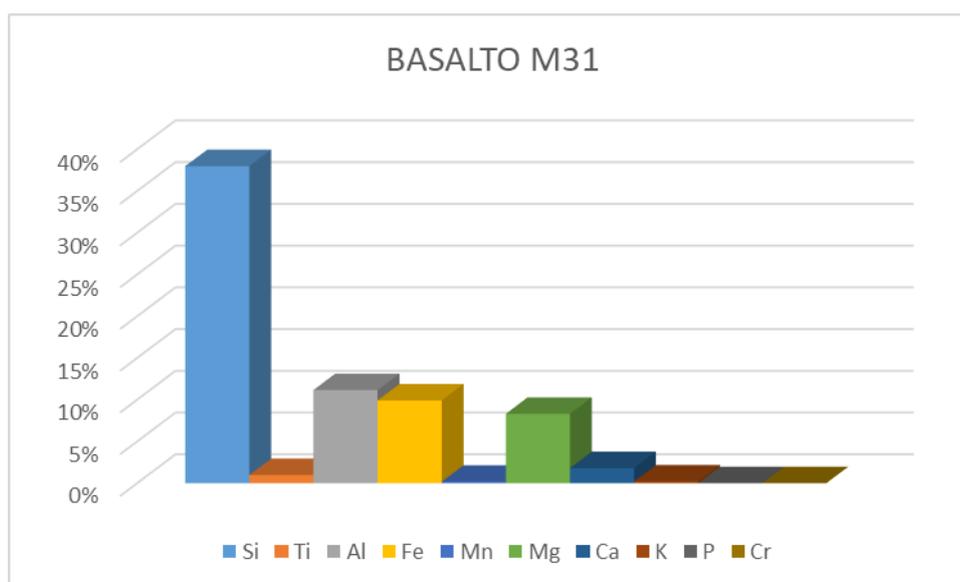


Gráfico 38. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M31

Tabla 50. Análisis elemental Muestra 32

PORCENTAJE DE CONCENTRACIÓN (%)				
ELEMENTO	SIMBOLO	M32	MUESTRA	
Silicio	Si	19.5219%		
Titanio	Ti	0.6490%		
Aluminio	Al	11.1735%		
Hierro	Fe	6.8932%		
Manganeso	Mn	0.1965%		
Magnesio	Mg	6.7644%		
Calcio	Ca	1.1238%		
Potasio	K	0.1004%		
Fósforo	P	0.0000%		
Cromo	Cr	0.0000%		
OTROS	Bal	53.5773%		
CONCENTRACION DE ELEMENTOS ECONOMICOS (ppm)				
Plomo	Pb			0.00
Zinc	Zn		120.25	

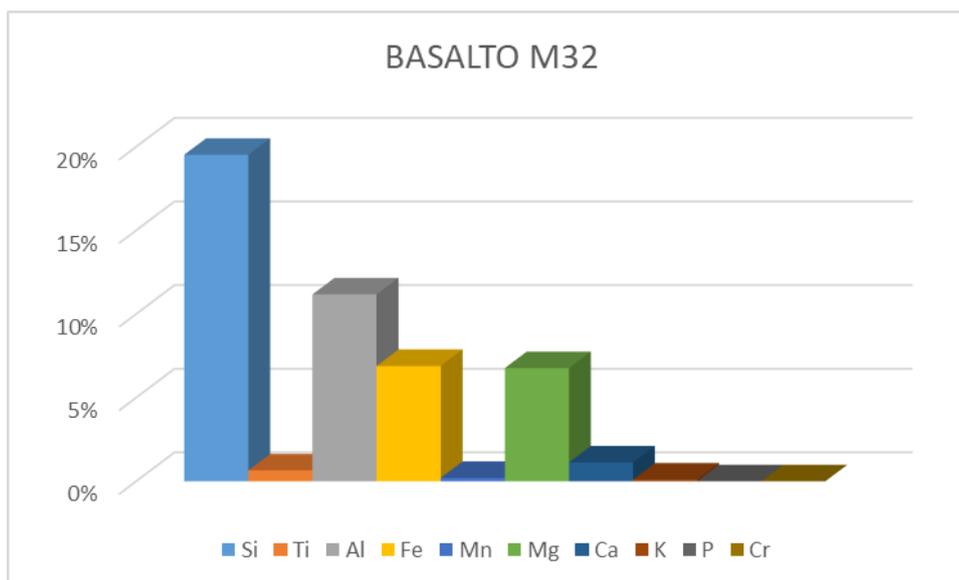


Gráfico 39. Tendencia de elementos químicos y porcentaje de concentración – M32

4.2.3. Análisis de los resultados

Según los resultados del análisis químico elemental de las muestras de roca carbonatada demuestran la existencia de Ca y Mg siendo estos los elementos principales que componen la roca carbonatada, se plantea la correlación de dichos elementos caracterizándolo como Dolomías y Calizas (Ver anexo 1.3).

Tabla 51. Concentración de elementos en muestras de rocas carbonatadas

Sample	ROCA CARACTERISTICA	CONCENTRACION DE ELEMENTOS (%)				
		Ca	Mg	Si	Al	Fe
M1	DOLOMIA	21.956	36.843	2.842	1.181	0.597
M2	DOLOMIA	21.806	34.757	3.390	2.405	0.550
M3	DOLOMIA	21.890	43.653	2.122	0.285	0.623
M11	DOLOMIA	20.796	44.058	2.528	1.798	0.606
M12	DOLOMIA	21.596	48.785	3.778	0.526	0.390
M13	DOLOMIA	21.328	37.627	3.330	0.805	0.508
M14	DOLOMIA	22.241	44.365	7.211	1.293	0.873
M19	CALIZA	40.782	0.000	6.312	0.616	0.123
M20	CALIZA	28.775	0.000	5.748	0.363	0.228
M21	CALIZA	48.984	0.000	0.684	0.255	0.068
M22	DOLOMIA	22.127	40.722	2.314	1.398	0.156
M23	CALIZA	40.985	4.521	8.910	2.575	0.375
M24	DOLOMIA	21.169	40.070	3.271	1.107	0.118
M25	CALIZA	46.679	6.328	1.003	0.000	0.105
M26	DOLOMIA	20.526	38.988	4.328	2.134	0.707
M27	DOLOMIA	22.193	47.013	1.356	0.000	0.551
M28	DOLOMIA	19.720	46.032	5.028	3.031	0.483
M29	DOLOMIA	17.762	31.985	11.681	4.034	0.532
M33	DOLOMIA	20.449	43.501	2.918	1.323	0.245
M34	CALIZA	42.148	11.532	0.982	0.506	0.151
M35	CALIZA	35.779	21.772	1.291	0.362	0.092
M36	DOLOMIA	22.012	47.922	1.736	0.991	0.141
M37	DOLOMIA	26.876	42.144	1.440	1.228	0.222
M38	CALIZA	48.846	2.583	0.937	0.828	0.108
M39	CALIZA	37.955	18.647	1.514	0.902	0.334

Nota: Se caracteriza las muestras de rocas de acuerdo a la concentración de Ca y Mg

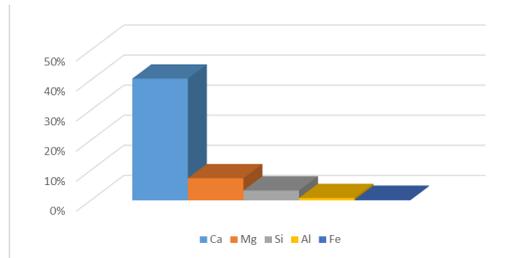


Gráfico 40. Tendencia de elementos químicos en Calizas

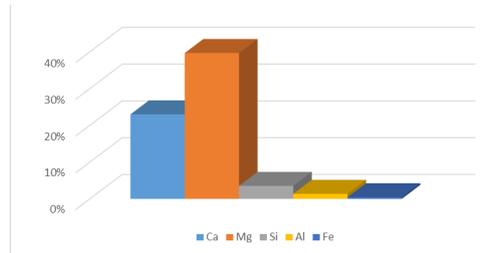


Gráfico 41. Tendencia de elementos químicos en Dolomías

Para el análisis de las muestras basálticas se correlaciona los elementos Fe y Mg siendo estos los elementos característicos que componen una roca máfica (Ver anexo 1.4), en la muestra 32 se muestran altos niveles de Ca siendo estos característicos de rocas basálticas de textura amigdaloides con relleno de calcita. Las muestras 19, 20 y 21 muestran bajas concentraciones de Fe - Mg porque no son elementos característicos de rocas carbonatadas (Ver tabla 51).

Para cada muestra se analizó los elementos económicos Pb y Zn en ppm (Ver tabla 51), teniendo anomalías de Zn en todas las muestras desde 4.68 ppm hasta 920.11 ppm; se observa anomalías con más alta concentración en las muestras basálticas y dolomíticas (Ver anexo 1.5), el elemento Pb no muestra mucha concentración anómala teniendo desde 0 ppm hasta 45 ppm, teniendo los altos valores también en las muestras dolomíticas y en las muestras de caliza 20 y 23 (Ver anexo 1.6).

Tabla 52. Concentración de elementos característicos para muestras de roca basálticas y concentración de elementos económicos

Muestra	CARACTERIZACIÓN	CONCENTRACION DE ELEMENTOS (%)											
		Si	Ti	Al	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	Cr	Pb	Zn
M1	DOLOMIA	2.842	0.011	1.181	0.624	0.597	36.843	21.956	0.171	0.041	0.000	0.00	309.85
M2	DOLOMIA	3.390	0.006	2.405	0.299	0.550	34.757	21.806	0.304	0.066	0.000	4.16	332.75
M3	DOLOMIA	2.122	0.000	0.285	0.249	0.623	43.653	21.890	0.047	0.000	0.000	0.00	83.29
M4	BASALTO AFANÍTICO	41.375	1.106	19.333	0.066	6.089	14.745	3.186	2.311	0.307	0.000	0.00	79.55
M5	BASALTO AMIGDALOIDE	37.159	1.391	14.860	0.052	7.077	8.250	0.530	2.971	0.241	0.000	0.00	240.55
M6	BASALTO AFANÍTICO	38.910	1.033	16.596	0.160	6.830	8.735	3.659	2.864	0.306	0.000	0.00	174.07
M7	BASALTO AMIGDALOIDE	32.990	1.617	16.411	0.217	8.015	14.565	1.600	0.986	0.182	0.002	0.00	920.12
M8	BASALTO AFANÍTICO	34.810	1.097	21.102	0.061	4.731	2.985	7.413	3.099	0.202	0.002	0.00	37.57
M9	BASALTO AFANÍTICO	40.214	1.015	18.453	0.076	7.471	6.897	5.750	2.028	0.231	0.000	0.00	115.50
M10	BASALTO AFANÍTICO	39.449	1.064	22.307	0.131	6.932	9.892	3.182	2.576	0.285	0.002	0.00	143.97
M11	DOLOMIA	2.528	0.004	1.798	0.353	0.606	44.058	20.796	0.057	0.000	0.000	3.91	156.41
M12	DOLOMIA	3.778	0.000	0.526	0.689	0.390	48.785	21.596	0.049	0.000	0.000	24.51	51.91
M13	DOLOMIA	3.330	0.004	0.805	0.076	0.508	37.627	21.328	0.000	0.000	0.000	0.00	6.75
M14	DOLOMIA	7.211	0.014	1.293	0.129	0.873	44.365	22.241	0.000	0.000	0.000	0.00	23.33
M15	BASALTO AFANÍTICO	57.544	0.203	8.874	0.000	2.289	2.368	0.669	1.367	0.043	0.001	0.00	4.68
M16	BASALTO AMIGDALOIDE	31.699	0.889	21.351	0.052	9.296	16.959	0.470	1.186	0.217	0.000	0.00	233.97
M17	BASALTO AFANÍTICO	36.115	1.079	19.941	0.157	7.052	12.981	2.930	1.878	0.241	0.000	0.00	164.44
M18	BASALTO AFANÍTICO	35.481	1.352	18.407	0.082	9.728	12.989	1.963	1.030	0.228	0.000	0.00	478.63
M19	CALIZA	6.312	0.000	0.616	0.154	0.123	0.000	40.782	0.060	0.000	0.000	0.00	55.00
M20	CALIZA	5.748	0.027	0.363	0.227	0.228	0.000	28.775	0.097	0.000	0.000	40.36	70.88
M21	CALIZA	0.684	0.000	0.255	0.010	0.068	0.000	48.984	0.067	0.000	0.000	0.00	28.19

M22	DOLOMIA	2.314	0.011	1.398	0.416	0.156	40.722	22.127	0.129	0.000	0.000	4.57	137.20
M23	CALIZA	8.910	0.015	2.575	0.456	0.375	4.521	40.985	0.118	0.000	0.000	45.51	124.05
M24	DOLOMIA	3.271	0.004	1.107	0.244	0.118	40.070	21.169	0.129	0.000	0.000	0.00	44.27
M25	CALIZA	1.003	0.000	0.000	0.027	0.105	6.328	46.679	0.043	0.000	0.000	0.00	40.39
M26	DOLOMIA	4.328	0.017	2.134	0.054	0.707	38.988	20.526	0.019	0.000	0.000	0.00	48.35
M27	DOLOMIA	1.356	0.000	0.000	0.518	0.551	47.013	22.193	0.022	0.000	0.000	28.35	60.54
M28	DOLOMIA	5.028	0.055	3.031	0.202	0.483	46.032	19.720	0.214	0.000	0.000	0.00	161.31
M29	DOLOMIA	11.681	0.034	4.034	0.033	0.532	31.985	17.762	0.125	0.000	0.000	0.00	27.38
M30	BASALTO AFANÍTICO	36.912	1.137	17.872	0.117	7.521	13.337	3.095	2.743	0.317	0.000	0.00	159.71
M31	BASALTO AFANÍTICO	37.979	0.976	11.155	0.170	9.910	8.310	6.917	1.808	0.207	0.000	0.00	142.98
M32	BASALTO AMIGDALOIDE	19.522	0.649	11.174	0.197	6.893	6.764	18.291	1.124	0.100	0.000	0.00	120.25
M33	DOLOMIA	2.918	0.011	1.323	0.079	0.245	43.501	20.449	0.065	0.000	0.000	0.00	18.87
M34	CALIZA	0.982	0.000	0.506	0.097	0.151	11.532	42.148	0.036	0.000	0.002	0.00	18.88
M35	CALIZA	1.291	0.000	0.362	0.039	0.092	21.772	35.779	0.000	0.000	0.000	0.00	10.44
M36	DOLOMIA	1.736	0.007	0.991	0.230	0.141	47.922	22.012	0.085	0.000	0.000	3.83	134.91
M37	DOLOMIA	1.440	0.018	1.228	0.085	0.222	42.144	26.876	0.079	0.000	0.000	0.00	35.75
M38	CALIZA	0.937	0.000	0.828	0.040	0.108	2.583	48.846	0.026	0.000	0.000	0.00	35.71
M39	CALIZA	1.514	0.010	0.902	0.028	0.334	18.647	37.955	0.029	0.000	0.000	0.00	17.60

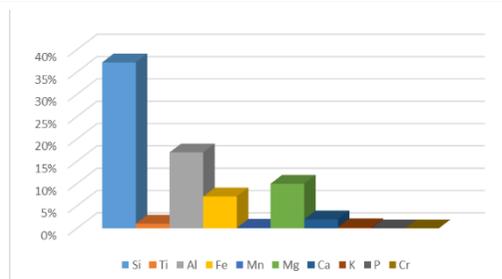


Gráfico 42. Tendencia de elementos químicos en el Basalto

4.3. Prueba de hipótesis

4.3.1. Prueba de hipótesis general

El resultado del análisis de los elementos químicos con el analizador XRF Portátil Niton XI5 para caracterizar las muestras define qué; correlacionando los elementos Fe - Mg para las rocas Máficas y los elementos Ca – Mg para las rocas carbonatadas se caracteriza las muestras como basalto, dolomías y calizas, además que; el elemento económico Zn tiene más afinidad con las muestras de roca basálticas de textura amigdaloides y dolomías de textura grainstone, estos resultados determinan lineamientos importantes para poder ubicar zonas de ocurrencia mineral por lo que la hipótesis planteada es válida.

4.3.2. Prueba de hipótesis específicas

- Con el análisis de los rasgos macroscópicos de las muestras, de acuerdo a las bases teóricas científicas; se caracteriza las muestras como rocas basálticas de textura afanítica - amigdaloides y rocas carbonatadas por lo que la hipótesis planteada es válida.
- Dentro de los resultados del análisis químico elemental de las muestras se seleccionó los elementos característicos que componen las rocas y analizándose estadísticamente las muestras, relacionando los elementos Fe - Mg para las rocas máficas y para las rocas carbonatadas Ca – Mg se caracteriza las muestras como basalto, dolomías y calizas por lo que la hipótesis planteada es válida.

- El resultado del análisis de elementos económicos para ubicar zonas de ocurrencia mineral muestra que, el elemento económico Zn tiene afinidad con el basalto y dolomías; por el contrario, el elemento Pb tiene afinidad con las calizas, por lo que la hipótesis planteada es válida.

4.4. Discusión de resultados

Fm. Aramachay.

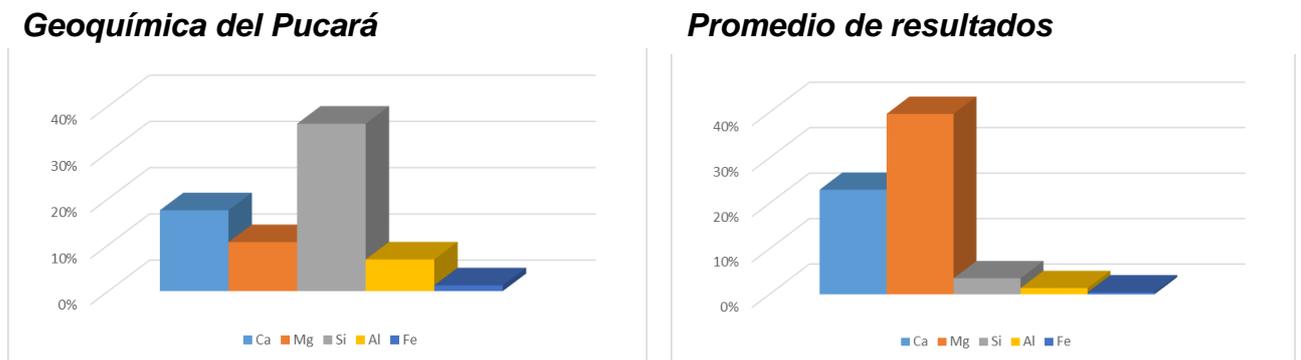
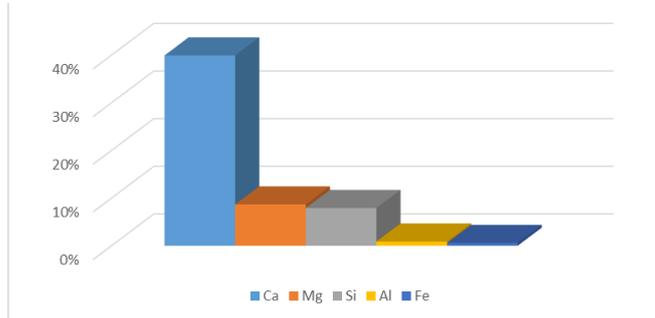


Gráfico 43. Discusión de tendencia de resultados - Aramachay

- En las muestras de roca **dolomía** indican gran concentración de Mg y Baja concentración de Si en comparación con el análisis geoquímico efectuado en la investigación de la Dra. Silvia Rosas, por lo que posiblemente puede existir minerales de alteración.

Fm. Condorsinga

Geoquímica del Pucará



Promedio de resultados

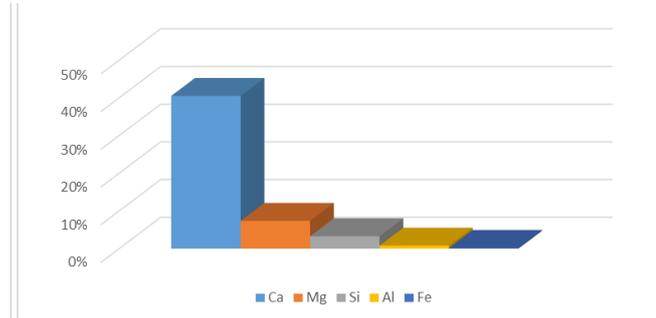
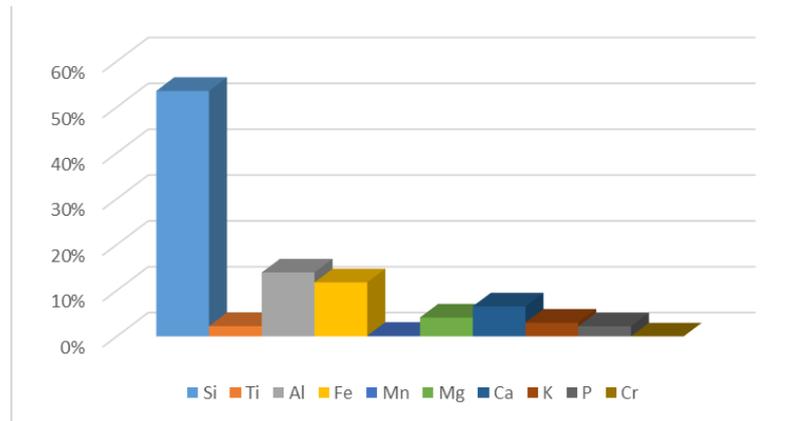


Gráfico 44. Discusión de tendencia de resultados – Condorsinga

- La concentración de los elementos característicos en las muestras de **caliza** indica acercamiento con el análisis geoquímico efectuado en la investigación de la Dra. Silvia Rosas, por lo que la metodología aplicada en la investigación es efectiva.

Geoquímica del basalto montero



Promedio de resultados

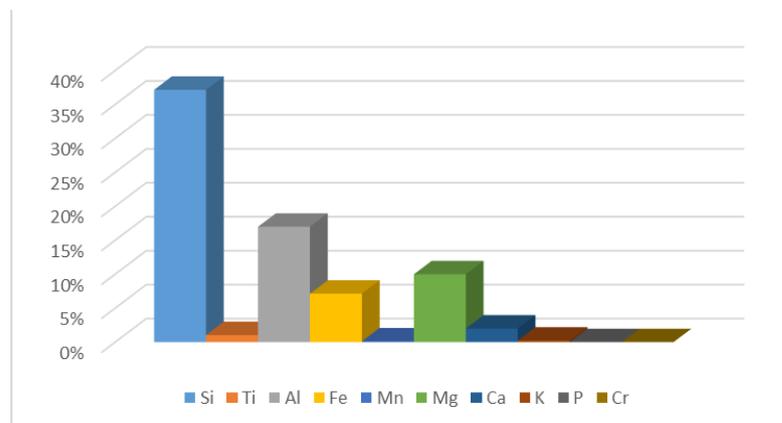


Gráfico 45. Discusión de tendencia de resultados - Basalto

- El promedio de la concentración de elementos característicos en las muestras de roca **basalto** indican aproximación con el análisis geoquímico efectuado en la investigación de la Dra. Silvia Rosas, por lo que la metodología aplicada en la investigación es efectiva

CONCLUSIONES

Según el análisis macroscópico y el análisis de los resultados de concentración elemental de las muestras de rocas obtenidos en el proyecto Zoraida se concluye que:

- Relacionando los elementos Fe - Mg para las rocas Máficas y los elementos Ca – Mg para las rocas carbonatadas, siendo elementos químicos característicos de dichas rocas se caracteriza las muestras como basalto, dolomías y calizas, además que; el elemento económico Zn tiene más afinidad con las muestras de roca basálticas de textura amigdaloides y dolomías de textura grainstone, estos resultados determinan lineamientos importantes para poder ubicar zonas de ocurrencia mineral
- Los rasgos macroscópicos muestran en las dolomías una textura grainstone con débil reacción al HCl y en las calizas una textura grainstone con componentes aloquímicos (oolitos) y con fuerte reacción al HCl, en las muestras de rocas máficas se identifica una textura afanítica y amigdaloides todos con moderada a fuerte susceptibilidad magnética caracterizándolo como muestras de rocas basálticas.
- Los elementos químicos principales identificados en las muestras de rocas carbonatas son Ca, Mg, Si, Al, Fe y en las muestras de rocas Máficas son Si, Al, Ti, Mn, Fe, Mg, Ca, K, P y Cr.
- La concentración anómala de los elementos económicos se centra más en las muestras de basalto con textura amigdaloides y dolomías formando lineamientos importantes para targets de exploración.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar otro tipo de muestreo y realizar análisis por DFRX para complementar con estudios geoquímicos para definir más lineamientos de exploración.
- Se recomienda realizar análisis de espectrometría RAMAN para identificar minerales de alteración.
- Se recomienda realizar un análisis de petrografía para mejorar la investigación.
- Se recomienda hacer un análisis estructural en el proyecto para detallar el comportamiento de las zonas mineralizadas.

BIBLIOGRAFIA

- **Biviano Miramira, Luis Vilcapoma y Javier Jacay (2016):**
Caracterización mineralógica y elemental de sedimentos sólidos de la laguna de Yantac, departamento de Junín, provincia de Yauli, distrito de Marcapomacocha, por difracción y fluorescencia de rayos X.
- **Chui Ccama, F. G. (2016):** Prospección geológica del proyecto Cunuyo 2003, Sina - Puno.
- **C. Velasquez, L. Loyola, L. Gavilan, K. Gutierrez (2015),** Informe Anual De Los Resultados De Exploración 2015 – Proyecto Zoraida
- **Espinoza Bruno, M. A. (2018):** La Caracterización Microscópica De Minerales En La Paragénesis Del Yacimiento Shalipayco
- **Gutiérrez - Ginés, M. J. y Ranz, I.:** Utilización De Un Equipo Portátil De Fluorescencia De Rayos X Para El Estudio De Metales Pesados En Suelos: Puesta A Punto y aplicación A Vertederos
- **Iriondo Y Kröhling (2007):** Geomorfología Y Sedimentología De Lacuena Superior Del Rio Salado (Sur De Santa Fe Noroeste De Buenos Aires, Argentina)

- **Larry Keith, (1991):** Environmental Sampling and Análisis, A Practical Guide.
- **Ortiz Rayme, W. A. (2019):** Comparación entre el análisis de fluorescencia de rayos X portátil e ICP-MS en elementos guía para la exploración geoquímica del área de Antabamba – Apurímac.
- **Rosas Lizagarra, B. S. (2007):** The Late Triassic to Early Jurassic Pucará ensialic rift Basin of central Peru.
- **Rosas, S. Y Fontboté, L. (1995):** Evolución sedimentológica del Grupo Pucará (Triásico Superior – Jurásico Inferior) en un perfil SW_NE en el centro del Perú. Vol. Jubilar Alberto Benavides, Soc. Geol. Perú, 279-309.
- **Thermo Fisher Scientific (2018):** Analizador Niton XI5 - Guía De Usuario
- **Villanueva Escobar, D. E. (2019):** Metodología De Caracterización Geoquímica De Residuos Mineros Aplicable En Faena – Santiago De Chile
- **Walter T. Huang (1991), Petrología:** UTEHA, 1991

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: CARACTERIZACION PETROLOGICA DE LAS MUESTRAS DE ROCA CON EL ANALIZADOR XRF PORTÁTIL NITON XL5 PARA CONTRIBUIR A LA UBICACIÓN DE ZONAS DE OCURRENCIA MINERAL EN EL PROYECTO MINERO ZORAIDA, DISTRITO DE SUITUCANCHA – LA OROYA.

Tesista: JUAN JOHAN CARHUAPOMA CARLOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN
<p>GENERAL: ¿Qué características petrológicas tiene las muestras de roca analizados mediante el XRF Portátil Niton XI5 para contribuir a la ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el proyecto minero Zoraida, distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín?</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Qué rasgos macroscópicos tiene las muestras de rocas en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín? - ¿Cuáles son los elementos químicos principales en las muestras de roca en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín? - ¿Qué relación tiene las muestras de roca con las zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín? 	<p>GENERAL: Analizar las características petrológicas de las muestras de roca con el Analizador XRF Portátil Niton XI5 para contribuir a la ubicación de zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli – Junín.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizar los rasgos macroscópicos tiene las muestras de rocas en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín. - Analizar los elementos principales de las muestras de roca en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín. - Relacionar las muestras de rocas con las zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín. 	<p>GENERAL Caracterizando petrológicamente las muestras de rocas con el Analizador XRF Portátil Niton XI5 indicaríamos si es posible encontrar zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín.</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizando los rasgos macroscópicos de las muestras de roca del Proyecto Minero Zoraida, Distrito de SuitucanCHA – Yauli - Junín, podríamos caracterizarlo petrológicamente. - Analizando los elementos principales de las muestras de roca en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín, podríamos caracterizarlo petrológicamente. - Analizando las muestras de rocas podríamos indicar qué relación tiene con las zonas de ocurrencia mineral en el Proyecto Minero Zoraida, Distrito De SuitucanCHA – Yauli - Junín. 	<p>INDEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Caracterización petrológica de las muestras de roca. <p>DEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ocurrencia mineral en el proyecto Zoraida <p>INTERVINIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analizador XRF Portátil Niton XI5. 	<p>Características petrológicas</p> <p>Características macroscópicas</p> <p>Concentraciones</p> <p>Concentraciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipos de textura, grado de reacción al HCl, Magnetismo, concentración de elementos. - Tipos de textura, grado de reacción al HCl, Magnetismo, Dureza - % de Concentración de elementos químicos. 	<p>TIPO: Descriptivo</p> <p>NIVEL: Aplicativo</p>

MUESTRA	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA			REACCIÓN AL HCl			DESCRIPCIÓN
				ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

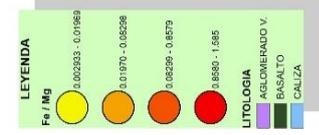
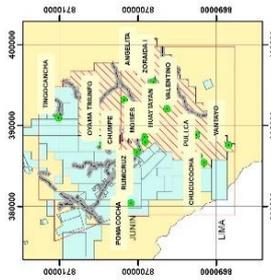
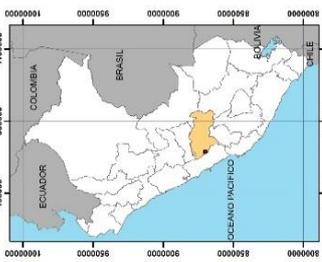
Figura N° 39. Instrumento de recolección de datos para muestras de campo

ANEXO I: PLANOS

ANEXO 1.1

COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DE ZORAIDA 1				
				DESCRIPCIÓN
				Secuencia detrítica con intercalaciones de arenisca cuarzosa color blanquesina y arenisca arcósica de tonalidades rojizas.
				Caliza descarbonatada - wackestone, color beige amarillento, limonita rellenados en fracturas, descomposición fuerte a intensa.
				Caliza grainstone, color gris, de grano fino a medio, limonitas rellenados en las fracturas.
				Caliza wackstone oolítico, fracturamiento débil a moderado, presenta venillas de calcita y limonitas en fracturas.
				Caliza grainstone oolítico, color gris claro - cremaoolitos >50%, fracturamiento débil a moderado, presenta venillas de calcita
				Caliza mudstone, color gris oscuro, presenta venillas de calcita, limonitas 5%, en tramos bx calcarea polimítica en forma de canales con clastos de calcita gradando a clastos de caliza color gris oscuro.
				Caliza grainstone de oolitos, color gris claro, textura obliterada por marmolización/recristalización, estructura laminar, capas superiores de estratos de color amarillento, so: 20-40, fract moderado-fuerte, presencia de limonitas.
				Basalto afanítico - amigdaloidal, color gris oscuro veiolaceo, magmatismo mod. Amigdaloides de 1-2 cm elongadas hasta 3 cm, con relleno de ci-cal-py-FeO.
				Caliza wackestone - grainstone de grano fino, +- oolitos matriz soportada, color gris claro, karts en huecos <1 cm, intercalaciones de caliza masiva recristalizada, color beige amarillento, grano medio, py diss, laminas onduladas.
				Serie de volcánicos, constituidos por brechas, aglomerados y tobas, formando una serie variada que localmente es conocida como Volcánicos Catalin.
ESP. (m)	PER.	UN.	LITOLOGIA	
8	CRETÁCICO	Gpo. GOYLAR		
36				
45				
30				
69	JURÁSICO	Gpo. PUCARA		
51				
38				
26				
	TRIÁSICO	Gpo. MITU		
303				

ANEXO 1.4



INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGIA Y MINERÍA

PROYECTO ZONIFICACION

CORRELACION DE LELMIA LOS Fe - Mg

PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

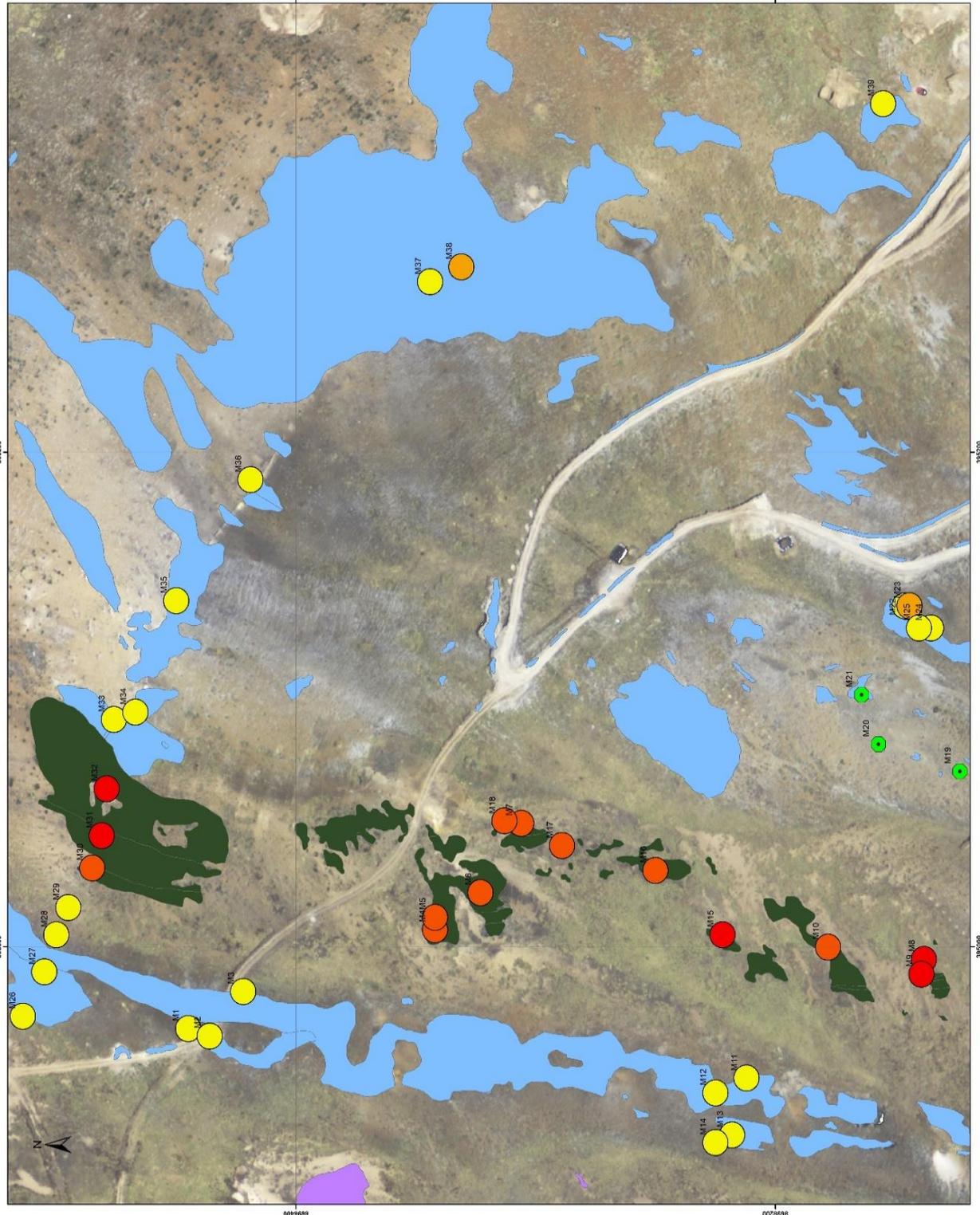
INSTITUTO NACIONAL DE GEOLÓGIA Y MINERÍA

ESTADÍSTICA DE DATOS

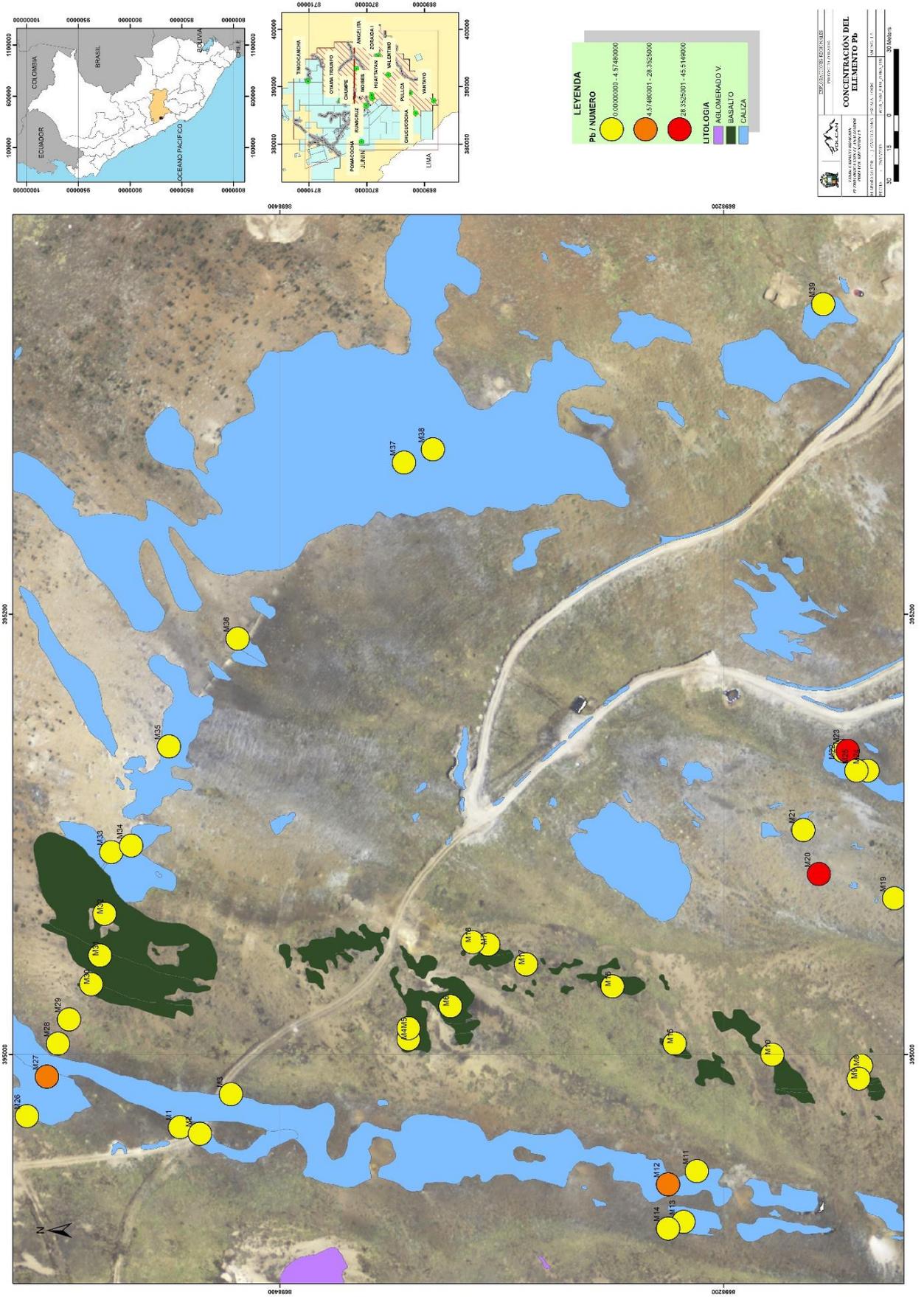
FECHA DE ELABORACION: 2015

ESCALA: 1:50,000

30 15 0 15 30 Metros



ANEXO 1.6



ANEXO II: FIGURAS



Figura N° 40. Selección y muestreo de rocas



Figura N° 41. Cartografiado geológico



Figura N° 42. Análisis químico elemental de las muestras



Figura N° 43. Analizador XRF Portátil Niton XI5 y banco de pruebas.



Figura N° 44. Ubicación de la muestra al equipo

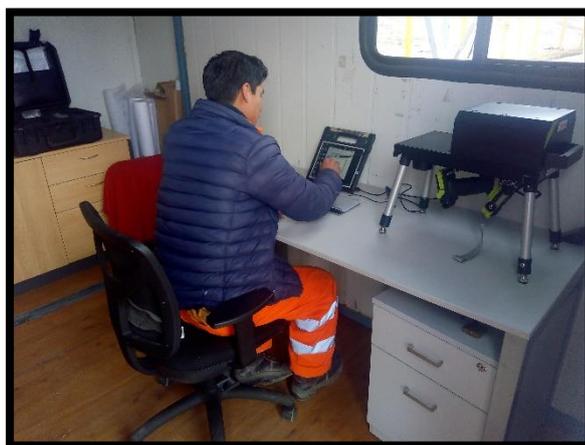


Figura N° 45. Manipulación y análisis con XRF portátil Niton XI5



Figura N° 46. Equipo de exploración Zoraida