

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



TESIS PROFESIONAL

**EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOQUÍMICA DEL PROSPECTO NIÑITO SAN
SALVADOR, DISTRITO DE SARTIMBAMBA, PROVINCIA DE SÁNCHEZ
CARRIÓN – LA LIBERTAD**

**Para optar el título profesional de:
INGENIERO GEÓLOGO**

Autor:

Bach. AGUILAR PÉREZ, ISAAC ISAÍ

Asesor:

Dr. Ing. LAGOS MANRIQUE, ALEJANDRO CLAUDIO

CAJAMARCA - PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: AGUILAR PÉREZ, ISAAC ISAÍ
DNI: 46768689
Escuela Profesional: Ingeniería Geológica
2. Asesor: Lagos Manrique, Alejandro Claudio
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación: EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOQUÍMICA DEL PROSPECTO NIÑITO SAN SALVADOR, DISTRITO DE SARTIMBAMBA, PROVINCIA DE SÁNCHEZ CARRIÓN – LA LIBERTAD
6. Fecha de evaluación: 19 de marzo del 2024
7. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 15%
9. Código Documento: 3117:340778642
10. Resultado de la Evaluación de Similitud
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 03 de junio 2024

 FIRMA DEL ASESOR	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI
Nombres y Apellidos Alejandro Claudio Lagos Manrique	
DNI: 09224934	

AGRADECIMIENTO

A Dios Todopoderoso, por brindarme la oportunidad de obtener otro triunfo personal, por darme salud, sabiduría y entendimiento para lograr esta meta.

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional de Cajamarca, por haberme acogido durante los años de estudios de formación profesional, y por las vivencias que en ella quedan.

A mis docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica, quienes con sus conocimientos y valiosas enseñanzas fueron guía para mi aprendizaje y desenvolvimiento en la sociedad y futura vida profesional.

A mi asesor de Tesis Dr. Ing. Alejandro Lagos Manrique, por sus enseñanzas y apoyo durante el desarrollo del proyecto de investigación para la culminar mi Tesis.

A la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C. por permitirme realizar el trabajo de prospección y facilitar el uso de los datos obtenidos durante el muestreo.

A todos mis amigos y compañeros de la UNC, por sus aportes, apoyo y colaboración incondicional.

Finalmente, a todas aquellas personas que contribuyeron a la realización del presente proyecto de investigación ya sea directa e indirectamente con su solo apoyo y confianza a cada momento.

DEDICATORIA

La presente Tesis se la dedico a mi familia, que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera profesional.

A mi padre Mariano Aguilar, por su apoyo constante durante mi vida universitaria y por estar a mi lado aconsejándome siempre.

A mi madre Fredesvinda Pérez, por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanza y amor incondicional.

A mi esposa Paola Durán, por brindarme su apoyo incondicional en la realización de la Tesis.

A mis hijos Isaí y Danna, por ser los motivos de superación, y por alegrarme con su sola presencia.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome.

A mis amigos que de una u otra manera me han apoyado con su sabiduría para culminar la presente Tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Ítems	Pág.
AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES TEÓRICOS.....	3
2.1.1.	Internacionales	3
2.1.2.	Nacionales.....	4
2.1.3.	Locales	4
2.2.	BASES TEÓRICAS.....	5
2.2.1.	Yacimientos de Oro Orogénico.....	5
2.2.1.1.	El Modelo.....	5
2.2.1.2.	Principales ambientes geotectónicos:	5
2.2.1.3.	Características de los depósitos de Au orogénico:	7
2.2.1.4.	Interpretación de la génesis de mena:.....	11
2.2.2.	Prospección Geoquímica	15
2.2.2.1.	Principios básicos de la geoquímica.....	15
2.2.2.2.	Dispersión Geoquímica.....	15
2.2.2.3.	Movilidad Geoquímica de los Elementos.....	16
2.2.2.4.	Asociación de Elementos.....	17
2.2.2.5.	Distribución Geoquímica	19
2.2.3.	Muestreo Geoquímico	19
2.2.3.1.	Densidad e Intervalo de Muestreo	20
2.2.3.2.	Errores de Muestreo.....	20
2.2.3.3.	Tipos de Muestreo.....	20
2.2.3.3.1.	Muestreo de rocas.....	21
2.2.4.	Parámetros Estadísticos	22
2.2.4.1.	La Media (\bar{x}).....	22

	Pág.
2.2.4.2. La Media Geométrica (MG)	22
2.2.4.3. La Mediana.....	22
2.2.4.4. La Moda.....	22
2.2.4.5. Amplitud.....	22
2.2.4.6. Desviación Estándar (S)	22
2.2.4.7. La Varianza (S^2)	24
2.2.4.8. Coeficiente de Curtosis	24
2.2.4.9. Coeficiente de Asimetría	24
2.2.4.10. Coeficiente de Variación	25
2.2.5. Parámetros Geoquímicos	25
2.2.5.1. <i>Background</i> o Valor de Fondo	26
2.2.5.2. <i>Thershold</i> o Umbral Geoquímico	26
2.2.5.3. Anomalía Geoquímica.....	26
2.2.5.4. Rangos de Anomalía.....	27
2.2.5.5. Coeficiente de Correlación.....	27
2.2.5.6. Análisis de Correlación.....	27
2.2.5.7. Ventajas del Análisis Estadístico	28
2.2.5.8. Limitaciones del Análisis Estadístico	29
2.2.5.9. Distribución de Frecuencia Acumulada	29
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	30

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1. Ubicación Política.....	32
3.1.2. Ubicación Geográfica	32
3.1.3. Concesiones que conforman el Prospecto Niñito San Salvador.....	32
3.1.4. Coordenadas de las Concesiones	33
3.1.5. Accesibilidad.....	33
3.2. ENFOQUE, TIPO, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	34
3.2.1. Población de estudio	34
3.2.2. Muestra.....	34
3.2.3. Unidad de análisis	35
3.2.4. Definición de variables	35
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
3.3.1. Técnicas	35
3.3.2. Instrumentos y equipos	35
3.4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	36

	Pág.
3.4.1. Etapa preliminar de gabinete	36
3.4.2. Etapa de Campo	36
3.4.3. Etapa de Laboratorio.....	37
3.4.4. Etapa final de Gabinete.....	37
3.5. GEOLOGÍA REGIONAL	38
3.5.1. Precámbrico	38
3.5.1.1. Complejo Marañón (Pe-cm)	38
3.5.2. Paleozoico superior.....	39
3.5.2.1. Grupo Ambo (Ci-a).....	39
3.5.2.2. Formación Lavasén (Pi-vl)	39
3.5.2.3. Grupo Copacabana (Pi-co)	39
3.5.2.4. Grupo Mitu (Ps-mi).....	39
3.5.3. Triásico - Jurásico	40
3.5.3.1. Grupo Pucará (TrJi-p)	40
3.5.4. Cretáceo	40
3.5.4.1. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g).....	40
3.5.4.2. Grupo Crisnejas (Ki-cr).....	41
3.5.4.3. Formación Rosa (Ki-r)	41
3.5.5. Depósitos cuaternarios	41
3.5.6. Geología estructural.....	41
3.6. GEOLOGÍA LOCAL	43
3.6.1. Complejo Marañón	43
3.6.2. Intrusivos Menores (Diques)	43
3.6.3. Depósitos Aluviales	44
3.7. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL.....	44
3.7.1. Fallas NW-SE	44
3.7.2. Fallas SW-NE.....	45
3.7.3. Falla SE-NW.....	45
3.7.3.1. Estaciones Estructurales.....	45
3.8. ALTERACIÓN HIDROTERMAL	45
3.8.1. Silicificación	45
3.8.2. Argilización	46
3.9. MINERALIZACIÓN	47
3.10. GEOQUÍMICA DE EXPLORACIÓN	49
3.10.1. Fundamentos y objetivos del muestreo	49
3.10.2. Métodos de análisis.....	50
3.10.3. Control de calidad de los análisis	51
3.10.3.1. Estándar (STD).....	51
3.10.3.2. Duplicados (DUP).....	51

	Pág.
3.10.4. Muestreo Geoquímico	52
3.10.5. Procesamiento Estadístico.....	53
3.10.5.1. Prueba de Normalidad Kolmogorov - Smirnov	54
3.10.5.2. Análisis Estadístico Univariado	55
3.10.5.3. Análisis Estadístico Multivariado.....	68
3.10.6. Cálculo de parámetros geoquímicos	69
3.10.7. Cálculo de anomalías geoquímicas	69
3.10.7.1. Rangos de Anomalías.....	69

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. SÍNTESIS GEOLÓGICA DEL PROSPECTO.....	71
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
4.2.1. Oro.....	71
4.2.2. Plata.....	72
4.2.3. Arsénico.....	73
4.2.4. Bario	74
4.2.5. Bismuto.....	74
4.2.6. Cobre	75
4.2.7. Molibdeno	76
4.2.8. Plomo.....	77
4.2.9. Antimonio.....	77
4.2.10. Wolframio	78
4.2.11. Zinc	79
4.2.12. Asociaciones geoquímicas.....	80
4.2.13. Modelo geológico del Prospecto Niñito San Salvador	80
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
4.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	82

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES	83
5.2. RECOMENDACIONES.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
ANEXOS	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Resumen de las características de los depósitos del cratón de Yilgarn.....	6
Figura 2. Marco tectónico de depósitos minerales epigenéticos ricos en oro.....	8
Figura 3. Representación esquemática de ambientes corticales de depósitos de oro hidrotermal.....	11
Figura 4. Patrones de flujo de fluido hidrotermal durante la génesis de depósitos de oro orogénico.....	13
Figura 5. Esquemas de las posibles fuentes de fluidos hidrotermales.	14
Figura 6. Grafico que representa una distribución estadística normal.	23
Figura 7. Grafico que representa la Curtosis en sus diferentes distribuciones.	24
Figura 8. Asimetría de un conjunto de datos.	25
Figura 9. Dique con silicificación (Coord.: E 200355.70, N 9160054.8).....	47
Figura 10. Esquisto carbonoso con argilización (Coord.: E200035.44, N9159494.46).	47
Figura 11. Veta de cuarzo con óxidos y oro libre - Veta 18.....	48
Figura A1. Histograma normal del Au.....	68
Figura A2. Histograma log normal del Au.....	68
Figura A3. Box Plot del Ln_Au.....	68
Figura A4. Diagrama de dispersión del Au.....	68
Figura B1. Histograma normal de la Ag.....	69
Figura B2. Histograma log normal de la Ag.....	69
Figura B3. Box Plot del Ln_Ag.....	69
Figura B4. Diagrama de dispersión de la Ag.....	69
Figura C1. Histograma normal del As.....	70
Figura C2. Histograma log normal del As.....	70
Figura C3. Box Plot del Ln_As.....	70
Figura C4. Diagrama de dispersión del As.....	70
Figura D1. Histograma normal del Ba.....	71
Figura D2. Histograma log normal del Ba.....	71
Figura D3. Box Plot del Ln_Ba.....	71
Figura D4. Diagrama de dispersión del Ba.....	71
Figura E1. Histograma normal del Bi.....	72
Figura E2. Histograma log normal del Bi.....	72
Figura E3. Box Plot del Ln_Bi.....	72
Figura E4. Diagrama de dispersión del Bi.....	72
Figura F1. Histograma normal del Cu.....	73
Figura F2. Histograma log normal del Cu.....	73

	Pág.
Figura F3. Box Plot del Ln_Cu.....	73
Figura F4. Diagrama de dispersión del Cu.....	73
Figura G1. Histograma normal del Mo.....	74
Figura G2. Histograma log normal del Mo.....	74
Figura G3. Box Plot del Ln_Mo.....	74
Figura G4. Diagrama de dispersión del Mo.....	74
Figura H1. Histograma normal del Pb.....	75
Figura H2. Histograma log normal del Pb.....	75
Figura H3. Box Plot del Ln_Pb.....	75
Figura H4. Diagrama de dispersión del Pb.....	75
Figura I1. Histograma normal del Sb.....	76
Figura I2. Histograma log normal del Sb.....	76
Figura I3. Box Plot del Ln_Sb.....	76
Figura I4. Diagrama de dispersión del Sb.....	76
Figura J1. Histograma normal del W.....	77
Figura J2. Histograma log normal del W.....	77
Figura J3. Box Plot del Ln_W.....	77
Figura J4. Diagrama de dispersión del W.....	77
Figura K1. Histograma normal del Zn.....	78
Figura K2. Histograma log normal del Zn.....	78
Figura K3. Box Plot del Ln_Zn.....	78
Figura K4. Diagrama de dispersión del Zn.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Movilidad de elementos en ambientes supérgenos.	16
Tabla 2. Elementos guías asociados usados en exploración de depósitos.	18
Tabla 3. Elementos indicadores de algunos tipos de depósitos minerales.	19
Tabla 4. Rangos de Coeficiente de Correlación	27
Tabla 5. Coordenadas en UTM- WGS 84.	32
Tabla 6. Concesiones del Prospecto Niñito San Salvador.	33
Tabla 7. Coordenadas de las concesiones del Prospecto niñito San Salvador.	33
Tabla 8. Accesibilidad.	33
Tabla 9. Metodología de la investigación	34
Tabla 10. Variables independientes y dependientes.	35
Tabla 11. Columna Lito – estratigráfica regional.	42
Tabla 12. Resumen de las ocurrencias minerales en el Prospecto Niñito San Salvador.	48
Tabla 13. Tabla resumen de muestras estándar.	51
Tabla 14. Tabla resumen de muestras duplicadas.	52
Tabla 15. Tabla resumen del muestreo geoquímico realizado en el área de estudio.	53
Tabla 16. Datos obtenidos en la prueba de Kolmogorov – Smirnov	54
Tabla 17. Estadística univariada para elementos sin transformar.	55
Tabla 18. Estadística univariada para elementos transformados a logaritmo natural.	56
Tabla 19. Diagrama de correlación de Pearson para elementos guía.	68
Tabla 20. Parámetros geoquímicos	69
Tabla 21. Rangos de anomalías geoquímicas para cada elemento	70
Tabla 22. Muestras anómalas de Au con su nombre de veta y código.	72
Tabla 23. Muestras anómalas de Ag con su nombre de veta y código.	73
Tabla 24. Muestras anómalas de As con su nombre de veta y código.	73
Tabla 25. Muestras anómalas de Ba con su nombre de veta y código.	74
Tabla 26. Muestra anómala de Bi con su nombre de veta y código.	75
Tabla 27. Muestras anómalas de Cu con su nombre de veta y código.	76
Tabla 28. Muestras anómalas de Mo con su nombre de veta y código.	76
Tabla 29. Muestras anómalas de Pb con su nombre de veta y código.	77
Tabla 30. Muestras anómalas de Sb con su nombre de veta y código.	78
Tabla 31. Muestras anómalas de W con su nombre de veta y código.	79
Tabla 32. Muestras anómalas de Zn con su nombre de veta y código.	79
Tabla 33. Asociaciones geoquímicas presentes en el Prospecto Niñito San Salvador.	80
Tabla 34. Estación estructural 1.	91
Tabla 35. Estación estructural 2.	92

LISTA DE ABREVIATURAS

Pe-cm	:	Complejo Marañón
Ci-a	:	Grupo Ambo
Pi-vl	:	Formación Lavasén
Pi-co	:	Grupo Copacabana
Ps-mi	:	Grupo Mitu
TrJi	:	Grupo Pucará
Ki-g	:	Grupo Goyllarisquizga
Ki-cr	:	Grupo Crisnejas
Ki-r	:	Formación Rosa
Ma	:	millones de años
Au	:	oro
Ag	:	plata
As	:	arsénico
Ba	:	bario
Bi	:	bismuto
Cu	:	cobre
Mo	:	molibdeno
Pb	:	plomo
Sb	:	antimonio
W	:	wolframio
Zn	:	zinc
SFM	:	Sistema de fallas Marañón

RESUMEN

El Prospecto Niñito San Salvador se encuentra ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte del Perú, políticamente se encuentra en el Departamento de La Libertad, Provincia de Sánchez Carrión, Distrito de Sartimbamba. La geología de la zona comprende en su mayoría por esquistos pertenecientes al Complejo Marañón de edad Precámbrica, también tiene diques intrusivos menores de composición diorítica los cuales presentan alteración por silicificación y argilización, a estos afloramientos sobreyacen depósitos cuaternarios aluviales los cuales se encuentran discordantes sobre unidades más antiguas. Estructuralmente está vinculada a un ambiente tectónico compresivo, identificándose fallas regionales con tendencia andina con orientación NW-SE, fallas transtensivas con orientación SW-NE. Las alteraciones hidrotermales son silicificación asociado a la presencia de vetas y diques dioríticos; argilización asociado a la presencia de rocas metamórficas y diques dioríticos. Las ocurrencias minerales corresponden a vetas de cuarzo con mineralización de oro y cobre las que presentan una orientación preferencial SW-NE. Se realizó un muestreo selectivo convencional y aleatorio obteniéndose un total de 52 muestras de fragmentos de roca que pertenecen en su mayoría a muestras de vetas (44) para los cuales se analizaron por 11 elementos guía usados en la exploración de depósitos minerales: Au, Ag, As, Ba, Bi, Cu, Mo, Pb, Sb, W, Zn; se reportan anomalías para elementos como Au-Ag-As-Sb-W-(Cu) los que están asociados a sistemas de Oro Orogénico.

Palabras Claves: Prospección Geológica, Litología, Estructural, Alteración Hidrotermal, Mineralización, Prospección Geoquímica, Background, Anomalía, Asociación Geoquímica.

ABSTRACT

The Niñito San Salvador Prospect is located in the Eastern Cordillera of the Andes of Northern Peru, politically it is in the Department of La Libertad, Province of Sánchez Carrión, District of Sartimbamba. The geology of the area comprises mostly schists belonging to the Marañón Complex of Precambrian age, it also has minor intrusive dikes of dioritic composition which occur due to silicification and argilization, these outcrops are overlain by alluvial quaternary deposits which are discordant on older units. Structurally it is linked to a compressive tectonic environment, identifying regional faults with an Andean tendency with a NW-SE orientation, transtensive faults with a SW-NE orientation. Hydrothermal alterations are silicification associated with the presence of dioritic veins and dikes; argilization associated with the presence of metamorphic rocks and dioritic dikes. The mineral occurrences correspond to quartz veins with gold and copper mineralization, which have a preferential SW-NE orientation.

A superficially selective sampling was carried out and occasionally obtaining a total of 52 samples of rock fragments that belong mostly to vein samples (44) for which they were analyzed by 11 guide elements used in the exploration of mineral deposits: Au, Ag, As, Ba, Bi, Cu, Mo, Pb, Sb, W, Zn; Anomalies are reported for elements such as Au-Ag-As-Sb-W-(Cu), which are associated with Orogenic Gold systems.

Keywords: Geological Prospecting, Lithology, Structural, Hydrothermal Alteration, Mineralization, Geochemical Prospecting, Background, Anomaly, Geochemical Association.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, para la evaluación de yacimientos minerales metálicos se realizan estudios generales del modelo geológico que presenta, además de un estudio de las estructuras geológicas y de la mineralogía que ayudan a descartar o confirmar el interés del yacimiento. El Prospecto Niñito San Salvador constituye una base para el presente estudio de investigación, motivada por la falta de información lo que se necesita para definir la geología: litología, estructuras, ensambles de alteración, mineralización e interpretación geoquímica con miras a definir el depósito y construir un modelo idealizado del yacimiento mineral.

A raíz de la formulación del problema surge la pregunta, ¿Cuáles son las características geológicas y geoquímicas del Prospecto Niñito San Salvador en el Distrito de Sartimbamba?; por lo que se plantea la siguiente hipótesis: la presencia de laboreos antiguos de mineros artesanales, vetas de cuarzo y óxidos de hierro y el emplazamiento de diques dioríticos en ambientes metamórficos dentro del área de investigación, nos permite prever sectores con presencia de estructuras vetiformes y mineralización aurífera relacionado a lineamientos de rumbo andino, que podrían estar vinculados al Batolito de Pataz, los cuales son eventos posteriores al basamento del Complejo Marañón.

Considerando la importancia de encontrarse en una zona de interés geoeconómico, el presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar sectores con interés económico y con ocurrencia de mineralización mediante el cartografiado geológico, estructural, de alteraciones hidrotermales y mineralización, así como el muestreo geoquímico de los afloramientos de roca y de las principales estructuras mineralizadas con miras a conocer mejor la geología y geoquímica del prospecto, lo que permitirá orientar de una mejor manera la realización de futuros trabajos para la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C.

El objetivo principal de esta tesis está enfocado en definir las características geológicas y geoquímicas del prospecto, con lo que se determinará la probabilidad de ubicar estructuras mineralizadas que presenten anomalías geoquímicas y elementos pathfinders relacionados a un yacimiento de oro orogénico.

En cuanto a la investigación se ha estructurado en cinco capítulos. El capítulo I, se refiere a la parte introductoria. El capítulo II, corresponde al marco teórico, donde se describen los antecedentes internacionales, nacionales y locales, así mismo las bases teóricas que van a ser de apoyo para la investigación y definición de términos básicos. El capítulo III, corresponde a la descripción de los materiales y métodos mostrando la ubicación de la zona de estudio, el procedimiento y la metodología de la investigación. El capítulo IV, corresponde al análisis y discusión de resultados en el cual los resultados de dicha investigación se encuentran relacionados con el planteamiento de la hipótesis para poder así llegar a las conclusiones respectivas. El capítulo V, corresponde a las conclusiones y recomendaciones, donde dichas conclusiones son el resultado de los objetivos planteados, sugiriendo o solicitando al mismo tiempo ideas que complementen a una investigación beneficiosa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Internacionales

Cáceres (2008). En su tesis. Exploración geológica y geoquímica del prospecto de cobre Texas, Cordillera de Domeyko, II Región, Chile, muestra los resultados del programa de exploración superficial por cobre, que fue realizado en los meses de julio y diciembre del año 2004 por Minera Teck Cominco Chile Limitada, para establecer el potencial exploratorio de la zona la cual se encuentra ubicada posiblemente en la franja metalogenética del Eoceno Superior – Oligoceno (Maksaev, 2001), en la segunda región de Chile.

Alcalde (2012). En su Informe sobre los yacimientos de oro de Extremadura y sus posibilidades de aprovechamiento, el autor concluye que los yacimientos e indicios de oro en Extremadura, son fruto de una compleja historia geológica, que se extiende desde el Proterozoico (-530 millones de años) hasta la actualidad. La distribución de los yacimientos e indicios de oro, así como del resto de los metales, ha sido condicionada por la geología de la región, que a grandes rasgos abarca dos grandes zonas de lo que se ha denominado Macizo Ibérico: la zona Centro Ibérica, que se extiende aproximadamente en la provincia de Cáceres, y la zona de Ossa Morena, que se extiende en la provincia de Badajoz.

Suárez et. al. (1993). Mineralogía y petrología de las rocas plutónicas de Infiesto (Zona Cantábrica, N. de España). Los autores concluyen que las rocas ígneas de Infiesto son apuntalamientos de rocas plutónicas predominantemente gabroicas. Texturalmente se diferencian facies microporfíricas formados esencialmente por pagioclasa, piroxeno y biotita, siendo el anfíbol accesorio.

2.1.2. Nacionales

Arce (2017). Geología, Mineralización y Evaluación económica del Proyecto Minero Virgilibios, el autor realizó el estudio del control litológico, estructural y alteraciones del proyecto Los Virgilibios determinando que la mineralización en las estructuras se presenta dividida en tres zonas, una de óxidos, una mixta con óxidos y sulfuros y otra netamente contenida por sulfuros. Las alteraciones predominantes son la argilización y silicificación los cuales sirvieron de guías para la búsqueda de mineral económico. Teniendo como reservas probadas y probables 25,151TM con una ley promedio de 1.72 % Pb; 5.43 % Zn; 5.56 Oz Ag y 1.88 Gr Au.

Mejia (2009). Geología y Categorización de Recursos Geológicos Mineros del Proyecto Invicta – Provincia de Huaura, Lima. El autor concluye que el Proyecto Invicta es un yacimiento polimetálico de Au, Ag, Cu, Pb y Zn ubicado en la parte central y occidental del territorio peruano. En el área, la mineralización está asociada a intrusiones de pórfidos dioríticos del Terciario inferior a medio, que se emplazan en el contacto del volcánico Calipuy y el Batolito de la Costa; esta mineralización es del tipo epitermal - mesotermal relacionada a un ambiente epitermal de baja sulfuración.

Aliaga (2012). Controles de Mineralización del Pórfido Au-Cu Morocha-Minas Conga, Cajamarca-Perú. El autor concluye que El Proyecto Morocha representa un depósito de pórfido de oro y cobre, donde varios cuerpos intrusivos, de composición microgranodiorítica y diorítica intruyen a las calizas del Cretácico medio-superior de las formaciones Chúlec, Pariatambo y Yumagual. La zona se encuentra afectada principalmente por lineamientos y fallas de tendencias NW-SE. La mayor mineralización de oro y cobre se produce en zonas de intensa alteración potásica y stockworks de venillas de cuarzo, dentro de la roca intrusiva de composición diorítica.

2.1.3. Locales

Haeblerlin (2002), Geological and structural setting, age, and geochemistry of the orogenic gold deposits at the Pataz province, Eastern Andean Cordillera, Perú, mostró que la mineralización se formó en respuesta a mecanismos geológicos de alto grado, los cuales estarían asociados con la exhumación de un margen convergente, propuso realizar una investigación basado en una perspectiva regional para así definir un mejor marco geodinámico de mineralización.

Haeberlin (2004), Carboniferous orogenic gold deposits at Pataz, Eastern Andean Cordillera, Perú: geological and structural framework, paragenesis, alteration, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology. Indica que según los estudios realizados la Provincia de oro de Pataz, este pertenece a la clase de oro orogénico (mesotermal) y es uno de los primeros ejemplos conocidos de este tipo de depósito en los Andes.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Yacimientos de Oro Orogénico

2.2.1.1. El Modelo

En líneas generales, los depósitos de oro orogénico ocurren en terrenos metamorfizados y deformados regionalmente de toda edad, principalmente en rocas de facies de esquistos verdes Arcaicos y Fanerozoicos (Groves et al, 1998), sobre todo intruidos por batolitos graníticos. Estos depósitos se forman en cinturones orogénicos activos en evolución, alojados en rocas metamórficas o rocas ígneas intrusivas (Mason y Melnik, 1986; Wood et al., 1986).

2.2.1.2. Principales ambientes geotectónicos:

Cinturones de esquistos verdes Arcaicos y Proterozoicos Temprano; los depósitos están hospedados en todo tipo de roca en los cratones Arcaicos y terrenos Proterozoicos, pero principalmente en cinturones de esquistos verdes (figura 1.1). El momento más común para la formación de depósitos minerales es la parte tardía de la historia magmática y tectónica, justo antes de la estabilización del terreno como cratón y aproximadamente coetáneo con la última fase de plutonismo granítico (Ridley, 2013). Pero también hay cinturones dominados por rocas volcánicas que pueden estar divididas, basada en la geometría de la mineralización, en tres tipos: (1) sistemas de vetas y vetillas de cuarzo auríferas; (2) zonas diseminadas de pirita-cuarzo-albita o reemplazamiento de carbonatos – feldespato potásico; (3) zonas de brecha, stockwork y reemplazamiento de estratos en la facie de óxido de formaciones de hierro (Hodgson, 1993).

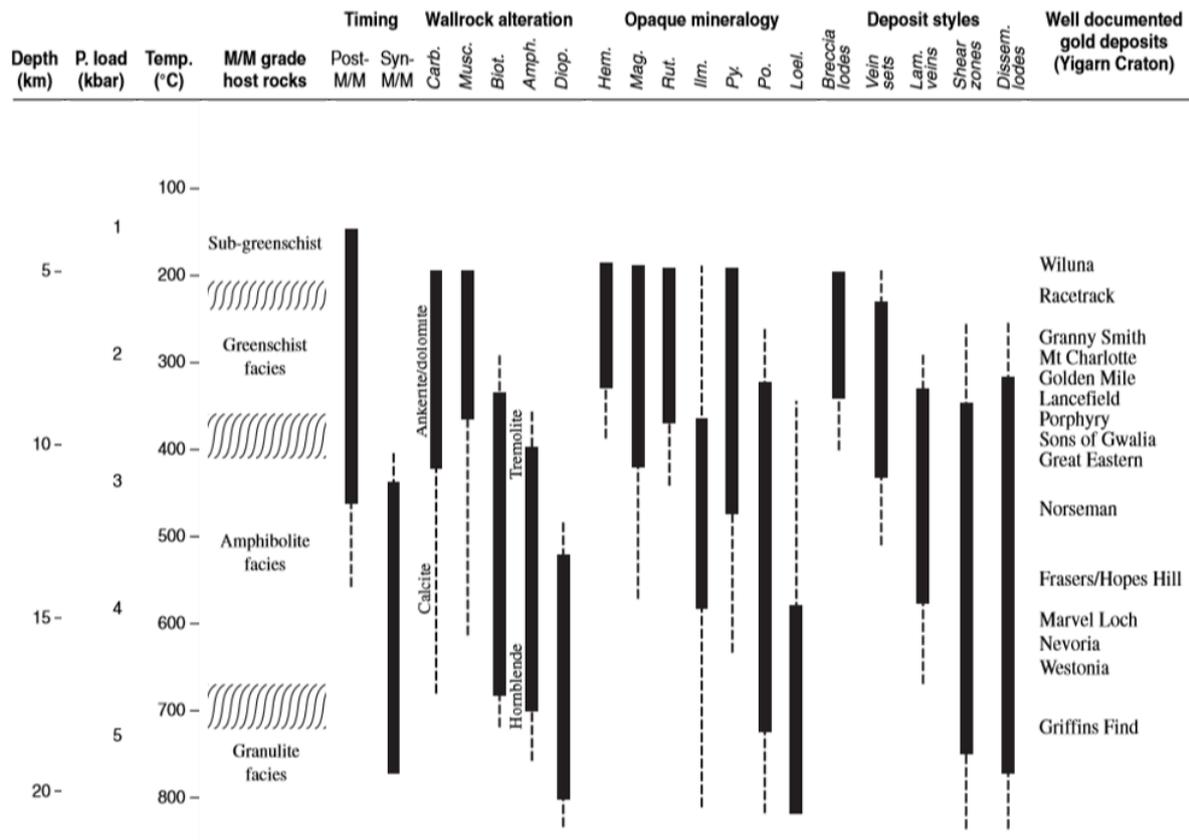


Figura 1. Resumen de las características de los depósitos del cratón de Yilgarn.

Fuente: Goldfarb et al., (2005).

Cinturones dominados por rocas sedimentarias; que pueden estar divididas en aquellas que se hospedan en formaciones bandeadas de hierro y en aquellas hospedadas por rocas sedimentarias clásticas. Están controladas típicamente por zonas de cizalla y fallas, pero adicionalmente están controladas por plegamientos en los estratos (Hodgson, 1993).

Cinturones de metapelitas; conformados por turbiditas deformadas y metamorfizadas que fueron depositadas en un margen continental activo. Los depósitos de Au orogénico son comunes en cinturones de pelitas que fueron metamorfizadas a facies de esquistos verdes y fueron intruidos por granitoides durante o después del metamorfismo de bajo grado (Ridley, 2013).

Cinturón orogénico cordillerano; Los depósitos son abundantes en algunos segmentos de estilo cordillerano o cinturones orogénicos acrecionales, los cuales están compuestos en parte por arcos magmáticos deformados y profundamente erosionados con extensos batolitos graníticos. En este ambiente, los

depósitos se forman al mismo tiempo que el magmatismo de arco granítico, pero están hospedados en las rocas metamórficas del orógeno en lugar que alrededor de granitos (Ridley, 2013).

2.2.1.3. Características de los depósitos de Au orogénico:

Marco tectónico y tiempo de emplazamiento de vetas mesotermales; los depósitos se formaron durante procesos deformacionales en márgenes de placa convergente (orogenia) indistintamente si se encuentran en cinturones de esquistos verdes Arcaicos o Proterozoicos o secuencias de rocas sedimentarias Proterozoicas y Fanerozoicas (Barley y Groves, 1992; Kerrich y Cassidy, 1994). También existe una asociación espacial entre depósitos de oro y procesos termales relacionados con la subducción (Sawkins, 1972) en orógenos acrecionales (interacciones de placa oceánica-continental). Los orógenos colisionales (colisión continente-continente) como el Varisco, Apalaches y Alpino también son ambientes que hospedan depósitos de Au. De hecho, los orógenos colisionales (o internos) y acrecionales (o periféricos) se pueden presentar como miembros finales de procesos continuos. Un punto clave en todos los ejemplos es que las rocas volcánicas y los sedimentos marinos hidratados fueron adicionados a los márgenes continentales. La abundancia de similitudes geológicas entre depósitos de Au de orógenos Fanerozoicos y aquellos de cinturones de esquistos verdes Arcaicos, evidencian un marco tectónico similar para la formación de depósitos. Tal y como se observa en los márgenes convergente de hoy en día, los fluidos auríferos Arcaicos fueron producto de eventos termotectónicos, subsecuentes al magmatismo y metamorfismo en rocas supracorticales. La mena se formó durante procesos de deformación compresional a transpresional en márgenes de placa convergente en orógenos acrecionales y colisionales (figura 1.2). En ambos tipos de orógeno, fueron adicionados sedimentos marinos hidratados y rocas volcánicas a los márgenes continentales durante decenas a algunos cientos de millones de años de colisión (Groves et al, 1998). A escala regional, los depósitos ocurren en asociación con zonas de fallas transcorticales mayores, cinturones lineales de rocas sedimentarias marinas poco profundas y pequeñas intrusiones trondhjemíticas y alcalinas félsicas, un conjunto de estructuras y rocas que se desarrollaron después del periodo principal de deformación contraccional relacionada con la acreción (Hodgson, 1993).

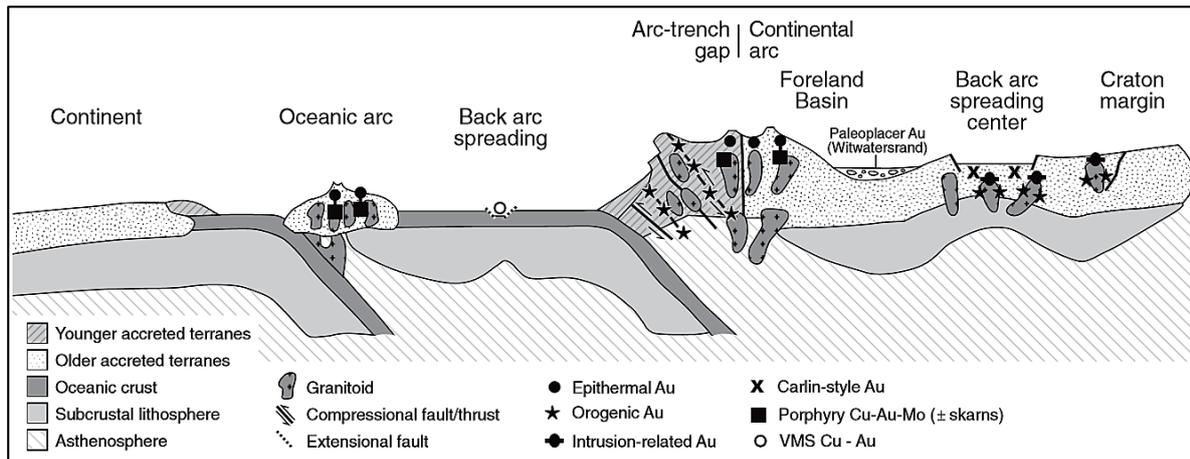


Figura 2. Marco tectónico de depósitos minerales epigenéticos ricos en oro.

Fuente: Groves et al., (2003).

Forma y tamaño de los depósitos; muchos de los cuerpos de mena son vetiformes, en su mayoría vetas de cuarzo de potencias métricas por cientos de metros a lo largo del rumbo y buzamiento. Los cuerpos mineralizados están controlados estructuralmente. Los depósitos más grandes están formados por una red de vetas o zonas de cizalla mineralizada, sobre un área vista en planta del orden del kilómetro cuadrado. En contraste con depósitos epitermales, la mineralización está marcada por continuidad vertical. Algunos depósitos han sido minados desde superficie hasta 2 – 3 km de profundidad, con pocos cambios de leyes de mena en profundidad (Ridley, 2013).

Características estructurales de los depósitos; los depósitos de Au orogénico son los que están más fuertemente controlados estructuralmente de todos los tipos de depósitos. Muchas vetas y vetillas están hospedadas a lo largo de fallas o zonas de cizalla. Otros rasgos estructurales incluyen zonas plegadas articuladas, sheeted veins o stockwork de vetillas orientadas sistemáticamente en rocas masivas que son limitadas por zonas de cizalla o fallas (Ridley, 2013). Los depósitos normalmente se ubican en estructuras de segundo y tercer orden, comúnmente cerca de estructuras compresionales (usualmente transcorticales) de gran escala. Las estructuras que controlan la mena pueden ser: (a) fallas frágiles a zonas de cizalla dúctil con movimiento inverso de bajo a alto ángulo; (b) conjunto de fracturas, stockwork o zonas de brecha en rocas competentes; (c) zonas foliadas o; (d) charnela de pliegues en secuencias de turbiditas dúctiles. Las estructuras mineralizadas pueden tener pequeños desplazamientos sin y post mineralización, pero los depósitos

de Au comúnmente tienen una extensa continuidad vertical de cientos de metros a kilómetros (Groves et al, 1998). La razón de la asociación de depósitos de Au con fallas mayores se debe a que las fallas actuaron como el principal conducto de fluidos. La ubicación de depósitos en fallas conjugadas es probablemente debido al hecho de que las conjugadas representan un sistema estructural complejo geoméricamente más conductivo a la dilatación que las largas y rectas fallas mayores (Robert y Brown, 1996a; Hodgson, 1993).

Mineralogía; Estos depósitos están tipificados por vetas de cuarzo con 3-5 % de sulfuros (principalmente de Fe como pirita o pirrotina, pero también arsenopirita o molibdenita), telururos y \leq 5-15 % de carbonatos como calcita o ankerita. Los minerales ganga, en rocas huésped de esquistos verdes, son: albita, mica blanca o fuchcita, sericita, cloritas, scheelita, tremolita, diópsido y turmalina. El sistema de vetas puede ser continuo a lo largo de 1-2 km en extensión vertical con pocas variaciones en la mineralogía o ley de Au. El contenido de Ag es notablemente bajo, con ratios Ag/Au incluso menores que los de la corteza u otros depósitos hidrotermales, la razón Au/Ag va de 10 (normal) a 1 (poco común). Las leyes de Au son relativamente altas, entre 5-30 g/t Au. La mineralogía de sulfuros refleja la litogeoquímica de la roca huésped. La arsenopirita es más común en rocas caja metasedimentarias, mientras que pirita y pirrotina son típicas en rocas ígneas metamorfizadas (Groves et al, 1998).

Alteración hidrotermal; los halos de alteración tienen espesores desde pocos centímetros a decenas de metros alrededor de la veta, dependiendo de la roca caja y el nivel cortical. Minerales como calcita, ankerita, cuarzo, dolomita, sericita y sulfuros (pirita, pirrotita, arsenopirita) son los minerales de alteración comunes en las zonas de alteración proximal (generalmente blanqueadas). El metasomatismo alcalino genera sericitización o raras veces fuchcita, biotita, feldespatos potásico y albitización. Las zonas distales están dominadas por cloritas (a partir de minerales máficos) y calcita. Las paragénesis de la zona proximal son similares a aquellas de la alteración fílica de los pórfidos, pero difieren en que tiene abundantes carbonatos. Los sulfuros son componentes casi invariables de mena y halos de alteración (Ridley, 2013). La alteración de la roca caja en rocas de facies de esquistos verdes genera la adición de cantidades significativas de CO₂, S, K, H₂O, SiO₂±Na y LILE (Ba, K, Sr, Rb, Cs) (Groves et al, 1998). La paragénesis de alteraciones proximales presenta

sulfuros de Fe – carbonato – sericita ± albita que se depositan a 300 ± 50 °C y a 1-3 kbar, como lo indican en inclusiones fluidas y otros estudios geotermobarométricos (Groves y Foster, 1991; Nesbitt, 1991). La carbonatización progresiva es la alteración dominante en muchos depósitos mesotermales (Mueller and Groves, 1991; Robert y Brown, 1986b; Clark et al., 1989). Cerca del conducto de fluidos la roca está blanqueada como resultado de la alteración de la clorita a ankerita o ferrodolomita. La alúmina y algo de hierro liberado, se combinan con los álcalis y azufre para formar sericita ± biotita y/o feldespato alcalino y pirita. La silicificación y/o albitización implica decarbonatización. La facies de alta temperatura se caracteriza por minerales calcosilicatados (anfíbolita, diópsido, granate) ± calcita (Mueller, 1988). Presenta alta variación de minerales de alteración, lo cual sugiere que los minerales se formaron directamente por metasomatismo y no por metamorfismo de las paragénesis de baja temperatura. Es muy raro que el Au ocurra en zonas carbonatadas que carezcan de vetas de cuarzo con sulfuros o carezcan de silicificación, sulfidización o metasomatismo alcalino asociado con la carbonatización (Hodgson, 1993).

Composición de fluidos y condiciones de la deposición de mena

Independientemente de su edad, marco geológico o tonelaje, la mena fue depositada por fluidos $H_2O-CO_2 \pm CH_4$ de baja salinidad (2-10 wt% NaCl) (Smith et al., 1984; Wood et al., 1986; Walsh et al., 1986; Robert and Kelly, 1987; Ho, 1987; Leitch et al., 1991) y pH casi neutro, los cuales transportaron Au en complejos sulfurados, ya que los fluidos tienen suficiente concentración de H_2S en solución para precipitar minerales de sulfuros de Fe. En la zona de alteración, la adición metasomática de S^{2-} , CO_2 y K^+ se da de manera progresiva hacia la zona de mena, donde también se adiciona sílice (Ridley, 2013). Estos fluidos presentan alto contenido de CO_2 de ≥ 5 mol% y han sido atribuidos a magmas, a devolatilización metamórfica de rocas supracorticales y a la desgasificación del manto (Hodgson, 1993). Los valores típicos de $\delta^{18}O$ en fluidos hidrotermales son de 5-8 ‰ en cinturones Arcaicos y 2 ‰ más alto en vetas de Au Fanerozoicas. Los depósitos son sin a post metamórficos. La evidencia de formación de estos depósitos de Au se da en rangos de P – T alrededor de < 1-5 kbar (< 3-20 km de profundidad) y 150-700 °C (Groves, 1993; Hagemann y Brown, 1996; Ridley et al., 1996) e implican sistemas hidrotermales extensos verticalmente.

En depósitos de alta temperatura (450-600 °C) se puede observar minerales calcosilicatados (Mikucki y Ridley, 1993), pero se diferencian de los depósitos de tipo skarn por la salinidad del fluido (Meinert, 1993). En depósitos de baja temperatura (200-250 °C) los fluidos hidrotermales migraron a niveles corticales poco profundos en condiciones de reducción moderada y moderadamente ricos en sulfuros que favorecieron las bajas solubilidades de Au (Shenberger y Barnes, 1989). En cuanto a su profundidad de formación, los depósitos orogénicos están mejor subdivididos en tres clases: (1) *epizonal*, depósitos que se forman < 6 km a temperaturas de 150-300 °C; (2) *mesozonal*, depósitos formados a profundidades de 6-12 km y a temperaturas de 300-475 °C e; (3) *hipozonal*, depósitos por debajo de 12 km y temperaturas superiores a 475 °C (Groves et al, 1998). Hay pues un amplio rango de profundidades corticales y temperaturas de las comúnmente reconocidas (figura 1.3) (Groves, 1993; Hagemann and Ridley, 1993; Gebre-Mariam et al., 1995).

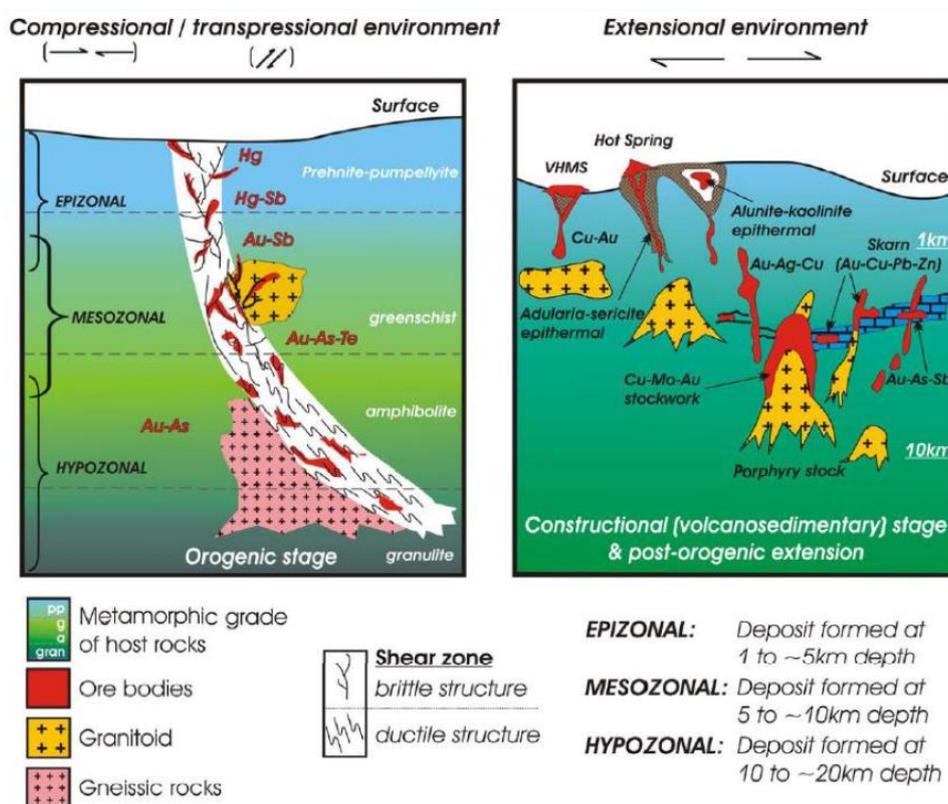


Figura 3. Representación esquemática de ambientes corticales de depósitos de oro hidrotermal.

Fuente: modificado de Groves et al., (1998).

2.2.1.4. Interpretación de la génesis de mena:

Procesos químicos de precipitación de Au; el Au está presente predominantemente como Au (I) en solución y es llevado a 250 – 400 °C como

complejo bisulfurado (ej.: $\text{Au}(\text{HS})_2^-$) en fluidos ricos en H_2S de pH casi neutro. Los óxidos de Fe y el Fe que estuvieron contenidos en la roca huésped fueron usados para formar sulfuros ricos en Fe, por ejemplo, pirita y arsenopirita. Existen múltiples posibles causas para la precipitación de Au como la pérdida de azufre del fluido, la interacción del fluido con un reductor químico como el grafito de una roca metasedimentaria carbonosa o por acidificación y fugacidad de hidrógeno (Ridley, 2013). La deposición de oro puede ocurrir también como resultado de cualquier proceso que altere la composición del fluido para disminuir la solubilidad de oro y/o disminuir el contenido total de azufre disuelto en el fluido. Entre estos procesos tenemos: (1) Carbonatización de cualquier mineral que contenga hierro oxidado (ej. magnetita, epidota) en rocas caja (la reducción de Fe^{3+} en rocas no alteradas a Fe^{2+} en un carbonato dentro de la zona de alteración o de la veta, oxida el fluido). (2) Procesos que bajen el contenido de azufre del fluido (ej. cambios de pH, causando deposición de sulfuros en una veta o la sulfidización de minerales de hierro en las rocas caja; o la efervescencia de CO_2 , que causa el fraccionamiento de H_2S dentro del vapor). (3) Procesos que resulten en la pérdida de CO_2 (ej. carbonatización, efervescencia) y por lo tanto cause el incremento de pH. (4) Alteración hidrolítica del feldespato a mica en las rocas caja, que también incrementan el pH. Estas reacciones pueden ser el resultado de cambios en la presión causadas por la expansión de fluidos dentro de zonas dilatantes y un incremento en el ingreso de fluido a las rocas caja, causado por fracturación hidráulica, a su vez como resultado de la sobrepresión de fluido (Hodgson, 1993).

Patrones del flujo de fluido hidrotermal;

Los eventos termales relacionados con la subducción y el incremento episódico del gradiente geotermal dentro de secuencias acrecionales hidratadas, causaron la migración de fluidos hidrotermales a través de rocas cristalinas de la corteza media y superior (Groves et al, 1998). Por ello la continuidad vertical de las zonas de mena es de al menos 2 km y la forma de los yacimientos son como chimeneas continuas sub verticales. La ubicuidad del cuarzo en las vetas muestra que el fluido se enfrió al ascender a través de la corteza, a lo largo de estructuras como fallas, zonas de cizalla, y superficies de planos de estratos. Las relaciones estructurales entre vetas, estructuras y texturas muestran que muchas estructuras huésped estuvieron activas durante la mineralización. Muchas de las estructuras que hospedan vetas son

“heredadas”, es decir, ellas estuvieron presente antes del comienzo del flujo del fluido hidrotermal y fueron aprovechadas como zonas o planos de permeabilidad (figura 4), (Ridley, 2013).

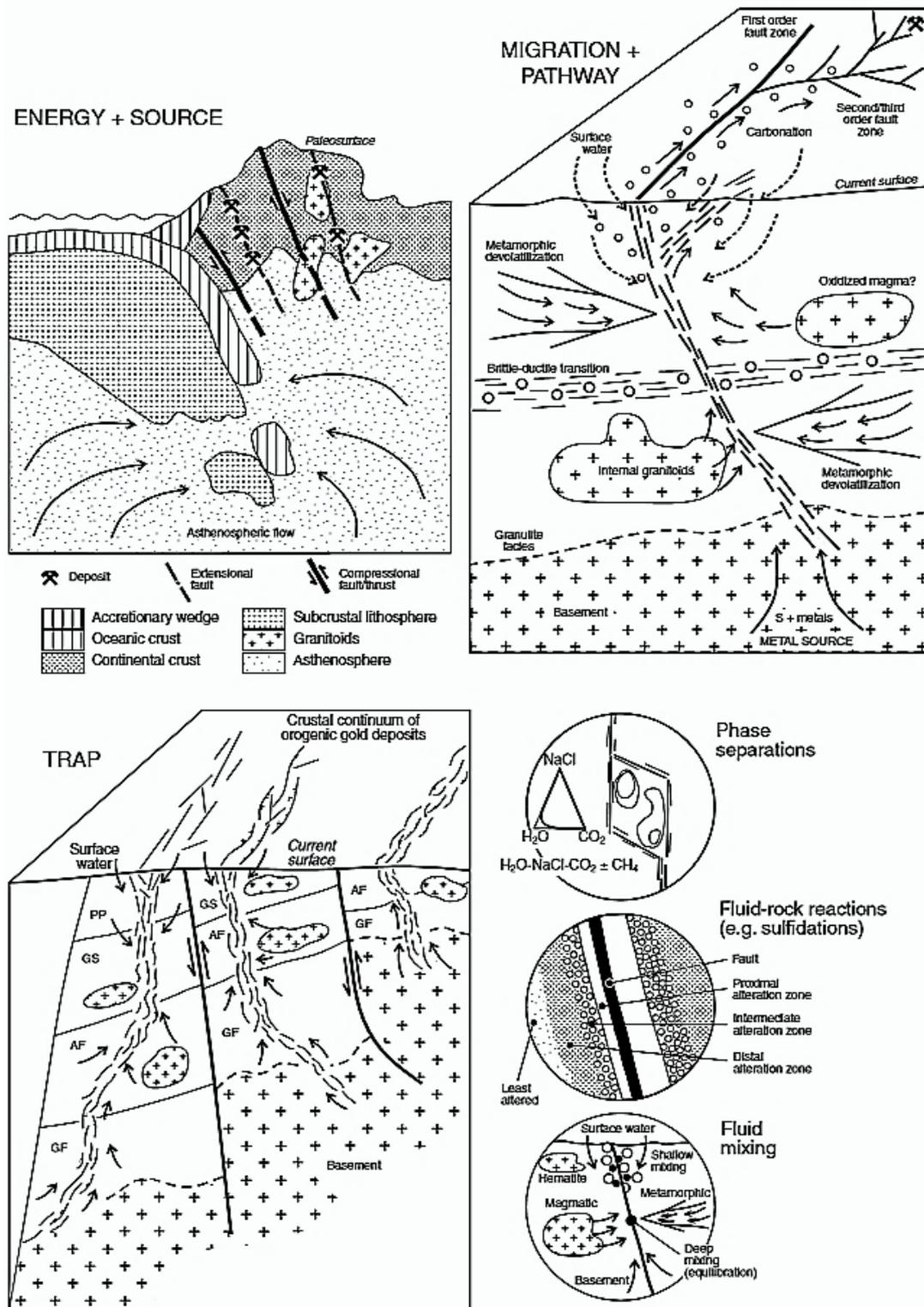


Figura 4. Patrones de flujo de fluido hidrotermal durante la génesis de depósitos de oro orogénico.

Fuente: Hagemann et al., (2000).

- **Orígenes del fluido hidrotermal;** hay tres hipótesis principales (figura 5):
 - fluidos de reacciones de devolatilización metamórfica,** son fluidos liberados en reacciones minerales metamórficas progradadas, donde se propone que el Au es lixiviado y colectado por un fluido mixto de H₂O-CO₂ en concentraciones similares al de la corteza (2-5 ppb).
 - fluidos magmático-hidrotermales,** son fluidos producto de la exsolución a partir de magmas derivados del manto.
 - fluidos derivados de superficie,** son fluidos meteóricos que entran en convección por el calor magmático, la topografía y la actividad sísmica, dentro de terrenos tectónica y magmáticamente activos. Estos fluidos fluyen hacia arriba después de la convección en profundidad (se enriquecen en la zona sísmica de la corteza, entre 300-350 °C) (Ridley, 2013).

A continuación, se muestran los esquemas de las posibles fuentes de fluidos hidrotermales y patrones de circulación a lo largo de la trayectoria del flujo ascendente de larga distancia de fluidos metamórficos, magmáticos y meteóricos en un terreno continental activo magmática, metamórfica y tectónicamente. Figura **a)** el posible rango de temperaturas en las que se depositan los cuerpos mineralizados (Ridley, 2013), y; **b)** la zona de falla de segundo y tercer orden donde se podrían hospedar los cuerpos mineralizados, teniendo en cuenta el marcado control estructural jerarquizado, siendo la zona de falla de primer orden el posible conducto de fluidos hidrotermales (Hagemann, 2009).

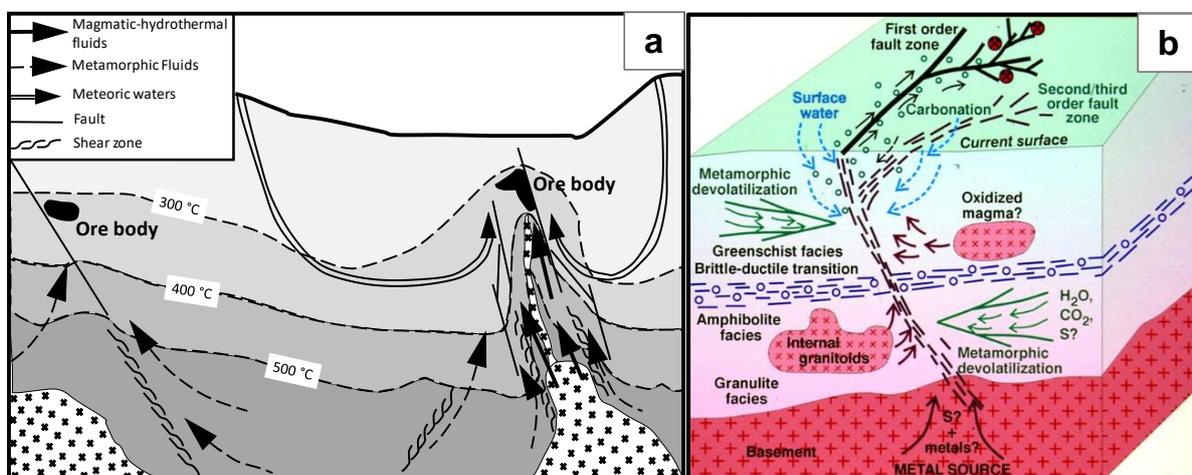


Figura 5. Esquemas de las posibles fuentes de fluidos hidrotermales.
Fuente: Hagemann, (2009).

2.2.2. Prospección Geoquímica

2.2.2.1. Principios básicos de la geoquímica

La geoquímica junto al conocimiento básico de la geología, puede llegar a constituir una excelente herramienta, que contribuirá a resolver los diferentes problemas de la etapa de exploración y como los planteados en los objetivos de esta tesis.

Toda investigación geoquímica, considera de gran importancia las técnicas de muestreo y el análisis químico que se emplea, los cuales son comentados en la metodología del trabajo e investigación.

También es importante analizar la abundancia y distribución de los elementos en las distintas litologías a nivel regional (escala 1:100 000), con la finalidad de conocer los valores de contenido de fondo (*Background*) y poder establecer la posible existencia de anomalías geoquímicas en el área de estudio.

El procesamiento de datos (valores geoquímicos) mediante métodos estadísticos aplicados en este estudio es fundamental, por cuanto nos permite el manejo de grandes cantidades de valores, donde los parámetros estadísticos son derivados a parámetros geoquímicas, como el valor de fondo (*Background*), el umbral geoquímico (*Threshold*), anomalías geoquímicas, etc. facilitando la interpretación de la dispersión de los elementos químicos en la naturaleza (Rivera, 2007).

2.2.2.2. Dispersión Geoquímica

Es la capacidad de migración de un elemento desde su origen hacia otro ambiente través de diferentes procesos fisicoquímicas y mecánicas. También se define como el movimiento fisicoquímico que sufren los elementos al pasar de un ambiente geoquímico a otro; esto se refiere también a los procesos de transporte o fraccionamiento de los elementos (Rivera, 2007). Las dispersiones pueden ser:

a) Dispersión mecánica. - Como el emplazamiento de los magmas o el transporte glacial, eólico y fluvial que implica pequeños fraccionamientos (Rivera, 2007).

b) Dispersión química. - La contribución de procesos químicos a través de la meteorización, comprende sobre todo una diferenciación del material en varias fracciones de movilidad. Se puede dividir los elementos en: inmóviles que son los insolubles y los móviles que son los solubles (Rivera, 2007).

c) **Dispersión primaria.** – Está caracterizada por las condiciones de profundidad de altas presiones y temperaturas cuyos productos quedan reservados en rocas ígneas metamórficas o hidrotermales.

d) **Dispersión secundaria.** – Son las condiciones prevalecientes en la superficie terrestre consistente de baja temperatura y presiones en la cual los procesos de dispersión secundaria son resaltantes.

2.2.2.3. Movilidad Geoquímica de los Elementos

Es la capacidad que tienen los elementos de ser transportados de un ambiente geológico a otro. Algunos elementos muestran un alto grado de movilidad durante la dispersión en ambientes particulares (tabla 1). La respuesta de un elemento a los procesos de dispersión está gobernada por su movilidad la que depende de las propiedades mecánicas de la fase móvil (Rivera, 2007).

Tabla 1. Movilidad de elementos en ambientes supérgenos.

Movilidad Relativa	Oxidante (pH 5-8)	Oxidante (pH < 4)	Reductor
Muy móvil (k>10)	Cl, Br, I, S, Rn, He, C, N, Mo, B, (Se, Te, Re).	Cl, Br, I, S, Rn, I, Fe, C, N, B	Cl, Br, I, Rn, He.
Moderadamente móvil (k= 1-10)	Ca, Na, Mg, Li, F, Zn, Ag, U, V, As,(Sr, Hg, Sb)	Ca, Na, Mg, Sr, Li, F, Zn, Cd, Ni, U, V, As, Mil, P.	Ca, Na, Mg, Li. Sr, Ba, Ra, F, Mn.
Ligeramente móvil (k=1-10)	K, Rb, Ba, Mil, Si, Ge, P, Rb, Cu, Ni, Co, (Cd, Be, Rn, In, W)	K, Rb, Ba, Si, Ge, Ra.	K, Rb, Si, P, Fe.
Inmóvil (k<0.1)	Fe, Al, Ga, Se, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn. TR. grupo Pt, Au, (Cr, Nb, Ta, Bi, Cs)	Fe, Al, Ga, Se, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, Tr, Grupo Pt, Au, As, Mo, Se.	Fe, Al, Ga, Ti, Zr, Hf, Th, Pa, Sn, Tr, grupo Pt, Au, Cu, Ag, Pb, Zn, Cd, Hg, Ni, Co, As, Sb, Bi, Y, V, Se, Te, Mo, In, Cr, (Nb, Ta, Cs)

Fuente: modificado por Rose et. al., (1979).

Los datos empíricos ayudan a comprender la movilidad de algunos elementos muy importantes en la prospección geoquímica. (Hawkes y Webb, 1962) hicieron

hincapié en que, en general, en ambientes silíceos de meteorización de sulfuros, el Zn es muy móvil en tanto que el Cu tiene movilidad intermedia, pero en ambientes calcáreos de meteorización, el Zn tiene movilidad intermedia y el Cu es esencialmente inmóvil, en los dos ambientes, el Pb es bastante Inmóvil. De esto se deduce que la dispersión relacionada con un ambiente u otro podría ser espacialmente diferente (siendo igual a otros factores). El Zn mostraría una dispersión más amplia que el Pb en ambientes silíceos, pero podría tener dispersión similar a la del Pb en ambientes calcáreos. La movilidad depende de dos factores:

- Las Características Mecánicas de la Fase Móvil
- Las Características Químicas de la Fase Móvil

2.2.2.4. Asociación de Elementos

Se manifiestan en general por las condiciones de formación, mostrando asociaciones de características en cualquier condición geológica, tales como rocas ígneas particulares, rocas sedimentarias y ciertas menas, esto es porque algunos elementos pueden viajar juntos durante los procesos ígneos y metamórficos, pero que pueden separarse durante el ciclo de meteorización se puede distinguir como:

a) Elemento indicador (*Target*). - Elemento indicador, indicador directo o elemento blanco "*Target element*" se refiere a uno de los elementos principales del depósito mineral que se espera encontrar (Tabla 2 y 3).

b) Elemento explorador (*Pathfinder*). – Debido a que los elementos muestran diferentes grados de movilidad controlados inicialmente por la estabilidad de los minerales que los contiene posteriormente por el ambiente en el cual están migrando, un elemento "*Pathfinder element*" puede ser definido como un elemento fácilmente detectable (Tabla 2 y 3).

El hecho de que uno o más elementos y minerales puedan estar estrechamente asociados y puedan constituir un halo, ayudan en el descubrimiento de depósitos minerales después de buscados lo que lleva al concepto de elemento guía, elemento indicador o Pathfinder.

Tabla 2. Elementos guías asociados usados en exploración de depósitos.

Categoría de depósito	Componentes mayores	Elementos asociados
Depósitos Magmáticos		
Depósitos de Cromita (Bushveld)	Cr	Ni, Fe, Mg
Magnetita en Estratos (Bushveld)	Fe	V, Ti, P
Sulfuros de Cu-Ni inmiscibles	Cu, Ni, S	PGE, Co, As, Au
Óxidos de Fe-Ti inmiscibles (Lago Allard)	Fe, Ti	PGE, Co, As, Au
PGE-Ni-Cu en intrusiones estratificadas	PGE, Ni, Cu	Sr, Co, S
Carbonatitas con Nb-Ta (Oka)	Nb, Ta	Na, Zr, P
Pegmatitas con REE	Be, Li, Cs, Rb	B,U, Th, REE
Depósitos Hidrotermales		
Pórfidos Cupríferos (Bingham)	Cu, S	Mo, Au, Ag, Cu, Zn
Pórfidos Molibdeníferos (Climax)	Mo, S	W, Sn, F, Cu
Skarn con Magnetita (Iron Springs)	Fe	Cu, Co, S
Skarn con Cu (Yerington)	Cu, Fe, S	Au, Ag
Skarn con Pb-Zn (Hanover)	Pb, Zn, S	Cu, Co
Skarn con W, Sn y Mo (Bishop)	W, Mo, Sn	F, S, Cu, Be, Bi
Venas con metales base	Pb, Zn, Cu, S	Ag, Au, As, Sb, Mn
Greisens con Sn-W	Sn, W	Cu, Mo, Bi, Li, F, B
Venas con Sulfuros de Sn	Sn, S	Cu, Pb, Zn, Ag, Sb
Venas con Co, Ni y Ag (Cobalt)	Co, Ni, Ag, S	As, Sb, Bi, U
Metales Preciosos Epitermales	Au, Ag	Sb, As, Hg, S, Cu
Metales Preciosos en rocas sedimentarias (Carlin)	Ag	As, Sb, Hg, W
Venas con Au (Archean)	Au	As, Sb, W
Mercurio	Hg, S	Sb, As
Venas con U en Granitos	U	Mo, Pb, F
Uranio asociado a Disconformidades	U	Ni, Se, Au, Pd, As
Cobre en Basaltos (Tipo Lago Superior)	Cu	Ag, As, S
Sulfuros Masivos con Cu asociados a Vulcanitas	Cu, S	Zn, Au
Sulfuros Masivos con Zn-Cu-Pb asociado a Vulcanitas	Zn, Pb, Cu, S	Ag, Ba, Au, As
Formaciones de Fe con Au-As	Au, As, S	Sb
Valle del Misisipi con Pb-Zn	Zn, Pb, S	Ba, F, Cd, Cu, Ni
Uranio en Areniscas	F	Ba, Pb, Zn
Uranio en Capas Rojas	U	Se, Mo, V, Cu, Pb
Valle del Misisipi con Fluorita	Cu, S	Ag, Pb
Depósitos Tipos Sedimentarios		
Cobre en Arcillas (Kuperschiefer)	Cu, S	Ag, Zn, Pb, Cd, Ni
Cobre en Areniscas	Cu, S	Ag, Co, Ni
Uranio en Calcáreos	U	V

Fuente: Rose (1979) y Hurtado (2002).

Tabla 3. Elementos indicadores de algunos tipos de depósitos minerales.

Asociación de menas	Elemento indicador	Elemento explorador
Pórfido cuprífero	Cu, Mo	Zn, Au, Re, Ag, As, F
Depósitos complejos de sulfuros	Zn, Cu, Ag, Au	Hg, As, S (en forma de SO ₄), Sb, Se, Cd, Ba, F, Bi
Vetas de metales preciosos	Au, Ag	As, Sb, Te, Mn, Hg, I, F, Bi, Co, Se, Tl
Depósitos del tipo "Skarn"	Mo, Zn, Cu	B, Au, Ag, Fe, Be
Uranio en areniscas	U	Se, Mo, V, Rn, He, Cu, Pb
Uranio en vetas	U	Cu, Bi, As, Co, Mo, Ni, Pb, F
Cuerpos ultramáficos de oro	Pt, Cr, Ni	Cu, Co, Pd
Vetas de fluorita	F	Y, Zn, Rb, Hg, Ba

Fuente: modificado de Hurtado (2002).

2.2.2.5. Distribución Geoquímica

Ciertas rocas tienen elementos característicos o tienen una concentración típica de un elemento. Esto significa que debe existir una relación entre la geología y la dispersión de los elementos de modo que podemos deducir la distribución de los elementos químicos en las unidades geológicas. A esta distribución se le puede considerar como topografía o relieve geoquímico, demostrado por isolinéa de distribución geoquímica, las cuales nos indicarán donde hay mayor abundancia de un elemento sobre la superficie estudiada luego de realizar el análisis estadístico y la Prospección Geoquímica de la zona (Goldschmidt, 1937).

2.2.3. Muestreo Geoquímico

En geoquímica aplicada se analizan muestras para identificar elementos, isótopos o compuestos útiles en la búsqueda de yacimientos minerales (sea de metales, de no metales o de hidrocarburos). Cada muestra es única en cuanto a la información que proporciona, además de los datos geoquímicos de la zona que representa y por su facilidad para colectarla, transportarla y prepararla para su análisis en el laboratorio. Influyen en la selección de muestras los objetivos del proyecto, sean estos de reconocimiento (estudio regional), de seguimiento o de detalle (estudio local), y la clase de mineralización que se busca, posible tamaño, forma geométrica y orientación espacial (Blanco, 1984).

2.2.3.1. Densidad e Intervalo de Muestreo

El número de muestras por kilómetro cuadrado que se recolectan en un trabajo de prospección geoquímica, depende de diversos factores, como, por ejemplo, la fase en que se desarrolla la investigación, la extensión del área de estudio, el objetivo a alcanzar, etc. Por lo general, en las etapas de orientación, desarrolladas a menudo en sedimentos de arroyos, la densidad puede llegar a cinco muestras por kilómetro cuadrado en virtud de toda la información que aquellas proporcionan. Cuando se trata de estudios regionales, téngase en cuenta que existen densidades de muestreo específicas para cada caso en particular (Blanco, 1984).

2.2.3.2. Errores de Muestreo

La limitación de espacio del presente trabajo, impide un tratamiento más o menos detallado de tema; sin embargo, es necesario incluir algunas ideas substanciales.

La determinación y evaluación de estos errores se hacen sobre la base de técnicas estadísticas; su entendimiento evita pasar por alto débiles sospechas de mineralización no aflorantes. Aunque los procedimientos de muestreo que se emplean sean los correctos y no se cometen engaños al llevarlos a cabo, pueden cometerse errores, que radican principalmente en la diferencia que existe entre la muestra que se toma y el material del cual se la obtiene y está presente en el punto de muestreo; por ejemplo, cualquier tipo de contaminación puede producir errores si no se le detecta, del mismo modo, la recolección del material orgánico, junto con las muestras de suelos, tiene idéntico efecto. Algunos tipos de error pueden ser controlados, pero otros pueden escapar a la supervisión y echar por tierra la veracidad y validez de la interpretación. Las diversas categorías de tendencias en el muestreo también conducen a errores, algunas de ellas pueden ser controladas por el empleo de ciertos artificios, aunque no completamente, puesto que en muchas ocasiones están fuera del alcance de cualquier rectificación. Por lo tanto, la manera más segura de minimizar al máximo esta clase de errores, es observar estrictamente todas las reglas de procedimientos del muestreo (Blanco, 1984).

2.2.3.3. Tipos de Muestreo

El muestreo se hace siguiendo las pautas determinadas ya que además de proporcionar la información geoquímica de la zona, es fácil de recolectar, transportarla y preparar

la muestra que sea más representativa para su análisis en el laboratorio (Blanco, 1984).

2.2.3.3.1. Muestreo de rocas

La toma de muestras en roca y estructuras mineralizadas se realizó en afloramientos de rocas frescas y alteradas. Las muestras representativas fueron muestreadas aplicando las técnicas de geoquímica rock chip (puntos, canal) y trincheras.

La exactitud del muestreo depende del número de muestras y de su distribución correcta en relación al volumen y forma del yacimiento o área estudiada.

Las muestras de roca recogidos con fines de prospección y exploración de minerales se dividen en diferentes categorías de exploración. Cada categoría se basa en el método de recolección y los métodos utilizados para el muestreo (Blanco, 1984).

a) Muestreo por puntos o Rock Chip

Este tipo de muestreo de rock chip se realizó en afloramientos de roca con evidencias de mineralización. Estas muestras han sido tomadas con cincel punta de acero, combo obteniendo esquirlas en pequeñas porciones, se realizó el muestreo en diferentes áreas del proyecto.

Se recogieron de forma selectiva para proporcionar un valor representativo para cada intervalo, las muestras Rock chip se recogen generalmente en un afloramiento de la roca matriz, el método es útil porque si la mineralización está presente, la anchura de la zona mineralizada se puede determinar (Blanco, 1984).

b) Muestreo de Rock Chip por canales

Este tipo de muestreo de se realizó en afloramientos de vetas. Estas muestras han sido tomadas con cincel punta de acero, combo obteniendo esquirlas en pequeñas porciones en canales teniendo como límites la roca caja piso y techo, se realizó el muestreo en diferentes áreas del proyecto.

Se recogieron de forma sistemática de los afloramientos de estructuras mineralizadas para determinar su continuidad en superficie entiendo intervalos entre muestra y muestra de 10 a 20m (Blanco, 1984).

2.2.4. Parámetros Estadísticos

2.2.4.1. La Media (\bar{X})

Es la medida más popular de la tendencia central, es lo que se llama un promedio y los que los estadísticos denominan aritmética o solamente media.

"La media de (n) números, es la suma de los mismos dividida entre (N)"

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + \dots + X_n}{N}$$

2.2.4.2. La Media Geométrica (MG)

Es la raíz de N-ésima del producto de los datos.

$$MG = (X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 \dots X_n)^{1/N}$$

2.2.4.3. La Mediana

La mediana es una colección de datos ordenados en orden de magnitud, es el valor medio o la media aritmética de los dos valores medios.

2.2.4.4. La Moda

La moda de una serie de números, es aquel valor que se presenta con la mayor frecuencia, es decir es el valor más común. La moda puede no existir e incluso si existe puede que no sea única.

2.2.4.5. Amplitud

La amplitud (A_m) de un conjunto de datos es el valor mayor (V_{\max}) menos el valor mínimo (V_{\min}):

$$A_m = V_{\max} - V_{\min}$$

El intervalo de una clase es la amplitud dividida entre el número de clases.

$$\text{INTERVALO} = (V_{\max} - V_{\min}) / N^\circ \text{ clases}$$

2.2.4.6. Desviación Estándar (S)

Es la más confiable de las medidas de dispersión, también se le conoce como la desviación típica.

Es el parámetro más crítico necesario para establecer los valores del Background, las variaciones locales y regionales (Threshold) y las posibles y probables anomalías en una serie de valores de concentración geoquímica, la cual puede ser calculada por la ecuación (Rivera, 2007):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Donde, S es la desviación estándar, X es el valor de cada medida, \bar{X} es la media o promedio y n es el número de observaciones.

De acuerdo a la estadística clásica en una distribución normal sucede lo siguiente:

- 68.27% de la población tendría valores entre (x-s) y (x+s).
- 95.45% de la población tendría valores entre (x-2s) y (x+2s).
- 99.73% de la población tendría valores entre (x-3s) y (x+3s).
- 99.99% de la población tendría valores entre (x-4s) y (x+4s).

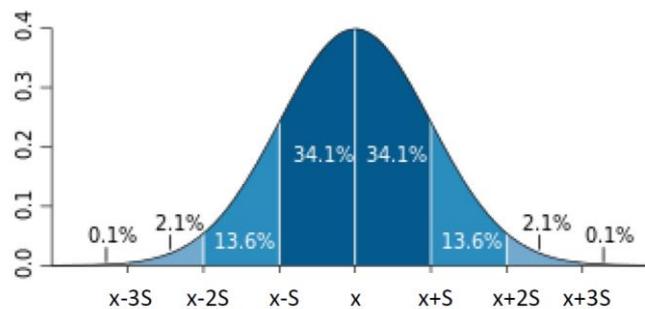


Figura 6. Grafico que representa una distribución estadística normal.

Esto quiere decir que, en una media geoquímica de una población de 1000 muestras, 682 muestras tendrán teóricamente valores de concentración geoquímica entre el promedio más o menos una desviación estándar, puesto que en geoquímica estamos interesados en los valores positivos, 159 valores tendrán valores mayores que x+2s y una sola muestra tendrá teóricamente un valor mayor que x+3s.

En prospección geoquímica es más común seleccionar como Background el valor que corresponde a \bar{X} y como límite de las fluctuaciones local y regional (threshold) la cifra

que corresponde a $x+2s$ (propuesta por Lepeltier) y los valores que exceden de este límite pueden ser considerados como anomalía geoquímica (Rivera, 2007).

2.2.4.7. La Varianza (S^2)

La varianza de un conjunto de datos viene a ser el cuadrado de la desviación estándar.

La varianza viene a ser otra medida de dispersión, la que define como el promedio o media de los cuadrados de las desviaciones de las medias respecto a su media (Rivera, 2007).

$$S^2 = \sum \frac{(X_1 - \bar{X})^2}{n - 1}$$

2.2.4.8. Coeficiente de Curtosis

Es una medida de concentración entorno a la media, si la variable es normal el coeficiente es cero, valores mayores que cero indicarán que la distribución tiende a concentrarse en torno a la media más que una distribución normal (distribución Leptocúrtica), mientras que valores menores que cero indica que tiende a dispersarse más (distribución Platicúrtica) y si tienen una tendencia casi simétrica se le conoce como distribución Mesocúrtica (Rivera, 2007).

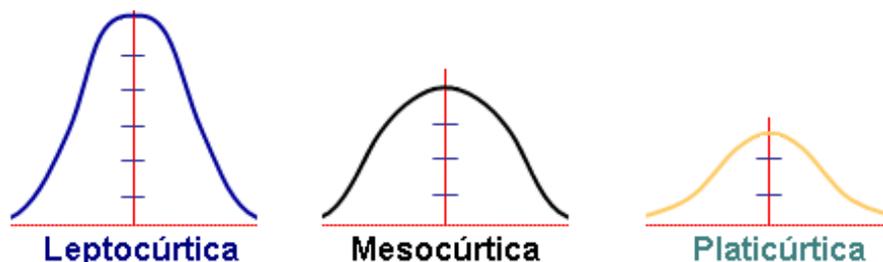


Figura 7. Grafico que representa la Curtosis en sus diferentes distribuciones.

2.2.4.9. Coeficiente de Asimetría

El concepto de asimetría de una distribución indica la deformación horizontal de las distribuciones de frecuencias (figura 9).

Una distribución es simétrica, cuando su curva (o polígono) de frecuencias es simétrica respecto al eje vertical y en este caso la media aritmética, la mediana y la moda coinciden.

La asimetría positiva o ala derecha, si tiene una ramificación más extendida hacia la derecha o hacia los valores grandes de la variable, en este caso la media aritmética es mayor que la moda, la mediana quedara comprendida entre ambas.

La asimetría negativa o a la izquierda, si tiene una ramificación más extendida (Rivera, 2007).

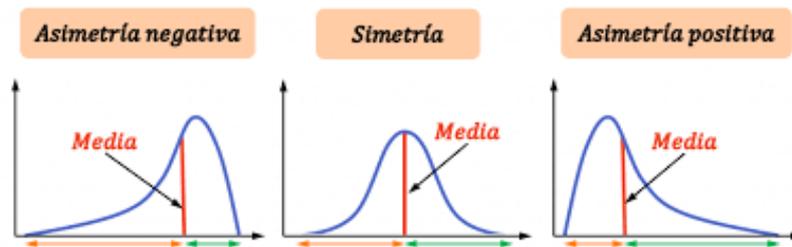


Figura 8. Asimetría de un conjunto de datos.

2.2.4.10. Coeficiente de Variación

Una forma de evaluar si la desviación estándar es grande o pequeña es al compararla con la media.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}}$$

Además, es una regla práctica para conocer la normalidad de la distribución del elemento, entonces una población puede considerarse como Gaussiana si el coeficiente de variación es inferior a 0.5 en caso contrario indicará un carácter log normal (Rivera, 2007).

2.2.5. Parámetros Geoquímicos

Un problema básico en cuanto a la prospección geoquímica es el determinar los parámetros geoquímicos que establecen los rangos de background y Threshold. La ausencia de detalles en el análisis de datos conlleva a forzar el resultado, como lo que ocurre en el procesamiento de datos de Ag, Sb y W que se caracterizan por tener una gran cantidad de datos por debajo del límite de detección, considerados como datos probables. Estos detalles crean altas desviaciones que crean automáticamente problemas en los parámetros geoquímicos.

La información geoquímica de estos sedimentos está influenciada por la pequeña cuenca de recepción de aguas. Por tanto, los parámetros geoquímicos están sujetos al área que influencia dicha muestra (Rivera, 2007).

2.2.5.1. *Background* o Valor de Fondo

Parámetro conocido como el valor promedio normal que muestra la abundancia o concentración de un elemento en un material terrestre, el contenido de fondo es sujeto a variaciones según la constitución de la roca u otro material terrestre en que el elemento ocurre. Este valor está representado estadísticamente como el promedio geométrico de la población (Rivera, 2007).

(Background = Media geométrica de la población).

2.2.5.2. *Threshold* o Umbral Geoquímico

Es definido como el límite superior de los valores normales de *background*. El valor de *threshold* varía para cada elemento, en cada tipo de roca y en cada área. En prospección geoquímica el *threshold* puede ser determinado a través del método matemático obtenido de la siguiente expresión (Rivera, 2007).

Threshold = Media geométrica + 2 veces la desviación estándar (SD).

2.2.5.3. Anomalía Geoquímica

Una anomalía es una desviación con respecto al contenido normal, de modo que una anomalía geoquímica es una desviación de los valores geoquímicos que son normales para una región. Un yacimiento de minerales es una anomalía geoquímica, entonces también se puede clasificar desde el punto de vista cualitativo (Rivera, 2007)

a) Anomalía Significativa

Se pueden usar como guías en prospección ya que tienen relación con la mineralización, las cuales son determinadas con métodos estadísticos.

b) Anomalía No Significativa

Sin relación con la mineralización, puede ser una anomalía espectral que mediante un tratamiento estadístico de sus muestras indican que no están relacionadas a una mineralización significativa.

2.2.5.4. Rangos de Anomalía

Los rangos considerados de las anomalías significativas, para el presente estudio son la siguiente:

Anomalía débil = 1 a 2 Threshold.

Anomalía moderada = 2 a 3 Threshold.

Anomalía fuerte = Mayor a 3 Threshold.

2.2.5.5. Coeficiente de Correlación

Es otro cálculo que utiliza la prospección geoquímica para establecer la relación entre un par de factores (o dos grupos de valores). El coeficiente de correlación o índice de correlación lineal de Pearson, entre dos variables x e y se define por:

$$r = \frac{Cov(x, y)}{S_x S_y}$$

Donde $S_x S_y$ son las desviaciones estándares de x e y respectivamente y Cov es la covarianza. Se demuestra que el coeficiente de correlación cumple

- Si existe una relación lineal exacta entre ambas variables y todos los puntos están en línea $y=a+bx$ (recta de regresión), el coeficiente de correlación es igual a 1 (si $b>0$) o -1 (si $b<0$)
- Si no existe relación lineal exacta: $-1<r<1$, el cual representa el grado de asociación.
- $r=0$, cuando no hay ninguna correlación lineal entre x e y. (Rivera, 2007).

Tabla 4. Rangos de Coeficiente de Correlación

TIPO DE CORRELACIÓN	
0.900 - 1.000	Muy buena correlación
0.700 - 0.899	Buena correlación
0.500 - 0.699	Moderada correlación
0.250 - 0.499	Baja correlación

2.2.5.6. Análisis de Correlación

Cuando calculamos “r” con una base a datos muestrales, se obtiene una fuerte correlación positiva o negativa meramente por casualidad, aunque en realidad no existe relación alguna entre las dos variables que consideramos. Es probable que no exista relación entre X e Y, los números de puntos que se obtienen con los dos dados.

Es difícil ver porqué los valores altos de X deben ir con los valores altos de Y, y los valores bajos de X deben ir con los valores bajos de Y.

Cuando calculamos un coeficiente de correlación con base de datos muestrales, el valor que obtenemos para "r" es sólo una estimación de un parámetro correspondiente (Rivera, 2007).

2.2.5.7. Ventajas del Análisis Estadístico

Se considera que la geoquímica es una compilación de análisis inexactos, reproducibles y no coordinados. Aunque esto pueda ser un punto de vista pesimista de la situación, existe algo de verdad en esta afirmación. Por otra parte, los errores de muestreo (o mejor dicho la falta de representatividad de una muestra aislada o pocas de ellas), son un factor mayor de incertidumbre en la evaluación de resultados. El caso es que los datos geoquímicos cuantitativos son siempre erróneos y que los errores son de dos tipos; casuales o sistemáticos.

Cierta cantidad de error sistemático puede ser tolerada a condición de que los datos sean compatibles entre sí en el total del levantamiento. Los errores casuales tienden a ser compensados cuando el número de resultados es grande. El tratamiento de grandes volúmenes de datos analíticos presenta difíciles problemas de manejo, presentación e interpretación, que son mejor solucionados por análisis estadístico.

Las principales ventajas de esta aproximación son:

- El soslayado de efectos de errores casuales (muestreo y analíticos).
- La posibilidad de establecer leyes de distribución adaptables a las diversas poblaciones de datos.
- La reducción de inmensas poblaciones a sus parámetros esenciales (de tendencia central y de desviación) que los caracterizan completamente.
- La presentación y comparación de muchos grupos de datos, cualquiera sea su importancia, de manera gráfica o sintética.
- La creación de una base objetiva para la definición de anomalías (cálculo del "Umbral" para un nivel dado de probabilidad).
- El descubrimiento de rasgos sutiles que podrían escapar a las interpretaciones ordinarias.
- La estandarización de la presentación de datos (Rivera, 2007).

2.2.5.8. Limitaciones del Análisis Estadístico

El tratamiento estadístico, de datos geoquímicos no debe ser aplicado ciegamente y los resultados finales deben ser siempre examinados crítica y conjuntamente con el fondo geológico. Cualquier grupo de datos es susceptible a su tratamiento estadístico y es responsabilidad del intérprete evaluar la calidad de las premisas (muestras geológicas más análisis químicos), a fin de valorar correctamente la calidad y la confiabilidad de sus resultados. No es difícil calcular la precisión de un método analítico y el error en los resultados que puede ser conocido precisamente. Los errores de muestreo son mucho más difíciles de valorar, ellos no implican errores en la selección de muestras o en los procedimientos de muestreo, pero basta la falta de representatividad de una muestra aislada. Un muestreo completo y perfectamente representativo en cada sitio es imposible en prospección geoquímica, debiéndose hacer esfuerzos para coleccionar muestras tan homogéneas como sea posible. Sin embargo, esto quedará como un importante factor de imprecisión para el futuro.

Resumiendo, el análisis estadístico de los datos es solamente un paso en la interpretación, sin perfeccionarla. El uso de la estadística debe ser siempre guiado por un conocimiento geológico, experiencia y sentido común (Rivera, 2007).

2.2.5.9. Distribución de Frecuencia Acumulada

El método gráfico para determinar el Umbral Geoquímico de una población de resultados de muestras de rocas, se puede realizar mediante una Distribución de Frecuencia Acumulada.

La Frecuencia Acumulada que viene a ser el número de muestras dentro de un límite de clase en forma acumulada (en porcentaje, %), se interpola con el antilogaritmo del límite de clase. Estos puntos interpolados tienen dos tendencias representadas por dos rectas que se interceptan entre sí.

El Umbral Geoquímico es el resultado de una recta perpendicularmente proyectada desde la intersección de las dos rectas antes mencionadas, hacia al eje de las abscisas (límite de clase). El valor se considera en el punto de intersección sobre el eje de las abscisas.

El Contenido de Fondo se deduce de la proyección perpendicular de una recta desde el 50% del eje de Frecuencia Acumulada (eje de las ordenadas) hacia la recta de los

puntos interpolados, a partir de esta intersección se proyecta otra recta hacia el eje de las abscisas (Rivera, 2007).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Anomalía geoquímica: Signo o señal de un patrón geoquímico mayor, mostrado por la presencia de elementos de interés en cantidades muy pequeñas (Dávila, 2011).

Alteración hidrotermal: Las soluciones hidrotermales tienen variados orígenes. Junto con su capacidad para transportar metales de interés económico, interactúan con las rocas, alterando su mineralogía y composición química. Su interés en geología económica se deriva de su asociación con determinados tipos de mineralización (Oyarzún, 2009).

Cartografiado geológico: Es una técnica de representación de los distintos tipos de rocas, sedimentos y suelos que afloran en la superficie terrestre y la interpretación de su disposición y geometría en profundidad (Oyarzún, 2009).

Elemento Pathfinder: Es un elemento fácilmente detectable, el cual puede ser usado como guía para ubicar la presencia de un elemento económicamente más deseable (Rivera, 2007)

Estructuras: Se refiere a rasgos morfológicos asociados al proceso de formación de una roca o un macizo rocoso (p.ej., de un volcán, una colada de lava, un estrato sedimentario, un batolito) o al posterior efecto de procesos tectónicos deformativos (plegamiento, diaclasamiento, fallamiento, metamorfismo dinámico). Las estructuras, junto a la litología, ejercen un control principal en la distribución de las mineralizaciones a sus distintas escalas. (Oyarzún, 2009).

Exploración minera: El término designa diversas actividades y etapas de trabajo destinadas al descubrimiento, evaluación y estimación de recursos y reservas de minerales de interés económico. Va desde una etapa inicial de detección de posibles prospectos, vale decir, áreas de interés para la realización de estudios ulteriores, hasta campañas de sondajes destinados a la estimación de reservas (Oyarzún, 2009).

Litología: El término abarca todo lo referente a las rocas, incluido su metamorfismo y alteración hidrotermal. Junto con la estructura (control estructural), la litología ejerce

un control principal sobre la distribución de la mineralización en un yacimiento. (Oyarzún, 2009).

Mineralización: El término denota el proceso de formación de minerales y generalmente se utiliza para minerales de interés económico. Por extensión, el término se utiliza también para designar una concentración de minerales ya formados. (Oyarzún, 2009).

Prospección Geoquímica: En base a los principios de la distribución y del ciclo de los elementos químicos en la corteza terrestre, la podemos definir como una parte de la Geoquímica Aplicada o que tiene como objeto la localización y estudio, en el espacio y en el tiempo, de las anomalías geoquímicas que indican la presencia de minerales (Viladevall, 2008).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ubicación Política

El Prospecto Niñito San Salvador se encuentra dentro del Departamento de La Libertad, provincia de Sánchez Carrión, Distrito de Sartimbamba, Caserío de Llaupuy (ver plano 01).

3.1.2. Ubicación Geográfica

Geográficamente se localiza en la Cordillera Oriental de los Andes del Norte del Perú, en la Región la Libertad con cotas que van desde 1100 a 2000 m.s.n.m.

La zona de investigación se encuentra a 800m aproximadamente al oeste del Caserío de Llaupuy. Se ubica con coordenadas del sistema UTM, DATUM, WGS-84 y que corresponde a la Zona 18S.

Tabla 5. Coordenadas en UTM- WGS 84.

VERTICE	ESTE	NORTE
A	198000.00	9160000.00
B	199774.75	9160000.00
C	199774.75	9161635.87
D	201774.75	9161635.87
E	201774.75	9158635.87
F	201000.00	9158635.87
G	201000.00	9158000.00
H	198000.00	9158000.00

3.1.3. Concesiones que conforman el Prospecto Niñito San Salvador

El Prospecto Niñito San Salvador está conformado por cuatro concesiones mineras las cuales se detallan a continuación.

Tabla 6. Concesiones del Prospecto Niñito San Salvador.

NOMBRE	ÁREA (has)
Niñito San Salvador	400
Santos Medina	100
Cerro Pajilla	200
Danny Ramos	300
TOTAL	1000

3.1.4. Coordenadas de las Concesiones

Las coordenadas de las concesiones en el sistema de Unidad Técnica de Medida (UTM), datum WGS84 - Zona 18 Sur, se muestran a continuación:

Tabla 7. Coordenadas de las concesiones del Prospecto niñito San Salvador

NIÑITO SAN SALVADOR			SANTOS MEDINA		
VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
1	198000.00	9160000.00	1	200000.00	9159000.00
2	200000.00	9160000.00	2	201000.00	9159000.00
3	200000.00	9158000.00	3	201000.00	9158000.00
4	198000.00	9158000.00	4	200000.00	9158000.00

CERRO PAJILLA			DANNY RAMOS		
VERTICE	ESTE	NORTE	VERTICE	ESTE	NORTE
1	199774.75	9161635.87	1	200774.75	9161635.87
2	200774.75	9161635.87	2	201774.75	9161635.87
3	200774.75	9159635.87	3	201774.75	9158635.87
4	199774.75	9159635.87	4	200774.75	9158635.87

3.1.5. Accesibilidad

El acceso principal se efectúa desde la Ciudad de Trujillo por vía aérea y/o terrestre hasta Chagual, de Chagual por vía terrestre hasta Nimpana, se cruza la oroya, llegando a Llaupuy y de ahí a la zona de investigación a 800m aproximadamente.

Tabla 8. Accesibilidad.

TRAMO	DESDE	HASTA	VÍA	TIEMPO
1	Trujillo	Chagual	Aérea	35 min
2	Chagual	Nimpana	Terreste	2 hrs
3	Nimpana	Llaupuy	Terreste	20 min
4	Llaupuy	Área	Terreste	10min

3.2. ENFOQUE, TIPO, DISEÑO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Enfoque de investigación: La investigación es de enfoque cuantitativo, ya que se utilizarán métodos y técnicas cuantitativas, utilizando magnitudes, observación, medición de las unidades de análisis, muestreo y tratamiento estadístico.

Tipo, nivel o alcance de investigación: de carácter exploratoria y descriptiva, ya que es una zona que no ha sido estudiada con anterioridad, por lo que los resultados del cartografiado y muestreo constituyen una visión del objeto de estudio para describir las características geológicas y geoquímicas del prospecto.

Diseño de investigación: Diseño de investigación no experimental ya que los estudios se realizan sin la manipulación de variables y en los que solo se observaran los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.

Método de investigación: método deductivo - inductivo, ya que se partirá del conocimiento de los diversos elementos que la componen, como la litología, estructural, alteraciones, mineralización y la relación que los unen a la interpretación geoquímica, para así, tratar de alcanzar el conocimiento general del prospecto.

Tabla 9. Metodología de la investigación

CRITERIO	METODOLOGÍA
Enfoque	Cuantitativo
Tipo	Exploratoria - Descriptiva
Diseño	No experimental
Método	Deductivo - Inductivo

Fuente: modificado de Hernández et al., (2014).

3.2.1. Población de estudio

Los afloramientos de roca y estructuras mineralizadas ubicadas dentro del Prospecto Niñito San Salvador en un área de 10 km².

3.2.2. Muestra

Se recolectarán un total de 52 muestras de *rock chip*, ubicadas en puntos estratégicos para encontrar una mejor representatividad de las zonas de interés (se incluyen muestras de roca y estructuras mineralizadas).

3.2.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis está conformada por la litología, estructuras, alteraciones hidrotermales, mineralización y anomalías geoquímicas que presentan los afloramientos dentro del Prospecto Niñito San Salvador.

3.2.4. Definición de variables

Para la investigación se ha identificado las siguientes variables como independientes a la litología, estructuras, alteraciones hidrotermales, mineralización y anomalías geoquímicas; como variables dependientes al comportamiento geológico y geoquímico, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Variables independientes y dependientes.

VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE
Litología	
Estructural	
Alteraciones Hidrotermales	Comportamiento Geológico
Mineralización	
Anomalías geoquímicas	Comportamiento Geoquímico

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas

- Observación de campo y análisis documental.
- Interpretación de imágenes satelitales.
- Recopilación de información relevante proveniente de estudios geológicos.
- Procesamiento de información recopilada para la realización de planos con ayuda del software ArcGIS.
- Análisis y revisión de ensayos químicos de muestras de roca y veta.

3.3.2. Instrumentos y equipos

Instrumentos: Plano geológico, planos topográficos, planos satelitales, libreta de campo, imágenes satelitales.

Equipos: Brújula, GPS, cámara fotográfica, lupa IWAMOTO, Protactor, flexómetro, picota de geólogo, tablero, lapiceros, lápices, sacos, bolsas de muestreo, etiquetas, comba y punta.

Softwares: ArcGIS v10.8, ioGAS v7.1, Minitab v18.0 y AutoCAD 2022.

3.4. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Etapa preliminar de gabinete

En la primera consistió en el acopio y revisión exhaustiva de toda la información bibliográfica disponible. Se realizó una compilación de mapas y trabajos previos, tanto los realizados en el área de estudio, como de la región en donde se encuentra, con el propósito de situar las unidades geológicas de roca que afloran. También se compilaron publicaciones científicas realizados por el INGEMMET. Esta etapa permitió diseñar el programa de muestreo adecuado seleccionado de acuerdo a las características litológicas y estructurales que presenta, verificada por la información bibliográfica obtenida. La información recopilada incluyó: Mapa geológico regional escala 1/100000, ortofotos / imágenes satelitales a escala 1/10000, planos topográficos a escala 1/10000.

3.4.2. Etapa de Campo

En la segunda etapa se desarrolló la investigación de campo entre junio a diciembre del 2021, con la finalidad de caracterizar la geología y geoquímica del área del Proyecto. El trabajo de campo involucró: cartografiado geológico de afloramientos superficiales a escala 1/10,000 incluyendo litología, estructuras mineralizadas, alteración hidrotermal, mineralogía y fallas. Muestreo geoquímico superficial teniendo la recolección de 52 muestras dentro del prospecto, donde 44 muestras son de vetas, 8 muestras son de diques, esquistos carbonosos y esquistos verdes, estas son muestras del tipo selectivo tomadas en puntos de interés para el geólogo. Para el muestreo se realizó la toma de 2-5kg de muestra aproximadamente de esquirlas de roca (rock chip) en afloramientos de roca y esquirlas en canales de veta (channel chip) en afloramientos de vetas, estos fragmentos se guardaron en bolsas de polipropileno estrictamente codificadas y posteriormente engrapadas para evitar su contaminación y su posterior envío a laboratorio químico.

3.4.3. Etapa de Laboratorio

En la tercera etapa de laboratorio, todas las muestras obtenidas fueron analizadas en el laboratorio ALS Perú SAC, consistió en el análisis de 60 elementos por el ensayo ICP-MS (ME-MS61r) con digestión de cuatro ácidos y para el análisis de Au se realizó el ensayo al fuego (AA23).

3.4.4. Etapa final de Gabinete

En la última etapa de gabinete se realizó la elaboración e interpretación de planos, a partir del cartografiado superficial se procedió a la elaboración de los planos litológicos, estructurales, de alteración hidrotermal y mineralización.

Elaboración e interpretación de planos geoquímicos, a partir de la data química entregada por el laboratorio, con el que se determinaron parámetros estadísticos y anomalías para los elementos de mayor importancia económica como Au, Ag, As, Ba, Bi, Cu, Mo, Pb, Sb, W y Zn, los que posteriormente fueron plasmados en planos de dispersiones de elementos y asociaciones geoquímicas.

3.5. GEOLOGÍA REGIONAL

Las rocas que integran el marco geológico regional del Prospecto Niñito San Salvador, corresponden a un basamento Precámbrico formado por rocas metamórficas del Complejo Marañón, expuesto por un levantamiento provocado por el sistema de Fallas de rumbo NW-SE, las que dejan a las rocas del basamento en contacto con rocas paleozoicas y mesozoicas volcánicas y sedimentarias. Estas unidades se encuentran en gran parte cubiertas por depósitos cuaternarios. En el Plano 02 se observa la distribución de las diferentes unidades litológicas que afloran en el área adyacente al Prospecto.

Las unidades geológicas se describen a continuación ordenadas de las más antiguas a las más jóvenes. Además, en la Tabla 12 se encuentra la columna lito – estratigráfica regional.

3.5.1. Precámbrico

3.5.1.1. Complejo Marañón (Pe-cm)

Está presente a lo largo del Valle del Río Marañón. Es una secuencia polimetamórfica que presenta diferentes estilos estructurales caracterizado por polifases de fuerte deformación, está formado por 3 unidades descritas en el orden decreciente en edades (Wilson y Reyes, 1964).

Mica esquistos, que yacen en el fondo del Complejo.

Meta volcánicos (de composición andesítica).

Filitas de naturaleza turbidita.

Todo este paquete metamórfico regional alcanza 1 Km. de espesor en promedio, la edad asignada a este complejo se puede determinar con los análisis desarrollados por K⁴⁰Ar en 600 Ma. atribuyéndose al Pre-Cambriano para la principal deformación regional; (Haeberlin Y., et al. 2000, Late Paleozoic orogenic gold deposit in the Central Andes, South America) correlaciona al Complejo del Marañón con las formaciones metamórficas en las Sierras Pampeanas de Argentina donde las series basales fueron metamorfizadas durante la Orogenia Pampeana.

Asimismo, distintos análisis comparativos podrían determinar que el Complejo del Marañón constituye un “Greenstone belt” por las características petrológicas y de metamorfismo regional con unidades inferiores de material ultramáfico provenientes de zonas de obducción durante la separación del continente Pangea (Paredes, 2000).

3.5.2. Paleozoico superior

3.5.2.1. Grupo Ambo (Ci-a)

De edad Mississipiano (Carbonífero inferior), esta formación se produjo durante un periodo de distensión de la fase final de la tectónica Eohercínica generando fallamientos normales con subsidencias las que fueron rellenadas con material clástico en ambientes fluviales y deltaicos.

Litológicamente está constituido por areniscas, lutitas y conglomerados pertenecientes al Carbonífero inferior, aflora al oeste y este del área de estudio.

Este evento tectónico de distensión genera grandes fallamientos de carácter regional los cuales serán los conductos de emplazamiento de Batolito de Patáz. La distensión y la subsidencia al final del periodo generó un volcanismo efusivo que se prolonga hasta el Pensylvaniano (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.2.2. Formación Lavasén (Pi-vi)

Presenta una distribución en las partes altas ubicadas al este del área de estudio, consiste principalmente de bancos macizos de piroclásticos grisáceos. La litología predominante es una toba dacítica o riolítica y en menor proporción brechas y tobas andesíticas. Los derrames son pocos comunes. Los piroclásticos Sobreyacen a una superficie erosionada en las rocas metamórficas del Complejo del Marañón (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.2.3. Grupo Copacabana (Pi-co)

Aflora al SE de Calemar, la secuencia consiste aproximadamente de 150m de calizas grisáceas, localmente arenosa, estratificada en capas delgadas entre las cuales son comunes las intercalaciones de lutitas negras y limolitas. La caliza es de grano fino a mediano y localmente contiene fragmentos triturados de fósiles. La caliza arenosa contiene granos redondeados de cuarzo que alcanza más de 1mm de diámetro, en algunas capas los granos clásticos parecen “flotar” en la matriz calcárea (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.2.4. Grupo Mitu (Ps-mi)

En el Pérmico superior se produce una intensa erosión de las áreas levantadas durante la Fase Tardihercínica, produciéndose el relleno de zonas negativas con

secuencias de molasas rojas los cuales fueron transportados por agentes fluviales. Este grupo se presenta como remanentes volcánicos compuestos principalmente por tobos y aglomerados riolíticos de edad Pérmico superior.

Aflora al suroeste y noreste del área de exploración, el color predominante es el rojo ladrillo. Este fracturamiento y vulcanismo caracteriza un régimen de distensión en todo el planeta a fines del Paleozoico y comienzos del Mesozoico (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.3. Triásico - Jurásico

3.5.3.1. Grupo Pucará (TrJi-p)

El Grupo Pucará se encuentran en dos lugares, el afloramiento más extenso forma la parte alta del Valle del Marañón, en los alrededores de Molino Viejo. Otra exposición de dichas calizas se encuentra en el margen oriental del Marañón, cerca de Calemar, formando parte de una faja extensa del grupo.

Se ha estimado la siguiente sección en la pared septentrional de la quebrada Condormarca, cerca de Calemar (Wilson y Reyes, 1964).

- Caliza gris y negra bituminosa, bien estratificada en capas delgadas y con pequeños lentes de sílice negro... 320m.
- Discordancia
- Caliza gris clara en bancos gruesos, en partes silicificada y con abundantes nódulos de sílice blanco... 140m.

3.5.4. Cretáceo

3.5.4.1. Grupo Goyllarisquizga (Ki-g)

El Cretáceo en el Perú está bien desarrollado, muestra secuencias completas en el norte y centro del territorio, sin embargo, en la zona de estudio los afloramientos no están bien reconocidos en todas sus formaciones, sus ejes de plegamiento se enrumban en un sistema común al sistema Andino. Se constituye de 4 formaciones diferenciadas en su litología y secuencia deposicional, Chimú, Santa, Carhuaz y Farrat (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.4.2. Grupo Crisnejas (Ki-cr)

Litológicamente consiste de una secuencia de calizas, areniscas calcáreas y lutitas calcáreas, con un grosor promedio de 200m. Las calizas son nodulares, arcillosas, de un color grisáceo a pardo claro y se presentan en capas medianas a gruesas. Las otras litologías constituyen solamente una pequeña parte de la formación y vienen como intercalaciones entre las calizas. Así el Grupo Crisnejas tiene la misma litología que la Formación Chulec y representa la continuación de esta última hacia el Este.

El grupo Crisnejas está delimitada tanto en su base como en su techo por discordancias. El contacto inferior es una discordancia erosional con las areniscas de la Formación Goyllarisquizga y el contacto superior es una discordancia con los sedimentos clásticos de la Formación Rosa (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.4.3. Formación Rosa (Ki-r)

Se encuentran ubicadas al este del Río Marañón en Calemar, están compuestas por conglomerados y areniscas rojizas (Benavides, 1956). Las relaciones estratigráficas de la Formación Rosa son las siguientes: sobreyace con discordancia bien marcada a las formaciones Crisnejas y Goyllarisquizga y a los grupos Pucará y Mitu (Wilson y Reyes, 1964).

3.5.5. Depósitos cuaternarios

Los depósitos acumulados en el Cuaternario son principalmente aluviales y fluviales. Los depósitos aluviales están localizados en las faldas de los cerros y los depósitos fluviales en márgenes y lechos de ríos y quebradas.

3.5.6. Geología estructural

El principal rasgo estructural en la zona es el Sistema de Fallas Marañón (SFM), el cual está constituido por una serie de fallas que limitan bloques hundidos a lo largo del corredor Marañón. En el área de estudio, se manifiesta con una traza de rumbo NW-SE con cinemática inversa, pone en contacto rocas del basamento con rocas paleozoicas y mesozoicas (ver Plano 03). Este sistema de fallas se extiende en sentido NW-SE a lo largo de la traza del Río Marañón (Wilson y Reyes, 1964),

Tabla 11. Columna Lito – estratigráfica regional.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD	LITOLOGIA	DESCRIPCIÓN		
MESOZOICO			Depositos Recientes		Material eluvial, coluvial y aluvial		
			Cretaceo	Superior	Formación Chota		Lutitas intercaladas con areniscas, limolitas en paquetes gruesos de color rojizo intenso
				Inferior	Grupo Crisnejas		Calizas macizas intercaladas con margas de color gris.
					Grupo Goyllarisquizga		Areniscas y conglomerados de color blanco.
			Jurásico Triásico	Lias Tri. Sup.	Grupo Pucará		Calizas, Dolomias intercaladas de color gris claro a gris negro. Skarla Estrella.
PALEOZOICO	Pérmico	Superior	Grupo Mitu		Areniscas conglomeráticas intercaladas con lutitas, limolitas y areniscas con matriz arenosa tufacea en su base.		
		Inferior	Volcánicos Lavasen		Piroclastos, Riolitas, Coladas de lavas Ácidas y Andesitas.		
	Carbonífero	Superior	Grupo Ambo		Areniscas con lutitas y conglomerados de color negro marrón.		
		Inferior					
	Ordovícico		Formación Contaya		Pizarras grises a negras.		
	PRECAMBRICO			Complejo Marañón	Meta volcánico		Andesitas Riodacitas Riolitas
Filitas						Filitas (Sericita, esquistos) intercalados por tobas cuarzitas y margas micaceousquistoso.	
Mica esquistos							

Intrusivos graníticos del Batolito de Pataz

Fuente: Calderón (2017).

3.6. GEOLOGÍA LOCAL

3.6.1. Complejo Marañón

Compuesto por una secuencia de rocas metamórficas que afloran en el área de exploración, teniendo secuencias de esquistos carbonosos, esquistos gris verdosos y puntualmente afloramientos de filitas y esquistos (ver plano 03).

A. Esquistos Carbonosos

Afloramientos de roca compuestos por secuencias de bandas negras carbonosas con venillas lenticulares sinuosas de cuarzo lechoso de segregación, fracturado, con potencias <15cm, estos afloramientos presentan un fuerte fracturamiento y meteorización.

B. Esquistos Gris Verdosos

Afloramientos de roca compuestos por esquistos con venillas lenticulares sinuosas de cuarzo lechoso de segregación, fracturado, de potencias variables <5cm, afloran en su mayoría dentro de la concesión Danny Ramos.

Estos afloramientos están como roca caja de las principales vetas encontradas en el área de estudio.

C. Secuencia de Filita y Esquisto

Afloramientos puntuales compuestos por secuencias continuas de filitas y esquistos con venillas lenticulares de cuarzo lechoso de segregación, fracturado con potencias <2cm. Estos afloramientos se encuentran en la parte norte de la concesión Cerro Pajilla, están meteorizados y con fracturamiento moderado a fuerte.

3.6.2. Intrusivos Menores (Diques)

A. Diques Dioríticos

Afloramientos de roca con textura fanerítica compuestos por fenocristales de plagioclasas, cuarzo gris <5%, tienen como roca caja a los esquistos carbonosos meteorizados del Complejo Marañón, con azimuts variables de N30° a N235°, la mayor parte de diques se encuentran meteorizados.

3.6.3. Depósitos Aluviales

Se presentan discordantes sobre unidades más antiguas. Están compuestos por sedimentos aluviales (ver plano 03), no consolidados de color pardo amarillento a blanco compuestos por gravas, arenas y limos. Se encuentran en el fondo de los cauces de las quebradas actuales y en planicies con poco desnivel. Corresponden a corrientes de barro asociados al drenaje más joven. Se le asigna una edad Holoceno basado en las relaciones de contacto y a que los procesos que los originaron aún están activos.

3.7. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL

Las estructuras geológicas de la zona de estudio se enmarcan dentro de las fallas regionales que tienen un rumbo del dominio andino. Estas estructuras que se han formado en el área investigada están vinculadas a un ambiente tectónico compresivo debido a los cuales se formaron sistemas de vetas con orientaciones SW-NE. Las fallas presentes en el Prospecto Niñito San Salvador pueden agruparse en dos familias de fallas principales, los cuales se diferencian entre sí por el rumbo. La primera familia de fallas corresponde a las fallas de rumbo NW-SE, que pertenecen al Sistema de Fallas Marañón (SFM) (Wilson y Reyes, 1964). La segunda familia de fallas corresponde a las fallas de rumbo SW-NE (ver plano 03).

A continuación, se describen las principales estructuras encontradas:

3.7.1. Fallas NW-SE

Corresponde a una familia de fallas que en el área de estudio presentan rumbo NW-SE, con cinemática inversa, están relacionadas con el SFM, son de alto ángulo con trazas mayores a 5km de largo en superficie, en general presentan evidencias de movimientos dextral y el bloque oriental en Calemar presenta un hundimiento, por lo cual estas fallas tienen un componente normal.

Estas fallas formadas como consecuencia de esfuerzos compresivos, presentan orientaciones de N330° a N345° con buzamientos al NE. Este sistema de fallas dentro de las concesiones Cerro Pajilla y Danny Ramos limitan la continuidad de las vetas hacia el SW.

3.7.2. Fallas SW-NE

Corresponde a una familia de fallas que en el área de estudio presentan orientaciones que van de N230° a N250° con buzamientos al NW, están formadas como consecuencia de esfuerzos tensionales, estas fallas cortan y desplazan a sistema de fallas NW-SE con cinemática normal-destal. Este sistema de falla controla la mineralización ya que permitió el emplazamiento de fluidos hidrotermales depositándose así en estas zonas de apertura tectónica, teniendo la presencia de las principales vetas.

3.7.3. Falla SE-NW

Corresponde a una falla ubicada en la concesión Danny Ramos la cual presenta orientación SE-NW, con azimut N135° a N150° con buzamiento al SW, presenta cinemática inversa.

3.7.3.1. Estaciones Estructurales

Se realizó 2 estaciones estructurales en donde se ha tomado datos al rumbo y buzamiento a familias de fracturas y foliación (ver Anexo II) siendo estos datos procesados en el software *Stereonet*; según los datos obtenidos predomina las fracturas con rumbo SW - NE con azimuts que van de N240-N245, que cortan a las fracturas NW-SE con azimuts de N335-N340; estas fracturas y fallas tensionales con orientaciones NW-SE controlan la presencia de las vetas y estructuras ubicadas en el Cerro Pajilla. Para la estación estructural 01 (EE01) se tiene un σ_1 con azimut N228° y para la estación estructural 02 (EE02) se tiene un σ_1 con azimut N212° (ver plano 04).

3.8. ALTERACIÓN HIDROTERMAL

Las alteraciones hidrotermales presentes en el Prospecto Niñito San Salvador son: (ver plano 05).

3.8.1. Silicificación

Se presenta principalmente como una alteración dominante en la concesión Danny Ramos asociado a la presencia de vetas y diques dioríticos, se caracteriza por presentar un ensamble de sílice, se encuentra reemplazando a la matriz, este

ensamble se ha observado en afloramientos de esquistos gris verdoso los cuales son roca caja de las vetas identificadas en el área de estudio, también esta alteración se identificó en los diques dioríticos, con ensamble de sílice masivo, con intensidades de débil a fuerte. En la Figura 9, A) Líneas amarillas, afloramiento de dique diorítico. B) Dique con silicificación masiva, con fuerte fracturamiento.

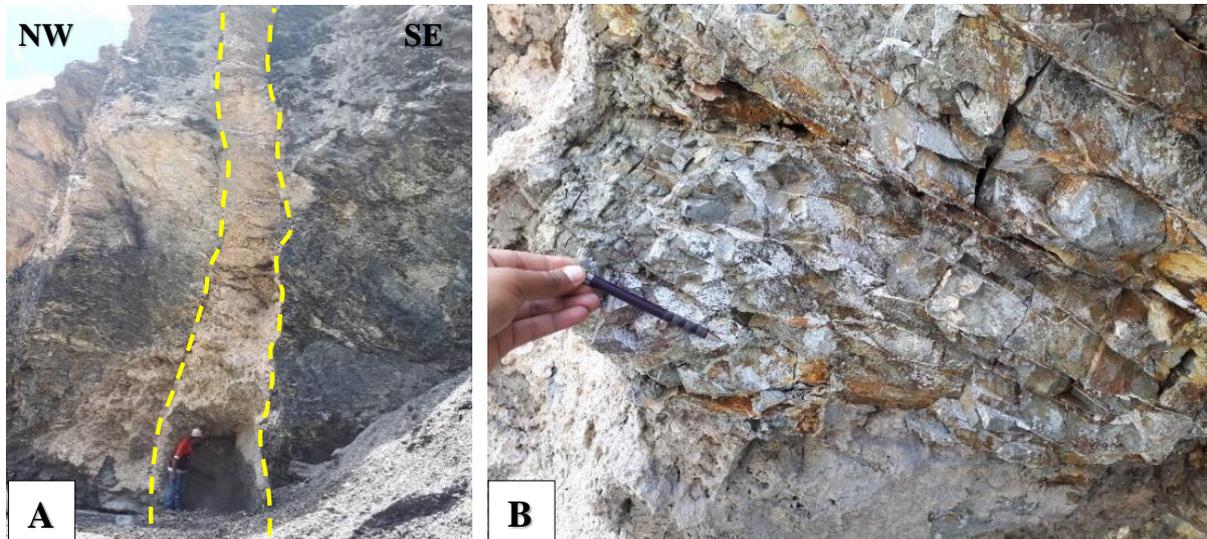


Figura 9. Dique con silicificación (Coord.: E 200355.70, N 9160054.8).

3.8.2. Argilización

Esta alteración hidrotermal se identificó puntualmente en afloramientos de rocas metamórficas y diques dioríticos, con ensambles de arcillas, reemplazando la matriz y plagioclasas por arcillas, con intensidades de débil a fuerte. En la Figura 10, A) y B) Vista de afloramiento de esquistos carbonosos con argilización fuerte.

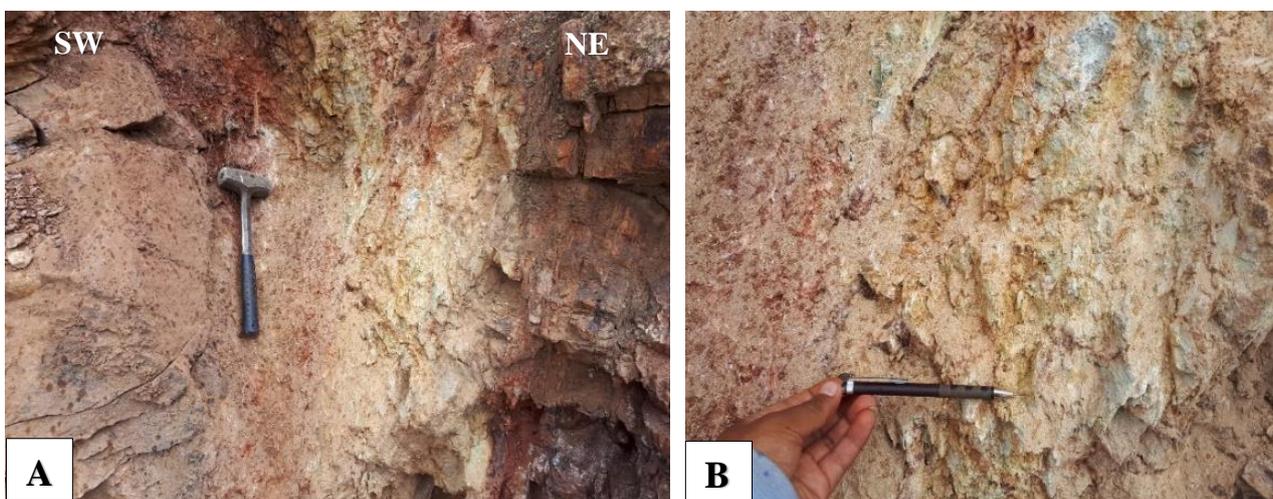


Figura 10. Esquisto carbonoso con argilización (Coord.: E200035.44, N9159494.46).

3.9. MINERALIZACIÓN

Las ocurrencias minerales corresponden a la presencia de vetas de cuarzo (ver plano 06) con mineralización de oro y cobre, las que han sido objeto de explotación artesanal en el Cerro Pajilla. Estas vetas presentan un azimuth preferencial SW-NE, y están alojadas en esquistos gris verdosos pertenecientes al Complejo Marañón. Sus minerales de mena son principalmente oro asociado a pirita y oro libre, sulfuros como calcopirita y minerales oxidados de cobre como brocantita, malaquita puntual, ubicadas en el Cerro Pajilla dentro de la Concesión Danny Ramos al este del área de estudio colindantes con el Río Marañón.

Una ocurrencia mineral importante de destacar está en la muestra (1146) de la veta 18, la cual presenta una anomalía de Au de 28.2 ppm, que han sido explotados en forma artesanal. La veta principal corresponde a una veta mineralizada con contenidos de oro.

En la figura 11, se observa bocamina de veta 18, la cual tiene un azimuth de N185°, buzamiento 55°, potencia de 0.25m y continuidad en superficie >80m, está compuesta por cuarzo lechoso, cuarzo gris, con óxidos (limonita 2%, hematita 10%, goethita 5%) rellenando oquedades y fracturas, con trazas de pirita y yeso rellenando fracturas. Caja esquistos gris verdoso con silicificación (débil).

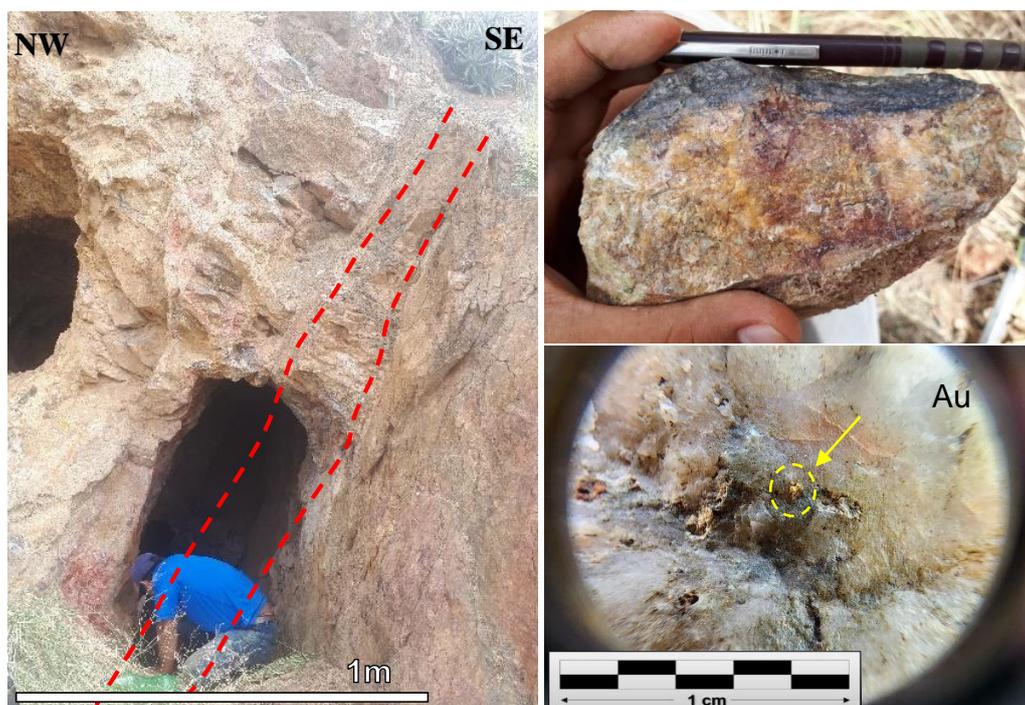


Figura 11. Veta de cuarzo con óxidos y oro libre - Veta 18.

(Coord.: E201672.00, N9159040.00).

En la tabla 12, se muestra el resumen de las estructuras mineralizadas ubicadas en el área de investigación, teniendo sus coordenadas y nombre de estructura.

Tabla 12. Resumen de las ocurrencias minerales en el Prospecto Niño San Salvador.

SAMPLE_ID	EAST	NORTH	ELEVATION	DATUM	UTM_ZONE	PROJECT	STRUCTURE_NAM	STRUCTURE
1070	201171.0	9159861.1	1507	WGS84	18S	NSS	Veta 6	Veta qz+ca+cpy+py+bc+ox
1071	201139.0	9159841.1	1469	WGS84	18S	NSS	Veta 6	Veta qz+ca+cpy+py+bc+ox
1072	201255.0	9159772.1	1475	WGS84	18S	NSS	Veta 8	Veta ca+qz+cpy+bc+ox
1073	201307.0	9159796.1	1482	WGS84	18S	NSS	Veta 8	Veta ca+qz+cpy+bc+ox
1074	201276.0	9159823.1	1510	WGS84	18S	NSS	Veta 7	Veta qz+cpy+ox
1076	201295.0	9159845.1	1521	WGS84	18S	NSS	Veta 7	Veta qz+cpy+bc+ox
1078	201305.0	9160060.1	1564	WGS84	18S	NSS	Veta 6	Veta ca+qz+ox
1079	201250.0	9160171.1	1644	WGS84	18S	NSS	Veta 5	Veta ca+qz+cpy+ox
1086	200665.0	9160344.1	1471	WGS84	18S	NSS	Veta 3	Veta ca+qz+cpy+bc+ox
1087	200691.0	9160382.1	1512	WGS84	18S	NSS	Veta 3	Veta ca+qz+cpy+bc+ox
1093	200599.0	9160601.1	1574	WGS84	18S	NSS	Veta 1	Veta qz+ca+cpy+bc+ox
1095	200641.0	9160613.1	1606	WGS84	18S	NSS	Veta 1	Veta qz+ca+cpy+bc+ox
1096	200772.0	9160661.1	1710	WGS84	18S	NSS	Veta 2	Veta qz+ox+py+cpy
1097	200796.0	9160699.1	1743	WGS84	18S	NSS	Veta 19	Veta qz+ox+py
1098	200991.0	9160722.1	1812	WGS84	18S	NSS	Veta 4	Veta qz+cpy+bc+ox
1099	200970.0	9160698.1	1810	WGS84	18S	NSS	Veta 4	Veta qz+cpy+bc+ox
1105	200910.0	9160806.1	1839	WGS84	18S	NSS	Veta 2	Veta qz+cpy+bc+ox
1106	200942.0	9160851.1	1868	WGS84	18S	NSS	Veta 2	Veta qz+cpy+bc+ox
1107	201534.0	9159758.1	1304	WGS84	18S	NSS	Veta 9	Veta qz+ca+cpy+bc+ox
1108	201534.0	9159757.1	1303	WGS84	18S	NSS	Veta 9	Veta qz+ca+cpy+bc+ox
1109	201556.0	9159758.1	1287	WGS84	18S	NSS	Veta 9	Veta qz+cpy+ox
1110	201666.0	9159633.1	1184	WGS84	18S	NSS	Veta 10	Veta qz+py+ox
1111	201777.0	9159478.1	1154	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+py+ox
1112	201252.0	9159471.1	1264	WGS84	18S	NSS	Veta 12	Veta qz+ca+ox
1113	201243.0	9159478.1	1262	WGS84	18S	NSS	Veta 11	Veta qz+py+cpy+ox
1116	201394.6	9159409.5	1283	WGS84	18S	NSS	Veta 14	Veta qz+py+ox
1118	201363.5	9159394.6	1282	WGS84	18S	NSS	Veta 14	Veta qz+py+ox
1119	201365.0	9159426.1	1275	WGS84	18S	NSS	Veta 13	Veta qz+py+ox
1121	201537.0	9159342.1	1301	WGS84	18S	NSS	Veta 15	Veta qz+ox
1122	201648.0	9159176.1	1231	WGS84	18S	NSS	Veta 17	Veta qz+bc+ox
1125	201687.2	9159225.2	1239	WGS84	18S	NSS	Veta 17	Veta qz+cpy+ñy+ox
1127	201730.0	9159312.1	1201	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+ox
1128	201750.0	9159386.1	1215	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+ox
1129	201689.2	9159220.2	1238	WGS84	18S	NSS	Veta 17	Veta qz+py+ox
1130	201695.0	9159211.1	1229	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+ox
1136	201680.0	9159157.1	1218	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+ca+cpy+ox
1141	201676.0	9159137.1	1211	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+bc+ox
1142	201679.0	9159074.1	1181	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+ox
1145	201678.0	9159044.1	1166	WGS84	18S	NSS	Veta 16	Veta qz+py+ox
1146	201672.0	9159040.1	1166	WGS84	18S	NSS	Veta 18	Veta qz+py+ox
1152	201669.0	9159022.1	1162	WGS84	18S	NSS	Veta 18	Veta qz+ox
1156	201653.0	9159002.1	1162	WGS84	18S	NSS	Veta 18	Veta qz+ox
1158	201649.0	9158988.1	1160	WGS84	18S	NSS	Veta 18	Veta qz+ox
1159	201640.0	9158971.1	1158	WGS84	18S	NSS	Veta 18	Veta qz+ox

3.10. GEOQUÍMICA DE EXPLORACIÓN

El presente capítulo entrega los resultados de análisis geoquímicos efectuados a 52 muestras (44 muestras de veta, 5 muestras de diques y 3 muestras de roca) (ver plano 07) que afloran en el Prospecto Niñito San Salvador y el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos. La distribución espacial de las muestras responde a la necesidad de cuantificar el contenido de oro y otros elementos relacionados con los depósitos de oro y cobre, en aquellas unidades que se encuentran dentro de los límites de las concesiones mineras de exploración de la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C.

En este capítulo, se describen los métodos utilizados para realizar un estudio geoquímico de exploración, tomando en cuenta tanto los análisis de roca como los controles realizados a los laboratorios para asegurar la validez de los resultados.

Fueron analizadas 52 muestras por ICP-MS (Espectrometría de Masa con Plasma Acoplado Inductivamente), para 60 elementos por digestión de 4 ácidos, el Au fue analizado por 2 métodos, el primero por AA23 (Au por ensayo al fuego y ICP-MS) y el segundo por Au_GRA21 (Au por ensayo al fuego y acabado gravimétrico). Estas muestras fueron preparadas y analizadas por el laboratorio ALS Perú S.A.C.

Para el análisis estadístico de datos geoquímico se han eliminado aquellos elementos que tienen más del 50% de las muestras con valores por debajo del límite de detección y para los cálculos estadísticos, han sido reemplazados los valores bajo el límite de detección por la mitad del límite de detección, para los valores sobre el límite de detección se le han agregado 1 unidad para su posterior interpretación.

3.10.1. Fundamentos y objetivos del muestreo

El muestreo apunta a determinar los contenidos geoquímicos de elementos de esas estructuras mineralizadas, teniendo en cuenta la relación espacial y el tipo de asociación mineral que presentan. Por esta razón es que se decidió utilizar el método de muestreo selectivo, los cuales están dispuestos a lo largo de las estructuras de interés. Además, las restricciones de presupuesto hacían imposible generar un muestreo sistemático de las estructuras para que tuviera el detalle necesario.

El muestreo fue llevado a cabo siguiendo los protocolos de la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C con supervisión del autor con ayuda de tres asistentes, cuidando de generar muestras homogéneas y representativas de los puntos de interés. Para esto se utilizaron instrumentos de muestreo (comba de 4 lbs, puntas, bolsas de muestreo) trabajando con el mayor cuidado para no contaminar las muestras. Las muestras fueron tomadas in situ, tratando de completar un peso aproximado de 4kg, realizando un muestreo para muestras de roca y diques por *rock chip* y para muestras de vetas por *rock chip* por canales.

Cada muestra fue seleccionada tomando 20 a 30 incrementos aleatorios, lo cual permite disminuir el Error Fundamental, haciendo relativamente equiprobable la selección de cada partícula. Las muestras duplicadas fueron generadas por el método de cuarteo manual de una muestra inicial, y han sido ocupadas para controlar todo el proceso de preparación y análisis de muestra. Las muestras estándar corresponden a roca molida bajo malla 150, las cuales habían sido confeccionadas con anterioridad por la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C., estas muestras han sido ocupadas para controlar los procesos de análisis de elementos.

3.10.2. Métodos de análisis

La preparación mecánica y el análisis de las muestras son parte del protocolo de ALS Perú SAC. El análisis de las muestras corresponde a ME-MS61r por 60 elementos y con digestión de cuatro ácidos. La digestión de cuatro ácidos disuelve cuantitativamente casi todos los minerales en la mayoría de materiales geológicos. Sin embargo, la barita, tierras raras óxidos, columbita-tantalita, y titanio, estaño y tungsteno pueden no estar completamente asimilado. A pesar del potencial de la digestión incompleta de REE, la parte lixiviable de estos elementos pueden tener información importante en la vectorización de exploración y se puede elegir como complemento.

Para el análisis de Au, se realizó por 2 ensayos, el primero por AA23 (Au por ensayo al fuego) y Au-GRA21 (Au por ensayo al fuego y acabado gravimétrico).

3.10.3. Control de calidad de los análisis

Para asegurar tanto la precisión como la exactitud de los análisis, se han insertado un total de 11 controles. De estas, 6 corresponden a muestras duplicadas y 5 muestras estándar. Estos controles fueron realizados por parte del laboratorio ALS Perú SAC (ver tablas 13 y 14).

3.10.3.1. Estándar (STD)

El estándar es un mineral ya pulverizado (-150#) y que tiene un valor certificado. Corresponde a un material homogéneo y una matriz similar al material que está siendo analizado. El análisis de los ensayos de los estándares permite detectar tendencias en el laboratorio y evaluar la exactitud de los resultados. Se han ocupado en este estudio muestras estándar preparados por ALS Perú SAC.

Tabla 13. Tabla resumen de muestras estándar.

SAMPLE	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
DESCRIPTION	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
NCSDC73303											
BCS-348											
OxP133	15										
MRGeo08		4.58	35.2	1100	0.74	645	16.45	1110	5.04	5.3	813
MRGeo08		4.43	36.2	1100	0.72	626	14.85	1100	4.52	5.2	789
MRGeo08		4.47	34.8	1120	0.7	600	15.15	1090	4.52	5	794
OREAS 905		0.5	37.2	2790	6.28	1440	3.54	31.1	2.16	2.8	136
OREAS 905		0.53	35.2	2840	5.87	1475	3.16	32	2.19	2.9	139
BLANK		<0.01	0.3	<10	0.01	0.6	0.07	<0.5	<0.05	<0.1	<2
BLANK		<0.01	<0.2	<10	0.01	<0.2	<0.05	<0.5	<0.05	<0.1	<2
BLANK		<0.01	<0.2	<10	0.01	<0.2	<0.05	<0.5	<0.05	<0.1	<2
BLANK		<0.01	<0.2	<10	0.01	0.2	<0.05	<0.5	<0.05	<0.1	3
BLANK		<0.01	0.2	<10	<0.01	<0.2	<0.05	<0.5	<0.05	<0.1	<2

3.10.3.2. Duplicados (DUP)

Se han ocupado 5 muestras duplicadas, las cuales han sido analizadas por ALS Perú SAC. El duplicado corresponde a una muestra dividida en dos partes representativas, las cuales son cuarteadas luego de ser homogenizadas.

El análisis de los ensayos de duplicado es para determinar la reproducibilidad de los resultados, es decir, estimar la desviación que tiene el laboratorio al analizar muestras iguales. Además, se ocupan como herramienta para monitorear las rutinas de muestreo, como un esfuerzo por controlar posibles errores en las etapas de muestreos, reducción de muestras y análisis. Para lograr esto es necesario efectuar un análisis estadístico simple para originales y duplicados, y determinar la precisión y

exactitud del proceso analítico. Es conveniente aplicar la metodología propuesta solo para poblaciones que cuentan con más de 30 datos. Mediante el uso de la planilla electrónica se pueden calcular los estadígrafos que permiten estimar la magnitud del error y construir gráficos simples para detectar posibles sesgos.

Tabla 14. Tabla resumen de muestras duplicadas.

SAMPLE	Au	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
DESCRIPTION	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
1079			0.25	143	50	0.07	579	0.29	1.2	1.2	0.3	8
1079			0.28	140.5	60	0.18	599	0.3	1.4	1.19	0.3	8
1085	<0.005											
1085	<0.005											
1112		47.3										
1112		47.3										
1113			0.39	17.8	240	0.78	473	7.46	3.8	3.12	0.9	14
1113			0.44	18.9	250	0.81	510	7.92	3.3	3.15	0.9	14
1116												
1116												
1129												
1129												

3.10.4. Muestreo Geoquímico

El presente estudio está orientado a la búsqueda de mineralización dentro del Prospecto Niñito San Salvador teniendo que está emplazada en vetas con anomalías de Au y Cu relacionados a yacimientos de oro orogénico, los elementos que han sido tomados en cuenta para el análisis estadístico de datos son aquellos que presentan una importancia como elementos indicadores de este tipo de depósitos (Au, Ag, As, Sb, W y Te).

Para tener una visión más acertada de los resultados geoquímicos, estos se han separado en tres grupos de muestras (ver tabla 15). Los grupos de muestras son los siguientes: vetas, diques y roca. El grupo de roca corresponde a muestras de esquistos gris verdoso y muestra de esquisto carbonos pertenecientes al Complejo Marañón. El grupo de diques corresponde a muestras de diques de composición dioríticos. Y por último el grupo de vetas corresponde a estructuras mineralizadas, y solo se ocupan como un referente del tipo de mineralización que poseen dichas vetas.

Tabla 15. Tabla resumen del muestreo geoquímico realizado en el área de estudio.

Muestreo Total	
Tipo de Muestra	Cantidad
Vetas	44
Diques	5
Roca caja (esquistos)	3
Total	52

3.10.5. Procesamiento Estadístico

El procesamiento estadístico se realizó para las 44 muestras de fragmentos de muestra que pertenecen a una sola población de vetas, para los cuales se analizaron 11 elementos de mayor importancia en la exploración de yacimientos minerales por su importancia económica y asociativa, haciendo un total de 484 valores tratados estadísticamente. Para dicho procesamiento se utilizaron softwares estadísticos ioGAS v7.1 y Minitab v18.0.

Con el software Minitab v18.0 se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov para determinar si nuestros datos presentan una distribución normal o Log-normal. Se calcularon las principales estadísticas descriptivas: media, mediana, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis. Estos parámetros nos ayudan a tener una idea general acerca del comportamiento de nuestra data. Este software también nos elabora gráficas muy importantes para ser analizadas como: Histogramas, Box Plots y gráficas de normalidad (Q-Q Plots) que no es más que la gráfica de normalidad de Kolmogorov – Smirnov.

Haciendo uso de box Plots (gráfico de cajas) se han “separado” los valores altos y bajos erráticos de la data ingresada al Minitab v18.0 para el cálculo de los parámetros geoquímicos, pues con este proceso se cumple el concepto no solo de representatividad sino de homogeneidad de los datos, haciendo más confiable los resultados de nuestro tratamiento estadístico. En tal sentido los valores no considerados son tomados en cuenta al final para la elaboración de planos de dispersión geoquímica en el software ArcGIS v14.1.0.

Con el Minitab v18.0, también se realizó el análisis multivariado de los 11 elementos tratados, esto se observó con la correlación de Pearson en la que se pudo determinar asociaciones geoquímicas que presenta la población estadística.

3.10.5.1. Prueba de Normalidad Kolmogorov - Smirnov

Es una prueba de bondad de ajuste utilizada para constatar 2 hipótesis:

H0: Los datos analizados siguen una distribución normal

H1: Los datos analizados no siguen una distribución normal

Para este caso utilizaremos el método alternativo para realizar la prueba de Kolmogorov – Smirnov el cual consiste mediante el empleo del **p-valor** asociado al estadístico D observado. Donde el p-valor se define como:

$$p\text{-valor} = P(D > D_{obs} / H_0 \text{ es cierta})$$

Si el p-valor es grande significa que, siendo cierta la hipótesis nula. El valor observado del estadístico D era esperable. Por tanto, no hay razón para rechazar dicha hipótesis. Asimismo, si el p-valor fuera pequeño, ello indicaría que, siendo cierta la hipótesis nula, era muy difícil que se produjera el valor de D que efectivamente se ha observado. Ello obliga a poner muy en duda, y, por tanto, rechazar la hipótesis nula. De esta manera realizando la prueba de normalidad para un nivel de significancia $\alpha = 5\% = 0.05$, la regla de contraste sería:

Si $p\text{-valor} \geq 0.05 \rightarrow$ Aceptar H_0

Si $p\text{-valor} < 0.05 \rightarrow$ Rechazar H_0

Con el software Minitab se calculó el estadístico como el p-valor para un nivel de significancia de 0.05 obteniéndose la tabla 16.

Tabla 16. Datos obtenidos en la prueba de Kolmogorov – Smirnov

Elemento	Kolmogorov - Smirnov				
	N°	Estadístico	p-valor	Sig.	Ho
Au_ppm	44	0.399	<0.01	0.05	Se rechaza
Ag_ppm	44	0.303	<0.01	0.05	Se rechaza
As_ppm	44	0.280	<0.01	0.05	Se rechaza
Ba_ppm	44	0.306	<0.01	0.05	Se rechaza
Bi_ppm	44	0.417	<0.01	0.05	Se rechaza
Cu_ppm	44	0.319	<0.01	0.05	Se rechaza
Mo_ppm	44	0.417	<0.01	0.05	Se rechaza
Pb_ppm	44	0.377	<0.01	0.05	Se rechaza
Sb_ppm	44	0.234	<0.01	0.05	Se rechaza
W_ppm	44	0.228	<0.01	0.05	Se rechaza
Zn_ppm	44	0.323	<0.01	0.05	Se rechaza

Los resultados de las pruebas de Kolmogorov – Smirnov nos indican que las muestras tomadas no presentan una distribución normal debido a que el p-valor es menor al nivel de significancia, esto quiere decir que los elementos tienen una distribución log-normal es decir que para realizar su respectivo análisis estadístico los datos tendrían que ser previamente transformados a log natural (Ln).

3.10.5.2. Análisis Estadístico Univariado

Los resultados del análisis estadístico básico son presentados en las tablas 17 y 18, donde se indican los valores para la media, mediana, desviación estándar, varianza, coeficiente de variación, asimetría y curtosis.

En la primera tabla se presentan las medidas estadísticas para los datos sin ninguna transformación y en la segunda tabla se muestran las mismas medidas, para una data transformada a log natural, esto con el fin de ver la diferencia que existe entre ambas, posteriormente esta información será complementada con gráficos estadísticos para cada elemento guía.

Tabla 17. Estadística univariada para elementos sin transformar.

Elemento	N°	Media	Mediana	Desv. Est.	Varianza	Coefi.Var.	Asimetría	Curtosis
Au_ppm	44	1.715	0.091	5.11	26.10	2.98	0.95	18.60
Ag_ppm	44	1.883	0.320	3.61	13.01	1.92	1.30	12.22
As_ppm	44	112.632	16.700	192.09	36899.76	1.71	1.50	5.52
Ba_ppm	44	196.818	120.000	297.02	88222.20	1.51	0.78	23.83
Bi_ppm	44	27.621	0.905	131.15	17199.03	4.75	0.61	41.87
Cu_ppm	44	2435.580	124.550	3904.96	15248677.36	1.60	1.78	-0.01
Mo_ppm	44	6.937	2.010	24.84	617.00	3.58	0.60	42.89
Pb_ppm	44	17.759	3.700	43.25	1870.31	2.44	0.98	28.00
Sb_ppm	44	7.457	4.375	8.54	72.90	1.14	1.08	8.61
W_ppm	44	1.302	1.551	1.55	2.41	1.19	0.78	9.98
Zn_ppm	44	26.000	47.750	47.75	2280.09	1.84	0.75	26.36

En la tabla podemos notar que la media y la mediana son ampliamente diferentes esto debido a la existencia de algunas leyes altas, sus coeficientes de variación son mayores que 1, por lo que se consideran datos con alta varianza que no son típicos en una distribución normal, la asimetría es mayor que 0 esto quiere decir que sus histogramas presentan un sesgo a la izquierda (no presentan una distribución normal) y debido a que las Curtosis son positivas mayores a 5.52, excepto el Cu que tiene

una Curtosis negativa -0.01, la concentración de valores tienden a concentrarse en torno a la media.

Tabla 18. Estadística univariada para elementos transformados a logaritmo natural.

Elemento	N°	Media	Mediana	Desv. Est.	Varianza	Coefi.Var.	Asimetría	Curtosis
Ln_Au	44	-2.348	-2.413	2.57	6.61	-1.09	0.07	-0.55
Ln_Ag	44	-1.024	-1.164	2.02	4.10	-1.98	0.21	-1.21
Ln_As	44	3.124	2.813	2.02	4.09	0.65	0.46	-1.13
Ln_Ba	44	4.815	4.787	0.88	0.77	0.18	0.09	1.10
Ln_Bi	44	0.456	-0.100	2.04	4.18	4.49	0.82	1.02
Ln_Cu	44	5.600	4.804	2.49	6.19	0.44	0.96	-1.29
Ln_Mo	44	0.888	0.698	1.12	1.26	1.27	0.51	3.36
Ln_Pb	44	1.786	1.308	1.30	1.69	0.73	1.10	0.60
Ln_Sb	44	1.594	1.468	0.87	0.75	0.54	0.44	-0.22
Ln_W	44	-0.272	-0.105	1.08	1.16	-3.96	-0.46	-0.46
Ln_Zn	44	2.730	2.639	0.85	0.73	0.31	0.32	2.91

A diferencia de la tabla anterior en esta podemos notar que la media y la mediana tan solo varían en decimales por lo que se puede hablar de una distribución normal, sus coeficientes de variación son menores o cercanos a 0.5 (excepto Bi, y Mo) por lo que se consideran datos con una distribución normal, en la asimetría se puede observar que los valores son cercanos a 0 por lo que sus histogramas presentan ligeros sesgos a la derecha en los valores negativos y a la izquierda en los positivos y debido a que las Curtosis son menores que 5.52 por que se tendría una forma mesocúrtica típica de una distribución normal.

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL ORO

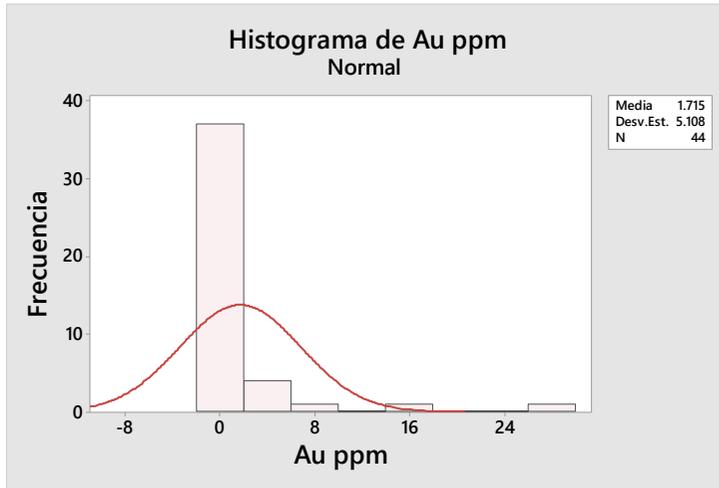


Figura A1: Histograma normal del Au

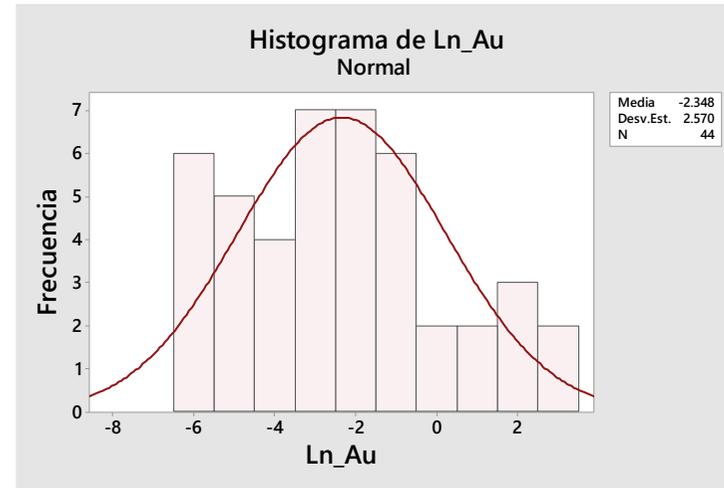


Figura A2: Histograma log normal del Au

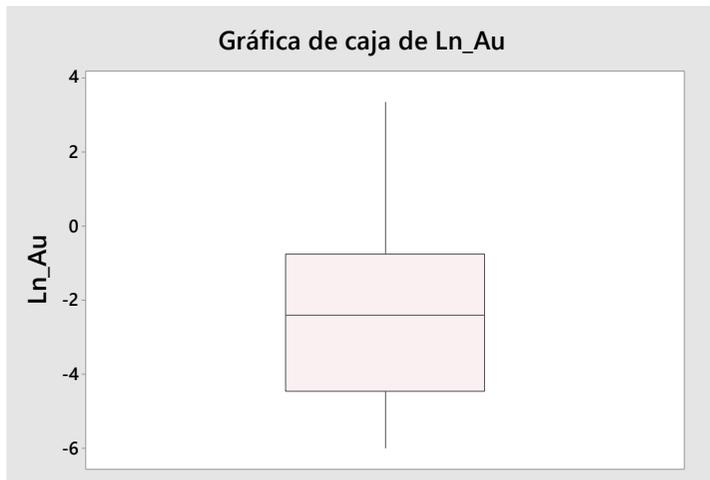


Figura A3: Box Plot del Ln_Au

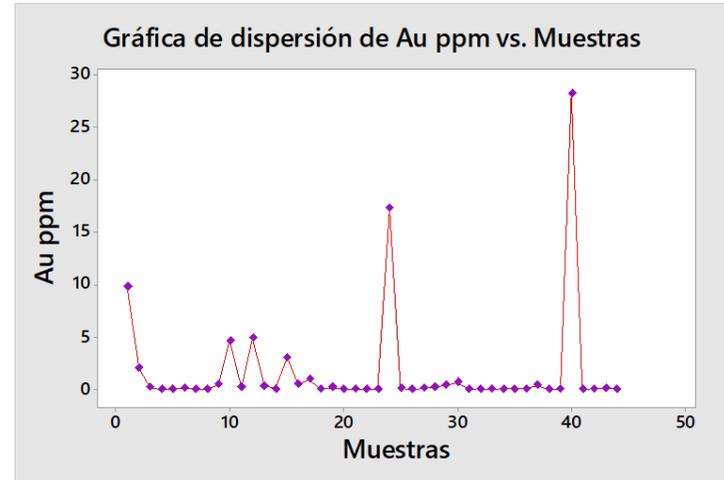


Figura A4: Diagrama de dispersión del Au

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA PLATA

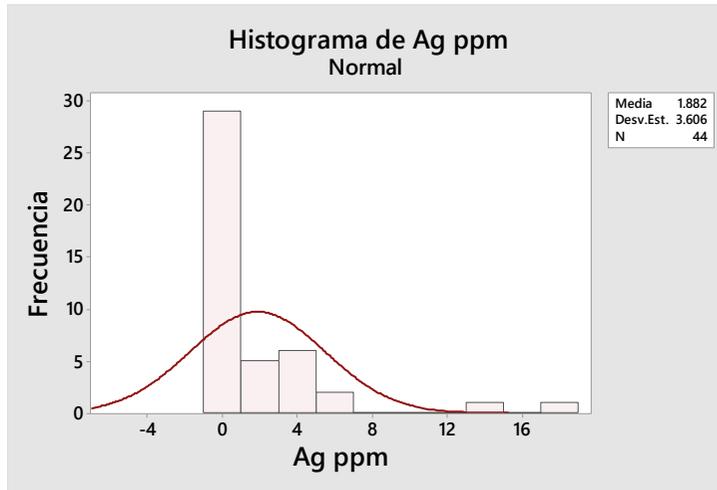


Figura B1: Histograma normal de la Ag

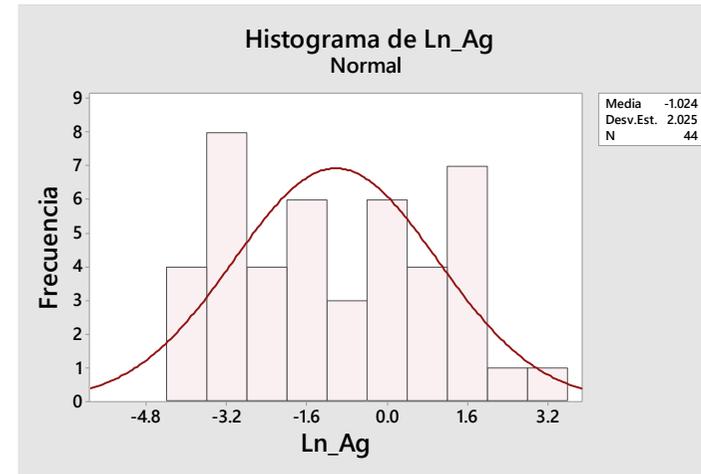


Figura B2: Histograma log normal de la Ag

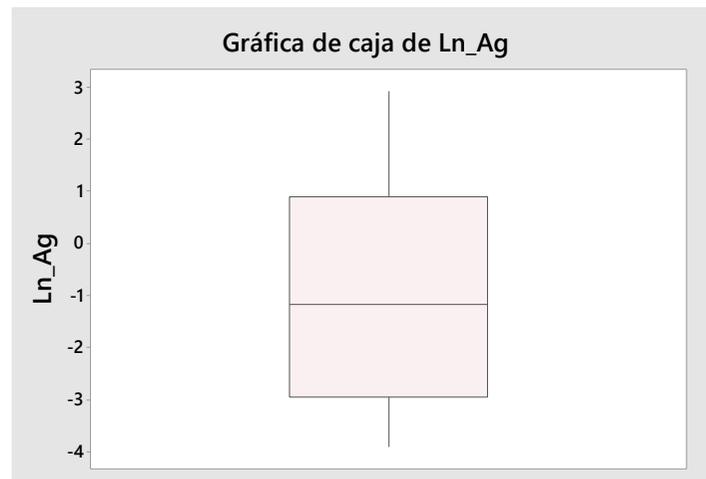


Figura B3: Box Plot del Ln_Ag

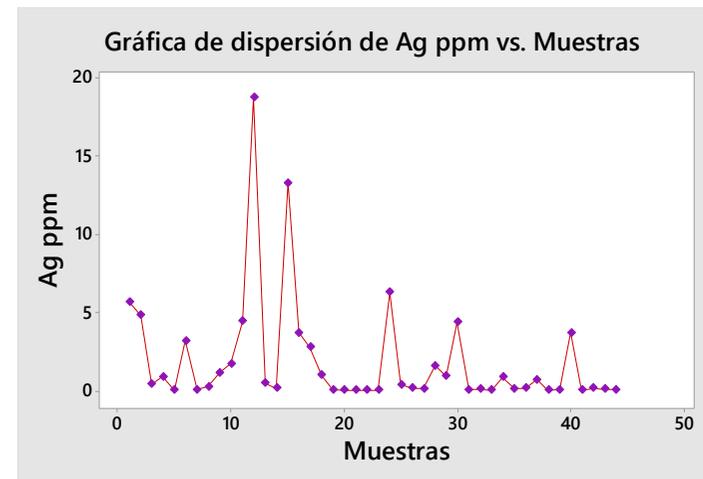


Figura B4: Diagrama de dispersión de la Ag

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL ARSÉNICO

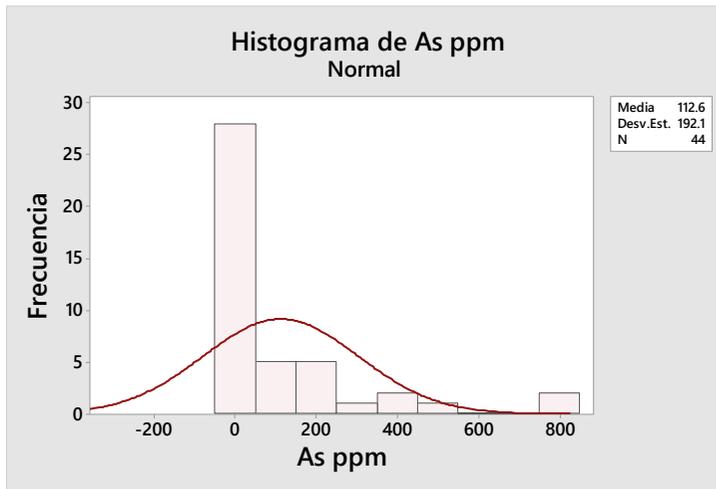


Figura C1: Histograma normal del As

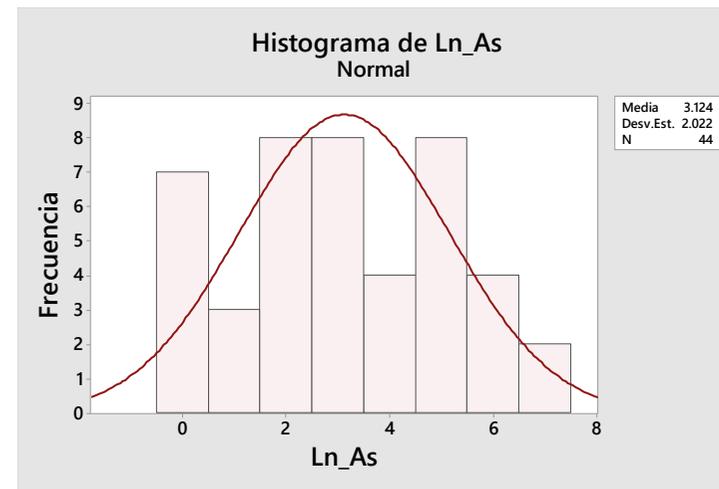


Figura C2: Histograma log normal del As

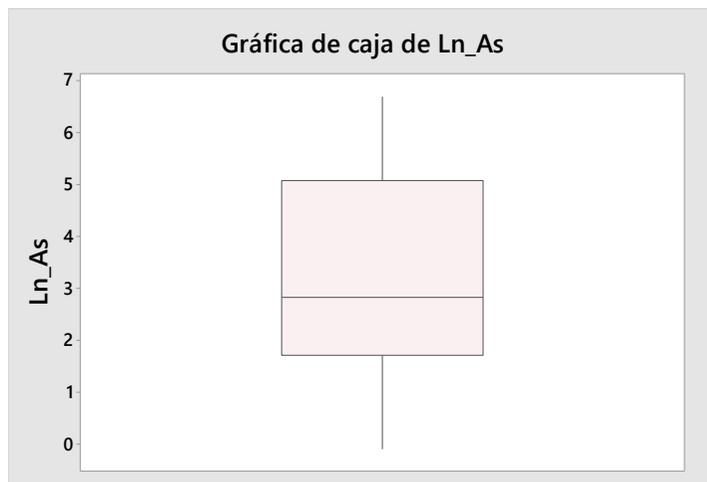


Figura C3: Box Plot del Ln_As

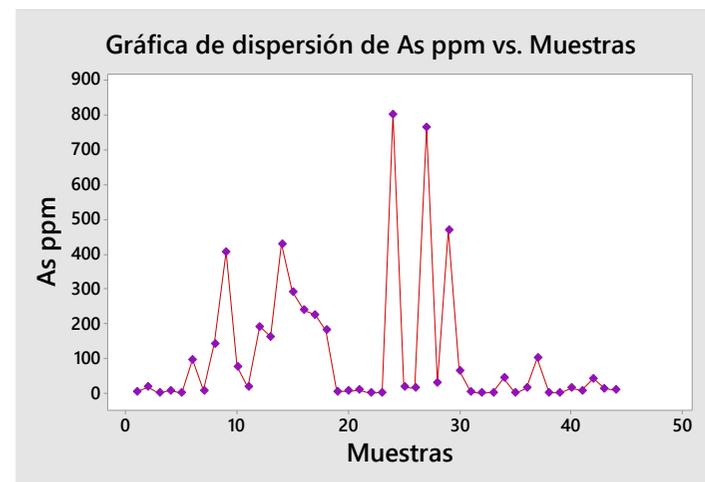


Figura D4: Diagrama de dispersión del As

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL BARIO

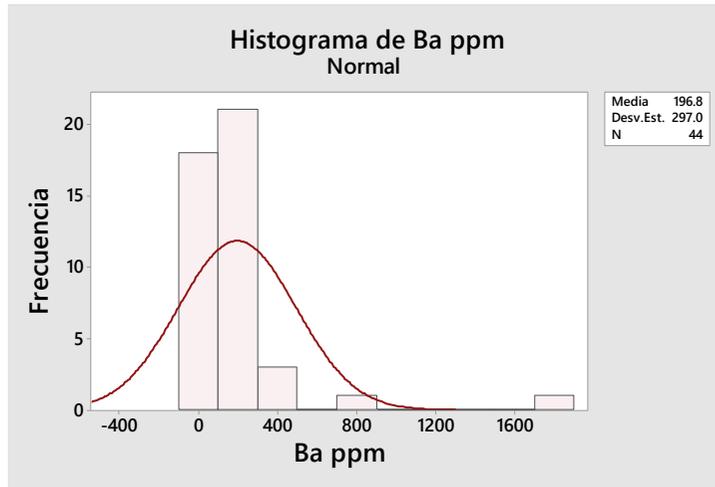


Figura D1: Histograma normal del Ba

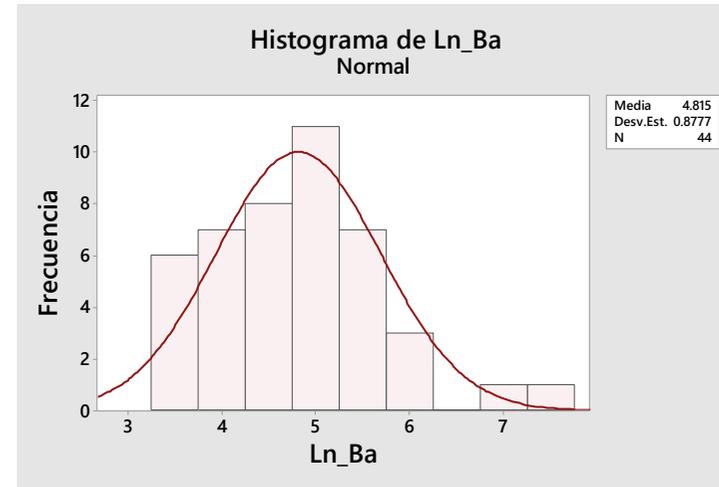


Figura D2: Histograma log normal del Ba

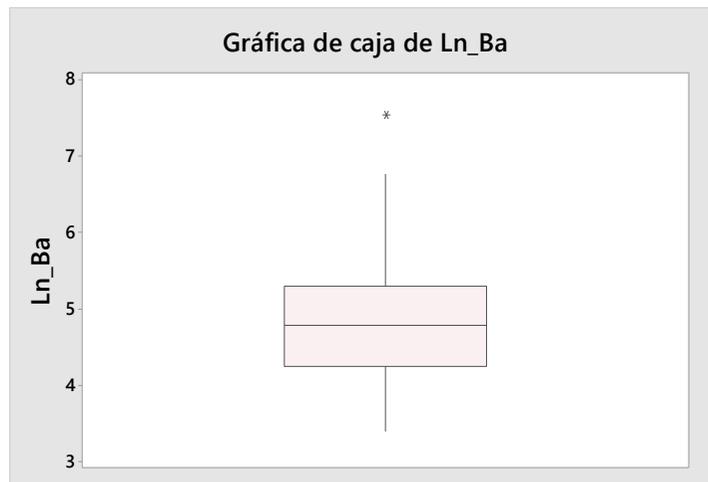


Figura D3: Box Plot del Ln_Ba

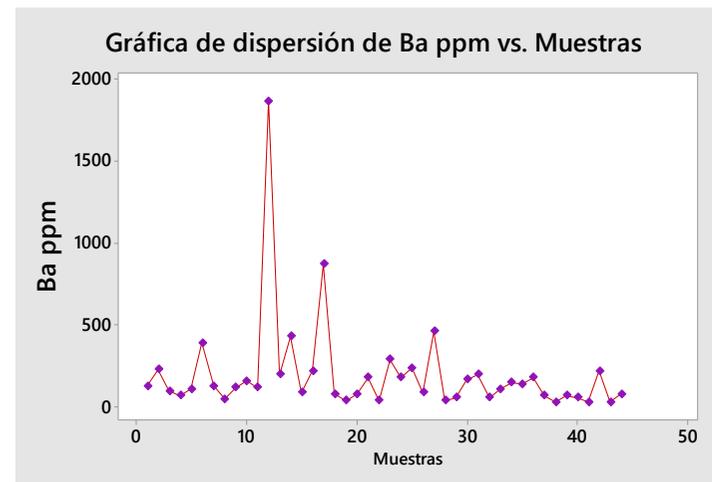


Figura D4: Diagrama de dispersión del Ba

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL BISMUTO

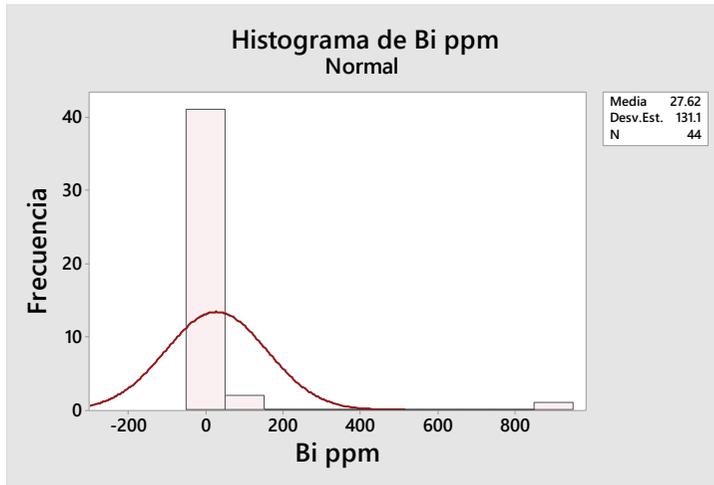


Figura E1: Histograma normal del Bi

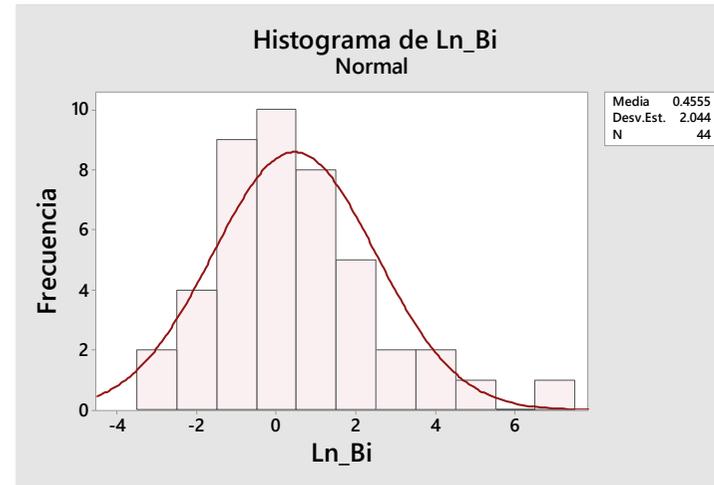


Figura E2: Histograma log normal del Bi

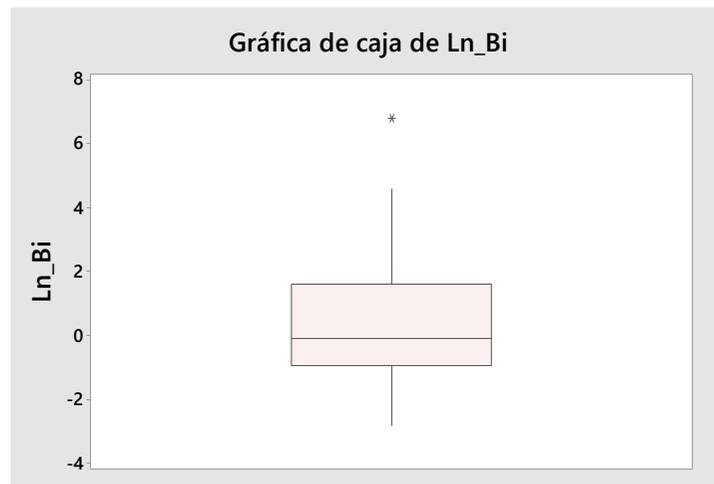


Figura E3: Box Plot del Ln_Bi

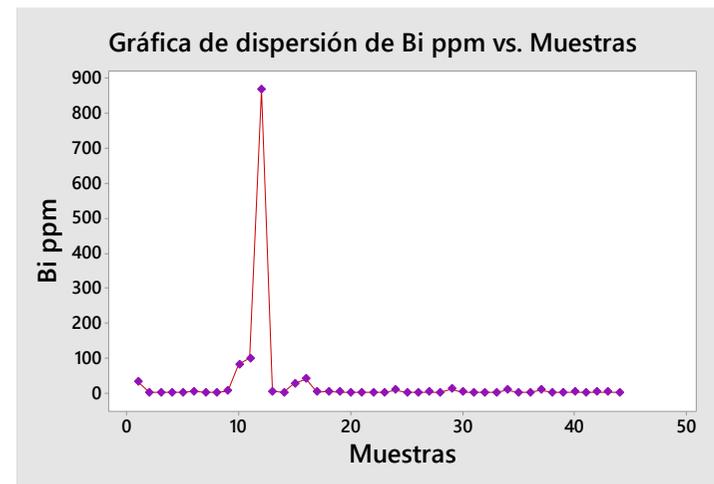


Figura E4: Diagrama de dispersión del Bi

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL COBRE

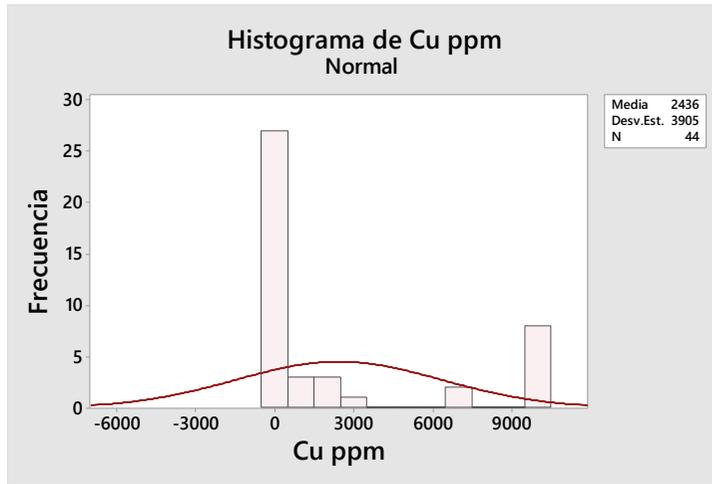


Figura F1: Histograma normal del Cu

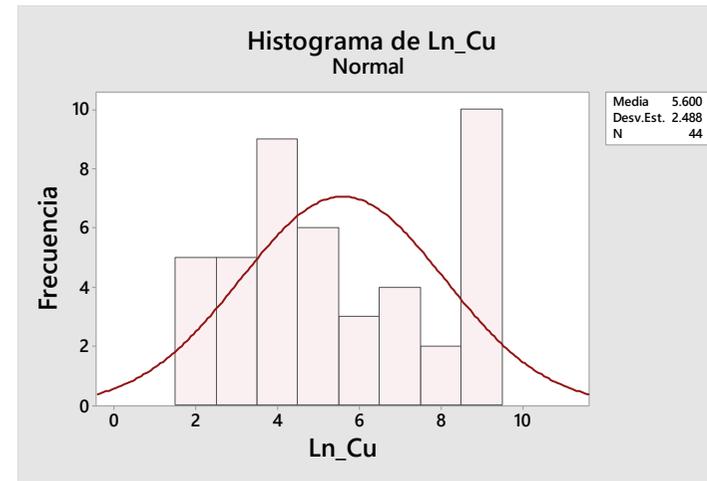


Figura F2: Histograma log normal del Cu

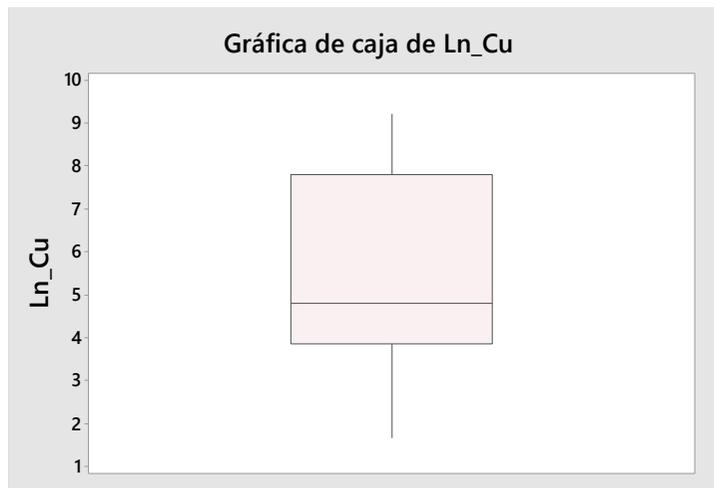


Figura F3: Box Plot del Ln_Cu

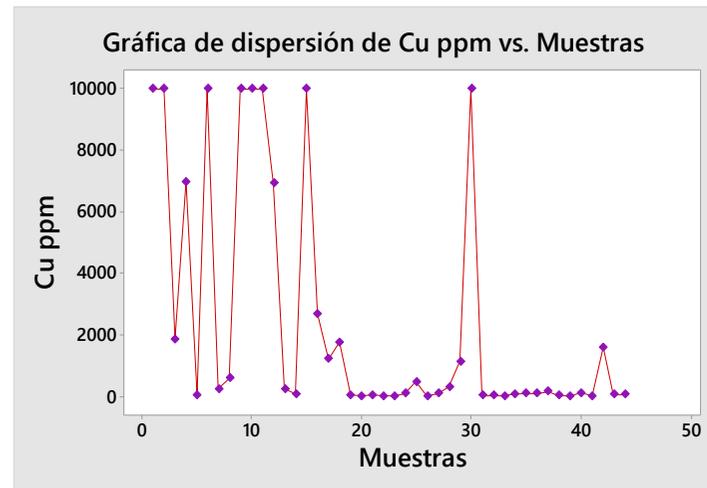


Figura F4: Diagrama de dispersión del Cu

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL MOLIBDENO

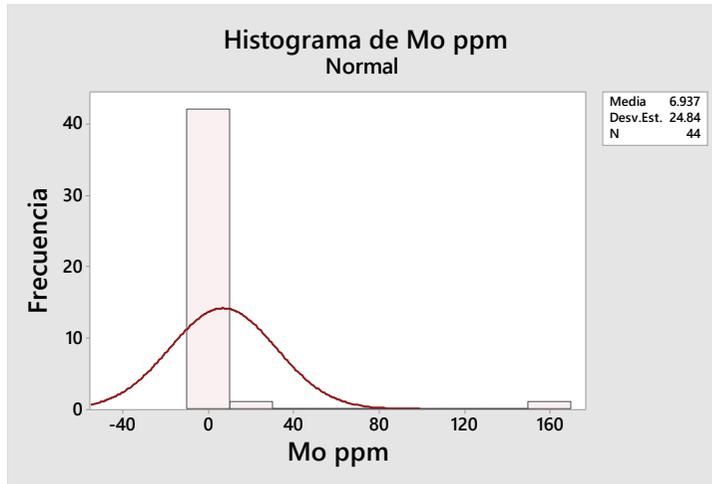


Figura G1: Histograma normal del Mo

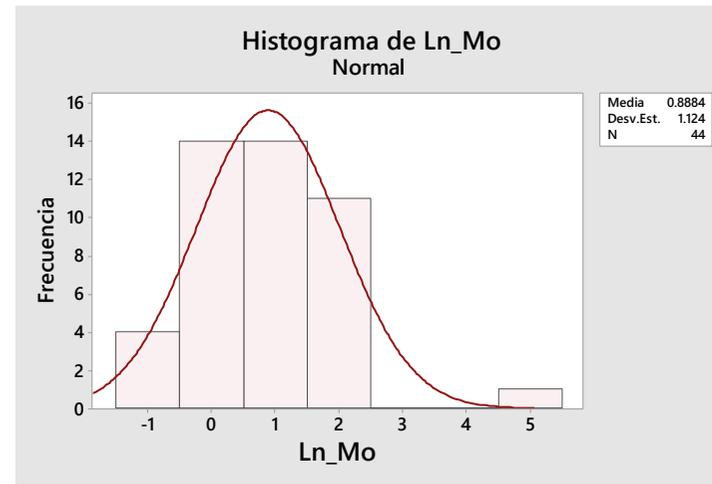


Figura G2: Histograma log normal del Mo

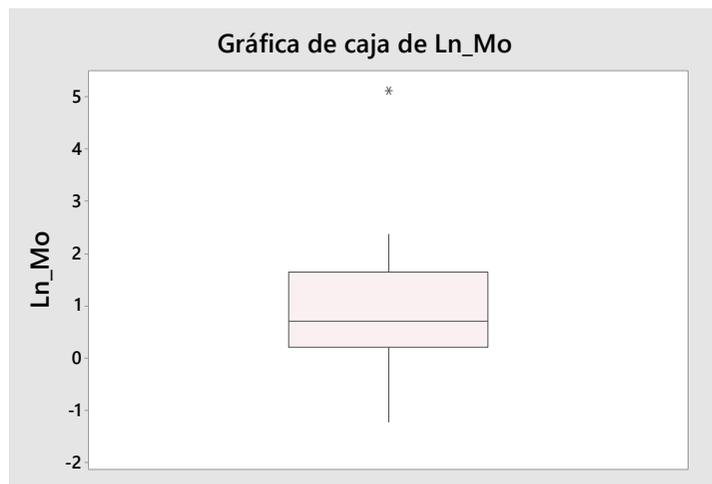


Figura G3: Box Plot del Ln_Mo

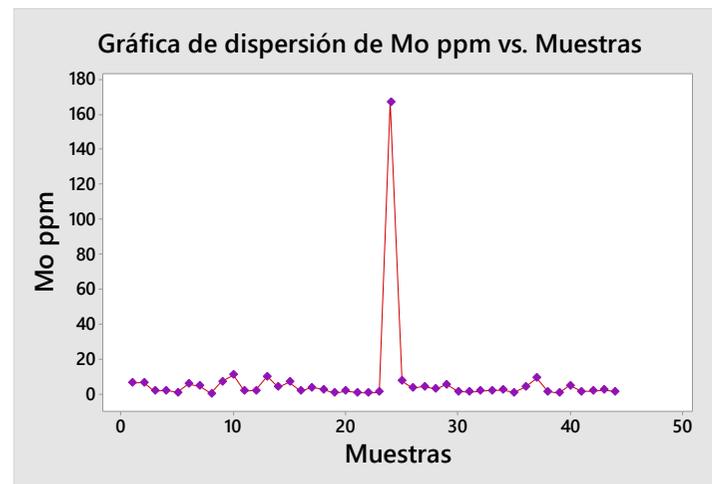


Figura G4: Diagrama de dispersión del Mo

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL PLOMO

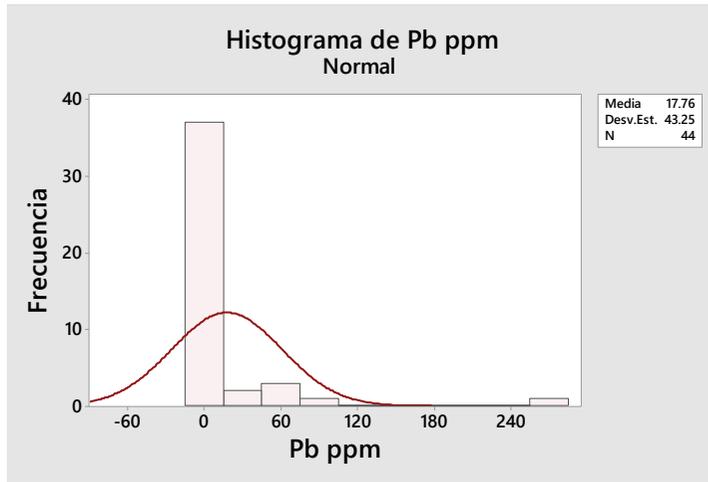


Figura H1: Histograma normal del Pb

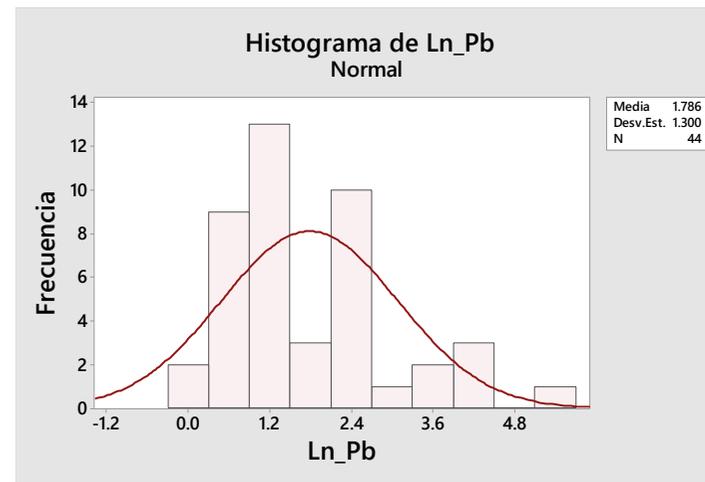


Figura H2: Histograma log normal del Pb

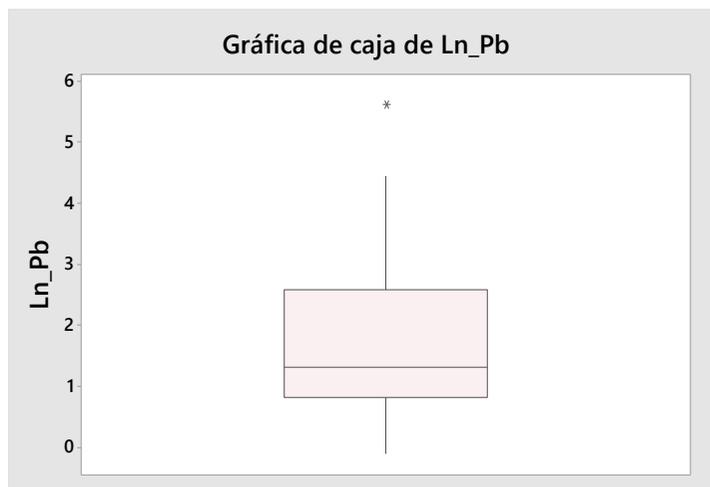


Figura H3: Box Plot del Ln_Pb

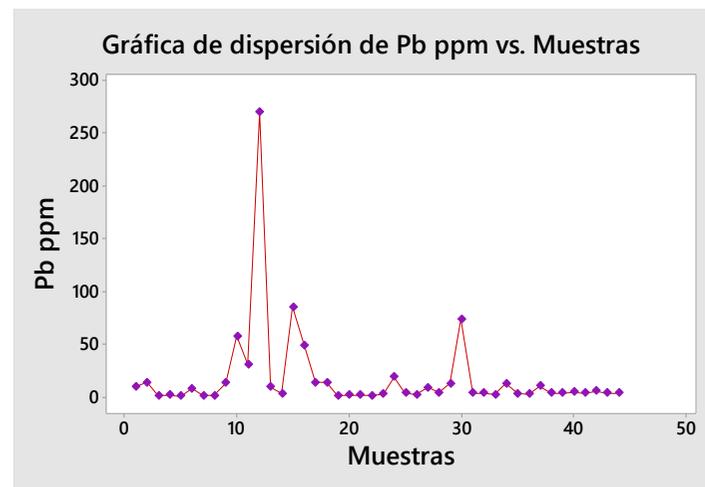


Figura H4: Diagrama de dispersión del Pb

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL ANTIMONIO

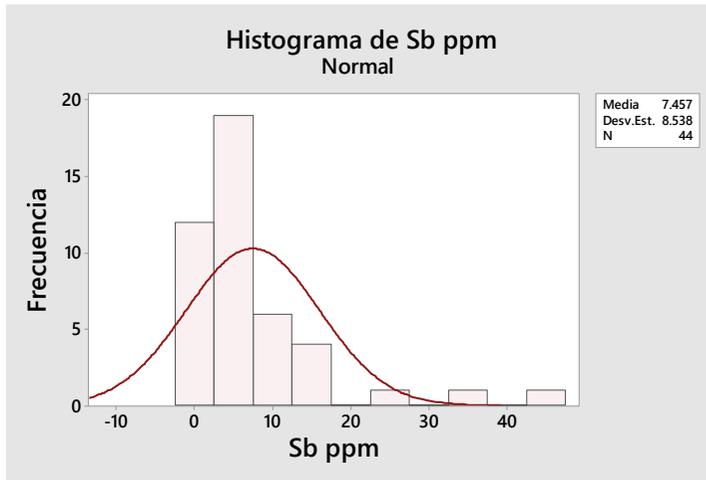


Figura I1: Histograma normal del Sb

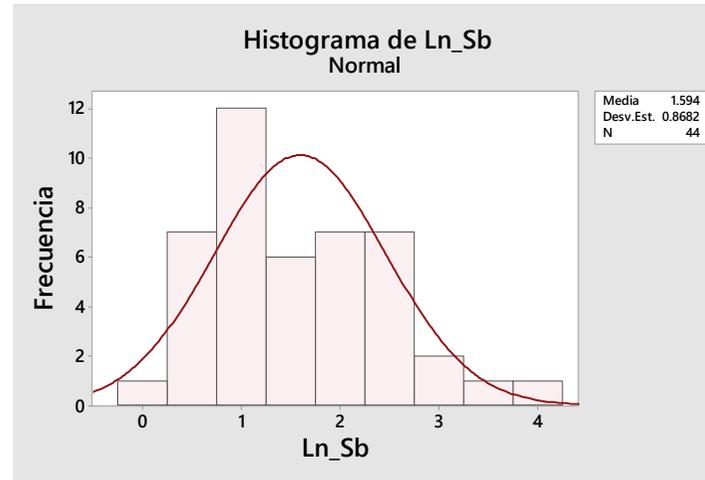


Figura I2: Histograma log normal del Sb

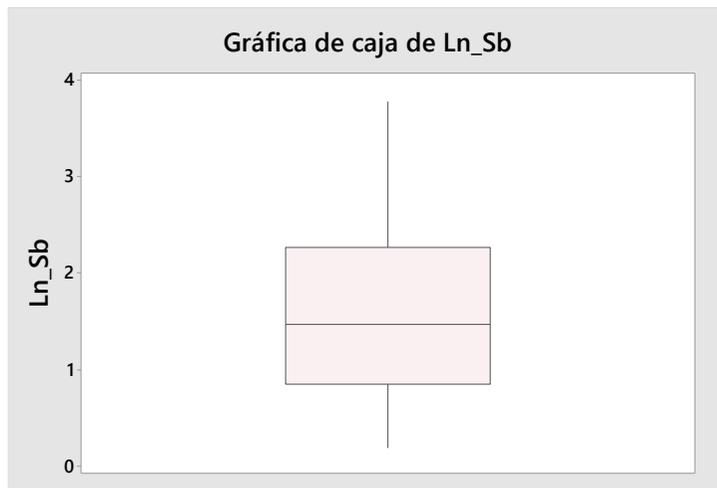


Figura I3: Box Plot del Ln_Sb

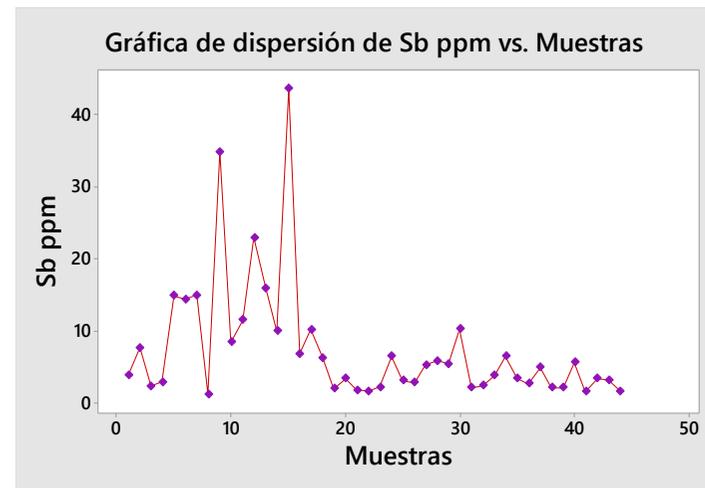


Figura I4: Diagrama de dispersión del Sb

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL WOLFRAMIO

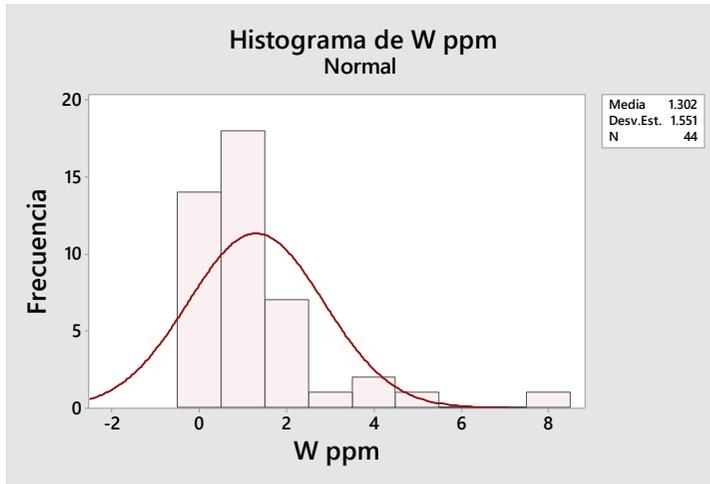


Figura J1: Histograma normal del W

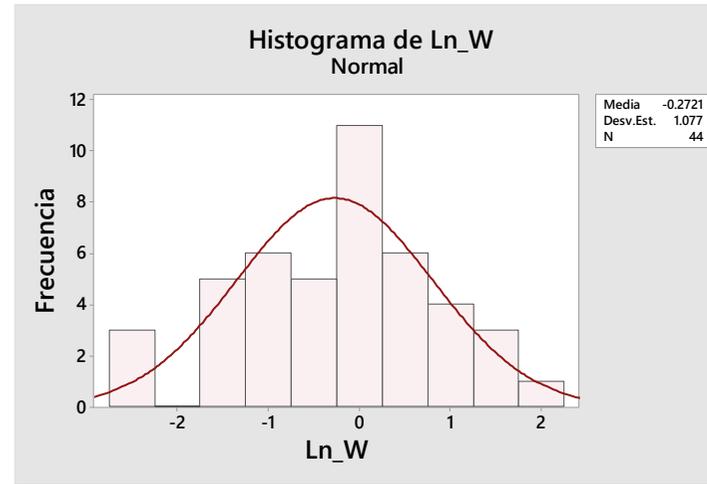


Figura J2: Histograma log normal del W

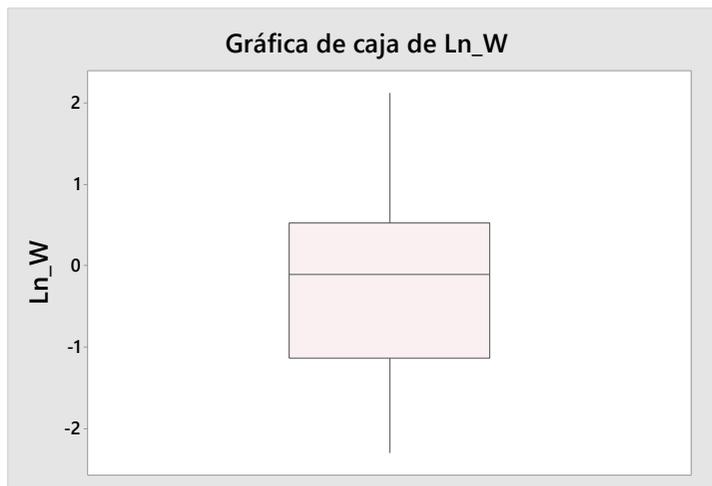


Figura J3: Box Plot del Ln_W

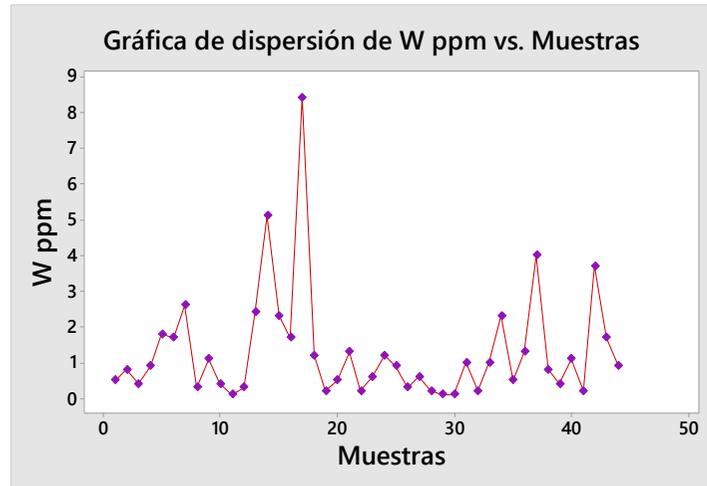


Figura J4: Diagrama de dispersión del W

COMPORTAMIENTO ESTADÍSTICO DEL ZINC

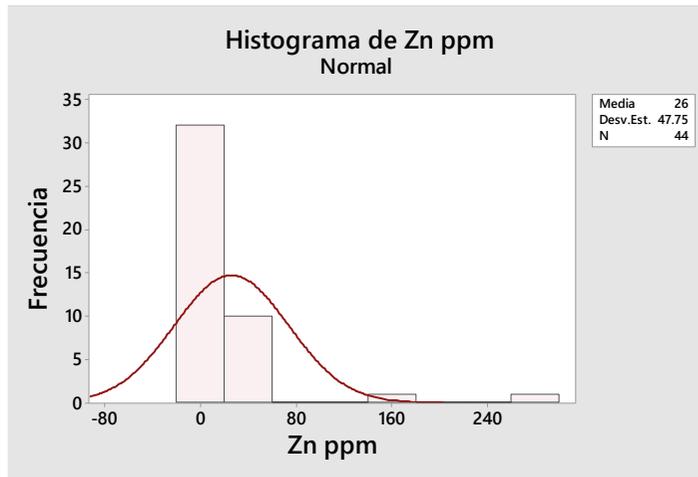


Figura K1: Histograma normal del Zn

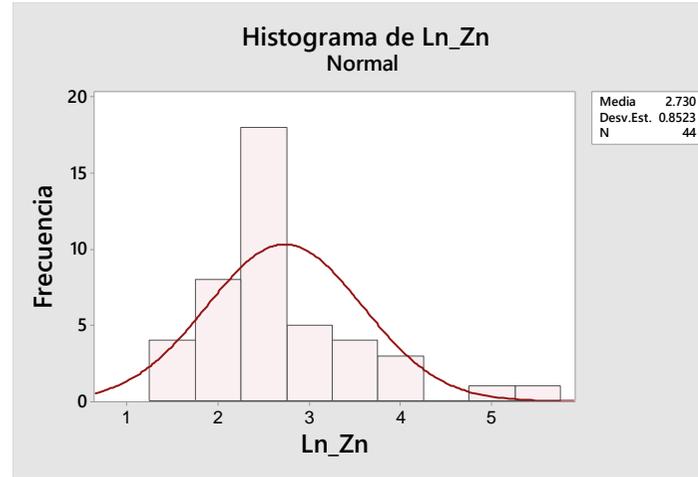


Figura K2: Histograma log normal del Zn

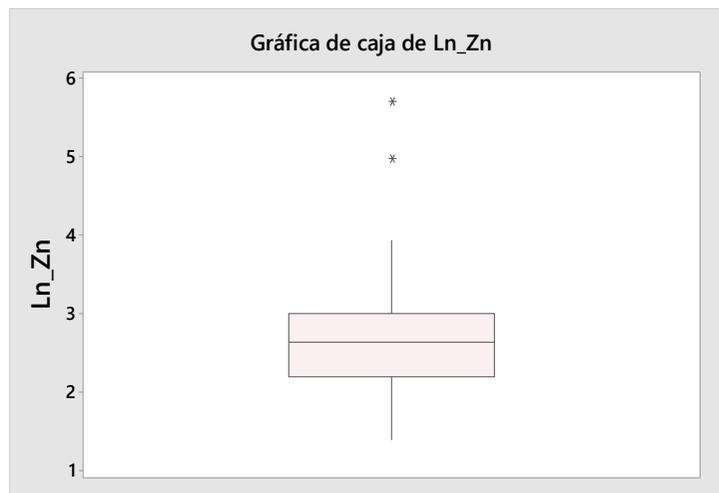


Figura K3: Box Plot del Ln_Zn

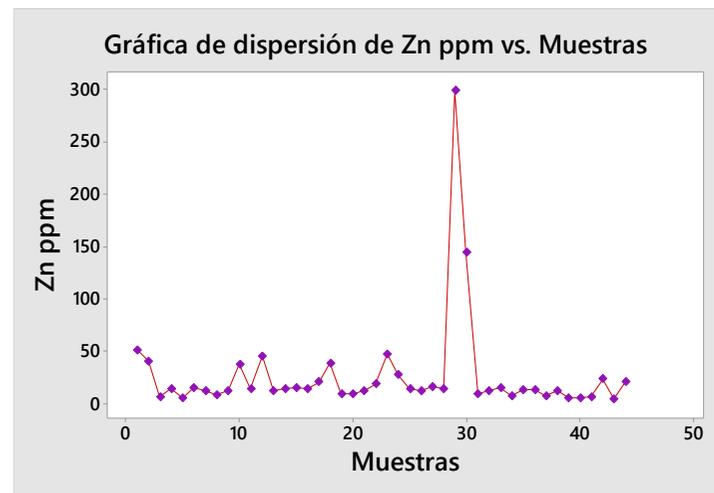


Figura K4: Diagrama de dispersión del Zn

3.10.5.3. Análisis Estadístico Multivariado

Para identificar las relaciones existentes entre variables se calculan los índices de correlación Bivariar de Pearson a escala logarítmica. En tal sentido se demuestra un excelente contraste y correspondencia estadística entre las variables.

Los índices de correlación de Pearson fueron calculados con el Software loGAS y se clasificaron de la siguiente manera (ver tabla 20).

0.900 a 1.000 Muy buena correlación

0.700 a 0.899 Buena correlación

0.500 a 0.699 Moderada correlación

0.250 a 0.499 Baja correlación

0.00 a 0.249 Nula

Teniendo así que hay una moderada correlación entre los siguientes elementos: Au: As-Bi-Cu-Mo-Pb, Ag: As-Mo-Sb, As: Bi-Cu-Mo-Pb-Sb, Bi: Cu-Sb, Cu: Pb-Sb y Pb: Sb-Zn. Y correlaciones buenas entre los siguientes elementos: Au-Ag, Ag: Bi-Cu-Pb y Bi-Pb.

Tabla 19. Diagrama de correlación de Pearson para elementos guía.

CORRELACION ELEMENTOS GUÍA											
	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
LN_Au	1.000										
LN_Ag	0.836	1.000									
LN_As	0.525	0.624	1.000								
LN_Ba	0.277	0.367	0.415	1.000							
LN_Bi	0.697	0.744	0.580	0.353	1.000						
LN_Cu	0.617	0.809	0.501	0.354	0.595	1.000					
LN_Mo	0.634	0.556	0.587	0.276	0.452	0.340	1.000				
LN_Pb	0.699	0.796	0.627	0.456	0.870	0.643	0.436	1.000			
LN_Sb	0.464	0.617	0.566	0.458	0.558	0.591	0.499	0.639	1.000		
LN_W	0.046	0.016	0.271	0.358	-0.032	0.020	0.318	-0.028	0.307	1.000	
LN_Zn	0.312	0.387	0.349	0.321	0.384	0.456	0.254	0.506	0.211	-0.305	1.000

TIPO DE CORRELACIÓN	
0.900 - 1.000	Muy buena correlación
0.700 - 0.899	Buena correlación
0.500 - 0.699	Moderada correlación
0.250 - 0.499	Baja correlación

3.10.6. Cálculo de parámetros geoquímicos

Luego de identificar los altos erráticos con los Box Plots se realizó el tratamiento de altos erráticos (*outliers*) para eso se disminuyeron los valores reemplazándolos por un tercio de su valor.

Con la ayuda del software estadístico Minitab v18.0 se calcularon los parámetros geoquímicos *Background* (valor de fondo) y el *Threshold* (umbral) los cuales fueron de mucha importancia para el cálculo de anomalías en la zona de estudio.

Tabla 20. Parámetros geoquímicos

Elemento	N° Muestras	Background	Threshold
Au_ppm	44	0.08	3.45
Ag_ppm	44	0.33	3.93
As_ppm	44	20.08	196.97
Ba_ppm	44	111.59	329.55
Bi_ppm	44	1.36	88.46
Cu_ppm	44	210.61	2842.27
Mo_ppm	44	2.37	19.09
Pb_ppm	44	5.14	33.44
Sb_ppm	44	4.57	13.23
W_ppm	44	0.71	2.40
Zn_ppm	44	12.56	42.26

3.10.7. Cálculo de anomalías geoquímicas

Una anomalía es una desviación con respecto al contenido normal, de modo que una anomalía geoquímica es una desviación de los valores geoquímicos que son normales para una región. Un yacimiento de minerales es una anomalía geoquímica, entonces también se puede clasificar cuantitativamente desde un punto de vista cualitativo.

3.10.7.1. Rangos de Anomalías

Para determinar el rango de anomalías de elementos guía se realizó el cálculo de los valores de fondo o *background* (rango de valores normales de una población) y del umbral o *threshold* (límite inferior de los valores anómalos).

El *background* corresponde a la media de la población normalizada para cada elemento, redondeados a un valor entero próximo para facilitar la manipulación y presentación de datos.

El *threshold* empleado corresponde a la media ± 2 veces la desviación estándar por elemento, del cual se partió para considerar que los niveles que están por encima del nivel de un *threshold* han sido considerados como débilmente anómalos, aquellos que son mayores a dos veces el *threshold* son considerados moderadamente anómalos y algunos resultados mayores a tres veces el *threshold* son denominados como fuertemente anómalos (ver tabla 21).

En función al umbral geoquímico (*Threshold*) y valor de fondo (*Background*) calculado anteriormente tenemos:

- < B Valores por debajo del contenido de fondo
- B – T Valores dentro del contenido de fondo
- T – 2T Valores débilmente anómalos
- 2T – 3T Valores moderadamente anómalos
- > 3T Valores fuertemente anómalos

Tabla 21. Rangos de anomalías geoquímicas para cada elemento

Elemento	Muestras	Threshold	2 Threshold	3 Threshold
Au_ppm	44	3	7	10
Ag_ppm	44	4	8	12
As_ppm	44	197	394	591
Ba_ppm	44	330	659	989
Bi_ppm	44	88	177	265
Cu_ppm	44	2842	5685	8527
Mo_ppm	44	19	38	57
Pb_ppm	44	33	67	100
Sb_ppm	44	13	26	40
W_ppm	44	2	5	7
Zn_ppm	44	42	85	127

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. SÍNTESIS GEOLÓGICA DEL PROSPECTO

A través del cartografiado geológico se determinaron las secuencias litológicas presentes en el área del Prospecto, las cuales están compuestas en su mayoría por afloramientos de rocas metamórficas con mayor incidencia de afloramientos de esquistos carbonoso, seguido por afloramientos de esquistos gris verdosos, los cuales son cortados por diques de composición diorítica, los esquistos gris verdosos se encuentran como roca caja de las principales estructuras mineralizadas, estos se encuentran argilizados en superficie y con una silicificación (D-M) en contacto con estas.

Las vetas identificadas dentro de la concesión Danny Ramos tienen una tendencia trasandina con azimut SW-NE (ver plano 06), los cuales estarían limitados por el fuerte control estructural falla NW-SE, donde se presume que estas no tendrían continuidad al SW (ver secciones geológicas en los planos 20 y 21).

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. Oro

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Oro posee un comportamiento Log Normal (ver figuras A1 – A2). La distribución del Oro en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.003 a 28.20 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura A4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación de Oro con los demás elementos guía analizados es baja, moderada a buena.

El Background obtenido es de 0.08 ppm y su Threshold es de 3.45 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 1.835 ppm de Au (ver figura A3).

Se identificaron 3 valores por encima del Threshold, que representan el 6.82% del total de muestras, los cuales se van de débil a moderadamente anómalo (ver plano 08).

Tabla 22. Muestras anómalas de Au con su nombre de veta y código.

Nº Muestra	Au ppm	Veta_Nombre
1070	3.26	Veta 6
1112	5.77	Veta 12
1146	9.40	Veta 18

4.2.2. Plata

Según el análisis estadístico Univariado realizado, la Plata posee un comportamiento Log Normal (ver figuras B1 – B2). La distribución de la Plata en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.02 a 18.70 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura B4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación de la Plata con los demás elementos guía analizados es baja, moderada a buena.

El Background obtenido es de 0.33 ppm y su Threshold es de 3.93 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 5.215 ppm de Ag (ver figura B3).

Se identificaron 6 valores por encima del Threshold, que representan el 13.64% del total de muestras, los cuales son débilmente anómalos (ver plano 09).

Tabla 23. Muestras anómalas de Ag con su nombre de veta y código.

Código	Ag ppm	Veta_Nombre
1070	5.66	Veta 6
1071	4.80	Veta 6
1093	4.43	Veta 1
1095	6.23	Veta 1
1098	4.42	Veta 4
1122	4.36	Veta 17

4.2.3. Arsénico

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Arsénico posee un comportamiento Log Normal (ver figuras C1 – C2). La distribución del Arsénico en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.90 a 802.0 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura C4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Arsénico con los demás elementos guía analizados es baja a moderada.

El Background obtenido es de 20.08 ppm y su Threshold es de 196.97 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 387.688 ppm de As (ver figura C3).

Se identificaron 5 valores por encima del Threshold, que representan el 11.36% del total de muestras, los cuales son débilmente anómalos (ver plano 10).

Tabla 24. Muestras anómalas de As con su nombre de veta y código.

Código	As ppm	Veta_Nombre
1098	292.00	Veta 4
1099	239.00	Veta 4
1105	226.00	Veta 2
1112	267.33	Veta 12
1118	255.00	Veta 14

4.2.4. Bario

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Bario posee un comportamiento Log Normal (ver figuras D1 – D2). La distribución del Bario en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 30.0 a 1860.0 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura D4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Bario con los demás elementos guía analizados es baja.

El Background obtenido es de 111.59 ppm y su Threshold es de 329.55 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 395.00 ppm de Ba (ver figura D3).

Se identificaron 2 valores por encima del Threshold, que representan el 4.55% del total de muestras, los cuales son débilmente anómalos (ver plano 11).

Tabla 25. Muestras anómalas de Ba con su nombre de veta y código.

Código	Ba ppm	Veta_Nombre
1076	390.00	Veta 6
1095	620.00	Veta 12

4.2.5. Bismuto

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Bismuto posee un comportamiento Log Normal (ver figuras E1 – E2). La distribución del Bismuto en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.06 a 868.0 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura E4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Bismuto con los demás elementos guía analizados es baja, moderada a fuerte.

El Background obtenido es de 1.36 ppm y su Threshold es de 88.46 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 19.085 ppm de Bi (ver figura E3).

Se identificó 1 valor por encima del Threshold, que representa el 2.27% del total de muestras, el cual es fuertemente anómalo (ver plano 12).

Tabla 26. Muestra anómala de Bi con su nombre de veta y código.

Código	Bi ppm	Veta_Nombre
1095	289.33	Veta 1

4.2.6. Cobre

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Cobre posee un comportamiento Log Normal (ver figuras F1 – F2). La distribución del Cobre en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 5.30 a 10001.00 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura F4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Cobre con los demás elementos guía analizados es baja, moderada a buena.

El Background obtenido es de 210.61 ppm y su Threshold es de 2842.27 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 6119.6 ppm de As (ver figura F3).

Se identificaron 8 valores por encima del Threshold, que representan el 18.18% del total de muestras, los cuales son débilmente anómalos (ver plano 13).

Tabla 27. Muestras anómalas de Cu con su nombre de veta y código.

Código	Cu ppm	Veta_Nombre
1507	3333.67	Veta 6
1469	3333.67	Veta 6
1521	3333.67	Veta 7
1471	3333.67	Veta 3
1512	3333.67	Veta 3
1574	3333.67	Veta 1
1812	3333.67	Veta 4
1231	3333.67	Veta 17

4.2.7. Molibdeno

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Molibdeno posee un comportamiento Log Normal (ver figuras G1 – G2). La distribución del Molibdeno en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.29 a 167.00 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura G4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Molibdeno con los demás elementos guía analizados es baja a moderada.

El Background obtenido es de 2.37 ppm y su Threshold es de 19.09 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 16.93 ppm de Mo (ver figura G3).

Se identificó 1 valor por encima del Threshold, que representa el 2.27% del total de muestras, el cual es moderadamente anómalo (ver plano 14).

Tabla 28. Muestras anómalas de Mo con su nombre de veta y código.

Código	Mo ppm	Veta_Nombre
1264	55.67	Veta 12

4.2.8. Plomo

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Plomo posee un comportamiento Log Normal (ver figuras H1 – H2). La distribución del Plomo en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.90 a 90.0 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura H4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Plomo con los demás elementos guía analizados es baja, moderada a fuerte.

El Background obtenido es de 5.14 ppm y su Threshold es de 33.44 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 29.53 ppm de Pb (ver figura H3).

Se identificó 1 valor por encima del Threshold, que representa el 2.27% del total de muestras, el cual es moderadamente anómalo (ver plano 15).

Tabla 29. Muestras anómalas de Pb con su nombre de veta y código.

Código	Pb ppm	Veta_Nombre
1095	90.00	Veta 1

4.2.9. Antimonio

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Antimonio posee un comportamiento Log Normal (ver figuras I1 – I2). La distribución del Antimonio en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 1.20 a 43.60 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura I4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Antimonio con los demás elementos guía analizados es baja a moderada.

El Background obtenido es de 4.57 ppm y su Threshold es de 13.23 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 20.45 ppm de Sb (ver figura I3).

Se identificaron 5 valores por encima del Threshold, que representan el 11.36% del total de muestras, los cuales son débilmente anómalos (ver plano 16).

Tabla 30. Muestras anómalas de Sb con su nombre de veta y código.

Código	Sb ppm	Veta_Nombre
1074	14.90	Veta 7
1076	14.35	Veta 7
1078	14.95	Veta 6
1096	15.95	Veta 2
1098	14.53	Veta 4

4.2.10. Wolframio

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Wolframio posee un comportamiento Log Normal (ver figuras J1 – J2). La distribución del Wolframio en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 0.10 a 3.70 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura J4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Wolframio con los demás elementos guía analizados es baja.

El Background obtenido es de 0.71 ppm y su Threshold es de 2.40 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 3.76 ppm de W (ver figura J3).

Se identificaron 6 valores por encima del Threshold, que representan el 13.64% del total de muestras, los cuales son débilmente anómalos (ver plano 17).

Tabla 31. Muestras anómalas de W con su nombre de veta y código.

Código	W ppm	Veta_Nombre
1078	2.60	Veta 6
1096	2.40	Veta 2
1098	2.30	Veta 4
1105	2.80	Veta 2
1129	2.30	Veta 17
1156	3.70	Veta 18

4.2.11. Zinc

Según el análisis estadístico Univariado realizado, el Zinc posee un comportamiento Log Normal (ver figuras K1 – K2). La distribución del Zinc en las muestras de vetas pertenecientes a la zona de estudio está en el rango de 4.0 a 299.0 ppm con un comportamiento errático de algunos de sus valores (ver figura K4).

Según Pearson (ver tabla 19) la correlación del Zinc con los demás elementos guía analizados es baja a moderada.

El Background obtenido es de 12.56 ppm y su Threshold es de 42.26 ppm, para obtener estos valores se disminuyeron los valores con altos erráticos reemplazándolos por un tercio de su valor.

Mediante los Box Plots en la distribución Log Normal se determinó que los valores presentan *outliers* mayores a 36.5 ppm de Zn (ver figura K3).

Se identificaron 2 valores por encima del Threshold, que representan el 4.55% del total de muestras, los cuales son débilmente a moderadamente anómalos (ver plano 18).

Tabla 32. Muestras anómalas de Zn con su nombre de veta y código.

Código	Zn ppm	Veta_Nombre
1121	99.67	Veta 15
1122	48.00	Veta 17

4.2.12. Asociaciones geoquímicas

Superponiendo los planos de dispersiones geoquímicas para cada elemento analizado se logró obtener un plano de asociaciones geoquímicas, teniendo la presencia de 32 zonas con anomalías débiles a fuertes de elementos pathfinders en muestras de estructuras mineralizadas (ver plano 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18).

Es así que en el prospecto estudiado se logró identificar la asociación geoquímica la cual indica que se encuentran en un sistema de oro orogénico, es decir tenemos elementos asociados para metales preciosos en vetas Au (Au-Ag-As-Sb-W-(Cu)), tomado de Tabla 2, dicha asociación es la siguiente (ver plano 19).

Tabla 33. Asociaciones geoquímicas presentes en el Prospecto Niñito San Salvador.

TIPO DE DEPÓSITO	ASOCIACIÓN	UBICACIÓN
"Orogénico Au"	Au-Ag-As-Sb-W	Cerro Pajilla

4.2.13. Modelo geológico del Prospecto Niñito San Salvador

Se realizaron dos secciones geológicas en diferentes direcciones, para determinar el comportamiento estructural, litológico y lo más importante la evolución geológica de las principales unidades metamórficas. La interpretación hecha con las secciones fue complementada con la información geológica observada en campo (mapeos) y la geoquímica (muestreos).

El basamento compuesto por rocas metamórficas forma parte del Complejo Marañón y están expuestas en toda el área del prospecto (ver plano 21 y 22); estas están cubiertas por depósitos cuaternarios y presentan una topografía accidentada.

Las alteraciones hidrotermales presentes como la silicificación están como halo de estructuras vetiformes, estas vetas están compuestas por cuarzo lechoso, cuarzo gris, calcopirita +, malaquita -, calcita -, pirita -, pirolusita - y óxidos, ubicadas en el Cerro Pajilla dentro de la Concesión Danny Ramos. La argilización está presente en los diques dioríticos y esquisto carbonoso.

En la sección A-A' se observa esquistos carbonosos y esquistos gris verdosos, longitudinalmente corta a veta 3 y veta 4.

En la sección B-B' se observa esquistos gris verdosos, longitudinalmente corta a veta 16, veta 17 y veta 18.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Según los estudios regionales realizados al sur del área de investigación se tiene que:

Haerberlin (2002), En su tesis de doctorado denominado *Geological and structural setting, age, and geochemistry of the orogenic gold deposits at the Pataz province, Eastern Andean Cordillera, Perú*, concluye que la mineralización se formó en respuesta a mecanismos geológicos de alto grado, los cuales estarían asociados con la exhumación de un margen convergente, propuso realizar una investigación basado en una perspectiva regional para así definir un mejor marco geodinámico de mineralización. Describe también que las vetas presentan una dirección constante, en particular aquellas emplazadas en el batolito, donde más del 80% lo hacen con dirección norte a noroeste, buzando al este, con una asociación metálica de Au, Ag, As, Fe, Pb, Zn, +/-Cu, +/-Sb, +/- (Bi-Te-W) y dos estadios de deposición de menas ricas en sulfuros.

Haerberlin (2004), en su investigación *Carboniferous orogenic gold deposits at Pataz, Eastern Andean Cordillera, Perú: geological and structural framework, paragenesis, alteration, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology*. concluye que, según los estudios realizados la Provincia de oro de Pataz, este pertenece a la clase de oro orogénico (mesothermal) y es uno de los primeros ejemplos conocidos de este tipo de depósito en los Andes. Además, concluye que las intrusiones proporcionaron una trampa estructural adecuada con contrastes mecánicos adecuados y corredores regionales de tensión media baja, factores que son esenciales para la formación de vetas epigenéticas. La mineralización de oro, esta datada entre 314 y 312 Ma, tuvo lugar durante un periodo de exhumación del cinturón de colisión encajonante.

Entonces de acuerdo a los resultados obtenidos en esta tesis, se puede discutir con las vetas descritas por Haerberlin (2002), porque en su estudio las vetas presentan una dirección preferente norte a noroeste, buzando al este; a diferencia del presente estudio que las vetas ubicadas en la concesión Danny Ramos tiene una dirección preferente de suroeste a noreste, buzando al oeste y este.

En contraste con las conclusiones de Haeberlin (2004) tiene que los intrusivos del Batolito de Pataz proporcionaron una trampa estructural para las mineralizaciones de oro, a diferencia del presente estudio en el que se tiene que las vetas tienen como roca caja a los esquistos gris verdosos del Complejo Marañón.

4.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Mediante el cartografiado litológico, alteraciones hidrotermales, estructural y muestreo geoquímico se encontró evidencias de *targets* con mineralización aurífera y cuprífera, controladas por fallas con orientación NW-SE, estas fallas limitan su continuidad hacia el SW dentro de la concesión Danny Ramos.

Con los análisis geoestadísticos y geoquímicos se identificaron anomalías de Au (0.003ppm a 28.20ppm), Ag (0.02ppm a 18.70ppm), As (0.9ppm a 802.0ppm), Sb (1.2ppm a 43.60ppm) y W (0.1ppm a 3.7ppm); determinándose la presencia de un ensamble asociado a un sistema de oro orogénico, emplazado en vetas con contenidos anómalos de Au y Cu, las que se evidencian en superficie.

También, por intermedio del análisis estructural se determinó que los sistemas de fallas con orientaciones NW-SE (Fallas Pajilla 1 y Pajilla2) son las que controlan la continuidad de las vetas 1, 2, 6, 8, 14, 15, 17 y 18 (ver plano 06) ubicadas en el Cerro Pajilla. Por tanto, se confirma la hipótesis inicialmente planteada en la investigación.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Con el cartografiado geológico y de alteraciones superficiales se ha visualizado zonas con alteración hidrotermal relacionada a mineralización en vetas compuesta por cuarzo lechoso y óxidos ubicadas en el Cerro Pajilla dentro de la Concesión Danny Ramos. Estructuralmente se tiene la presencia de fallas mayores con tendencia andina, de alto ángulo con trazas mayores a 5km de largo en superficie, con azimut NW-SE y buzamientos al NE.

Se obtuvieron 52 muestras de vetas y afloramientos de roca, los cuales mediante el análisis geoestadístico y geoquímico dieron como resultados 32 áreas anómalas relacionadas a elementos como Au-Ag-As-Ba-Bi-Cu-Mo-Pb-Sb-W-Zn, los que presentan anomalías de débil a fuerte ubicándose en las muestras de veta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 14, 15, 16, 17 y 18.

El modelo geoquímico está relacionado a un sistema orogénico de Au emplazado en vetas, se tiene elementos asociados para metales preciosos Au: (Au-Ag-As-Sb-W-(Cu)) con anomalías de Au (0.003ppm a 28.20ppm), Ag (0.02ppm a 18.70ppm), As (0.9ppm a 802.0ppm), Sb (1.2ppm a 43.60ppm) y W (0.1ppm a 3.7ppm).

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C. mantener la propiedad que incluye la zona de interés exploratorio (Concesión Danny Ramos) y descartar el resto de propiedades.

Se recomienda a la Empresa Minera Kory Colqui S.A.C. continuar los trabajos de exploración y muestreo a detalle cada 5m de las vetas identificadas en el Cerro Pajilla para poder determinar el potencial y continuidad de las estructuras mineralizadas identificadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalde, C. 2012. Informe sobre los yacimientos de oro de Extremadura y sus posibilidades de aprovechamiento.
- Aliaga, M. 2012. Controles de Mineralización del Pórfido Au-Cu Morocha-Minas Conga, Cajamarca-Perú.
- Arce, J. 2017. Geología, Mineralización y Evaluación económica del Proyecto Minero Virgilio.
- Barley, M.; Groves, D. 1992. Supercontinent cycles and the distribution of metal deposits through time. *Geology Journal*, v. 20, p. 291-294.
- Blanco, J. 1984. Importancia del Muestreo en un Programa de Geoquímica de Prospección. Buenos Aires – Argentina.
- Cáceres, D. 2008. Exploración geológica y geoquímica del prospecto de cobre Texas, Cordillera de Domeyko, II Región, Chile.
- Clark, M.; Carmichael, D.; Hodgson, C.; Fu, M. 1989. Wallrock alteration, Victory gold mine, Kambalda, Western Australia: processes and P-T-X_{CO2} conditions of metasomatism. *Society of Economic Geologists*, v. 6, p. 445-459.
- Dávila, J. 2011. Diccionario Geológico, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, Lima – Perú.
- Gebre-Mariam, M.; Hagemann, S.; Groves, D. 1995. A classification scheme for epigenetic Archean lode-gold deposits. *Mineralium Deposita*, v 30, p. 408-410.
- Goldfarb, R.; Baker, T.; Dube, B.; Groves, D.; Hart, C.; Gosselin, P. 2005. Distribution, character and genesis of gold deposits in metamorphic terranes. *Economic Geology*, 100th anniversary volume, p. 407-450.
- Goldschmidt, V. 1937. The principle of distribution of chemical elements in minerals and rocks *J. Chem. Soc.*, p. 665-673.

- Groves, D.; Foster, R. 1991. Archean lode-gold deposits. *Gold Metallogeny and Exploration*. Blackie and Son, Glasgow, p. 63-103.
- Groves, D.; Goldfarb, R.; Gebre-Mariam, M.; Hagemann, S.; Robert, F. 1998. Orogenic gold deposits: a proposed classification in the context of the crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, v. 13, p. 7-27.
- Haeberlin, Y. 2002. Geological and structural setting, age, and geochemistry of the orogenic gold deposits at the Pataz province, Eastern Andean Cordillera, Peru. *Thèse de Doctorat, Université de Genève, Terre & Environnement*, 192 p.
- Haeberlin, Y.; Moritz, R.; Fontbote, L.; Cosca, M. 2004. Carboniferous orogenic gold deposits at Pataz, Eastern Andean Cordillera, Peru: geological and structural framework, paragenesis, alteration, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology: *Economic Geology*, 99, p. 73-112.
- Hagemann, S.; Brown, P. 1996. Geobarometry in Archean lode-gold deposits. *European Journal of Mineralogy*, v. 8, p. 937-960.
- Hagemann, S.; Cassidy, K. 2000. Archean Orogenic Lode Gold Deposits. *Society of Economic Geologists Reviews*, v. 13, p. 9-68.
- Hagemann, S. 2009. Archean Orogenic Gold Deposits: A Mineral System Analyses. XXVIII Curso Latinoamericano de Metalogenia – SEG / UNESCO / SGA, junio, Bello Horizonte – Brasil.
- Hawkes H.; Webb J. 1962. *Geochemistry in Mineral Exploration: Harper's Geoscience Series*.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. 2014. *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Hodgson, C. 1993. Mesothermal lode-gold deposits. *Geological Association of Canada*, v. 40, p. 635-678.
- Hurtado, Y. 2002. *Prospección Geoquímica del Cuadrángulo de Chalhuanka* (29 p.) inventario de recursos minerales. Tesis universitaria.

- Huang, W. 1968. Diccionario de Petrología, Primera Edición, Unión Hispano Americana, México.
- Kerrich, R.; Cassidy, K. 1994. Temporal relationships of lode-gold mineralization to accretion, magmatism, metamorphism and deformation, Archean to present. *Ore Geology Reviews*, v. 89, p. 263-310.
- Mason, R.; Melnik, N. 1986. The anatomy of an Archean gold system – The McIntyre-Hollinger complex at Timmins, Ontario, Canada. Conference: Proceedings of Gold '86, Toronto, Ontario, p. 40-55.
- Meinert, L. 1993. Igneous petrogenesis and skarn deposits. Geological Association of Canada, publicación especial N° 40, p. 569-583.
- Mejia, J. 2009. Geología y Categorización de Recursos Geológicos Mineros del Proyecto Invicta – Provincia de Huaura, Lima.
- Mikucki, E.; Ridley, J. 1993. The hydrothermal fluid of Archean lode-gold deposits: constraints on its composition inferred from ore and wallrock alteration assemblages over a spectrum of metamorphic grades. *Mineralium Deposita*, v 28, p. 469-481.
- Mueller, A. 1988. Archean gold-silver deposits with prominent calc-silicate alteration in the Southern Cross greenstone belt, Western Australia: Analogues of Phanerozoic skarn deposits. University of Western Australia, Perth, v. 12, p. 141-163.
- Mueller, A.; Groves, D. 1991. The classification of Western Australian greenstone-hosted gold deposits according to wallrock-alteration assemblages. *Ore Geology Reviews*, v. 6, p. 291-332.
- Nesbitt, B. 1991. Phanerozoic gold deposits in tectonically active continental margins. *Gold Metallogeny and Exploration*. Blackie and Son, Glasgow, p. 104-132.
- Oyarzún M. 2009. Léxico de Geología Económica. Universidad de La Serena – Chile. 81 pp.

- Ridley, J. 2013. Ore deposit geology. Cambridge University Press. Reino Unido: Bell and Bain Ltd. 409 pp.
- Rivera, H. 2007. Introducción a la Geoquímica General y Aplicada, Lima 475 pp.
- Robert, F.; Brown, A. 1986A. Archean gold-quartz veins at the Sigma Mine, Abitibi greenstone belt, Quebec. 1: Geological relations and formation of the vein systems. Society of Economic Geologists, v. 81, p. 578-592.
- Rollinson, H. 1993. Using geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation, Longman, Essex, 352 pp.
- Rose, A.; Hawkes, H.; Webb, J. 1979. Geochemistry in Mineral Exploration Academic Press, New York, N.Y., 657pp.
- Sawkins, F. 1972. Sulfide ore deposits in relation to plate tectonics. Geology Journal, v. 80, p. 377-397.
- Shenberger, D.; Barnes, H. 1989. Solubility of gold in aqueous sulfide solutions from 150 to 350°C. Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 53, p. 269-278.
- Smith, T.; Cloke, P.; Kesler, S. 1984. Geochemistry of fluid inclusions from the McIntyre-Hollinger gold deposit, Timmins, Ontario, Canada. Society of Economic Geologists, v. 79, p. 1269-1285.
- Suárez, O.; Cuesta, A.; Gallastegui, G.; Corretgé, L.G. 1993. Mineralogía y petrología de las rocas plutónicas de Infiesto (Zona Cantábrica, Norte de España).
- Valera, J. 1987. Geología de los Depósitos Minerales Metálicos, Lima – Perú.
- Viladevall, M. 2008 La Prospección Geoquímica, Universidad de Barcelona, Barcelona – España.
- Walsh, J.; Kesler, S.; Cloke, P.; Duff, D. 1986. Geology and geochemistry of the Pamour No. 1 Mine, Timmins, Ontario. Proceedings of Gold '86, Toronto, Ontario, p. 165-167.

- Wilson, J.; Reyes, L. 1964. Boletín N°9. Geología del Cuadrángulo de Pataz. Carta Geológica Nacional. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Lima - Perú, 91 pp.
- Witt, W.K.; Villanes, C.; Vennemann, T.; Zwingmann, H.; Laukamp, C.; Spangenberg, J.E. 2016. Multiple Gold Mineralizing Styles in the Northern Pataz District, Perú: *Economic Geology*, v. 111, p. 355-394.
- Wood, P.; Burrows, A.; Thomas, A.; Spooner, E. 1986. The Hollinger-McIntyre Au-quartz vein system, Timmins, Ontario, Canada: Geologic characteristics, fluid properties and light stable isotope geochemistry. *Proceedings of Gold '86*, Toronto, Ontario, p. 56-80.

ANEXOS

- I. Estaciones estructurales
- II. Elementos Pathfinder
- III. Análisis geoquímicos reportados por el laboratorio ALS Perú S.A.
- IV. Planos
 1. Ubicación
 2. Geológico Regional
 3. Geológico - Estructural
 4. Estaciones Estructurales
 5. Alteraciones hidrotermales
 6. Mineralización
 7. Muestreo Geoquímico
 8. Dispersión geoquímica de Au
 9. Dispersión geoquímica de Ag
 10. Dispersión geoquímica de As
 11. Dispersión geoquímica de Ba
 12. Dispersión geoquímica de Bi
 13. Dispersión geoquímica de Cu
 14. Dispersión geoquímica de Mo
 15. Dispersión geoquímica de Pb
 16. Dispersión geoquímica de Sb
 17. Dispersión geoquímica de W
 18. Dispersión geoquímica de Zn
 19. Asociaciones geoquímicas
 20. Sección A-A´
 21. Sección B-B´

ANEXO I
ESTACIONES ESTRUCTURALES

Para el presente estudio se realizaron 2 estaciones estructurales teniendo datos de las principales familias.

Tabla 34. Estación estructural 1.

Estación 01				
Coordenadas	Este	Norte	Cota	Roca caja
EE01	201299	9159808	1609	Esquisto gris verdoso

Azimut	Dip	DipDirection	Familia	Estructura
140	60	230	F1	Foliación
136	56	226	F1	Foliación
137	55	227	F1	Foliación
142	57	232	F1	Foliación
140	60	230	F1	Foliación
141	60	231	F1	Foliación
145	56	235	F1	Foliación
143	56	233	F1	Foliación
145	59	235	F1	Foliación
141	64	231	F1	Foliación
240	86	330	F2	Familia 1
240	83	330	F2	Familia 1
245	83	335	F2	Familia 1
239	84	329	F2	Familia 1
241	85	331	F2	Familia 1
241	86	331	F2	Familia 1
239	84	329	F2	Familia 1
239	83	329	F2	Familia 1
241	85	331	F2	Familia 1
242	84	332	F2	Familia 1
340	40	70	F3	Familia 2
336	35	66	F3	Familia 2
335	37	65	F3	Familia 2
337	35	67	F3	Familia 2
336	36	66	F3	Familia 2

Tabla 35. Estación estructural 2.

Estación 02				
Coordenadas	Este	Norte	Cota	Roca caja
EE02	199888	9160658	1464	Esquisto carbonoso

Azimut	Dip	DipDirection	Familia	Estructura
122	41	212	F1	Foliación
124	41	214	F1	Foliación
121	37	211	F1	Foliación
126	41	216	F1	Foliación
126	43	216	F1	Foliación
120	40	210	F1	Foliación
121	36	211	F1	Foliación
125	43	215	F1	Foliación
118	37	208	F1	Foliación
124	42	214	F1	Foliación
30	88	120	F2	Familia 1
31	84	121	F2	Familia 1
33	89	123	F2	Familia 1
31	85	121	F2	Familia 1
33	88	123	F2	Familia 1
26	87	116	F2	Familia 1
30	89	120	F2	Familia 1
28	84	118	F2	Familia 1
31	88	121	F2	Familia 1
35	85	125	F2	Familia 1
320	51	50	F3	Familia 2
315	48	45	F3	Familia 2
317	51	47	F3	Familia 2
322	48	52	F3	Familia 2
324	55	54	F3	Familia 2
317	54	47	F3	Familia 2
317	48	47	F3	Familia 2
319	46	49	F3	Familia 2
318	55	48	F3	Familia 2
325	51	55	F3	Familia 2

ANEXO II

ELEMENTOS PATHFINDERS

Sample	Element	Wgt	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
	Unit	Kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
MDL	Type	1	0.0025	0.01	0.2	0.5	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.1	2
1070	Rock Chip	4.57	9.790	5.66	5.40	130.00	31.10	10001.00	6.19	9.70	3.81	0.50	51.00
1071	Rock Chip	3.79	2.000	4.80	18.70	230.00	0.69	10001.00	6.51	13.70	7.64	0.80	40.00
1072	Rock Chip	3.97	0.200	0.41	1.40	100.00	0.12	1865.00	1.57	1.40	2.31	0.40	6.00
1073	Rock Chip	3.72	0.024	0.90	8.50	70.00	0.67	6970.00	1.97	1.70	2.86	0.90	14.00
1074	Rock Chip	3.30	0.003	0.02	1.30	110.00	0.06	47.00	0.66	0.90	14.90	1.80	5.00
1076	Rock Chip	4.09	0.155	3.20	96.80	390.00	3.49	10001.00	5.63	8.10	14.35	1.70	15.00
1078	Rock Chip	3.51	0.003	0.05	8.10	130.00	0.26	242.00	4.34	1.40	14.95	2.60	12.00
1079	Rock Chip	3.10	0.005	0.25	143.00	50.00	0.07	579.00	0.29	1.20	1.20	0.30	8.00
1085	Rock Chip	3.30	0.003	0.27	17.00	310.00	0.40	17.60	1.50	20.60	2.85	2.50	348.00
1086	Rock Chip	2.80	0.496	1.16	407.00	120.00	5.41	10001.00	7.00	13.30	34.80	1.10	12.00
1087	Rock Chip	2.96	4.630	1.73	77.20	160.00	80.60	10001.00	10.70	57.40	8.41	0.40	37.00
1093	Rock Chip	3.10	0.205	4.43	18.00	120.00	98.10	10001.00	1.58	30.70	11.50	0.10	14.00
1095	Rock Chip	3.13	4.890	18.70	191.00	1860.00	868.00	6930.00	1.97	270.00	22.90	0.30	45.00
1096	Rock Chip	2.96	0.328	0.47	163.50	200.00	3.20	240.00	9.97	9.40	15.95	2.40	12.00
1097	Rock Chip	2.77	0.034	0.17	429.00	430.00	0.91	81.70	3.95	3.00	9.97	5.10	14.00
1098	Rock Chip	3.26	3.040	13.25	292.00	90.00	26.20	10001.00	6.82	85.40	43.60	2.30	15.00
1099	Rock Chip	3.15	0.504	3.71	239.00	220.00	39.50	2680.00	1.62	48.60	6.83	1.70	14.00
1105	Rock Chip	3.24	0.973	2.78	226.00	870.00	2.09	1210.00	3.49	13.80	10.20	8.40	20.00
1106	Rock Chip	3.07	0.014	1.00	181.00	80.00	4.04	1765.00	2.55	13.70	6.28	1.20	38.00
1107	Rock Chip	2.54	0.183	0.05	5.80	40.00	1.54	48.40	0.51	1.40	1.95	0.20	9.00
1108	Rock Chip	3.26	0.003	0.04	6.30	80.00	0.44	6.60	1.66	1.70	3.41	0.50	9.00
1109	Rock Chip	2.60	0.029	0.03	8.80	180.00	0.28	49.70	0.84	1.60	1.80	1.30	12.00
1110	Rock Chip	3.07	0.003	0.03	0.90	40.00	0.48	11.30	0.39	1.40	1.66	0.20	18.00
1111	Rock Chip	3.13	0.003	0.02	2.40	290.00	0.22	10.30	0.91	2.70	2.16	0.60	47.00

	Element	Wgt	Au	Ag	As	Ba	Bi	Cu	Mo	Pb	Sb	W	Zn
	Unit	Kg	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
	MDL		0.0025	0.01	0.2	0.5	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.1	2
Sample	Type	1											
1112	Rock Chip	3.53	17.300	6.26	802.00	180.00	7.34	84.20	167.00	18.70	6.45	1.20	27.00
1113	Rock Chip	2.85	0.107	0.39	17.80	240.00	0.78	473.00	7.46	3.80	3.12	0.90	14.00
1114	Rock Chip	3.74	0.016	0.08	23.80	1210.00	0.14	57.20	1.08	35.00	1.79	0.80	145.00
1115	Rock Chip	3.38	0.013	0.06	20.40	1070.00	0.22	30.30	1.91	21.90	5.25	1.00	326.00
1116	Rock Chip	2.75	0.007	0.16	15.10	90.00	0.39	14.50	3.45	2.20	2.85	0.30	12.00
1118	Rock Chip	3.49	0.115	0.14	765.00	460.00	1.82	87.40	4.12	8.70	5.25	0.60	16.00
1119	Rock Chip	3.19	0.258	1.60	29.80	40.00	0.90	304.00	2.72	3.90	5.82	0.20	14.00
1121	Rock Chip	3.33	0.382	0.92	469.00	60.00	9.88	1130.00	5.31	12.80	5.45	0.10	299.00
1122	Rock Chip	3.87	0.693	4.36	66.00	170.00	1.84	10001.00	1.38	73.70	10.25	0.10	144.00
1125	Rock Chip	2.85	0.007	0.05	3.80	200.00	0.78	31.10	1.02	3.50	2.13	1.00	9.00
1127	Rock Chip	2.84	0.043	0.09	0.90	60.00	0.52	28.60	1.55	3.60	2.40	0.20	12.00
1128	Rock Chip	3.53	0.003	0.02	1.60	110.00	0.25	12.80	1.95	2.00	3.82	1.00	15.00
1129	Rock Chip	4.43	0.075	0.86	43.60	150.00	8.09	72.60	2.05	12.80	6.48	2.30	7.00
1130	Rock Chip	4.29	0.046	0.13	1.50	140.00	0.19	90.90	0.67	3.30	3.39	0.50	13.00
1136	Rock Chip	3.62	0.060	0.15	15.60	180.00	0.41	99.20	3.90	2.50	2.69	1.30	13.00
1141	Rock Chip	2.94	0.375	0.70	101.50	70.00	7.28	149.50	9.00	10.20	4.93	4.00	7.00
1142	Rock Chip	2.53	0.017	0.02	2.50	30.00	0.23	23.00	1.20	3.50	2.11	0.80	12.00
1143	Rock Chip	3.18	0.019	0.01	5.10	160.00	0.31	3.70	0.69	2.00	10.40	4.50	33.00
1145	Rock Chip	2.70	0.005	0.07	1.40	70.00	0.19	5.30	0.47	3.40	2.10	0.40	5.00
1146	Rock Chip	3.20	28.200	3.71	14.50	60.00	1.81	99.60	4.69	4.50	5.61	1.10	5.00
1152	Rock Chip	3.12	0.011	0.03	8.70	30.00	0.73	7.50	1.32	3.40	1.59	0.20	6.00
1156	Rock Chip	2.92	0.074	0.15	42.00	220.00	1.51	1600.00	1.55	5.70	3.40	3.70	23.00
1158	Rock Chip	3.38	0.123	0.10	13.40	30.00	2.22	50.00	2.09	3.60	3.19	1.70	4.00
1159	Rock Chip	3.20	0.046	0.06	9.00	80.00	0.68	58.30	1.20	3.40	1.64	0.90	20.00
1221	Rock Chip	2.04	0.005	0.07	16.20	150.00	0.17	14.30	0.90	9.30	0.57	0.60	184.00
1258	Rock Chip	3.62	0.003	0.23	18.20	240.00	0.23	219.00	4.43	17.70	1.43	1.70	180.00
1259	Rock Chip	3.72	0.003	0.13	32.40	70.00	0.30	43.40	2.90	10.00	0.67	0.90	53.00
1261	Rock Chip	3.43	0.006	0.17	18.00	40.00	0.36	107.50	35.00	15.30	2.06	1.50	133.00

ANEXO III

ANÁLISIS GEOQUÍMICOS REPORTADOS POR EL LABORATORIO ALS PERU S.A.



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 1
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

CERTIFICATE LI19240612

P.O. No.: ROT 1191
 This report is for 91 Rock samples submitted to our lab in Lima, Peru on
 10-JUN-2019.
 The following have access to data associated with this certificate:

WALTER C. L.

SAMPLE PREPARATION

ALS CODE	DESCRIPTION
WEI-21	Received Sample Weight
TRSPEC-20	Spectral Scan VNIR and SWIR
INTERP-11	Spectral Interpretation (units in m)
DPTH-01	Depth
CRU-QC	Crushing QC Test
PUL-QC	Pulverizing QC Test
LOG-22	Sample login - Rcd w/o BarCode
CRU-31	Fine crushing - 70% <2mm
SPL-21	Split sample - riffle splitter
PUL-31	Pulverize split to 85% <75 um
SPL-21X	Addl Crush Split w No Analysis

ANALYTICAL PROCEDURES

ALS CODE	DESCRIPTION	
ME-MS61r	4A multi-element ICP-MS + REE	
ME-XRF26	Whole Rock By Fusion/XRF	XRF
OA-GRA05x	LOI for XRF	WST-SEQ
Au-AA23	Au 30g FA-AA finish	AAS
Au-GRA21	Au 30g FA-GRAV finish	WST-SIM

This is the Final Report and supersedes any preliminary report with this certificate number. Results apply to samples as submitted. All pages of this report have been checked and approved for release.

***** See Appendix Page for comments regarding this certificate *****

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP

Signature:

Rene Mamani, Laboratory Manager, Peru



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 2 - A
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	Au-AA23	Au-GRA21	ME-MS61r											
		Recvd Wt. kg	Au ppm	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm
1070		4.57	9.79		5.66	0.76	5.4	130	0.37	31.1	0.76	0.11	18.65	1.0	19	0.68
1071		3.79	2.000		4.80	0.96	18.7	230	0.53	0.69	5.09	0.25	29.5	1.6	22	1.05
1072		3.97	0.200		0.41	0.38	1.4	100	0.27	0.12	13.00	0.02	53.7	1.2	12	0.49
1073		3.72	0.024		0.90	0.79	8.5	70	0.26	0.67	0.09	0.03	6.52	1.9	34	1.05
1074		3.30	<0.005		0.02	0.86	1.3	110	0.38	0.06	2.00	<0.02	5.44	1.6	34	1.70
1075		4.01	0.332		11.65	0.39	30.8	130	0.80	1.23	0.48	0.06	12.60	5.9	15	0.30
1076		4.09	0.155		3.20	2.00	96.8	390	0.98	3.49	0.27	<0.02	44.0	8.5	28	4.21
1077		3.47	0.065		0.24	0.98	14.3	150	0.53	0.63	0.41	0.03	9.77	3.9	34	1.23
1078		3.51	<0.005		0.05	1.55	8.1	130	0.74	0.26	5.03	0.03	28.2	1.0	17	1.53
1079		3.10	0.005		0.25	0.25	143.0	50	0.11	0.07	29.2	0.02	46.3	1.3	2	0.43
1080		3.38	<0.005		0.02	0.10	8.3	40	0.27	0.11	0.04	<0.02	1.90	0.3	26	0.08
1081		3.50	0.011		7.02	2.15	46.7	250	0.46	0.20	2.55	0.03	39.0	1.0	<1	1.75
1082		3.12	0.061		7.08	1.44	39.7	480	0.37	1.13	3.42	0.11	27.9	2.2	<1	1.11
1083		2.44	<0.005		0.07	6.16	641	460	1.52	0.20	5.25	28.9	44.9	14.4	25	0.64
1084		2.77	<0.005		0.10	5.91	62.5	1840	2.11	0.04	0.39	0.74	25.6	5.6	17	1.02
1085		3.30	<0.005		0.27	7.48	17.0	310	1.85	0.40	0.63	21.8	60.7	10.4	4	2.29
1086		2.80	0.496		1.16	0.56	407	120	0.90	5.41	11.40	0.13	69.5	7.7	11	1.01
1087		2.96	4.63		1.73	0.64	77.2	160	1.02	80.6	9.79	0.16	59.7	26.2	10	0.33
1088		2.88	6.48		3.64	0.40	280	130	0.38	20.8	15.10	0.21	71.1	3.3	7	0.50
1089		4.54	6.42		4.37	1.02	3.8	330	0.55	3410	0.83	0.03	30.8	0.5	16	1.36
1090		3.90	>10.0	11.65	6.03	0.80	452	110	0.45	35.3	0.11	0.23	14.10	9.4	28	0.85
1091		3.42	>10.0	23.4	10.40	0.78	572	130	0.44	88.6	0.07	0.33	22.4	13.1	37	0.62
1092		2.60	2.35		2.55	0.62	3.9	50	0.28	288	0.18	0.13	7.55	1.2	40	0.53
1093		3.10	0.205		4.43	0.30	18.0	120	0.32	98.1	2.12	0.06	5.29	1.2	27	0.34
1094		3.85	0.364		3.86	1.27	102.0	6460	0.57	2.02	0.92	0.06	20.8	1.6	27	0.94
1095		3.13	4.89		18.70	0.44	191.0	1860	0.66	868	0.33	0.16	11.70	2.1	31	0.53
1096		2.96	0.328		0.47	1.39	163.5	200	0.65	3.20	0.07	0.05	12.30	22.5	35	1.14
1097		2.77	0.034		0.17	1.59	429	430	0.53	0.91	0.04	0.05	18.00	5.3	28	0.86
1098		3.26	3.04		13.25	0.95	2920	90	0.49	26.2	0.06	0.05	16.50	9.8	41	0.85
1099		3.15	0.504		3.71	1.27	239	220	0.75	39.5	2.32	0.06	16.10	6.7	47	0.87
1100		3.52	2.15		6.41	0.84	1500	110	0.30	83.7	0.04	0.08	17.20	8.5	37	0.49
1101		3.05	1.670		>100	0.23	487	50	<0.05	5700	0.04	0.63	53.5	0.1	41	0.10
1102		2.60	0.059		1.82	0.36	84.4	40	0.50	14.45	0.02	0.02	6.76	0.7	36	0.30
1103		3.63	0.116		6.64	0.88	991	100	0.98	10.20	0.04	0.04	26.0	1.2	41	0.72
1104		3.38	0.037		0.79	1.39	95.3	250	0.68	12.20	0.02	<0.02	5.09	5.4	33	0.78
1105		3.24	0.973		2.78	2.67	226	870	0.87	2.09	0.17	0.10	18.00	12.8	38	0.99
1106		3.07	0.014		1.00	0.79	181.0	80	0.67	4.04	0.02	0.12	12.85	19.9	26	0.90
1107		2.54	0.183		0.05	0.40	5.8	40	0.31	1.54	1.77	<0.02	6.24	3.5	22	0.52
1108		3.26	<0.005		0.04	0.57	6.3	80	0.28	0.44	1.01	0.02	8.34	6.3	33	0.71
1109		2.60	0.029		0.03	1.71	8.8	180	0.83	0.28	0.12	0.02	36.2	6.0	21	2.17

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 2 - B
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r														
		Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
		0.2	0.01	0.05	0.05	0.1	0.005	0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2
1070	>10000	3.20	1.99	0.08	0.4	1.060	0.39	7.4	55.3	0.04	287	6.19	0.03	1.5	1.7	
1071	>10000	2.21	2.91	0.10	0.6	0.527	0.48	13.1	47.3	0.05	774	6.51	0.03	2.2	2.7	
1072	1865	0.71	1.43	0.14	0.2	0.282	0.20	20.0	27.2	0.03	1660	1.57	0.03	0.9	2.1	
1073	6970	1.15	2.22	0.05	0.5	0.108	0.40	3.1	43.1	0.04	69	1.97	0.03	1.8	4.8	
1074	47.0	0.88	2.10	0.06	0.2	0.034	0.32	2.2	59.1	0.08	478	0.66	0.04	0.4	2.5	
1075	>10000	10.20	<0.05	0.20	0.1	1.520	0.09	3.7	27.3	0.02	425	20.8	0.03	0.3	2.2	
1076	>10000	3.31	6.32	0.10	1.3	0.242	0.95	23.6	49.7	0.13	228	5.63	0.03	4.9	5.6	
1077	1165	0.89	2.75	0.05	0.6	0.033	0.50	4.7	57.9	0.06	154	1.27	0.03	2.3	3.4	
1078	242	1.49	4.37	0.08	1.4	0.059	0.87	14.2	34.8	0.08	1500	4.34	0.02	4.1	2.4	
1079	579	0.92	1.21	0.14	0.1	0.947	0.13	19.5	9.2	0.03	4650	0.29	0.01	0.4	1.2	
1080	9.5	0.63	0.19	<0.05	<0.1	<0.005	0.13	0.7	0.5	<0.01	54	0.42	0.02	0.1	1.0	
1081	2570	32.0	7.06	0.37	1.1	1.350	1.51	18.7	6.6	0.44	47300	0.34	0.01	3.3	4.3	
1082	>10000	33.4	4.86	0.52	0.8	1.840	1.05	13.6	3.2	0.29	44500	2.07	0.01	2.2	7.5	
1083	153.0	7.92	11.00	0.16	0.9	0.062	0.45	16.8	35.5	1.44	532	11.10	1.83	5.9	78.4	
1084	160.0	20.3	14.30	0.25	2.0	0.067	1.06	15.2	7.4	0.44	541	2.98	1.57	9.5	46.5	
1085	17.6	4.16	18.50	0.14	4.2	0.054	3.16	26.7	30.1	0.70	614	1.50	2.36	14.3	30.9	
1086	>10000	2.70	1.90	0.16	0.4	0.633	0.22	30.9	24.2	0.05	1660	7.00	0.02	1.3	15.1	
1087	>10000	1.69	1.07	0.17	0.1	0.686	0.12	22.2	35.8	0.02	2500	10.70	0.02	0.4	97.7	
1088	>10000	3.20	1.86	0.21	0.2	1.600	0.21	28.4	23.7	0.03	2540	15.30	0.02	0.7	11.9	
1089	9580	2.99	2.62	0.05	0.7	1.150	0.50	14.6	38.4	0.05	195	1.83	0.02	2.4	2.1	
1090	>10000	5.40	2.14	0.10	0.3	2.90	0.36	5.6	44.7	0.04	566	12.60	0.02	1.0	14.9	
1091	>10000	4.87	2.06	0.14	0.3	2.01	0.46	9.1	63.3	0.03	708	10.10	0.02	1.1	15.0	
1092	>10000	4.40	2.09	<0.05	0.2	1.415	0.19	3.5	62.9	0.03	88	15.55	0.02	0.4	10.5	
1093	>10000	1.69	0.52	0.07	<0.1	0.523	0.09	2.2	70.0	0.01	412	1.58	0.03	0.2	2.5	
1094	5500	2.05	3.49	0.06	0.4	0.762	0.55	10.0	61.3	0.05	230	1.39	0.02	1.9	3.2	
1095	6930	2.16	0.95	0.08	0.2	0.814	0.21	5.4	58.6	0.02	366	1.97	0.03	0.6	4.7	
1096	240	2.60	3.59	0.05	0.8	0.050	0.82	5.8	64.1	0.04	2260	9.97	0.03	2.4	13.7	
1097	81.7	10.00	3.02	0.14	0.7	0.322	1.25	8.2	44.9	0.03	10550	3.95	0.03	2.5	8.6	
1098	>10000	3.77	3.10	0.20	0.7	0.451	0.45	8.0	31.4	0.04	257	6.82	0.02	2.4	18.0	
1099	2680	2.11	2.54	0.09	0.3	0.131	0.87	7.7	30.6	0.04	2210	1.62	0.02	1.6	21.4	
1100	4250	2.65	1.51	0.14	0.3	0.211	0.50	7.9	39.9	0.02	1860	2.75	0.02	1.1	8.0	
1101	3510	0.64	<0.05	2.62	0.1	0.058	0.07	22.5	47.3	<0.01	121	1.70	0.02	<0.1	3.2	
1102	1155	0.97	0.62	0.07	0.1	0.063	0.12	3.2	74.7	0.01	66	0.66	0.02	0.3	1.9	
1103	8280	1.41	2.72	0.10	0.7	0.284	0.40	12.4	54.7	0.03	146	6.73	0.03	2.2	5.6	
1104	257	4.08	3.44	0.05	0.5	0.111	0.62	2.2	77.5	0.04	3820	19.40	0.02	2.2	5.6	
1105	1210	5.86	5.42	0.09	1.0	0.135	2.03	8.0	55.7	0.07	7500	3.49	0.02	4.4	12.2	
1106	1765	1.73	2.56	<0.05	0.6	0.076	0.36	5.3	37.7	0.03	3200	2.55	0.02	1.5	11.3	
1107	48.4	0.55	1.06	<0.05	0.1	0.055	0.19	2.7	14.1	0.03	307	0.51	0.04	0.6	2.7	
1108	6.6	1.04	1.71	<0.05	0.1	0.077	0.30	3.8	24.3	0.04	1120	1.66	0.02	1.4	2.4	
1109	49.7	0.86	4.65	0.06	0.4	0.017	0.94	16.7	24.9	0.12	125	0.84	0.02	4.0	3.9	

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 2 - C
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	
		P	Pb	Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl
		ppm 10	ppm 0.5	ppm 0.1	ppm 0.002	% 0.01	ppm 0.05	ppm 0.1	ppm 1	ppm 0.2	ppm 0.2	ppm 0.05	ppm 0.05	ppm 0.01	% 0.005	ppm 0.02
1070	120	9.7	23.1	<0.002	0.16	3.81	1.2	2	0.5	12.3	0.11	0.05	1.10	0.038	0.13	
1071	130	13.7	29.8	<0.002	0.25	7.64	2.1	1	0.7	22.1	0.14	0.05	1.80	0.052	0.18	
1072	70	1.4	13.4	<0.002	0.02	2.31	2.4	<1	0.3	55.1	0.05	<0.05	0.62	0.020	0.08	
1073	100	1.7	26.9	<0.002	0.12	2.86	1.5	<1	0.4	5.2	0.12	0.06	1.29	0.046	0.14	
1074	40	0.9	20.6	<0.002	<0.01	14.90	2.6	<1	0.2	14.0	<0.05	<0.05	0.26	0.043	0.14	
1075	120	4.2	5.0	<0.002	0.19	4.93	0.4	<1	1.4	10.6	0.12	<0.05	0.36	0.009	0.03	
1076	190	8.1	60.6	<0.002	0.12	14.35	3.9	1	1.4	17.2	0.35	<0.05	3.74	0.127	0.28	
1077	150	2.4	33.1	<0.002	0.05	4.90	2.0	<1	0.6	7.9	0.15	0.05	1.81	0.062	0.22	
1078	230	1.4	47.4	<0.002	<0.01	14.95	4.5	<1	0.9	25.7	0.29	<0.05	4.11	0.106	0.25	
1079	30	1.2	9.4	<0.002	0.01	1.20	16.1	<1	<0.2	75.7	<0.05	<0.05	0.26	0.016	0.05	
1080	110	0.9	5.4	<0.002	0.07	0.78	0.1	<1	<0.2	4.2	<0.05	<0.05	0.15	<0.005	0.15	
1081	60	2.6	78.3	<0.002	0.02	4.56	7.9	<1	0.6	82.6	0.27	0.06	4.91	0.025	0.42	
1082	100	22.3	50.6	<0.002	0.05	10.05	8.1	1	0.6	26.0	0.18	0.09	3.39	0.014	0.30	
1083	>10000	78.8	15.6	0.044	6.79	7.48	21.6	2	1.4	523	0.39	<0.05	11.20	0.476	0.14	
1084	4150	12.2	41.6	0.019	1.54	3.30	10.3	1	1.9	494	0.64	0.05	6.12	0.650	0.28	
1085	770	20.6	127.0	<0.002	2.35	2.85	14.4	1	4.4	117.0	1.00	0.07	9.13	0.424	1.88	
1086	50	13.3	17.0	<0.002	0.17	34.8	1.7	1	0.4	51.1	0.10	0.05	0.96	0.031	0.20	
1087	70	57.4	7.8	0.002	0.04	8.41	5.4	1	0.2	39.5	<0.05	0.06	0.24	0.010	0.33	
1088	60	220	12.4	0.002	0.40	8.21	8.9	3	0.3	45.5	<0.05	0.08	0.39	0.042	0.19	
1089	290	89.3	32.5	<0.002	0.18	21.8	1.5	<1	1.2	27.8	0.28	0.07	2.06	0.066	0.17	
1090	40	254	25.4	<0.002	0.27	14.60	2.6	4	0.6	8.2	0.07	0.09	0.70	0.044	0.19	
1091	30	1435	25.6	<0.002	0.64	10.15	3.2	4	0.6	7.1	0.06	0.11	0.53	0.085	0.21	
1092	30	18.2	11.5	0.007	3.93	12.90	0.8	6	<0.2	9.9	0.05	0.19	0.42	0.020	0.09	
1093	30	30.7	5.7	<0.002	0.30	11.50	0.6	1	0.2	11.1	<0.05	<0.05	0.09	0.007	0.05	
1094	130	427	36.0	<0.002	0.23	14.80	1.7	1	0.8	41.8	0.12	<0.05	1.77	0.053	0.19	
1095	190	270	12.0	<0.002	0.11	22.9	0.9	<1	0.4	12.9	<0.05	0.11	0.52	0.017	0.11	
1096	150	9.4	41.1	<0.002	0.03	15.95	4.0	<1	0.4	11.5	0.15	0.05	0.88	0.218	0.32	
1097	200	3.0	49.6	<0.002	0.01	9.97	9.9	<1	0.5	20.8	0.15	0.07	0.80	0.247	0.37	
1098	130	85.4	32.3	<0.002	0.13	43.6	2.5	2	0.6	20.8	0.16	0.15	1.67	0.069	0.17	
1099	130	48.6	41.8	<0.002	0.02	6.83	3.7	1	0.4	21.8	0.10	0.08	1.34	0.044	0.29	
1100	340	117.5	21.7	<0.002	0.03	8.15	3.4	2	0.2	7.2	0.07	0.07	0.22	0.137	0.23	
1101	230	2460	3.9	<0.002	0.04	125.5	<0.1	<1	4.4	3.9	0.75	1.83	0.18	0.010	<0.02	
1102	80	13.2	6.7	<0.002	0.03	13.10	0.4	<1	0.2	5.7	<0.05	<0.05	0.28	0.009	0.06	
1103	250	17.4	27.3	<0.002	0.02	6.96	1.8	1	0.6	6.3	0.14	<0.05	1.60	0.055	0.11	
1104	110	20.8	35.3	0.004	0.01	16.30	4.6	<1	0.4	11.1	0.14	<0.05	0.47	0.246	0.36	
1105	610	13.8	75.8	<0.002	0.03	10.20	11.1	<1	0.5	26.0	0.29	<0.05	0.52	0.604	0.52	
1106	250	13.7	23.3	<0.002	0.01	6.28	3.0	<1	0.4	12.0	0.11	<0.05	1.01	0.075	0.19	
1107	30	1.4	10.6	<0.002	0.01	1.95	0.9	<1	0.2	10.3	<0.05	<0.05	0.58	0.013	0.06	
1108	80	1.7	19.3	<0.002	0.01	3.41	1.5	<1	0.3	17.3	0.11	0.05	1.63	0.032	0.09	
1109	130	1.6	56.4	<0.002	0.01	1.80	2.1	<1	0.7	9.5	0.32	<0.05	4.42	0.088	0.28	

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 2 - D
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	
		U ppm 0.1	V ppm 1	W ppm 0.1	Y ppm 0.1	Zn ppm 2	Zr ppm 0.5	Dy ppm 0.05	Er ppm 0.03	Eu ppm 0.03	Cd ppm 0.05	Ho ppm 0.01	Lu ppm 0.01	Nd ppm 0.1	Pr ppm 0.03	Sm ppm 0.03
1070		12.2	7	0.5	15.3	51	13.1	4.01	1.75	0.84	3.85	0.75	0.14	9.9	2.27	2.94
1071		2.1	9	0.8	46.6	40	23.4	10.15	4.65	2.08	8.96	1.94	0.34	19.8	4.40	6.39
1072		3.1	3	0.4	109.5	6	10.6	22.1	10.10	3.98	18.00	4.28	0.79	41.0	8.28	13.25
1073		1.0	8	0.9	4.3	14	18.7	0.73	0.40	0.19	0.79	0.15	0.06	3.2	0.81	0.73
1074		0.2	18	1.8	6.6	5	5.2	1.16	0.56	0.43	1.17	0.21	0.05	3.3	0.74	1.08
1075		14.7	3	0.3	17.5	9	2.1	5.17	2.30	0.88	3.81	0.89	0.18	8.7	1.90	2.92
1076		7.8	19	1.7	14.4	15	52.1	3.07	1.71	1.03	3.63	0.64	0.21	19.7	5.16	3.72
1077		0.9	10	1.0	4.7	12	26.1	0.96	0.53	0.27	1.02	0.20	0.08	4.6	1.16	0.91
1078		1.0	16	2.6	18.9	12	47.2	3.54	1.70	1.75	3.79	0.69	0.22	13.3	3.34	3.22
1079		0.1	4	0.3	113.5	8	3.9	23.7	11.35	2.87	18.80	4.53	1.12	34.3	6.83	12.50
1080		0.1	1	0.1	0.9	2	1.8	0.19	0.09	0.05	0.19	0.03	0.01	1.1	0.27	0.23
1081		2.6	3	0.2	14.7	9	36.1	2.93	2.22	0.65	3.16	0.67	0.62	16.9	4.53	3.36
1082		11.3	3	0.2	13.5	26	25.1	2.59	1.91	0.53	2.53	0.61	0.51	11.9	3.19	2.57
1083		28.0	225	1.6	21.0	266	33.1	6.50	2.54	1.79	6.84	1.04	0.24	26.9	6.10	7.82
1084		7.9	363	0.7	4.8	463	66.4	1.04	0.61	0.38	1.21	0.23	0.10	7.0	2.37	1.05
1085		14.2	49	2.5	22.9	348	144.5	5.17	2.64	1.42	6.06	1.01	0.37	30.8	8.15	6.33
1086		1.7	9	1.1	99.4	12	13.8	23.0	9.50	4.57	22.4	4.12	0.62	53.7	11.10	17.10
1087		2.2	4	0.4	156.5	37	3.7	31.3	17.50	2.46	23.4	6.74	1.69	44.2	8.85	15.15
1088		1.2	8	0.6	268	52	8.1	51.4	27.0	3.73	35.1	10.85	2.50	57.8	11.30	21.9
1089		0.4	11	1.5	12.9	13	37.7	3.14	1.30	0.72	3.92	0.58	0.10	15.2	3.61	3.81
1090		2.8	11	1.4	20.7	150	9.6	4.50	2.27	0.58	3.85	0.94	0.20	8.6	1.87	2.71
1091		2.7	16	1.6	38.4	290	10.9	8.55	3.84	1.07	7.36	1.65	0.33	14.5	3.15	4.85
1092		0.2	12	0.4	4.1	34	3.4	1.06	0.50	0.19	0.95	0.20	0.04	4.3	1.05	1.11
1093		0.7	3	0.1	12.5	14	1.3	2.19	1.26	0.30	1.65	0.47	0.13	3.5	0.73	1.20
1094		1.2	16	0.4	3.0	27	12.8	0.71	0.32	0.40	1.31	0.13	0.07	9.0	2.37	1.76
1095		1.0	5	0.3	13.1	45	7.5	2.76	1.34	0.51	2.80	0.56	0.13	7.1	1.62	2.02
1096		0.3	37	2.4	5.9	12	24.7	1.07	0.66	0.31	1.23	0.21	0.10	5.8	1.47	1.33
1097		0.7	37	5.1	7.2	14	25.9	1.58	1.36	0.52	1.99	0.40	0.15	9.0	2.23	2.02
1098		0.9	15	2.3	3.7	15	24.0	0.64	0.42	0.22	0.93	0.14	0.06	6.9	1.86	1.21
1099		1.9	15	1.7	10.7	14	10.7	1.98	0.94	0.56	2.02	0.39	0.10	8.0	1.99	1.84
1100		0.2	19	3.4	9.0	46	12.4	2.11	0.88	0.51	2.43	0.37	0.08	10.1	2.33	2.53
1101		<0.1	2	0.2	22.2	15	2.4	5.43	1.67	0.93	5.18	1.20	0.14	27.6	6.65	6.23
1102		0.1	3	0.1	6.1	8	3.6	1.34	0.76	0.16	1.19	0.24	0.04	3.9	0.92	0.96
1103		0.7	11	1.0	4.3	28	27.0	0.84	0.45	0.39	1.61	0.16	0.08	11.5	2.95	2.13
1104		0.4	34	5.3	4.3	8	23.9	0.74	0.49	0.14	0.64	0.17	0.09	2.6	0.66	0.63
1105		0.6	96	8.4	9.7	20	39.2	2.31	1.16	0.90	2.54	0.41	0.17	10.3	2.49	2.68
1106		0.4	17	1.2	5.8	38	18.1	1.15	0.58	0.36	1.50	0.22	0.08	6.5	1.62	1.58
1107		0.2	3	0.2	10.8	9	2.8	2.30	1.14	0.57	1.78	0.43	0.14	3.8	0.86	1.31
1108		0.5	5	0.5	17.2	9	4.7	3.53	1.67	0.86	2.72	0.68	0.17	4.6	1.15	1.64
1109		0.7	14	1.3	11.8	12	12.0	3.06	1.11	0.95	3.46	0.48	0.11	19.6	5.18	4.37

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 3 - A
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	Au-AA23	Au-GRA21	ME-M561r											
		Recvd Wt. kg	Au ppm	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm
1110		3.07	<0.005		0.03	0.55	0.9	40	0.28	0.48	0.03	0.20	1.12	2.3	28	0.34
1111		3.13	<0.005		0.02	0.85	2.4	290	0.63	0.22	0.05	0.25	0.83	4.8	36	1.28
1112		3.53	>10.0	47.3	6.26	2.34	802	180	0.46	7.34	0.05	0.54	15.65	1.2	16	1.30
1113		2.85	0.107		0.39	1.26	17.8	240	0.54	0.78	0.03	0.19	11.20	0.6	24	0.75
1114		3.74	0.016		0.08	7.23	23.8	1210	1.95	0.14	0.20	0.20	81.2	2.6	5	1.65
1115		3.38	0.013		0.06	6.80	20.4	1070	1.80	0.22	0.62	0.96	105.5	12.0	10	1.06
1116		2.75	0.007		0.16	0.84	15.1	90	0.19	0.39	0.03	0.07	11.95	0.3	25	0.53
1117		2.62	0.060		0.03	0.39	13.7	1090	0.32	0.05	0.02	0.14	1.51	0.4	32	0.31
1118		3.49	0.115		0.14	0.97	765	460	0.27	1.82	0.03	0.09	7.96	0.8	33	0.61
1119		3.19	0.258		1.60	0.54	29.8	40	0.15	0.90	0.03	0.22	2.20	0.6	31	0.24
1120		3.38	0.005		0.04	1.39	64.2	400	0.28	0.23	0.02	0.06	20.6	0.4	31	0.53
1121		3.33	0.382		0.92	0.23	469	60	0.70	9.88	0.10	0.11	3.19	44.9	3	0.15
1122		3.87	0.693		4.36	0.47	66.0	170	0.24	1.84	4.77	0.38	21.7	66.2	9	0.55
1123		3.93	0.181		0.93	0.35	8.9	90	0.62	0.36	1.85	0.66	52.5	29.9	24	0.51
1124		4.00	0.034		0.31	0.71	4.4	160	0.39	1.02	0.67	0.04	15.45	3.1	34	0.90
1125		2.85	0.007		0.05	1.35	3.8	200	0.54	0.78	0.03	<0.02	10.80	1.7	28	1.21
1126		4.39	0.235		1.10	1.13	8.7	60	0.67	5.83	0.05	0.06	15.40	4.8	42	3.03
1127		2.84	0.043		0.09	0.34	0.9	60	0.37	0.52	0.02	0.02	4.02	1.3	21	0.51
1128		3.53	<0.005		0.02	0.86	1.6	110	0.58	0.25	0.90	0.16	47.7	1.7	31	0.85
1129		4.43	0.075		0.86	1.46	43.6	150	0.62	8.09	0.04	0.02	2.46	0.7	28	1.60
1130		4.29	0.046		0.13	0.55	1.5	140	0.51	0.19	0.02	0.03	0.57	1.8	28	0.56
1131		3.46	0.025		0.02	0.36	1.3	80	0.23	0.23	0.48	0.06	2.03	1.5	25	0.32
1132		3.26	>10.0	18.95	5.18	0.88	11.9	130	0.56	0.85	0.27	0.09	16.85	0.7	17	1.21
1133		3.24	4.43		1.34	0.66	3.6	50	0.64	1.31	0.28	0.22	5.41	4.4	19	0.87
1134		2.95	0.793		1.78	0.77	5.0	60	0.50	0.98	1.36	<0.02	4.54	3.7	34	1.08
1135		3.68	0.107		0.50	3.38	68.0	520	1.34	2.68	2.06	<0.02	3.96	5.0	106	3.85
1136		3.62	0.060		0.15	0.94	15.6	180	0.57	0.41	8.58	0.09	20.5	6.7	11	1.28
1137		3.29	1.360		3.88	1.05	108.5	660	0.52	4.78	0.62	<0.02	15.80	1.8	41	1.35
1138		3.25	0.082		0.25	4.70	92.6	510	1.71	3.03	1.97	<0.02	79.5	2.3	29	8.61
1139		2.29	0.029		0.24	1.30	12.6	2920	0.79	0.69	0.06	0.02	16.35	1.0	22	2.18
1140		2.78	2.85		0.97	0.80	124.0	120	0.40	4.34	0.23	0.06	15.05	2.1	31	0.94
1141		2.94	0.375		0.70	1.04	101.5	70	0.46	7.28	0.25	0.02	13.05	2.3	30	1.15
1142		2.53	0.017		0.02	0.61	2.5	30	0.43	0.23	0.03	0.03	2.85	1.0	23	0.77
1143		3.18	0.019		0.01	3.09	5.1	160	1.18	0.31	0.13	0.03	35.5	4.1	17	4.91
1144		3.00	0.024		0.01	0.49	1.4	60	0.35	0.09	0.04	0.11	4.39	4.4	24	0.54
1145		2.70	0.005		0.07	0.40	1.4	70	0.45	0.19	0.03	0.04	0.84	1.0	22	0.43
1146		3.20	>10.0	28.2	3.71	1.25	14.5	60	0.70	1.81	0.78	<0.02	6.07	3.0	17	1.62
1147		3.72	>10.0	23.0	3.63	0.68	11.5	220	0.47	1.79	0.11	<0.02	10.55	1.4	18	1.36
1148		2.99	0.021		0.03	3.56	2.1	130	1.47	0.46	2.47	0.03	15.80	8.3	23	2.99
1149		3.16	2.58		0.73	2.09	25.7	230	0.97	4.27	0.32	0.02	6.57	3.5	39	3.67

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 3 - B
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r														
		Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
		0.2	0.01	0.05	0.05	0.1	0.005	0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2
1110		11.3	0.52	1.63	<0.05	0.2	0.010	0.27	0.5	33.9	0.04	64	0.39	0.03	1.2	6.5
1111		10.3	0.99	2.57	<0.05	0.1	0.012	0.32	<0.5	17.3	0.03	263	0.91	0.05	0.8	14.0
1112		84.2	1.00	3.57	0.07	0.4	0.089	0.71	6.3	35.0	0.06	61	167.0	0.05	2.2	23.5
1113		473	0.59	2.87	<0.05	0.3	0.050	0.66	4.9	29.1	0.05	48	7.46	0.02	2.5	6.2
1114		57.2	1.57	17.05	0.11	3.2	0.033	4.23	40.4	3.3	0.05	71	1.08	1.87	13.0	47.4
1115		30.3	1.36	16.25	0.13	3.2	0.037	3.02	46.2	10.1	0.08	457	1.91	3.11	11.7	80.0
1116		14.5	0.61	1.25	<0.05	0.1	0.026	0.25	4.3	40.5	0.02	45	3.45	0.04	0.9	10.1
1117		10.7	0.47	0.37	<0.05	<0.1	<0.005	0.11	0.5	30.3	<0.01	60	0.69	0.05	0.1	3.3
1118		87.4	0.94	1.60	0.06	0.2	0.034	0.43	3.4	32.2	0.02	57	4.12	0.03	1.4	8.4
1119		304	1.00	0.59	<0.05	0.1	0.115	0.18	0.7	25.6	0.01	39	2.72	0.03	0.4	5.2
1120		6.9	1.17	3.04	<0.05	0.5	0.008	1.22	9.5	1.8	0.03	54	1.95	0.05	6.7	5.1
1121		1130	49.2	0.70	0.46	<0.1	1.155	0.10	0.8	3.4	0.02	1370	5.31	0.02	0.3	126.0
1122		>10000	21.4	1.85	0.21	<0.1	1.415	0.05	8.7	5.7	0.19	28800	1.38	0.01	0.2	45.0
1123		3860	1.88	1.15	0.10	<0.1	0.185	0.09	22.8	26.2	0.03	2910	0.70	0.04	0.2	71.2
1124		1840	0.72	2.52	<0.05	0.3	0.072	0.35	7.1	71.6	0.04	340	1.11	0.02	1.4	5.2
1125		31.1	0.67	4.91	<0.05	0.4	0.016	0.74	4.7	24.2	0.07	60	1.02	0.03	3.4	2.5
1126		782	1.45	4.93	<0.05	0.3	0.076	0.46	7.2	42.4	0.07	106	2.78	0.02	1.2	6.5
1127		28.6	0.45	1.20	<0.05	0.1	0.010	0.14	2.0	19.3	0.01	64	1.55	0.03	0.3	2.9
1128		12.8	0.73	3.05	0.05	0.2	0.029	0.43	22.4	44.8	0.05	328	1.95	0.02	1.6	5.5
1129		72.6	0.97	5.07	<0.05	0.4	0.081	0.73	1.1	55.9	0.07	47	2.05	0.01	3.4	2.2
1130		90.9	0.85	2.00	<0.05	0.1	0.011	0.17	<0.5	28.5	0.04	82	0.67	0.04	0.4	5.2
1131		16.1	0.36	0.90	<0.05	0.1	0.008	0.13	0.9	91.0	0.01	189	0.41	0.02	0.6	4.1
1132		220	1.51	3.39	<0.05	0.5	0.248	0.48	7.5	26.1	0.04	60	0.63	0.04	2.0	2.6
1133		839	0.74	1.80	<0.05	0.3	0.070	0.31	2.5	24.5	0.03	166	0.54	0.05	1.3	8.2
1134		4590	1.87	3.17	<0.05	0.1	0.319	0.29	2.0	37.5	0.03	108	7.65	0.04	0.5	3.1
1135		335	3.17	11.95	0.05	0.5	0.068	1.47	1.7	30.8	0.17	96	5.47	0.05	2.0	7.5
1136		99.2	3.61	3.62	0.05	0.3	0.262	0.47	9.6	22.1	0.15	9180	3.90	0.03	1.6	5.2
1137		92.9	4.47	6.32	0.05	0.5	0.364	0.39	6.9	29.4	0.05	53	2.81	0.03	2.5	2.0
1138		258	4.42	19.65	0.19	0.6	0.084	2.27	35.8	28.7	0.23	46	2.48	0.04	10.9	4.5
1139		200	2.79	4.99	0.07	0.6	0.066	0.60	7.6	40.7	0.07	71	1.45	0.04	2.6	2.7
1140		81.4	1.53	3.68	0.08	0.3	0.053	0.36	7.3	44.4	0.04	80	3.77	0.03	1.4	2.6
1141		149.5	1.86	5.96	0.10	0.4	0.061	0.44	6.2	43.1	0.05	73	9.00	0.03	2.0	2.7
1142		23.0	1.02	2.10	0.05	0.2	0.007	0.25	1.3	23.0	0.02	56	1.20	0.04	0.9	3.8
1143		3.7	1.16	9.41	0.11	0.9	0.031	1.65	16.3	29.6	0.20	73	0.69	0.02	6.7	10.8
1144		12.9	0.57	1.77	0.06	0.2	0.007	0.23	1.9	29.3	0.03	145	0.69	0.04	0.9	3.1
1145		5.3	0.45	1.11	0.05	0.1	<0.005	0.19	<0.5	26.5	0.02	55	0.47	0.03	0.4	1.8
1146		99.6	1.98	5.20	0.09	0.4	0.080	0.48	2.8	27.7	0.05	69	4.69	0.03	1.8	3.0
1147		87.1	1.35	3.42	0.07	0.3	0.117	0.29	4.9	38.1	0.03	59	5.10	0.02	1.2	2.3
1148		583	1.95	12.80	0.09	0.4	0.080	1.81	7.1	32.7	0.29	1040	5.65	0.02	2.9	8.0
1149		320	2.58	9.40	0.07	0.5	0.108	0.93	2.9	25.7	0.10	91	3.03	0.04	2.1	6.2

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 3 - C
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r														
		P	Pb	Rb	Re	S	Sb	Sc	Se	Sn	Sr	Ta	Te	Th	Ti	Tl
		ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm							
	10	0.5	0.1	0.002	0.01	0.05	0.1	1	0.2	0.2	0.05	0.05	0.01	0.005	0.02	
1110	50	1.4	13.5	<0.002	0.01	1.66	0.9	<1	0.6	8.4	0.09	<0.05	1.09	0.019	0.08	
1111	60	2.7	19.0	<0.002	0.05	2.16	1.3	<1	0.4	16.1	0.06	<0.05	0.55	0.038	0.23	
1112	510	18.7	38.5	0.004	0.48	6.45	3.9	<1	0.6	32.6	0.15	<0.14	3.52	0.053	0.31	
1113	270	3.8	34.5	<0.002	0.18	3.12	1.7	<1	0.6	21.2	0.19	0.05	2.53	0.055	0.33	
1114	140	35.0	169.0	<0.002	0.06	1.79	5.3	1	1.6	57.1	1.16	<0.05	18.05	0.113	1.00	
1115	150	21.9	108.5	0.002	0.57	5.25	5.3	1	1.2	147.0	1.03	<0.05	18.25	0.102	0.76	
1116	300	2.2	11.9	<0.002	0.15	2.85	1.0	<1	0.3	48.9	0.06	<0.05	1.90	0.018	0.10	
1117	140	2.4	4.0	<0.002	0.12	2.81	0.5	<1	<0.2	22.9	<0.05	<0.05	0.44	<0.005	0.05	
1118	170	8.7	18.1	<0.002	0.27	5.25	1.1	1	0.3	21.1	0.10	<0.05	1.67	0.035	0.13	
1119	220	3.9	6.4	<0.002	0.25	5.82	0.6	1	0.2	41.3	<0.05	<0.05	0.79	0.008	0.10	
1120	190	9.8	42.5	<0.002	0.23	1.78	1.7	<1	0.8	18.1	0.47	<0.05	4.51	0.162	0.29	
1121	900	12.8	9.6	<0.002	0.34	5.45	2.7	10	<0.2	8.5	<0.05	<0.10	0.79	0.006	0.27	
1122	30	73.7	2.8	0.003	4.11	10.25	1.9	2	0.2	38.1	<0.05	<0.05	0.36	<0.005	2.01	
1123	80	6.7	5.1	<0.002	0.05	5.49	1.3	<1	0.2	20.4	<0.05	<0.05	0.35	0.006	0.09	
1124	80	5.4	22.0	<0.002	0.05	6.25	1.4	<1	0.5	10.7	0.09	<0.05	1.19	0.036	0.14	
1125	110	3.5	40.1	<0.002	0.02	2.13	1.9	<1	0.8	15.7	0.26	<0.05	3.11	0.080	0.21	
1126	100	6.0	31.1	0.003	0.03	5.16	2.6	<1	1.3	22.0	0.09	<0.05	0.89	0.068	0.16	
1127	40	3.6	8.2	<0.002	0.01	2.40	0.4	<1	0.2	15.1	<0.05	<0.05	0.33	0.010	0.07	
1128	60	2.0	28.4	<0.002	0.01	3.82	1.9	<1	0.5	10.5	0.12	<0.05	1.44	0.036	0.16	
1129	90	12.8	47.7	<0.002	0.07	6.48	2.9	<1	1.1	38.2	0.26	0.05	2.49	0.084	0.21	
1130	60	3.3	10.5	<0.002	0.01	3.39	0.9	<1	0.5	16.3	<0.05	<0.05	0.21	0.023	0.07	
1131	30	1.0	7.4	<0.002	0.01	6.92	0.7	<1	0.2	7.7	<0.05	<0.05	0.39	0.021	0.04	
1132	170	4.3	24.2	<0.002	0.13	4.51	1.7	<1	1.2	21.4	0.14	<0.05	2.07	0.032	0.14	
1133	80	3.5	16.7	<0.002	0.05	3.24	0.9	<1	0.6	19.3	0.09	<0.05	0.89	0.026	0.10	
1134	40	3.5	18.1	<0.002	1.20	4.11	1.9	<1	0.5	22.0	<0.05	<0.05	0.34	0.038	0.14	
1135	160	5.2	91.5	0.023	1.50	5.75	7.9	<1	0.9	100.5	0.12	<0.05	1.13	0.223	0.46	
1136	130	2.5	29.8	<0.002	0.03	2.69	8.7	<1	0.7	56.0	0.12	0.05	1.48	0.051	0.19	
1137	120	6.6	23.6	0.004	0.63	6.05	2.7	1	1.5	12.0	0.17	<0.05	1.69	0.103	0.14	
1138	660	9.9	146.0	<0.002	2.53	6.17	12.0	1	3.2	64.9	0.74	<0.05	7.24	0.293	0.73	
1139	210	3.5	34.7	<0.002	0.20	4.10	2.8	<1	0.8	44.4	0.18	<0.05	2.30	0.072	0.20	
1140	50	18.5	21.1	<0.002	0.18	14.40	2.2	1	0.4	12.1	0.08	<0.05	0.87	0.090	0.11	
1141	60	10.2	27.0	0.003	0.15	4.93	3.6	1	0.6	15.4	0.12	<0.05	0.88	0.161	0.15	
1142	70	3.5	13.8	<0.002	0.02	2.11	1.0	<1	0.2	14.0	0.07	<0.05	1.08	0.026	0.08	
1143	220	2.0	93.3	0.002	0.07	10.40	3.8	<1	1.2	12.8	0.55	<0.05	8.15	0.144	0.43	
1144	50	2.9	13.5	<0.002	0.01	1.92	1.1	<1	0.3	10.5	0.06	<0.05	0.72	0.018	0.08	
1145	50	3.4	9.9	<0.002	0.03	2.10	0.6	<1	0.2	16.9	<0.05	<0.05	0.41	0.016	0.07	
1146	150	4.5	29.6	0.004	0.71	5.61	2.9	1	0.7	10.2	0.12	<0.05	0.99	0.088	0.14	
1147	150	3.4	17.3	<0.002	0.18	5.61	1.4	<1	0.7	12.3	0.08	<0.05	0.85	0.042	0.09	
1148	230	1.8	105.5	0.004	0.47	3.55	8.7	<1	1.3	14.8	0.20	<0.05	1.56	0.242	0.56	
1149	160	6.1	58.3	0.003	0.51	3.78	5.5	1	1.2	15.7	0.14	<0.05	1.25	0.136	0.28	

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 3 - D
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r														
		U ppm	V ppm	W ppm	Y ppm	Zn ppm	Zr ppm	Dy ppm	Er ppm	Eu ppm	Gd ppm	Ho ppm	Lu ppm	Nd ppm	Pr ppm	Sm ppm
1110		0.3	3	0.2	2.1	18	7.8	0.41	0.19	0.08	0.42	0.07	0.04	0.8	0.18	0.33
1111		0.4	13	0.6	1.3	47	4.3	0.20	0.11	0.03	0.18	0.04	0.02	0.4	0.12	0.13
1112		17.7	23	1.2	3.6	27	11.6	1.04	0.43	0.49	1.61	0.19	0.06	11.6	2.46	3.08
1113		2.7	10	0.9	2.3	14	12.4	0.65	0.26	0.29	1.13	0.12	0.04	6.2	1.49	1.61
1114		4.0	5	0.8	15.7	145	101.5	3.09	1.95	0.73	4.54	0.62	0.34	33.6	9.79	6.06
1115		9.7	6	1.0	20.4	326	98.2	4.74	2.31	1.08	7.28	0.87	0.38	45.3	12.60	8.97
1116		8.5	6	0.3	1.0	12	4.4	0.41	0.13	0.37	0.99	0.05	0.02	9.5	1.95	2.20
1117		2.4	4	<0.1	0.4	14	<0.5	0.13	0.04	0.10	0.25	0.02	0.01	1.9	0.29	0.56
1118		0.7	6	0.6	2.0	16	7.1	0.49	0.21	0.17	0.66	0.09	0.03	4.5	1.09	0.93
1119		8.6	5	0.2	1.0	14	1.4	0.37	0.12	0.22	0.71	0.05	0.01	2.9	0.47	1.05
1120		0.8	15	4.0	3.2	18	15.7	0.83	0.37	0.35	1.58	0.15	0.06	9.6	2.58	1.97
1121		4.4	7	0.1	47.6	299	0.7	13.75	10.00	0.34	5.27	3.18	1.44	4.1	0.67	2.46
1122		0.6	2	0.1	16.7	144	0.9	3.53	2.00	0.83	3.38	0.72	0.29	11.3	2.68	3.28
1123		0.7	2	0.1	45.9	270	0.7	8.77	4.73	1.98	8.34	1.79	0.55	33.4	7.48	8.84
1124		0.4	8	0.6	3.5	13	8.8	0.75	0.35	0.37	1.17	0.13	0.05	7.2	1.90	1.45
1125		0.5	14	1.0	2.3	9	14.2	0.47	0.28	0.18	0.69	0.09	0.05	4.9	1.30	0.92
1126		0.5	31	1.1	1.5	14	9.0	0.36	0.17	0.29	0.82	0.06	0.03	7.2	1.88	1.27
1127		0.1	4	0.2	0.7	12	2.3	0.17	0.08	0.09	0.31	0.03	0.01	1.9	0.51	0.41
1128		0.8	9	1.0	24.7	15	7.1	5.34	2.63	1.22	5.56	0.97	0.27	24.6	6.13	5.45
1129		0.5	20	2.3	1.2	7	23.5	0.22	0.19	0.06	0.21	0.05	0.05	1.1	0.31	0.25
1130		0.1	11	0.5	0.5	13	2.8	0.10	0.07	<0.03	0.09	0.02	0.01	0.3	0.08	0.07
1131		0.1	4	0.6	1.4	8	1.9	0.27	0.16	0.07	0.28	0.05	0.03	1.0	0.25	0.25
1132		0.4	8	0.6	1.7	16	13.9	0.47	0.22	0.27	0.90	0.08	0.05	7.4	2.02	1.42
1133		0.3	5	0.5	1.4	23	7.1	0.31	0.17	0.11	0.40	0.06	0.03	2.5	0.66	0.47
1134		0.1	16	0.9	1.9	8	3.0	0.47	0.22	0.20	0.60	0.09	0.02	2.5	0.59	0.63
1135		0.3	84	3.1	2.9	8	13.6	0.61	0.38	0.14	0.61	0.15	0.06	2.2	0.51	0.60
1136		0.6	16	1.3	23.1	13	11.2	5.16	2.85	1.36	4.31	0.99	0.57	10.7	2.60	3.21
1137		0.3	35	2.3	2.3	6	16.9	0.50	0.29	0.25	0.88	0.11	0.06	6.9	1.93	1.25
1138		0.6	79	6.4	6.5	6	19.3	2.03	0.78	1.44	4.59	0.31	0.09	39.9	10.40	7.22
1139		0.4	16	1.0	2.2	5	18.4	0.54	0.31	0.37	0.98	0.10	0.07	7.3	1.94	1.35
1140		0.3	28	1.7	1.9	5	11.6	0.39	0.21	0.27	0.80	0.08	0.03	6.7	1.88	1.24
1141		0.3	40	4.0	2.3	7	12.3	0.53	0.32	0.27	0.78	0.11	0.04	5.6	1.57	1.09
1142		0.2	7	0.8	0.7	12	4.8	0.15	0.09	0.06	0.23	0.03	0.02	1.3	0.36	0.31
1143		1.1	24	4.5	6.6	33	23.4	1.12	0.59	0.59	2.25	0.22	0.09	15.3	4.25	2.76
1144		0.2	5	0.5	1.4	12	3.2	0.25	0.13	0.10	0.34	0.05	0.02	2.0	0.53	0.37
1145		0.1	4	0.4	0.3	5	1.9	0.08	0.05	0.03	0.10	0.01	0.01	0.4	0.11	0.11
1146		0.3	29	1.1	1.6	5	14.6	0.26	0.15	0.15	0.45	0.05	0.03	3.3	0.81	0.69
1147		0.2	16	0.9	1.2	4	13.3	0.23	0.11	0.19	0.50	0.05	0.02	4.6	1.25	0.82
1148		0.4	89	3.5	7.7	10	12.3	1.68	0.90	0.53	1.77	0.34	0.11	8.0	1.97	1.77
1149		0.3	50	2.3	2.0	9	16.7	0.40	0.26	0.16	0.53	0.09	0.04	3.2	0.81	0.68

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 4 - A
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	WEI-21	Au-AA23	Au-GRA21	ME-MS61r											
		Recvd Wt. kg	Au ppm	Au ppm	Ag ppm	Al %	As ppm	Ba ppm	Be ppm	Bi ppm	Ca %	Cd ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cs ppm
		0.02	0.005	0.05	0.01	0.01	0.2	10	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.1	1	0.05
1150		3.06	0.487		0.32	2.55	6.7	130	0.88	0.41	0.09	0.05	17.20	2.2	21	2.63
1151		3.19	0.044		0.03	2.99	10.1	120	0.92	0.89	0.26	0.07	5.16	4.3	28	7.63
1152		3.12	0.011		0.03	0.45	8.7	30	0.20	0.73	0.09	0.03	1.78	2.6	30	0.69
1153		2.78	0.621		0.11	1.30	7.0	50	0.90	0.42	2.53	0.23	3.14	254	28	1.32
1154		3.27	0.271		0.18	3.83	69.9	180	0.84	3.86	0.58	0.02	9.69	10.5	11	2.50
1155		3.17	0.685		0.21	0.67	5.5	40	1.17	0.87	2.67	0.15	14.55	29.7	19	0.55
1156		2.92	0.074		0.15	2.61	42.0	220	1.18	1.51	1.74	0.13	22.5	44.5	15	1.93
1157		3.02	0.361		0.25	1.05	27.2	80	0.47	0.94	8.22	0.08	26.9	26.4	15	1.07
1158		3.38	0.123		0.10	0.61	13.4	30	0.56	2.22	1.33	0.02	10.40	4.3	30	0.67
1159		3.20	0.046		0.06	0.59	9.0	80	0.86	0.68	0.56	0.24	9.37	24.1	27	0.52

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 4 - B
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r														
		Cu ppm	Fe %	Ga ppm	Ge ppm	Hf ppm	In ppm	K %	La ppm	Li ppm	Mg %	Mn ppm	Mo ppm	Na %	Nb ppm	Ni ppm
		0.2	0.01	0.05	0.05	0.1	0.005	0.01	0.5	0.2	0.01	5	0.05	0.01	0.1	0.2
1150		255	1.92	9.43	0.09	0.9	0.053	1.17	8.0	25.9	0.13	74	1.80	0.04	4.1	4.8
1151		95.7	2.47	10.80	0.09	0.4	0.023	1.24	2.3	31.5	0.14	55	1.37	0.06	2.5	5.0
1152		7.5	0.77	1.73	<0.05	0.1	0.008	0.21	0.8	22.9	0.02	62	1.32	0.03	0.4	3.4
1153		496	1.17	3.87	0.06	0.2	0.077	0.44	1.6	51.7	0.05	4820	0.53	0.04	0.5	49.6
1154		195.5	4.77	18.50	0.11	0.7	0.056	1.54	4.3	30.2	0.26	200	6.08	0.07	3.7	3.1
1155		4900	1.02	2.36	0.07	0.1	0.076	0.23	6.2	27.5	0.04	735	1.74	0.03	0.7	17.0
1156		1600	1.39	7.73	0.09	0.8	0.053	1.61	10.6	25.6	0.14	1460	1.55	0.03	4.1	13.3
1157		110.0	1.55	4.86	0.10	0.5	0.250	0.57	10.5	23.4	0.05	945	1.70	0.04	1.8	8.2
1158		50.0	1.05	2.76	<0.05	0.1	0.047	0.25	4.5	63.8	0.03	145	2.09	0.03	0.7	2.0
1159		58.3	0.94	2.52	0.05	0.1	0.045	0.25	4.0	29.2	0.04	1580	1.20	0.04	0.8	10.2

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 4 - C
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	
		P ppm 10	Pb ppm 0.5	Rb ppm 0.1	Re ppm 0.002	S % 0.01	Sb ppm 0.05	Sc ppm 0.1	Se ppm 1	Sn ppm 0.2	Sr ppm 0.2	Ta ppm 0.05	Te ppm 0.05	Th ppm 0.01	Ti % 0.005	Tl ppm 0.02
1150		270	3.1	71.2	<0.002	0.28	4.48	5.6	<1	1.3	10.2	0.30	<0.05	2.91	0.174	0.38
1151		160	3.6	86.1	0.004	0.54	3.19	6.2	1	0.9	24.8	0.16	<0.05	1.32	0.206	0.43
1152		120	3.4	11.7	<0.002	0.18	1.59	0.9	<1	0.4	9.2	<0.05	<0.05	0.54	0.016	0.08
1153		80	2.3	28.1	0.004	2.04	3.41	3.2	<1	0.3	13.4	<0.05	<0.05	0.25	0.048	0.40
1154		400	6.3	91.3	0.070	1.02	4.42	11.5	1	2.0	10.5	0.25	<0.05	1.88	0.400	0.42
1155		90	3.1	12.9	0.005	0.37	2.65	2.2	<1	0.3	20.8	<0.05	<0.05	0.44	0.050	0.08
1156		380	5.7	79.3	<0.002	0.74	3.40	8.9	1	0.8	22.5	0.29	<0.05	2.10	0.345	0.38
1157		120	3.5	32.4	0.002	0.48	3.37	7.2	<1	0.8	70.9	0.12	<0.05	0.90	0.161	0.17
1158		110	3.6	15.6	<0.002	0.12	3.19	2.3	<1	0.3	13.8	<0.05	<0.05	0.31	0.082	0.09
1159		70	3.4	12.8	<0.002	0.02	1.64	5.4	<1	0.4	11.7	<0.05	<0.05	0.59	0.031	0.16

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: 4 - D
 Total # Pages: 4 (A - K)
 Plus Appendix Pages
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

Sample Description	Method Analyte Units LOD	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	ME-MS61r	
		U ppm 0.1	V ppm 1	W ppm 0.1	Y ppm 0.1	Zn ppm 2	Zr ppm 0.5	Dy ppm 0.05	Er ppm 0.03	Eu ppm 0.03	Gd ppm 0.05	Ho ppm 0.01	Lu ppm 0.01	Nd ppm 0.1	Pr ppm 0.03	Sm ppm 0.03
1150		0.5	50	2.6	3.3	28	28.2	0.68	0.44	0.35	1.14	0.15	0.11	8.2	2.17	1.74
1151		0.3	68	5.8	2.0	11	14.3	0.39	0.28	0.16	0.61	0.09	0.04	3.1	0.71	0.72
1152		0.1	8	0.2	0.7	6	2.3	0.14	0.07	0.04	0.17	0.03	0.02	0.8	0.22	0.19
1153		0.2	25	0.5	8.2	20	5.7	1.53	0.92	0.29	1.25	0.33	0.12	1.6	0.36	0.63
1154		0.6	140	5.8	4.6	7	26.9	0.95	0.53	0.26	0.90	0.21	0.08	5.6	1.36	1.05
1155		0.5	15	0.7	20.9	17	7.5	3.69	2.12	0.85	3.28	0.80	0.29	8.5	1.93	2.49
1156		0.7	84	3.7	10.5	23	23.6	2.08	1.23	0.77	2.61	0.44	0.23	11.8	2.89	2.87
1157		0.5	37	1.6	71.3	14	13.5	12.80	7.06	2.68	10.30	2.67	0.91	21.5	4.31	7.37
1158		0.2	23	1.7	10.0	4	3.8	1.72	0.99	0.48	1.59	0.36	0.13	5.8	1.40	1.46
1159		0.4	12	0.9	46.9	20	2.1	8.64	4.61	1.11	6.65	1.77	0.49	5.9	1.36	2.71

Comments: Project: NIÑITO SAN SALVADOR - IAP



ALS Peru S.A.
 Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A
 Urb. Industrial Bocanegra Callao 01
 Lima
 Phone: +51 (1) 574 5700 Fax: +51 (1) 574 0721
 www.alsglobal.com/geochemistry

To: EMPRESA MINERA KORY COLQUI S.A.C.
 Mz. C Lote 35 ---- C.P.M. Tartar II

Page: Appendix 1
 Total # Appendix Pages: 1
 Finalized Date: 24-JUN-2021
 Account: KORY COLQ

CERTIFICATE COMMENTS																	
Applies to Method:	<p style="text-align: center;">ANALYTICAL COMMENTS</p> <p>REE's may not be totally soluble in this method. ME-MS61r</p>																
Applies to Method:	<p style="text-align: center;">LABORATORY ADDRESSES</p> <p>Processed at ALS Lima located at Calle 1 LT-1A Mz-D, esq. Calle A, Urb. Industrial Bocanegra Callao 01, Lima, Peru.</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 25%;">Au-AA23</td> <td style="width: 25%;">Au-GRA21</td> <td style="width: 25%;">CRU-31</td> <td style="width: 25%;">CRU-QC</td> </tr> <tr> <td>DPTH-01</td> <td>LOG-22</td> <td>ME-MS61r</td> <td>ME-XRF26</td> </tr> <tr> <td>OA-GRA05x</td> <td>PUL-31</td> <td>PUL-QC</td> <td>SPL-21</td> </tr> <tr> <td>SPL-21X</td> <td>TRSPEC-20</td> <td>WEI-21</td> <td></td> </tr> </table>	Au-AA23	Au-GRA21	CRU-31	CRU-QC	DPTH-01	LOG-22	ME-MS61r	ME-XRF26	OA-GRA05x	PUL-31	PUL-QC	SPL-21	SPL-21X	TRSPEC-20	WEI-21	
Au-AA23	Au-GRA21	CRU-31	CRU-QC														
DPTH-01	LOG-22	ME-MS61r	ME-XRF26														
OA-GRA05x	PUL-31	PUL-QC	SPL-21														
SPL-21X	TRSPEC-20	WEI-21															
Applies to Method:	<p>Processed by the aiSIRIS software at AusSpec International, Australia INTERP-11</p>																

ANEXO III
PLANOS