

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA



TESIS

**ESTIMACION DE RECURSOS DE MINERALES DEL YACIMIENTO DE BRECHA
HUACHUHUILLCA – DISTRITO COTARUSE – PROVINCIA AYMARAES -REGION
APURIMAC**

PRESENTADO POR:

Br. TOMMY HUILLCA ANCCO

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO GEÓLOGO**

ASESOR:

Mgt. MAURO ALBERTO ZEGARRA CARREÓN

CUSCO – PERÚ

2025



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mauro Alberto Zegarra Carreón
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: Estimación de recursos de minerales
del yacimiento de brecha Huachukhilla - Distrito Cotaruse -
Provincia Ayacucho - Región Ayacucho

Presentado por: Tommy Huilco Ancco DNI N° 70797307;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Geólogo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 03 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 06 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 04 de Febrero de 2026.....

Mauro Alberto Zegarra Carreón
.....
Firma

Post firma Mauro Alberto Zegarra Carreón

Nro. de DNI 23848124

ORCID del Asesor 0000-0003-0716-3980

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:552647844

ESTIMACION DE RECURSOS DE MINERALES DEL YACIMIENTO DE BRECHA HUACHUHUILLCA - DISRTRITO CO...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:552647844

125 páginas

Fecha de entrega

3 feb 2026, 6:36 p.m. GMT-5

14.414 palabras

Fecha de descarga

3 feb 2026, 6:50 p.m. GMT-5

76.879 caracteres

Nombre del archivo

ESTIMACION DE RECURSOS DE MINERALES DEL YACIMIENTO DE BRECHA HUACHUHUILLCA - DISR....pdf

Tamaño del archivo

13.7 MB

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a mis padres Esteban y Octavia, a mis hermanos, por enseñarme que los objetivos se pueden lograr: a base de esfuerzo, dedicación y disciplina.

A mi esposa Evelyn y mis queridos hijos (Saif y Noa) que son mi inspiración, motivación y fortaleza para cumplir los objetivos trazados.

AGRADECIMIENTOS

- A mi querida universidad, en específico a mi escuela profesional de ingeniería geológica, a mis queridos docentes que nos guiaron hacia el mundo profesional.
- A mi querida familia por todo ese soporte en todo el camino universitario.
- Agradecimientos profundos a la empresa PEPAS DE ORO por su apoyo y facilitarme la información correspondiente para que se pueda realizar la tesis.
- A mi asesor por ese gran apoyo incondicional desde el plan de tesis hasta la sustentación.
- A todos los compañeros que formamos amistades en toda la etapa universitaria.

RESUMEN

El trabajo de investigación se encuentra ubicado en el departamento de Apurímac, provincia de Aymaraes, distrito de Cotaruse, comunidad de Pampamarca.

El presente trabajo tiene como objetivo principal, determinar la estimación de recursos de minerales del yacimiento de Brecha Huachuilla en Au, en base al mapeo superficial (litológico, estructural y alteraciones), logueo de testigos, muestreo geoquímico (superficial y de testigos) e información obtenida por la empresa Pepas de oro.

Los recursos minerales fueron estimados usando la categoría de recursos medidos, indicados e inferidos, utilizando la norma internacional canadiense NI 43 – 101, las muestras fueron analizados en el laboratorio (Certemin S.A).

Geológicamente el yacimiento de Brecha Huachuilla es una brecha hidrotermal tipo pipe, formada por el ascenso de flujos de sílice – sulfuros que cortan las tobas de cristales y las lavas andesíticas formando un área de silicificación con diseminación de sulfuros de aproximadamente 30 m de diámetro. Presenta alteraciones hidrotermales como (sílice vuggy, argílica avanzada y propilitización), la mineralización de Au es típico de un yacimiento epitermal de alta sulfuración (HS).

Con el software Leapfrog Edg se realizó los modelos geológicos en tres dimensiones, y estimación de recursos de minerales por métodos geoestadísticos.

Se estima: **33,792 ton** de mineral con **0.18 Oz/tc** de Au de ley promedio, considerando una ley de corte igual a **0.10 Oz/tc**, como recursos medidos e indicados. Como recursos totales se tiene: 50,981 ton de mineral con una ley promedio de 0.164 Oz/tc de Au incluyendo los inferidos.

Palabras clave: Yacimiento, Estimación, Recursos minerales, Brechas hidrotermales.

ABSTRACT

The research work is located in the department of Apurimac, province of Aymaraes, district of Cotaruse, community of Pampamarca north of the Carlos and San Carlos mineheads, currently in operation.

The main objective of this work is to determine the estimation of mineral resources of the Brecha Huachuillca deposit in Au, based on surface mapping (lithological, structural and alterations), core logging, geochemical sampling (surface and core from the 14 drillings executed) and information obtained by the company Pepas de oro.

Mineral resources were estimated using the category of measured, indicated and inferred resources, using the Canadian international standard NI 43 – 101, the samples were analyzed in the certified laboratory (Certemin S.A).

Geologically, the Huachuillca Gap deposit is a pipe-type hydrothermal breccia, formed by the ascent of silica-sulfide flows that cut through the crystal tuffs and andesitic lavas, forming an area of silicification with sulfide dissemination of approximately 30 m in diameter. It presents hydrothermal alterations such as (vuggy silica, advanced argillic and propylitization) and Au mineralization, typical of a high sulphidation (HS) epithermal deposit.

With the Leapfrog Edg software, geological models were made in three dimensions, and mineral resource estimation by geostatistical methods.

It is estimated: 33,792 tons of ore with 0.18 Oz/tc of Au average grade, considering a cut-off grade equal to 0.10 Oz/tc, as measured and indicated resources. The total resources are: 50,981 tons of ore with an average grade of 0.164 Oz/tc. Au including inferred.

Keywords: Deposit, Estimation, Mineral resources, Hydrothermal breccias.

INTRODUCCIÓN

El modelamiento geológico y la estimación de Recursos Minerales son partes fundamentales en la evaluación económica de un yacimiento mineral, cuyo objetivo principal es cuantificar el contenido metálico en un yacimiento.

La estimación de Recursos minerales está relacionada con la interpretación geológica del yacimiento, según información de sondajes de perforación.

La práctica de la estimación de Recursos cubre desde metodologías basadas solo en información estadística convencional (seccional, polígonos e inverso de la distancia) hasta aquellas que introducen las características espaciales de los datos capturados in-situ (Geoestadística - kriging y sus variantes).

Los resultados obtenidos en este trabajo han sido estimados conforme a definiciones Internacionales establecidos por:

The Joint Ore reserves Committee (JORC) of The Australian Institute of Mining and Metallurgy (MIMM), the Australian Institute of Geoscientists and the Minerals Council of Australia.

La estimación de recursos de minerales es indispensable para la inversión minera, por ello el cálculo de el tonelaje y ley deben ser lo más confiable posible.

En el primer capítulo se describe los aspectos generales, entre los que destaca es la ubicación política, geográfica y la accesibilidad de cómo llegar a la zona de estudio.

En el segundo capítulo trata de la metodología de investigación, desarrolla la descripción del problema, los objetivos tanto el general como los específicos, la justificación, la hipótesis, el marco teórico que hace referencia los antecedentes y el marco conceptual y la metodología que motiva a la elaboración de la estimación de recursos del yacimiento de Brecha Huachuilla.

En el tercer capítulo describe la geomorfología regional y local de la zona de estudio. El yacimiento de Brecha Huachuilla se encuentra dentro de domos volcánicos y morrenas.

En el cuarto capítulo describe la geología regional y local de la zona de estudio. Lo cual el yacimiento presenta las diferentes litologías como (en la parte céntrica brecha hidrotermal silicifica, tobas andesíticas y la parte distal lavas andesíticas).

En el quinto capítulo trata de la geología estructural regional y local del yacimiento, se determina los controles de mineralización en el sistema N-S Y NE-SW.

En el sexto capítulo trata de la mineralización y alteración hidrotermal del yacimiento, describe la mineralización en las brechas y clasifica el yacimiento como alta sulfuración.

En el séptimo capítulo trata de la geoquímica de los taladros, se realiza tabla de los taladros que tienen mejores referencias en leyes de Au y los metrajes de impactos más relevantes.

El octavo capítulo describe el procedimiento y los métodos para realizar la estimación de los recursos de minerales y el reporte final del inventario de recursos.

INDICE

RESUMEN.....	2
INTRODUCCION.....	3
I. ASPECTOS GENERALES	16
1.1. UBICACIÓN	16
1.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA	16
1.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	16
1.1.3. VIAS DE ACCESO	18
.....	19
II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
2.2.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	20
2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	20
2.3.1. PREGUNTA GENERAL.....	20
2.3.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS.....	21
2.4. OBJETIVOS	21
2.4.1. OBJETIVO GENERAL	21
2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21

2.5.	JUSTIFICACION	21
2.6.	HIPOTESIS.....	22
2.6.1.	HIPOTESIS GENERAL	22
2.6.2.	HIPOTESIS ESPECIFICAS	22
2.7.	MARCO TEORICO.....	23
2.7.1.	ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS ACTUALES	23
2.7.2.	MARCO CONCEPTUAL.....	25
2.8.	VARIABLES	31
2.8.1.	VARIABLES DEPENDIENTE	31
2.8.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE	31
2.9.	METODOLOGIA	32
2.9.1.	TIPO DE INVESTIGACION	32
2.9.2.	DISEÑO DE INVESTIGACION.....	32
2.9.3.	POBLACION Y MUESTRA.....	32
2.9.4.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
2.9.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	33
2.9.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.....	34
III.	GEOMORFOLOGÍA.....	35

3.1.	GEOMORFOLOGIA REGIONAL	35
3.1.1.	ALTAS CUMBRES	35
3.1.2.	COLINAS.....	35
3.1.3.	LOMADAS	36
3.1.4.	MESETAS.....	37
3.1.5.	DOMOS	37
3.1.6.	MORRENAS.....	38
3.1.7.	VALLES.....	38
3.2.	GEOMORFOLOGIA LOCAL	41
3.2.1.	DOMOS	41
3.2.2.	MORRENAS.....	41
IV.	GEOLOGIA DEL YACIMIENTO.....	43
4.1.	GEOLOGIA REGIONAL	43
4.1.1.	FORMACION SORAYA	43
4.1.2.	FORMACION ANISO.....	43
4.1.3.	DOMOS RIOLITICOS -AUTOBRECHA.....	44
4.2.	GEOLOGIA LOCAL.....	47

4.2.1.	LITOLOGIA	47
V.	GEOLOGIA ESTRUCTURAL	54
VI.	MINERALIZACIÓN Y ALTERACIÓN HIDROTHERMAL	58
6.1.1.	MODELO DE ALTERACIONES	61
VII.	GEOQUIMICA DE LOS TALADADROS.....	64
VIII.	ESTIMACIÓN DE RECURSOS DE MINERALES.....	76
8.1.	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (EDA)	76
8.1.1.	Estadística Global.....	77
8.1.2.	CÁLCULOS DE LONGITUD DEL COMPÓSITO	79
8.1.3.	DEFINICIÓN DE DOMINIO DE ESTIMACIÓN	80
8.1.4.	VALORES ATÍPICOS (OUTLIERS)	81
8.2.	SELECCIÓN DEL DOMINIO Y ANÁLISIS DE CONTACTO	84
8.2.1.	DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS DENTRO DEL DOMINO.....	85
8.2.2.	TRANSFORMACIÓN DE MUESTRAS A UNA DISTRIBUCIÓN GAUSSIANA.....	88
8.3.	VARIOGRAFÍA	89
8.4.	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN (ESTIMADORES)	94
8.4.1.	ELIPSOIDES DE BÚSQUEDA.....	95
8.4.2.	PROCESOS DE ESTIMACIÓN	97

8.5.	CREACIÓN DE MODELO DE BLOQUES	97
8.6.	CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS MINERALES.....	99
8.7.	VALIDACIÓN DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS	104
8.1.	REPORTE DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS	108
CONCLUSIONES		110
RECOMENDACIONES.....		111
BIBLIOGRAFÍA		112
PANEL FOTOGRAFICO.....		113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Vías de acceso	18
Tabla 2 Identificación de variables e indicadores.....	31
Tabla 3 sondajes ejecutados en Brecha Huachuillca	64
Tabla 4 DDHF-HU-009-23	65
Tabla 5 DDHF-HU-010-23	66
Tabla 6 DDHF-HU-011-23	68
Tabla 7 DDHF-HU-015-23	68
Tabla 8 DDHF-HU-016-23	69
Tabla 9 DDHF-HU-017-23	70
Tabla 10 DDHF-HU-018-23	71
Tabla 11 DDHF-HU-019-23	73
Tabla 12 DDHF-HU-020-23	75
Tabla 13 Datos variograficos	93
Tabla 14 Parametros.....	93
Tabla 15 Parámetros de modelo de Sub-Bloques	98
Tabla 16 Cut-off: Kr, Au Oz $\geq$ 0.05 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm	108
Tabla 17 Cut-off: Kr, Au Oz $\geq$ 0.10 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm ³	108
Tabla 18 Cut-off: Kr, Au Oz $\geq$ 0.12 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm ³	109
Tabla 19 Cut-off: Kr, Au Oz $\geq$ 0.15 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm ³	109
Tabla 20 Cut-off: Kr, Au Oz $\geq$ 0.20 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm ³	109

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Plano de ubicación de la zona de estudio</i>	17
Figura 2 Plano de accesibilidad a la zona de estudio.....	19
Figura 3 Plano geomorfológico regional	40
Figura 4 Plano geomorfológico local.....	42
Figure 5 Plano geológico regional	45
Figura 6 Columna estratigrafica regional.....	46
Figura 7 Plano geológico local	49
Figura 8 columna estratigrafica local.....	50
Figura 9 modelo geológico en planta.....	52
Figura 10 seccion AA'	53
Figura 11 Sistema de estaciones estructurales	54
Figura 12 Plano estructural local	55
Figure 13 sección AA'	56
Figura 14 Sección longitudinal NS.....	57
Figura 15 plano metalogenético del Perú	59
Figura 16 plano de alteraciones local	60
Figura 17 plano de alteraciones en planta.....	62
Figura 18 seccion AA'	63
Figura 19 Histograma global de muestras de oro sin compositar.....	77
Figura 20 Probabilidad acumulada de leyes de oro.	78
Figura 21 Longitud de muestreo compositado	79
Figura 22 Diagrama de Cajas y bigotes - alteración.....	81

Figura 23 Histograma de muestras compositados	82
Figura 24 Curva de probabilidad acumulada de muestras compositados	83
Figura 25 Muestras dentro del dominio de estimación.....	85
Figura 26 Distribución de las muestras dentro del dominio	86
Figura 27 Histograma de distribución de muestras dentro del dominio de estimación.....	87
Figura 28 Trasformación de valores Log – Normal	89
Figura 29 Variograma de Profundidad de los sondeos	90
Figura 30 Mapa Variográfico 2D.....	91
Figura 31 Modelo de Variograma 3D.....	92
Figura 32 Alcances de variograma	94
Figura 33 Plano de elipsoide.....	96
Figura 34 Parametros de modelo de bloques	98
Figura 35 Grafico de Scatter Plot SoR & MinD.....	100
Figura 36 Plano en Planta Categorización de recursos.....	102
Figura 37 Sección A-A', Categorización de recursos	103
Figura 38 Curvas de Swath Plot en el eje “X”.....	104
Figura 39 Curvas de Swath Plot en el eje “X”.....	105
Figura 40 Curvas de Swath Plot en el eje Z.....	106
Figura 41 Secciones, muestran correlación de leyes entre sondeos y modelo de bloques	107

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. UBICACIÓN

1.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El yacimiento de Brecha Huachuhuilca está ubicado:

Región: Apurímac

Provincia: Aymaraes

Distrito: Cotaruse

Comunidad: Pampamarca

Sector: Huachuhuilca

1.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

COORDENADAS GEOGRÁFICAS:

Latitud: 14°35'12.54"S

Longitud: 73° 9'34.18"O

COORDENADAS UTM: (WGS 84)

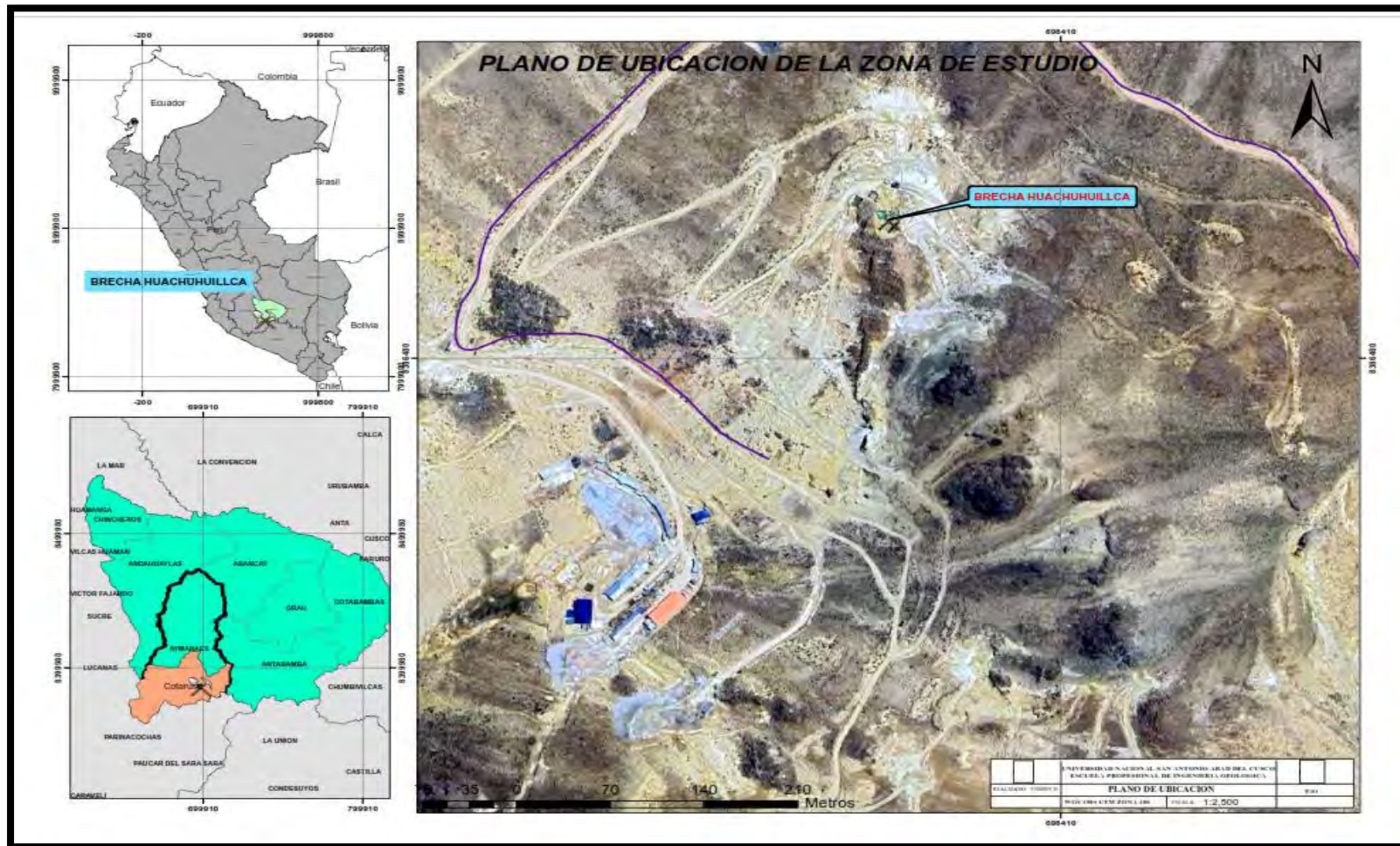
Zona: 18S

Este: 698280.78

Norte: 8386597.35

Cota: 4620 m.s.n.m

Figura 1 *Plano de ubicación de la zona de estudio*



Nota: elaboración propia

1.1.3. VIAS DE ACCESO

El proyecto Huachuivilca está localizado en el departamento de Apurímac, provincia de Aymaraes, distrito de Cotaruse, comunidad de Pampamarca. El proyecto está dentro del cuadrángulo de Pacapausa (hoja 30-p) al sur del Perú, a 788 km de la ciudad de Lima. La elevación del área del proyecto varía entre 4250 y 4725 msnm.

Desde Lima el viaje a Huachuivilca toma 14 horas en vehículo, totalizando 788 km

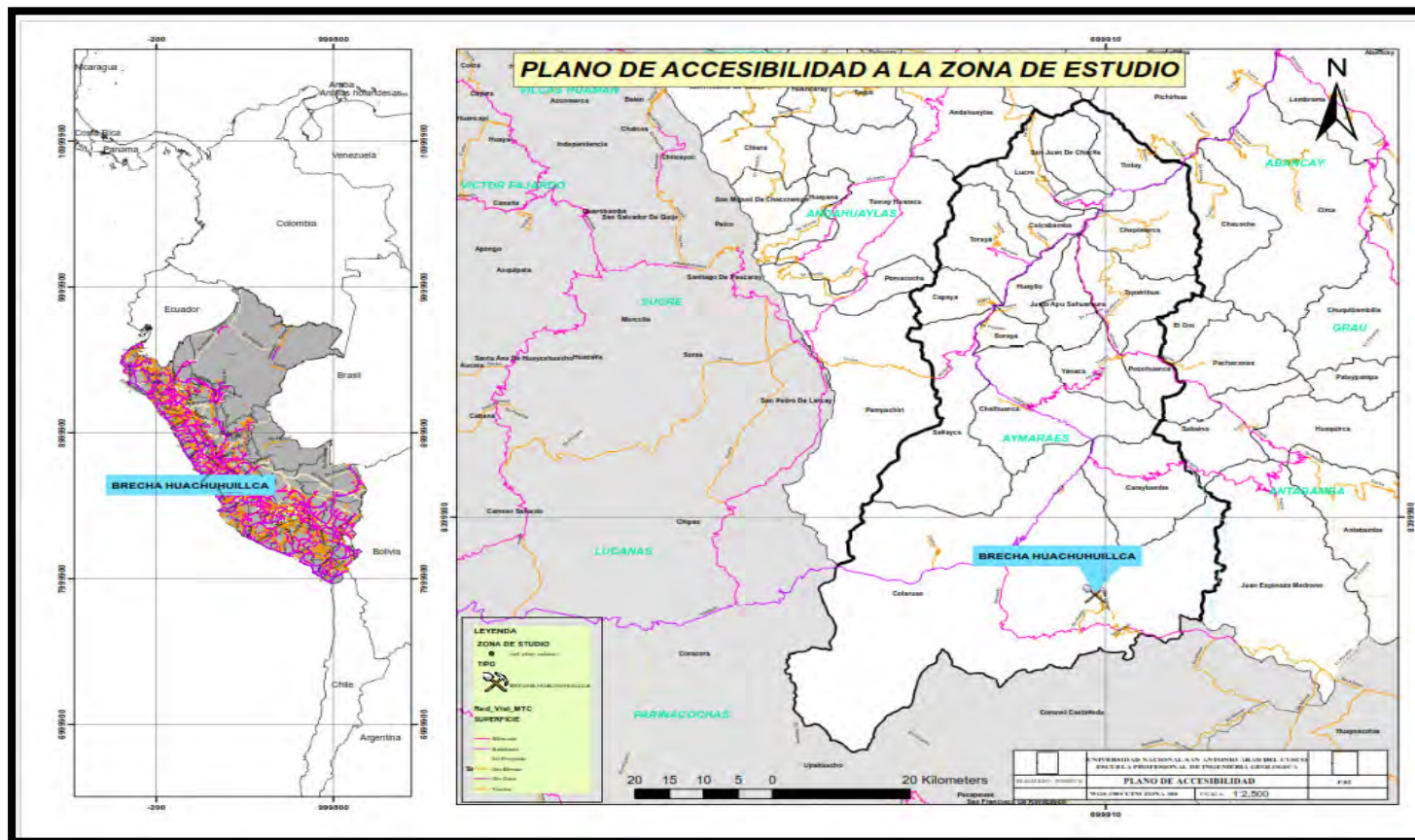
Tabla 1

Vías de acceso

Desde	Hasta	Distancia
Lima	Nazca	450 km (Carretera)
Nazca	Puquio	158 km (Carretera)
Puquio	Promesa	140 km (Carretera)
Promesa	Huachuivilca	40 km (Trocha)
TOTAL		788km

Nota: elaboración propia

Figura 2 Plano de accesibilidad a la zona de estudio



Nota: Elaboración propia

II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.TEMA DE INVESTIGACIÓN

“ESTIMACIÓN DE RECURSOS DE MINERALES DEL YACIMIENTO DE BRECHA HUACHUHUILLCA – DISTRITO COTARUSE – PROVINCIA AYMARAES - REGION APURIMAC”.

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El gran problema que se tiene en este yacimiento de Brecha Huachuillca es que no se conoce la cantidad recursos de mineral medido, indicado e inferido que se tiene y con cuanto de ley promedio. Según a la estimación de recursos de minerales se determinará la explotación y rentabilidad de este yacimiento.

Y el otro problema es determinar las características geológicas (litológicos, estructurales, alteraciones y geoquímicos) que determinen el tipo de yacimiento y definir la roca hospedante donde ha diseminado el cuerpo mineralizado y determinar los conductos mineralizantes.

2.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.3.1. PREGUNTA GENERAL

- ¿Con la Estimación de Recursos de Mineral de Brecha Huachuillca sera viable la explotación de este yacimiento?

2.3.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

- ¿Cuáles son las características geológicas (litológico, estructural, alteración y geoquímico) del yacimiento de Brecha Huachuilla?
- ¿Qué método de estimación se empleará en el yacimiento de Brecha Huachuilla?
- ¿El software Leapfrog nos ayudara a realizar el modelamiento geológico y estimar recursos de minerales?

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la Estimación de Recursos de Minerales del Yacimiento de Brecha Huachuilla.

2.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las características geológicas (litológico, estructural, alteración y geoquímica) del yacimiento de Brecha Huachuilla.
- Estimar los recursos minerales en el yacimiento de Brecha Huachuilla mediante el modelo de bloques según norma canadiense National Instrument NI 43-101.
- Realizar el modelamiento geológico y estimación de recursos de minerales en el software leapfrog.

2.5. JUSTIFICACIÓN

El presente estudio tiene la necesidad de determinar la estimación de recursos de minerales del yacimiento de Brecha Huachuilla para realizar la evaluación económica y determinar la

viabilidad de este proyecto a la vez permitirá un programa de preparación, desarrollo y explotación de este cuerpo de Brecha.

Mientras se estiman más recursos de minerales se prolonga la vida útil de la mina y a la vez se hace la reposición de recursos explotados.

2.6. HIPÓTESIS

2.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

Determinando la estimación de recursos de minerales del yacimiento de brecha huachuilla será viable la explotación de esta zona.

2.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Determinando las características geológicas (litológico, estructural, alteración y geoquímica) del yacimiento de Brecha Huachuilla se hará una un modelo geológico, de alteraciones, estructural y geoquímico en tres dimensiones.
- Estimando los recursos minerales en el yacimiento de Brecha Huachuilla mediante el modelo de bloques según norma canadiense National Instrument NI 43-101, el nivel de confianza será del 95%.
- Realizando el modelamiento geológico y la estimación de recursos en el software leapfrog tendremos un modelo del yacimiento y un reporte de recursos medidos, indicados e inferidos.

2.7. MARCO TEORICO

2.7.1. ANTECEDENTES Y CARACTERÍSTICAS ACTUALES

En 1,984 MHC realizó una campaña de Exploración, con la prospección de anomalías descubriendo y muestreando la Brecha y veta Huachuivilca (veta Carlos), con valores altos en Au y Ag.

En 1985 MHC suspende sus exploraciones por la zona y las reanuda en 1994.

En 1995 se forma Compañía Minera Selene, para explotar la veta Selene y continuar las exploraciones con mayor énfasis en el área de Huachuivilca.

En 1996 como parte del programa de Exploración de la mina Selene, se realiza el cartografiado geológico y muestreo a detalle de la zona Huachuivilca.

En 1,998 se realizó una campaña de exploración para el área de Huachuivilca, con una primera fase de perforación diamantina, ejecutando 06 taladros.

En 2001 se realizó otra campaña en la zona de brecha, clavo mineralizado de veta Huachuivilca (veta Carlos) y veta San Carlos, perforando 25 taladros, estimándose un Potencial de 100,000 TM de brecha mineralizada con 6 a 7 g/t Au; por esos años también se exploró mediante labores subterráneas y explotó el clavo mineralizado de veta Huachuivilca (veta Carlos), donde inicialmente se estimó unos 2,000 TM con 50 g/t Au y se explotaron unos 15,000 TM con mineral de 60 g/t Au; esto durante los años 2000 al 2002.

Entre Setiembre a diciembre de 2002 la compañía Minera Ares realizó trabajos de exploración que han incluido cartografiado geológico de superficie y subterráneo a escala 1/1,000 correspondiente a 700 Hás; muestreo sistemático en la zona de Brecha Huachuivilca y alrededores, tipo chips a una malla de 25 x 25mts, y tipo “stream sediment” de suelos.

En 2,003 se realizó una tercera campaña de perforación diamantina, con la ejecución de 2,626 mts, distribuidos en 10 sondajes; con interceptó importante sobre la veta Huachuillca, que indica valores económicos en Au.

En el 2004 se firmó un Joint Venture por 02 años con minera Barrick Misquichilca, para la Exploracion del Proyecto Huachuillca, que se realizó entre Agosto a Diciembre del 2004 y Abril a Octubre del 2005; consistiendo de cartografiado geológico a escala 1:5,000 y 1:2,500, realizando muestreo geoquímico con la recolección de 1,156 muestras, se tomaron 2,565 muestras para análisis espectrometricos (PIMA), y se perforó 1,282.54 mts, distribuidos en 6 taladros diamantinos.

Entre 2,006 a 2,007 Cia Minera Ares, Unidad Selene, ha realizado sucesivas campañas de Exploración que han permitido definir el modelo genético, geológico del Yacimiento.

Sobre Huachuillca se realizó 1,710.70 mts, distribuidos en 8 sondajes diamantinos.

Sobre la zona de Brecha Caylloma y Colcabamba se realizaron 2,732.40 mts; distribuidos en 12 sondajes; estimándose un importante Potencial Mineral.

En el año 2010 la empresa Ares actualmente (Hochschild mining) deja sus operaciones debido a un accidente fatal.

En el año 2015 los mineros artesanales de la comunidad de Pampamarca empiezan a trabajar en sus labores de la empresa hasta el año 2018 (veta Carlos y Selene).

En el año 2019 los mineros artesanales deciden formar una sola bolsa formando la empresa Pepas de Oro de Pampamarca, implementándose de las áreas más importantes y necesarias para la minería, lo cual sigue creciendo como empresa y sigue operando hasta la actualidad.

2.7.2. MARCO CONCEPTUAL

2.7.2.1. FALLAS

En geología, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura.

2.7.2.2. VETAS

Las vetas auríferas son de composición cuarzosa y se hospedan en diversas rocas, de preferencia ígneas (granitos, granodioritas, riolitas, etc.). En estas vetas el oro aparece en forma de láminas, escamas, hilos, dendritas y, en ocasiones, en cristales que rara vez son perfectos.

2.7.2.3. CUERPOS MINERALIZADOS

Cuerpo mineralizado o depósito mineral (ore body). Se refiere a la mezcla de mena y ganga y puede encontrarse a profundidad o en la superficie. Ley media: Es la concentración que presenta el elemento químico de interés minero en el yacimiento.

2.7.2.4. BRECHAS

En geología, brecha es una roca compuesta aproximadamente en un 50 % de fragmentos angulares de roca de tamaño superior a 2 milímetros unidos por un cemento natural.

2.7.2.5. EPITERMAL DE ALTA SULFURACION

Los depósitos epitermales de alta sulfuración son desarrollados en un ambiente magmático-hidrotermal, dominado por fluidos hidrotermales ácidos, donde hay un fuerte flujo de

líquido magmático y vapor, conteniendo H₂O, CO₂, HCl, H₂S y SO₂; con aporte variable de aguas meteóricas.

2.7.2.6.JORC

El código de Australasia para el reporte de resultados de exploración, recursos minerales y reservas minerales (código JORC) ha sido modificado en el transcurso de los años hasta la actualidad por diversos organismos mineros como el Consejo de Instituciones Mineras y Metalúrgicas. El código JORC establece normas mínimas, recomendaciones y pautas para el reporte de recursos y reservas minerales **(JORC, 2012)**.

Para la clasificación de recursos minerales se tienen dos parámetros: el primero es el nivel de conocimiento geológico que se tiene de un área determinada con la ayuda de datos geológicos como mapeos, muestras y sondajes; el segundo parámetro se lo considera como factores modificables que son: procesamiento, metalurgia, infraestructura, economía, ámbito legal, mercado, ámbito medio ambiental y ámbito geopolítico **(JORC, 2012)**.

2.7.2.7.RECURSO MINERAL MEDIDO

Es aquella parte de un Recurso Mineral cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características físicas pueden ser estimados con un alto nivel de confianza. Se basa en una detallada y confiable información de exploración, muestreo y exámenes obtenidos por medio de técnicas apropiadas en lugares como afloramientos, trincheras, rajos, labores y sondajes. Los lugares de la toma de 10 información (muestreo mediciones y otros), están suficientemente cercanos como para confirmar una continuidad geológica y de ley **(JORC, 2012)**.

2.7.2.8.RECURSO MINERAL INDICADO

Es aquella parte de un Recurso Mineral cuyo tonelaje, ley, densidad, forma, tamaño y otras características geológicas pueden ser estimados con un razonable nivel de confianza. Su estimación se basa en información de exploración, muestreo y examen obtenidos mediante técnicas apropiadas en lugares tales como afloramientos, trincheras, tajos, labores y sondajes. Los lugares de la toma de información (muestreo, mediciones y otros) están tan espaciados o inapropiadamente espaciadas como para confirmar una continuidad geológica y de ley, pero este espaciamiento es suficiente como para asumir dicha continuidad. El grado de confianza es suficientemente alto como para asumir la continuidad. **(JORC, 2012).**

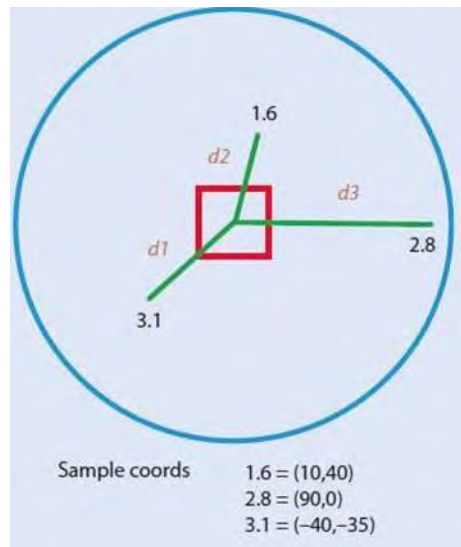
2.7.2.9.RECURSO MINERAL INFERIDO

Es aquella parte de un Recurso Mineral cuyo tonelaje y ley puede ser estimado con un bajo nivel de confianza. Es estimado e inferido a partir de evidencias geológicas, y la continuidad geológica y la ley es asumida pero no verificada. Está basado en la información obtenida, por medio de apropiadas técnicas, de afloramientos, trincheras, rajos, labores y sondajes que pueden ser limitados o de calidad y confianza inciertas. **(JORC, 2012).**

2.7.2.10. MÉTODO DE PONDERACIÓN DISTANCIA INVERSA (IDW)

Este método aplica un factor de ponderación en cada muestra que rodea el punto central de un bloque mineral. El método es utilizado debido a su suavidad (valores de la interpolación son continuos y diferenciables), en la geoestadística de estimación de recursos y reservas, este método propone un cambio gradual de valores entre múltiples puntos (muestras) y no un cambio abrupto de valores entre los bloques que pueden ser en 2 dimensiones o 3 dimensiones **(Bustillo, 2018)**

La distancia inversa se toma en consideración suponiendo que la influencia de un sondaje sobre un punto varía inversamente con la distancia. El procedimiento comprende la división de un yacimiento en bloques regulares dentro de la estructura que se quiere estimar. Los datos disponibles se utilizan para calcular el valor variable del espesor o ley mineral para el centro de cada bloque (**Bustillos, 2018**).

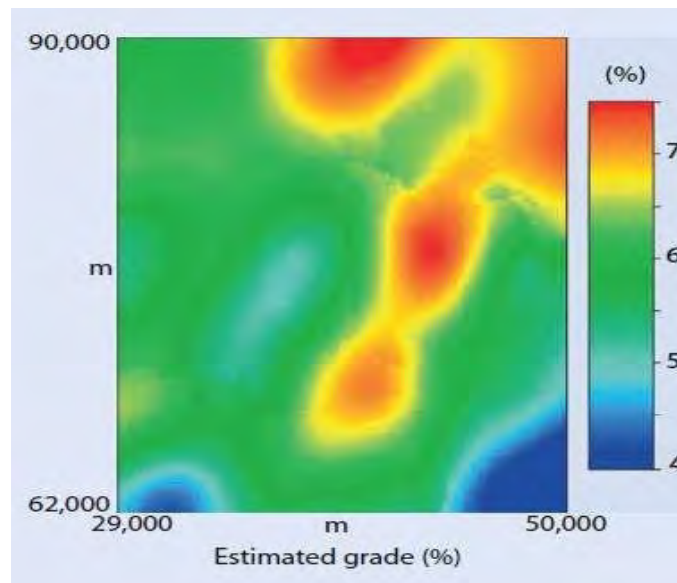


Método de Inversa a la Distancia (Bustillos, 2018)

2.7.2.11. KRIGING ORDINARIO (KO)

El método de Kriging Ordinario (KO) es una técnica geoestadística para determinar la mejor estimación lineal con una varianza mínima, el kriging es una operación de ponderación de muestras las cuales minimicen el error en la estimación, generando una mejor estimación de un bloque desconocido con un grupo de muestras **(Bustillos, 2018)**.

El kriging de puntos solo tiene en cuenta las relaciones entre los puntos de muestreo individuales, los cuales pueden ser de los sondeos, pero no tiene en cuenta el tamaño de los bloques, esta técnica se adapta mejor a isolíneas de contorno de leyes o espesores iguales del cuerpo mineralizado, mientras que el kriging de bloques estima el valor de un bloque a partir de los datos que lo rodean **(Bustillos, 2018)**.

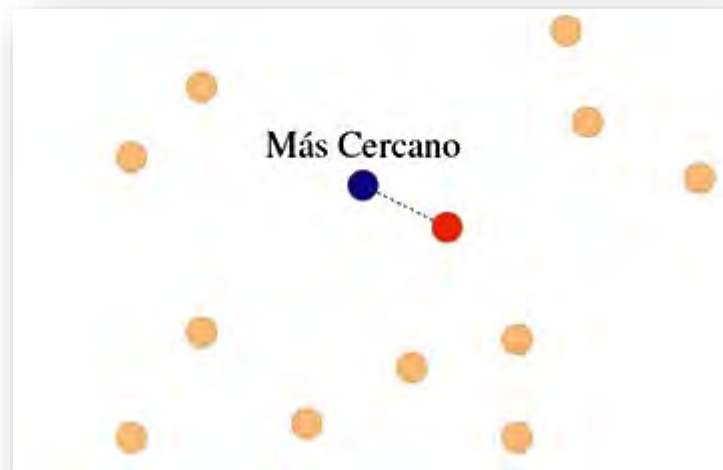


Método de kriging ordinario (Bustillos, 2018).

2.7.2.12. VECINO MÁS CERCANO (NN)

El método del vecino más cercano es el promedio que se calcula como la distancia promedio observada dividida por la distancia promedio esperada, basada en una distribución hipotética aleatoria con el mismo número de entidades que cubren la misma área total (Pérez, 2016).

El método del vecino más cercano en estimación de recursos minerales consiste en asignar los valores de la muestra a los cubos más cercanos, este método tiende a dar valores más sesgados a medida que los bloques se alejan de la muestra (**Pérez, 2016**).



Método de Vecino más Cercano (Bustillos, 2018).

2.8.VARIABLES

2.8.1. VARIABLES DEPENDIENTE

Estimación de Recursos Minerales.

2.8.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Geología, estructural, alteración hidrotermal, mineralogía y geoquímica

Tabla 2 *Identificación de variables e indicadores.*

TITULO	VARIABLES		INDICADORES
ESTIMACION DE RECURSOS DE MINERALES DEL YACIMIENTO DE BRECHA HUACHUHUILLCA - DISTRITO DE COTARUSE- PROVINCIA DE AYMARAES- REGION APURIMAC	VARIABLE INDEPENDIENTE	YACIMIENTO DE BRECHA HUACHUHUILLCA	GEOLOGIA ESTRUCTURAL ALTERACION HIDROTERMAL MINERALOGIA GEOQUIMICA
	VARIABLE DEPENDIENTE	ESTIMACION DE RECURSOS MINERALES	METODO DE ESTIMACION TONELAJE LEYES DE MINERAL

Nota: elaboración propia

2.9. METODOLOGIA

2.9.1. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación que se realizara en el yacimiento de Brecha Huachuillca, es de carácter descriptivo, analítico y cuantitativo.

2.9.2. DISEÑO DE INVESTIGACION

El presente trabajo constituye la estructura de un proyecto de tesis. Brinda dirección y sistematiza la investigación. Su aspecto es de desarrollo cuantitativo, descriptivo y analítico. El análisis de todo resultado será explicado al concluirlo.

2.9.3. POBLACION Y MUESTRA

2.9.3.1. POBLACION

El yacimiento de Brecha Huachuillca.

2.9.3.2. MUESTRA

Los testigos de sondajes de las 14 perforaciones diamantinas ejecutadas logrando obtener un promedio de 1000 muestras geoquímicas.

2.9.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La toma de datos en el campo, procesamiento y análisis demostrara la relación entre las variables. En este proceso de direccionamiento de la investigación indicamos la metodología de trabajo.

2.9.4.1. PLANEAMIENTO PREVIO DEL AREA DE TRABAJO

Consiste en recopilar y analizar los datos tomados en el campo. Este trabajo incluirá planos, logueo geológico, muestreo geoquímico, secciones longitudinales, transversales, también tablas en Excel, y uso del software Leapfrog las cuales permitirán realizar el modelo y la estimación de recursos de mineral del yacimiento.

2.9.4.2. TRABAJO DE CAMPO

Se realizó el logueo geológico, muestreo geoquímico de testigos diamantinos, también mapeo en superficie y muestreo.

2.9.4.3. EQUIPO

Para realizar el trabajo se utilizó una brújula, GPS, lupa de 10 y 20 aumentos, rayador de mineral, colores, planos topográficos de la zona, protactor, picota, wincha, flexómetro, libreta de campo.

2.9.4.4. FASE DE GABINETE

Todos los datos recopilados en el campo serán alimentados a una base de datos donde se realizará el COLLAR, SURVEY, ASSAY, LITOLOGIA y ALTERACIONES. para luego ser exportados al Leapfrog y empezar con la estimación de recursos y el modelo geológico.

2.9.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizará tomando en cuenta informes geológicos anteriores y obtenidos también directo del lugar de estudio.

2.9.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de datos se realizó desde un ordenador con el software Leapfrog 5.1.

III. GEOMORFOLOGÍA

Dentro del cuadrángulo de Pacapausa, en base a la morfología observada en la región se ha logrado diferenciar las siguientes unidades geomorfológicas: Altas cumbres, colinas, lomadas, mesetas, domos, morrenas y valles.

3.1. GEOMORFOLOGIA REGIONAL

3.1.1. ALTAS CUMBRES

Esta unidad se encuentra desde la margen izquierda del valle de Pacapausa, a la altura de Belén; hacia el noreste cruzando las cotas más altas hasta las partes altas del valle de Pallancata. Las cotas van de 3,800 hasta 5,000 m.s.n.m., la pendiente del terreno es fuerte en la mayor parte **(Davila Manrique, 1991)**.

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por presentar zonas muy abruptas e inaccesibles, con abundantes escarpas, crestas pronunciadas y picos elevados; los pequeños valles tienen paredes empinadas, características que se muestran en el mapa geomorfológico. La litología que predomina en esta unidad son tobas brechoides, lavas y piroclastos redepositados que constituyen las formaciones Alpabamba y Aniso **(Davila Manrique, 1991)**.

El grado de erosión es fuerte, el que se puede apreciar por la diferencia de cotas de esta unidad, que es de 1,200 mts.; además se tiene amplio desarrollo de escombros de talud y profundos surcos ocasionados por las corrientes de agua **(Davila Manrique, 1991)**.

3.1.2. COLINAS

La distribución de esta unidad geomorfológica presente dos áreas, una al sur de Aniso y la otra por los alrededores de la mina Tumire hasta el límite norte de la zona de estudio. Esta unidad

geomorfológica se ubica entre 4,000 y 4,600 m.s.n.m. como promedio y la pendiente del terreno es moderada a fuerte **(Davila Manrique, 1991)**.

Geomorfológicamente se caracteriza por presentar colinas, por áreas se observa escarpas no muy pronunciadas; también se observan cotas altas, pero no presentan picos conspicuos ni crestas escarpadas **(Davila Manrique, 1991)**.

La litología predominante de esta unidad son tobas, piroclásticos redepositados y lavas, que constituyen las formaciones Aniso y Saycata **(Davila Manrique, 1991)**.

El grado de erosión es moderado a fuerte, la diferencia de cotas es 600 m. y la naturaleza litológica permiten en desarrollo de colinas que caracterizan a esta unidad **(Davila Manrique, 1991)**.

3.1.3. LOMADAS

Esta geoforma se ubica en los alrededores de las esquinas suroeste y noroeste del cuadrángulo y en el sector oriental de la divisoria de aguas. Las alturas vande 3,600 a 4,000 m.s.n.m. para la esquina suroeste, de 4,200 a 4,600 m.s.n.m. para la esquina suroeste, de 4,200 a 4,600 m.s.n.m. para la esquina noreste y de 4,400 a 4,600 m.s.n.m. para la zona de la divisoria de aguas. La pendiente del terreno es suave a moderada **(Davila Manrique, 1991)**.

La característica geomorfológica de esta unidad está dada por la presencia de lomadas lo que permite denominarle con este nombre, son terrenos suaves, generalmente de forma alargada a redondeada. Por los restos del material de suelo, a escala no cartografiable al 100,000 que se observa en esta unidad, se deduce que su origen ha sido fuertemente controlado por la acción glaciár, lo que vendría a representar la Superficie Puna por lo menos en la esquina suroeste y en la zona de la divisoria de aguas **(Davila Manrique, 1991)**.

Litológicamente predominan tobas brechoides, tobas, piroclásticos redepositados y lavas que representan a las formaciones Alpabamba, Aniso, Saycata y Sencca (Davila Manrique, 1991).

El grado de erosión es moderado, por la diferencia de cotas que va de 400 a 200 mts. y las amplias áreas que abarcan esta unidad se deduce que el agente principal de erosión es la lluvia y el viento **(Davila Manrique, 1991).**

3.1.4. MESETAS

Esta unidad se encuentra en la esquina sureste y en las partes altas entre Aniso y Saycata, distribución que se aprecia en el mapa geomorfológico. Las alturas que tiene son de 4,600 m.s.n.m. en la esquina sureste y de 4,400 m.s.n.m. en la otra área; la pendiente del terreno es muy suave siendo menor de 5° **(Davila Manrique, 1991).**

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por su forma casi plana de grandes dimensiones y su elevada altitud **(Davila Manrique, 1991).**

Litológicamente está constituida por un solo tipo de roca que son tobas y pertenecen a la formación Sencca constituyendo una meseta típica, por su naturaleza litológica presenta disyunción columnar y/o cónica **(Davila Manrique, 1991).**

El grado de erosión es controlado por la escasa pendiente, siendo el viento el principal agente **(Davila Manrique, 1991).**

3.1.5. DOMOS

Bajo esta unidad se ha agrupado a los domos en si y a los domos-lava-su distribución en irregular, constituyendo geoformas aisladas, las que se pueden apreciar en el mapa geomorfológico. Las alturas que tienen van de 4,100 a 4,600 m.s.n.m. La pendiente del terreno es moderada a suave **(Davila Manrique, 1991).**

Geomorfológicamente se caracteriza por su forma ondulada redondeada y de pendiente suave; los domos son circulares y redondeados y los domo-lava-son más alargados y suaves **(Davila Manrique, 1991)**.

Litológicamente está constituido por un solo tipo de roca que son andesitas y pertenecen al grupo Barroso, la litología controla estas geoformas ya que los domos son andesitas porfiríticas y las domo-lava son andesitas afíricas. El grado de erosión es suave habiendo sido afectado por la última glaciación **(Davila Manrique, 1991)**.

3.1.6. MORRENAS

La distribución de esta geoforma es irregular, caracterizada por su elevada altitud, constituyendo geoformas de agradación. En el mapa geomorfológico se aprecia las principales áreas de morrenas. Las altitudes que alcanzan son de 4,400 a 4,600 m.s.n.m. La pendiente del terreno es muy suave **(Davila Manrique, 1991)**.

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por su forma en lomadas y se diferencia de la unidad lomadas porque esta geoforma es de agradación y las lomadas son de degradación; además se distingue fácilmente la cresta morrénica **(Davila Manrique, 1991)**.

Litológicamente consta de una mezcla heterogénea de gravas y limos. El grado de erosión es suave, ya que generalmente se ubica bajo una sola cota, lo que no le da pendiente de erosión; siendo la acción pluvial su principal agente denudatorio **(Davila Manrique, 1991)**.

3.1.7. VALLES

Esta unidad se encuentra cortando a las unidades anteriores, siendo su distribución variada, lo que se puede apreciar en el mapa geomorfológico. Se ha diferenciado dos tipos de valles, de acuerdo a su origen: valle fluvial y valle glaciar. Las altitudes que tiene son de 2,600 hasta 4,000

m.s.n.m. para los valles fluviales y sobre los 4,000 m.s.n.m. para los valles glaciarios. Las pendientes del río son fuertes para los fluviales y suaves para los glaciarios. Las paredes de los valles fluviales son empinadas con su típica forma en “V” por partes adquieren características de valles encañonados; mientras que las paredes de los valles glaciarios son menos empinadas y más abiertas, manteniendo su típica forma en “U” **(Davila Manrique, 1991)**.

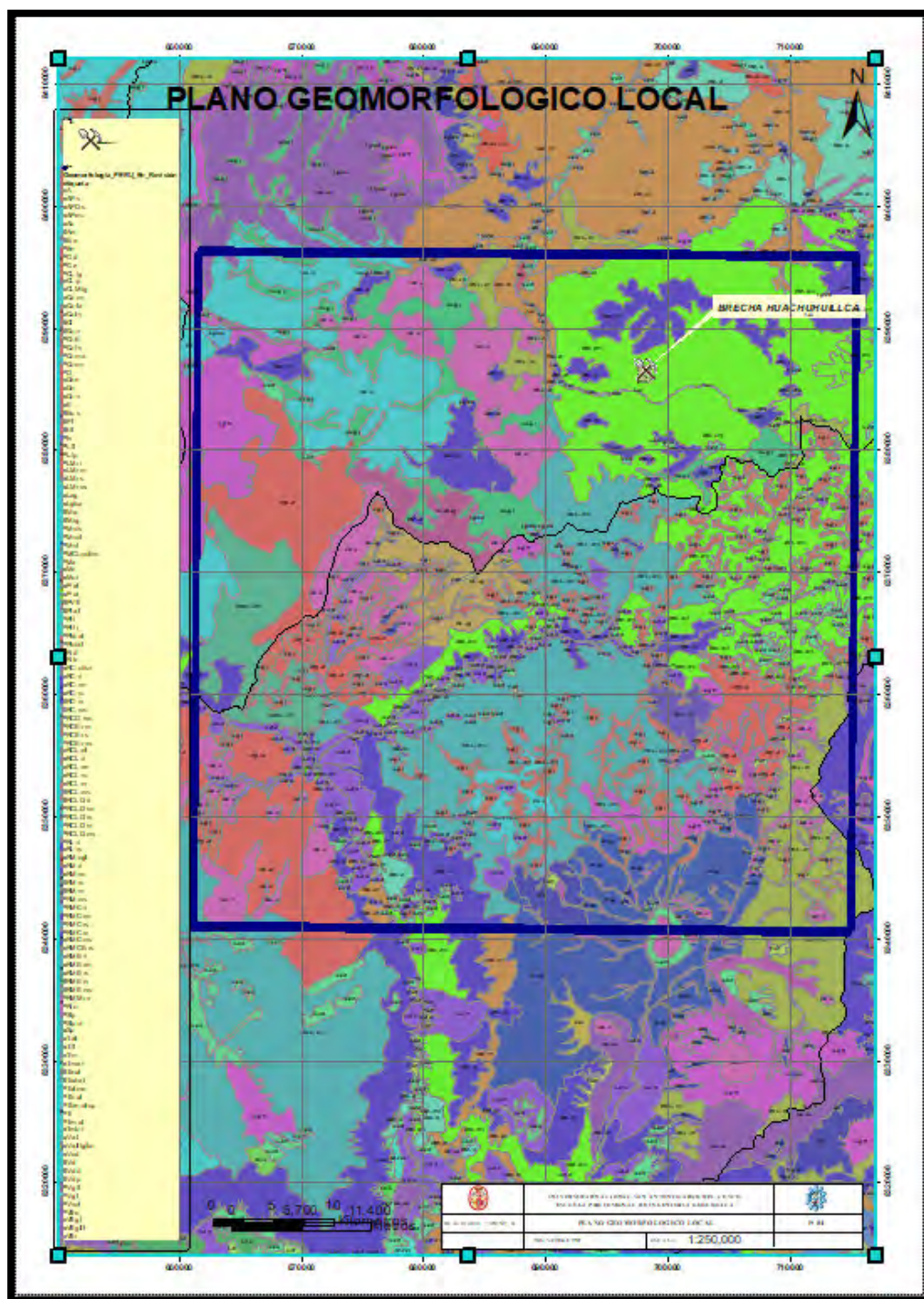
Esta unidad geomorfológica tiene como características el no formar terrazas en el fondo del valle, aunque se observan algunas pequeñas, pero que son muy escasas. También se distingue su trazo rectilíneo, lo que denota un control estructural de sistema de fracturas o fallas **(Davila Manrique, 1991)**.

Litológicamente se ubica sobre todos los tipos de roca del área porque corta a las diferentes unidades estratigráficas **(Davila Manrique, 1991)**.

El grado de erosión es marcado, ya que representa la actividad denudatoria debido a los agentes de meteorización, ayudada por la fuerte diferencia de altura, de 1,400 m. para los valles fluviales; mientras que en los valles glaciarios, la pendiente tiene poco desnivel, lo que caracteriza a la acción glaciaria **(Davila Manrique, 1991)**.

Es necesario recalcar que los valles glaciarios están en la etapa de destrucción ya que los valles fluviales avanzan aguas arriba y capturan los valles glaciarios; pasando de regiones tranquilas a torrenciales debido al cambio en la pendiente del talweg, aunque esto es general para toda la zona, tenemos como ejemplo típico al valle del río Pisquicocha. Por las características anotadas, los valles fluviales se encuentran en su etapa juvenil **(Davila Manrique, 1991)**.

Figura 3 *Plano geomorfológico regional*



Nota: elaboración propia

3.2.GEOMORFOLOGIA LOCAL

Dentro de la geomorfología local encontramos lo siguiente: RM-rvs como indica en el plano (son rocas volcano sedimentarias), lo cual comprenden los domos y morrenas.

3.2.1. DOMOS

Geomorfológicamente se caracteriza por su forma ondulada redondeada y de pendiente suave; los domos son circulares y redondeados y los domo-lava-son más alargados y suaves. Esta geomorfología lo encontramos al NE de la zona de estudio.

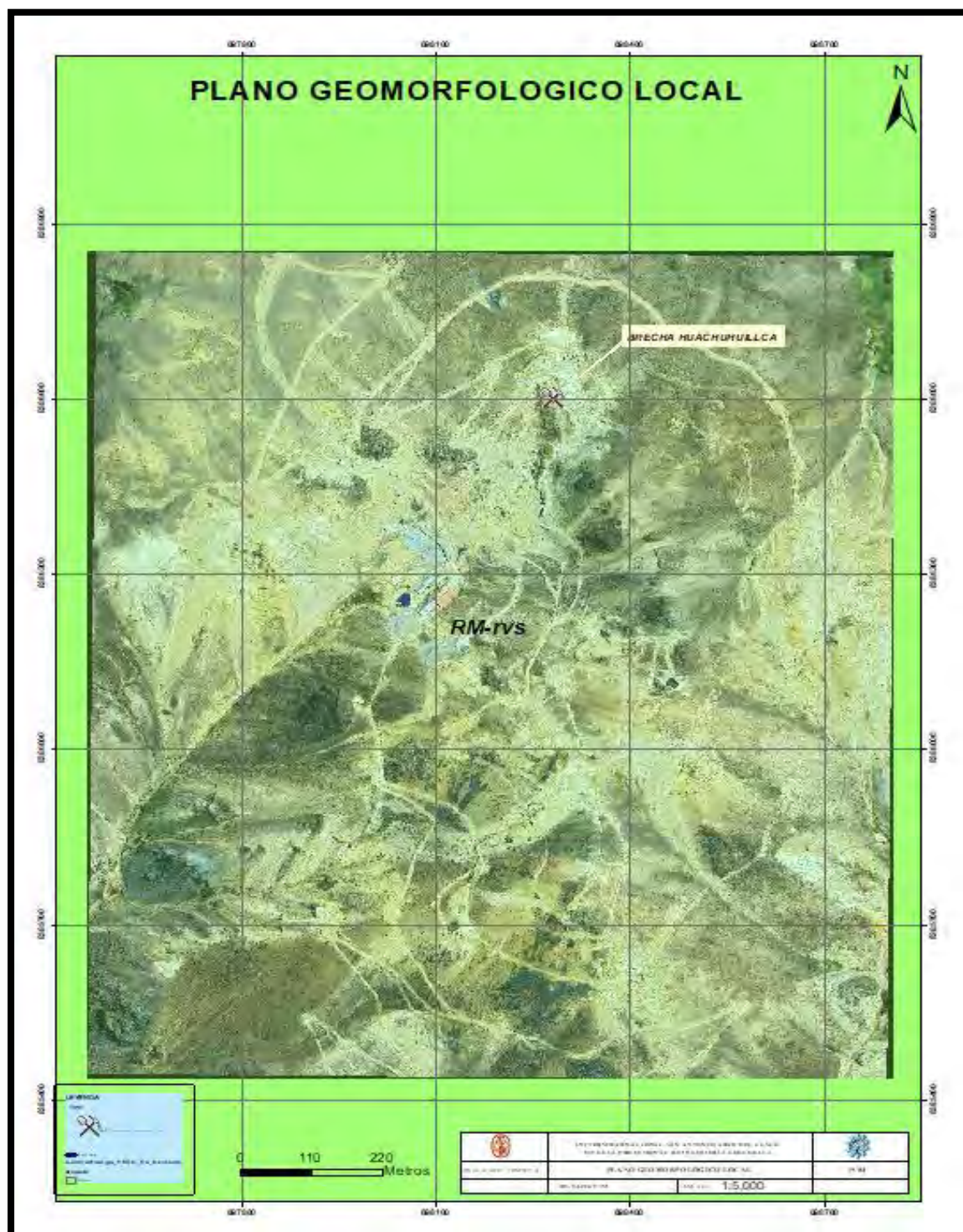
Las alturas que tienen van de 4,100 a 4,600 m.s.n.m. La pendiente del terreno es moderada a suave.

3.2.2. MORRENAS

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por su forma en lomadas y se diferencia de la unidad lomadas porque esta geoforma es de agradación y las lomadas son de degradación; además se distingue fácilmente la cresta morrénica. Esta geoforma lo encontramos al lado sur de la zona de estudio.

Las altitudes que alcanzan son de 4,400 a 4,600 m.s.n.m. La pendiente del terreno es muy suave.

Figura 4 Plano geomorfológico local



Nota: elaboración propia

IV. GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO

4.1.GEOLOGÍA REGIONAL

Regionalmente el área del proyecto está localizada en la cordillera del Huanzo, ubicado en el flanco oriental de la cordillera Occidental de los Andes Centrales. El basamento consiste de rocas sedimentarias cretácicas (calizas y areniscas del grupo Yura), seguido por rocas volcánicas del Eoceno-Oligoceno (Tacaza inferior), secuencia volcánica del Mioceno (Tacaza superior) y del Mioceno superior (formación Aniso). Sobreyaciendo a todas las unidades mencionadas afloran la formación Saycata. Cuerpos porfiríticos (stocks subvolcánicos) afloran parcialmente y en el tope se puede ver remanentes de areniscas **(Davila Manrique, 1991)**.

El proyecto Huachuivilca es parte del Centro Volcánico del Mioceno y se ubica en el borde noroeste de un complejo de caldera inferido y está cubierto parcialmente por secuencia de volcánicas más recientes. **(Dietrich, et al. 2005)**.

4.1.1. FORMACIÓN SORAYA

Son afloramientos pequeños, aislados y levemente removido de areniscas que sobreyacen a stock de andesitas. Las areniscas son de cuarzos de grano medio a grueso con intersticios tapizados por arcillas. Arenisca moderadamente estratificada y con débil alteración en contacto con el stock andesítico. Estos pequeños cuerpos de areniscas no han sido cartografiados a escala distrital por ser escaso **(Davila Manrique, 1991)**.

4.1.2. FORMACIÓN ANISO

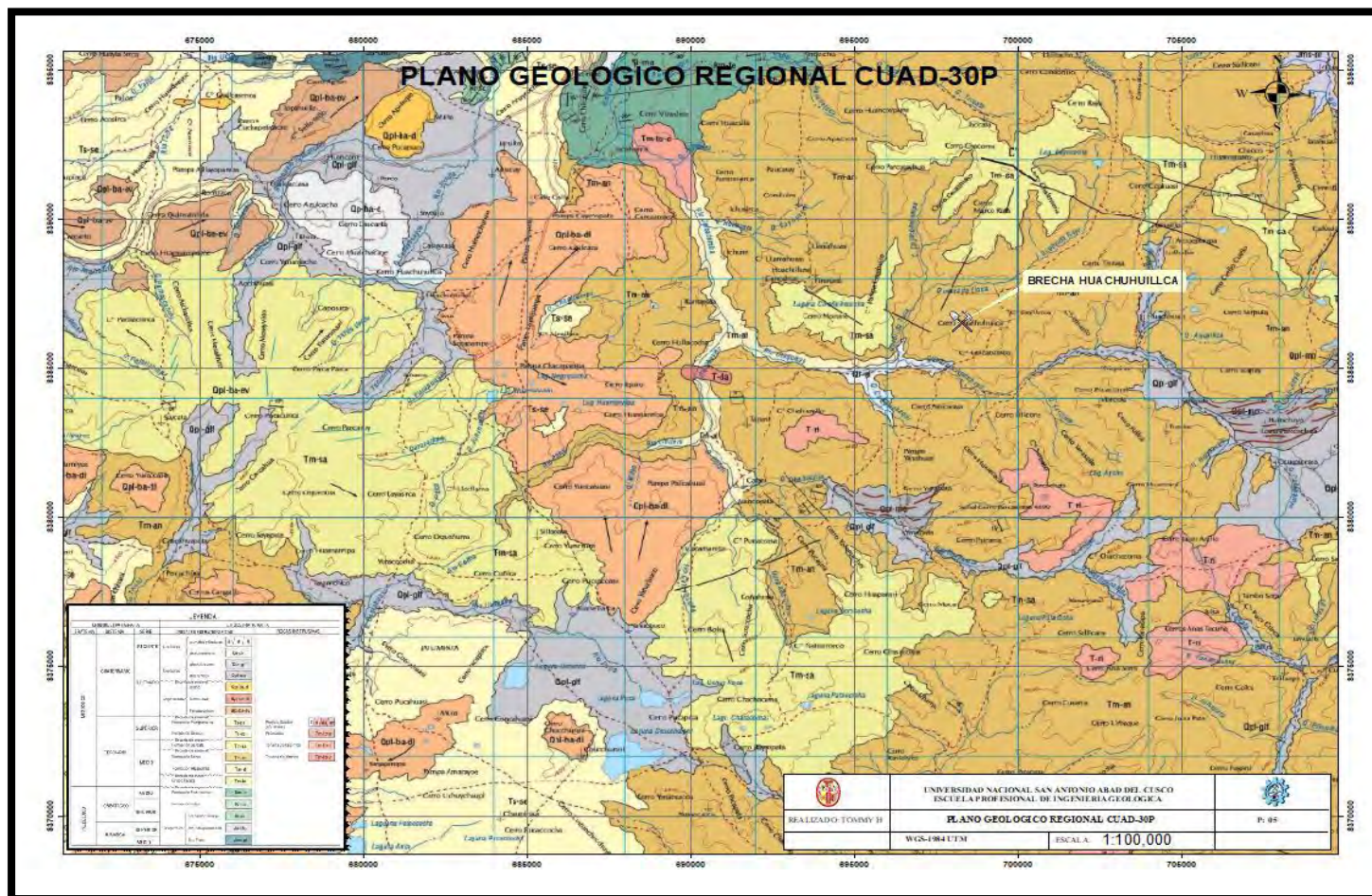
constituida por niveles volcanoclásticos intercalados con tobas líticas y tobas de ceniza de composición andesítica. Los volcanoclásticos se presentan en bancos delgados y bien

estratificados, son de color gris blanquecino; las tobas líticas presentan textura eutaxítica y son de color gris a gris parduzco. La potencia de esta unidad es variada y fácilmente puede superar los 300m (**Davila Manrique, 1991**).

4.1.3. DOMOS RIOLÍTICOS -AUTOBRECHA

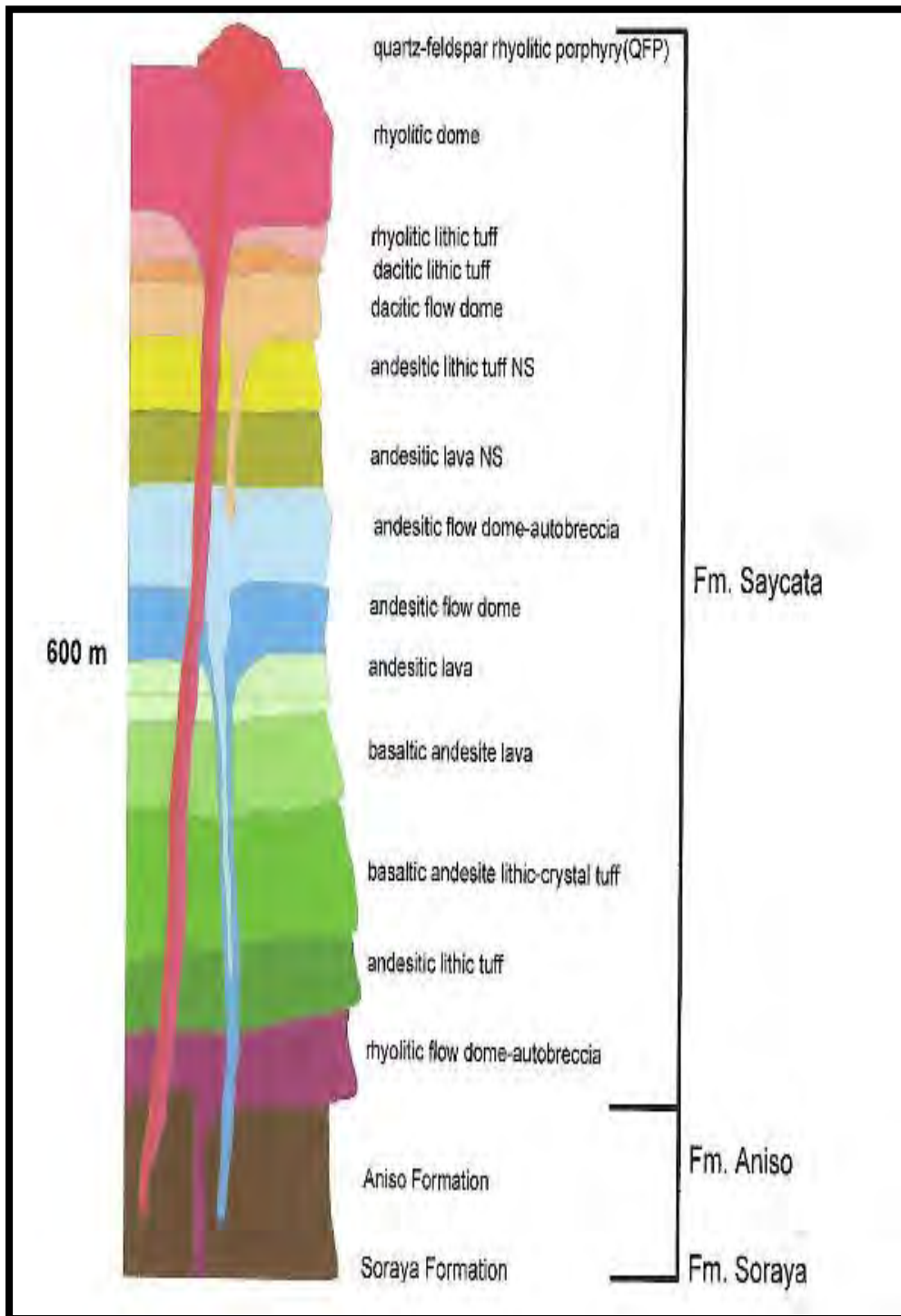
sobreyacen y cortan a las secuencias del Aniso, es típico el bandeamiento de flujo y se caracterizan por ser rocas vítreas de colores claros. En algunos sectores se encuentran esferulitos de gran tamaño formados por devitrificación (**Davila Manrique, 1991**).

Figure 5 *Plano geológico regional*



Nota; fuente INGEMMET

Figure 6 Columna estratigrafica regional



Nota: Fuente informe de Barrick

4.2. GEOLOGIA LOCAL

El proyecto Brecha Huachuillca, se caracteriza por ser estructuras de brechas hidrotermales silicificadas que han sido emplazados en secuencias de roca cretácicas (formacion Soraya) y secuencias volcánicas miocénicas (formacion Aniso y formacion Saycata).

4.2.1. LITOLOGIA

- Lava andesítica

Andesita inferior aflora en la parte baja y bordes de la zona de huachuillca es un paquete masivo de aproximadamente 350 metros de potencia y está cortado por domo andesítico. Se ha diferenciado del stock andesítico por ser de textura afanítica y está cubierto parcialmente por los tufos de cristales y líticos. Los taladros han perforado dicha litología. Esta unidad sería contemporánea con los tufos de cristales y líticos.

- Tufo de cristales, Tufos líticos y Volcanoclástico

El depósito de tufos de cristales y líticos yacen discordantemente al stock andesítico y cubren la parte superior de los targets Colcabamba y Huachuillca. Se caracteriza en delgadas capas de tufo de cristales andesíticos intercalados con tufos líticos y capas de volcanoclástico (sedimentos volcánicos retrabajados). Frecuentemente esta litología esta moderadamente alterada a argílica. Los tufos están cortados por las fallas de NE-SW y cortados por cuerpos de brecha hidrotermal con dirección N-S. A escala distrital esta unidad litológica se correlaciona con andesitas basálticas líticas -tufo de cristales.

- Brecha hidrotermal

Son afloramientos discontinuos alineados en dirección N-S, de 100m de ancho por 400m de largo, está cortando a la secuencia piroclástica y al stock andesítico. Se caracteriza por tener

fragmentos silicificados heterolíticos (cuarcitas y tufos), polifásica (variedades de sílice gris, pardo y crema) y en el tope del afloramiento predomina sílice calcedónica y cortada por fracturas E- W rellena con cristales de baritina y óxido de hierro.

- Brecha diatrema

Son envoltorios a la brecha hidrotermal son fragmentos de diversos tamaños, depositados en desorden (azar) dentro de una estructura tubular (chimenea), a menudo con una gradación de bloques más grandes abajo a más finos arriba. Se da por explosiones violentas (freatomagmáticas) donde magma y agua subterránea interactúan, creando una columna de fragmentos de roca.

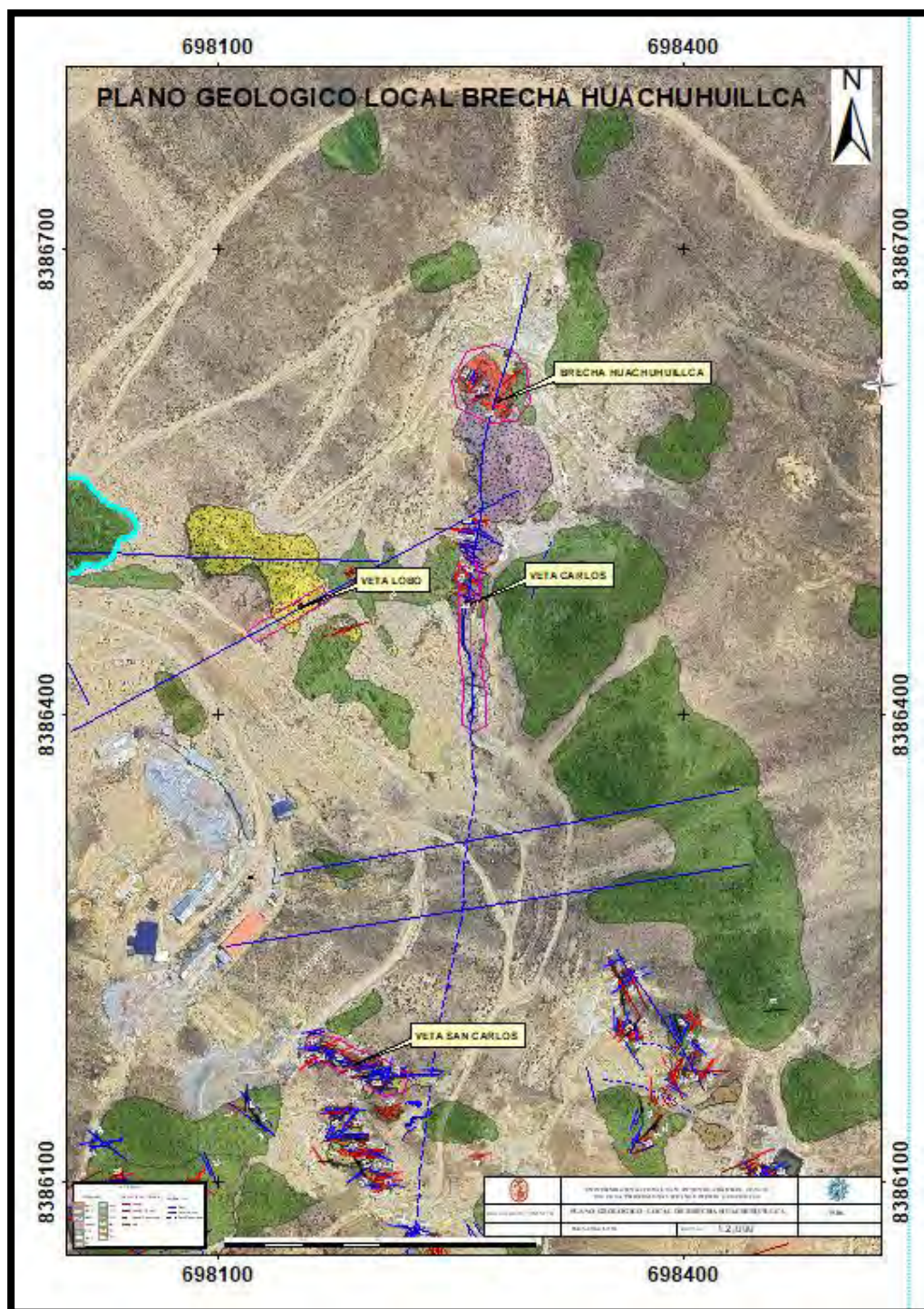
- Domos andesíticos

Se han reconocido dos afloramientos de domos andesíticos: El primero en el lado Norte del Target Colcabamba (cerca al desvío hacia el proyecto CuelloCuello) y el segundo se localiza en la ladera este del target W Colcabamba, parcialmente cortado por el acceso. Se caracteriza por la textura porfirítica sin alteración y algunas laminaciones de flujo. Está restringida al proyecto.

- Flujo Andesíticos Superior

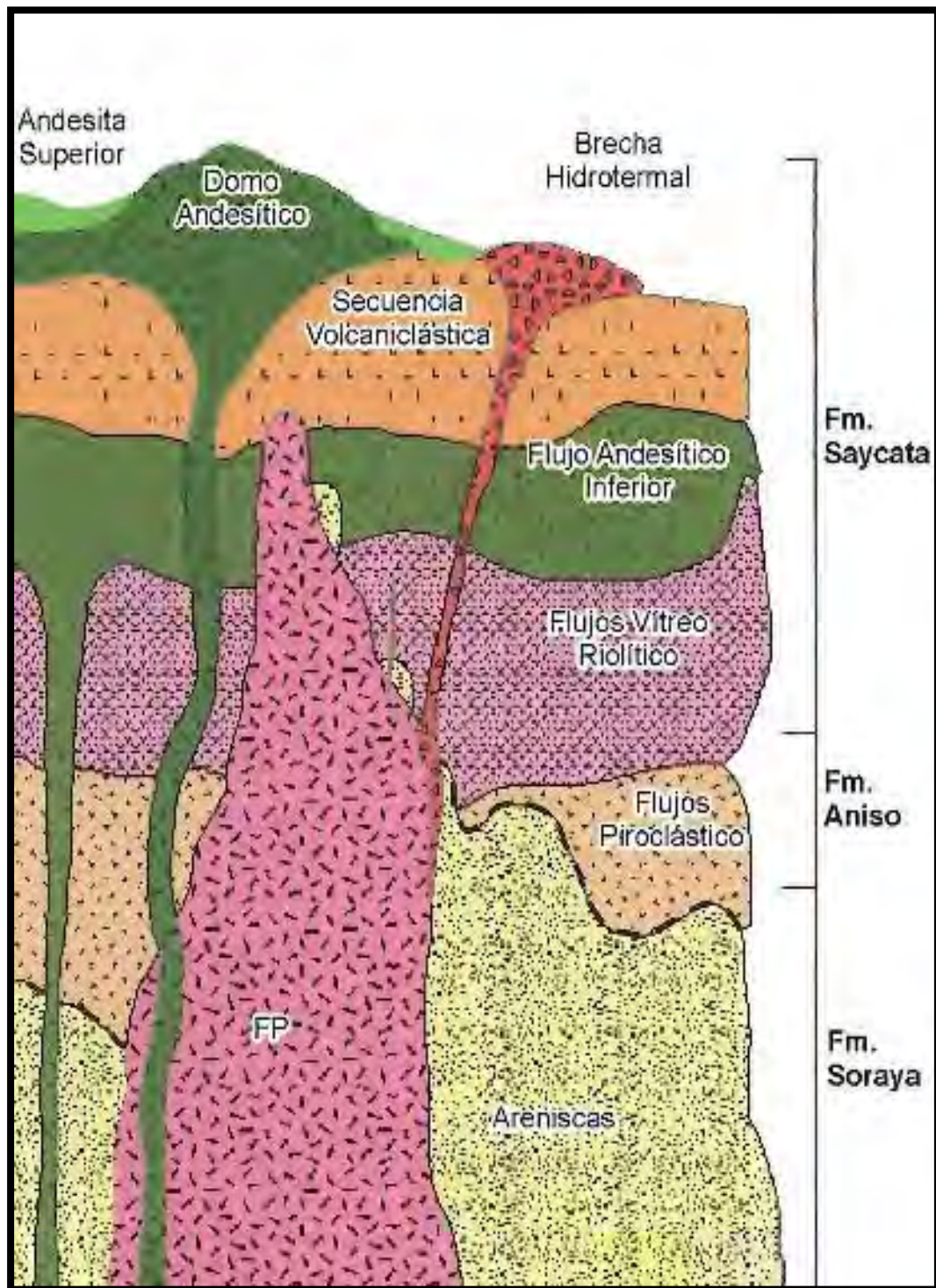
Es el último evento de la actividad volcánica en la zona. El flujo andesítico afanítico a porfirítico, con estratificación delgada y con buzamiento sub horizontal cubre parcialmente las superficies más elevadas de la zona. Esta litología está relacionada a la lava andesítica NS del distrito.

Figura 7 Plano geológico local



Nota: elaboración propia

Figura 8 columna estratigráfica local

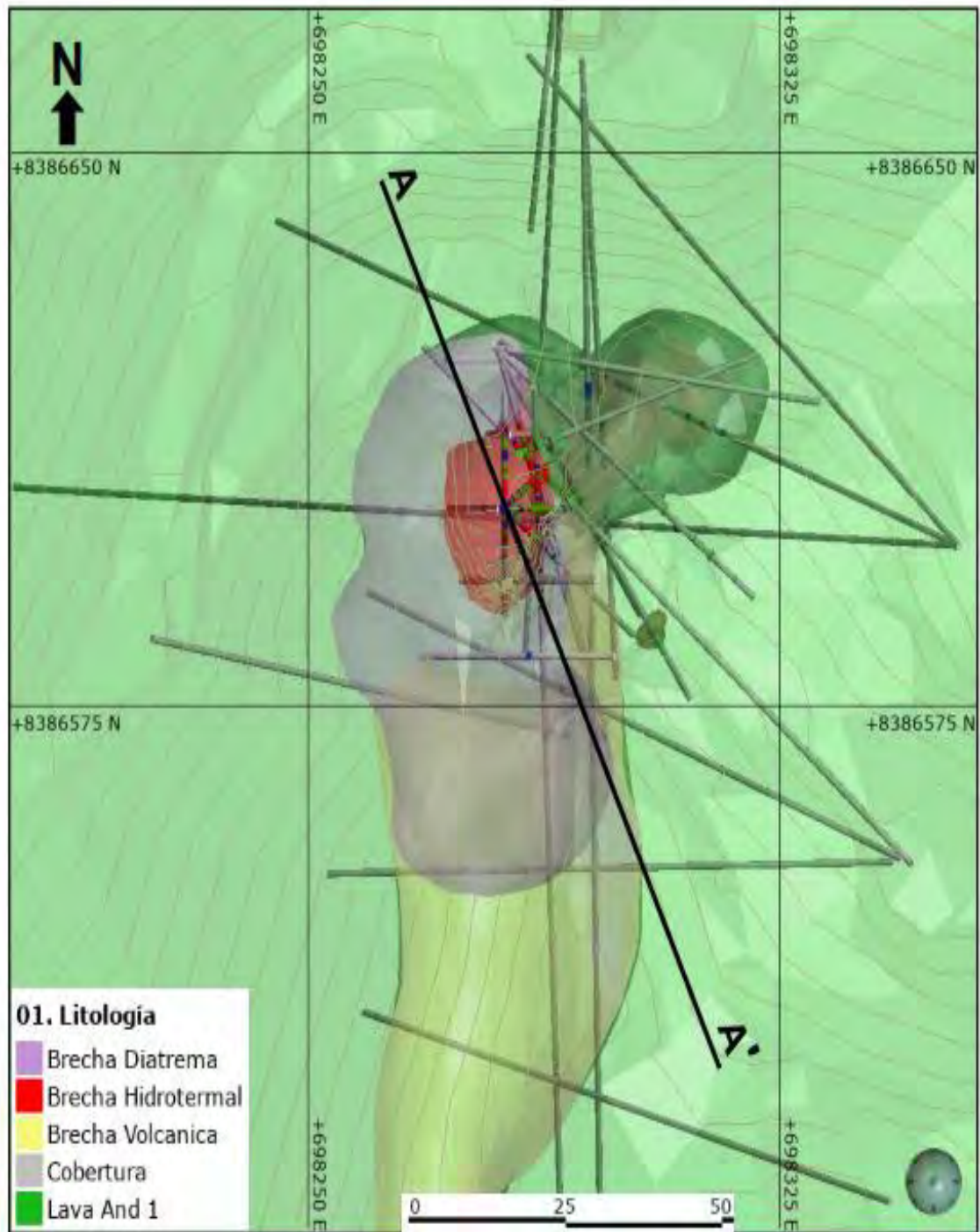


Nota; fuente informe Barrick

4.3.3.1. MODELO LITOLOGICO

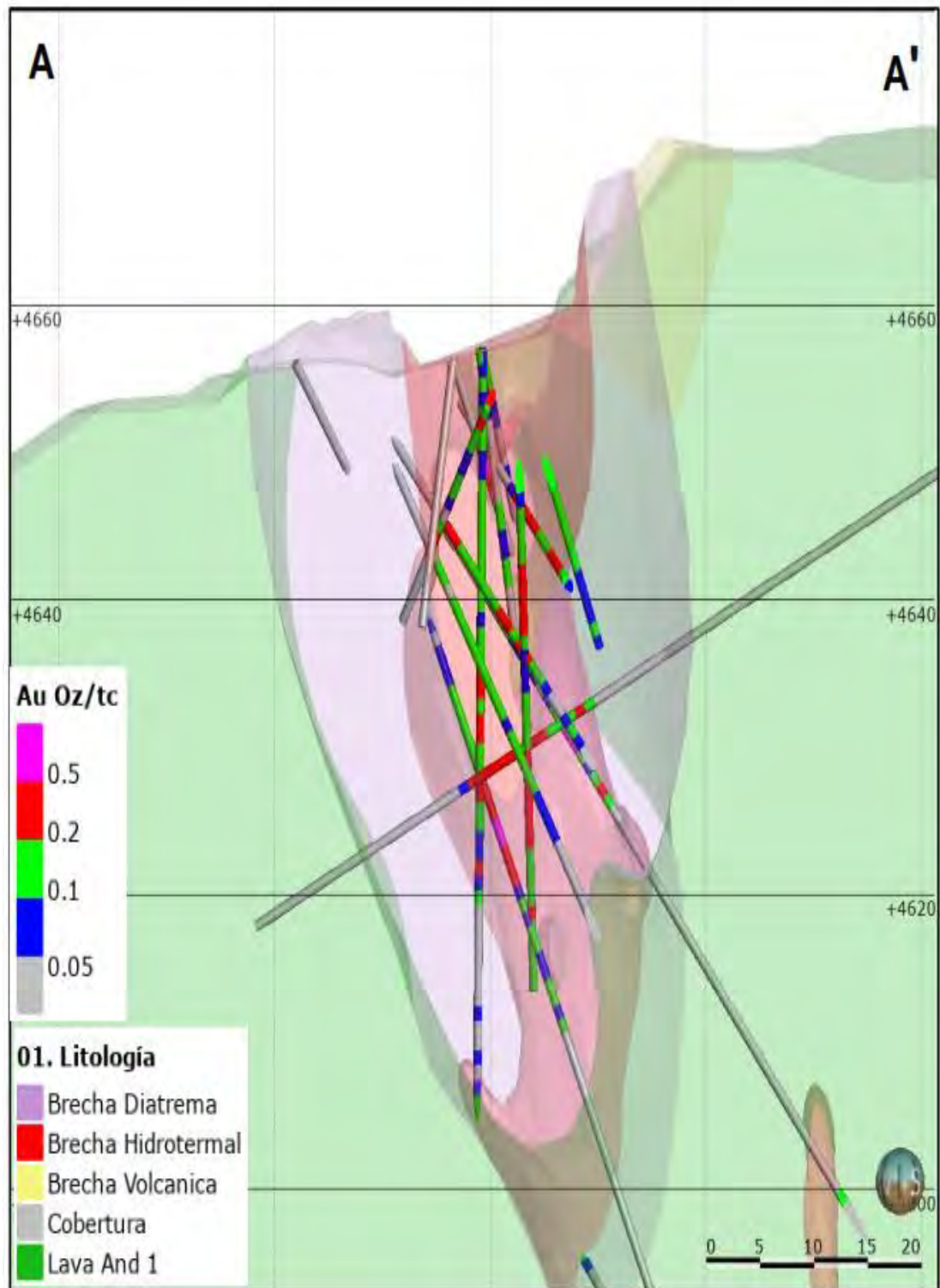
Utilizando el software “Leapfrog Geo” se procedió a identificar la secuencia cronológica de la litología, según información geológica de los sondajes, donde se determina que, litología más reciente corresponde a las Brechas hidrotermales, seguido por brecha diatrema y la litología más antigua o roca huésped está compuesta por la secuencia volcánica de lavas andesíticas y tobas volcánica. Posterior a ello, se crean los límites del área de trabajo tomando en cuenta las coordenadas mínimas, coordenadas máximas y profundidad de perforación de los sondajes, así como topografía superficial. Una vez creada los límites del área de trabajo, se comenzó a modelar o interpretar en 3D las superficies de cada litología por separado, obteniendo como resultado, volúmenes o sólidos tridimensionales que representan a modelo litológico del yacimiento.

Figura 9 *modelo geológico en planta*



Nota: elaboración propia

Figura 10 *seccion AA'*



Nota: elaboración propia

V. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Regionalmente el área del proyecto está localizada en la cordillera del Huanzo, ubicado en el flanco oriental de la cordillera Occidental de los Andes Centrales y estructuralmente está dentro de un segmento de la cordillera de los Andes denominada Inflexión de Abancay (Davila Manrique, 1991).

Regionalmente, el área esta sectorizada por fallas de rumbo E-W y N – S.

La zona de la estructura Huachuivilca tiene un control indiscutible en fallas abiertas N – S, que han sido reactivadas formando “cuñas” intra-minerales”. Estas tienen estructuras tensionales NE-SW, que controlan la veta transversalmente.

Localmente las estructuras predominantes tienen rumbo NE-SW, NW-SE y N-S.

La brecha hidrotermal posteriormente ha sido fracturada por fallas escalonadas normales NE-SW.

Figura 11 *Sistema de estaciones estructurales*

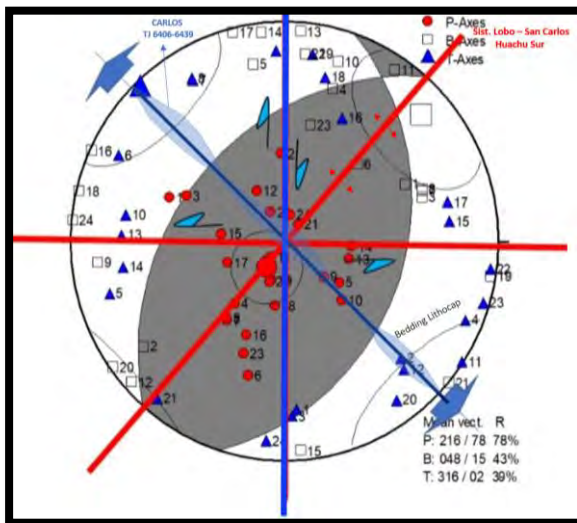
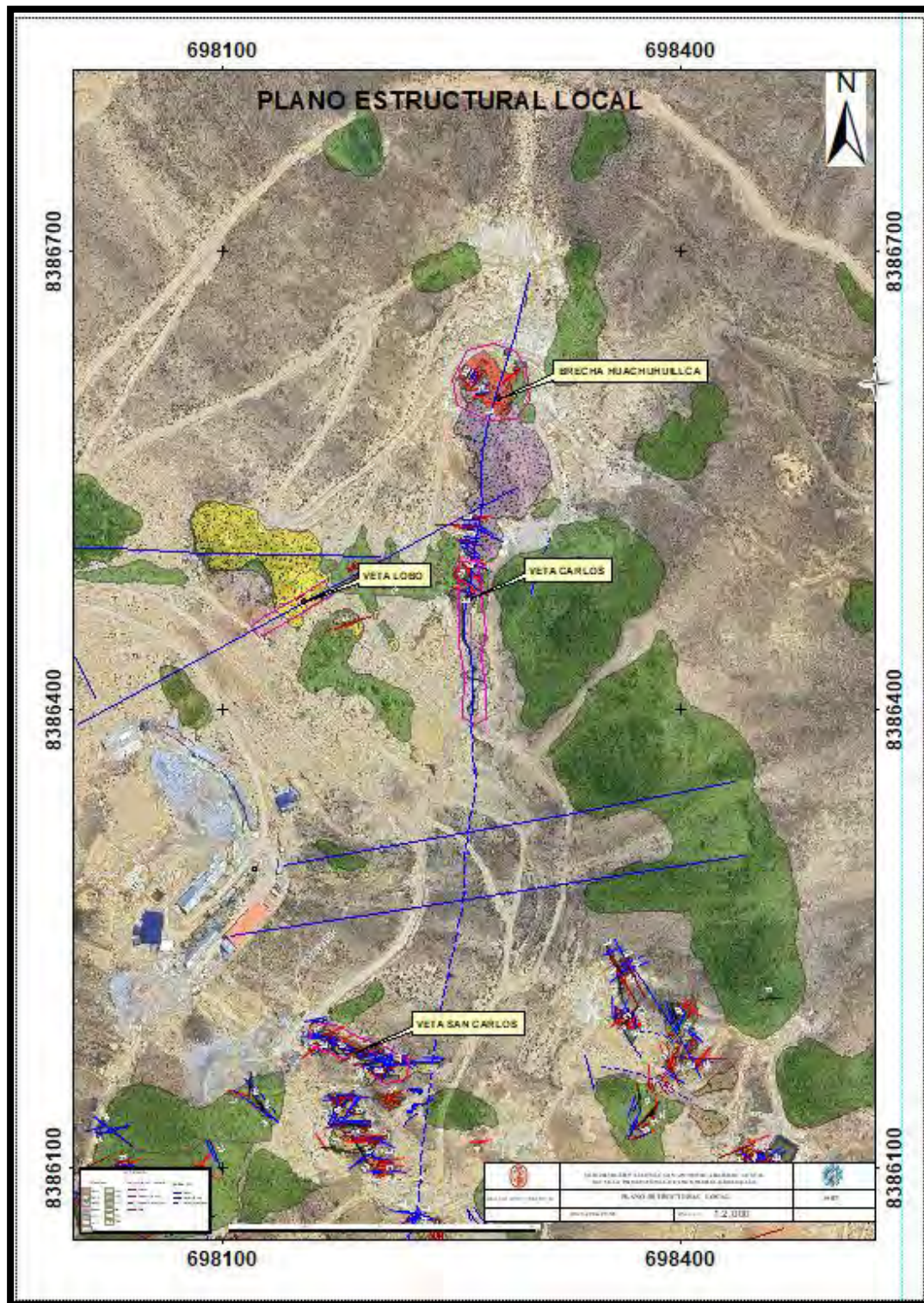
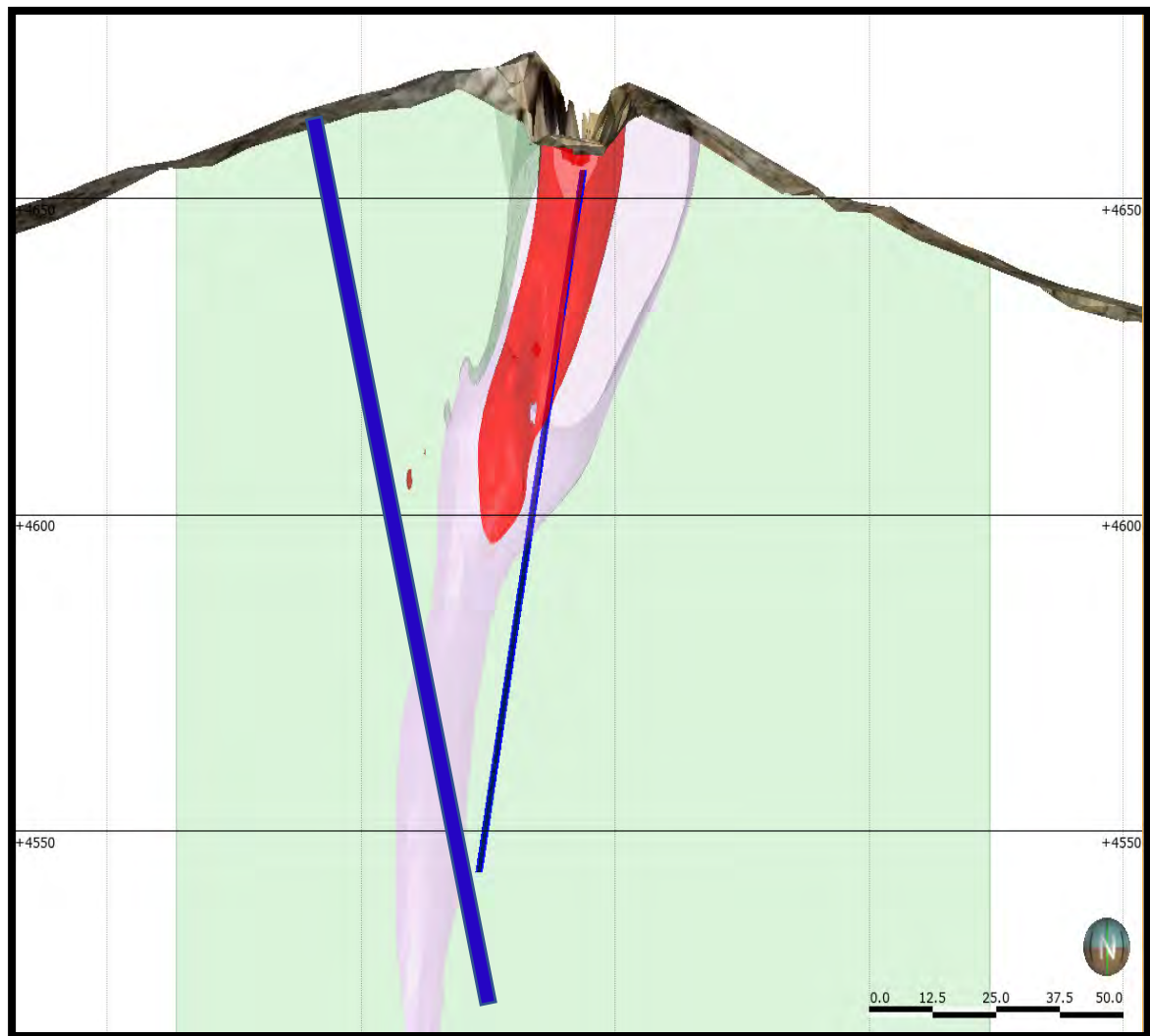


Figura 12 Plano estructural local



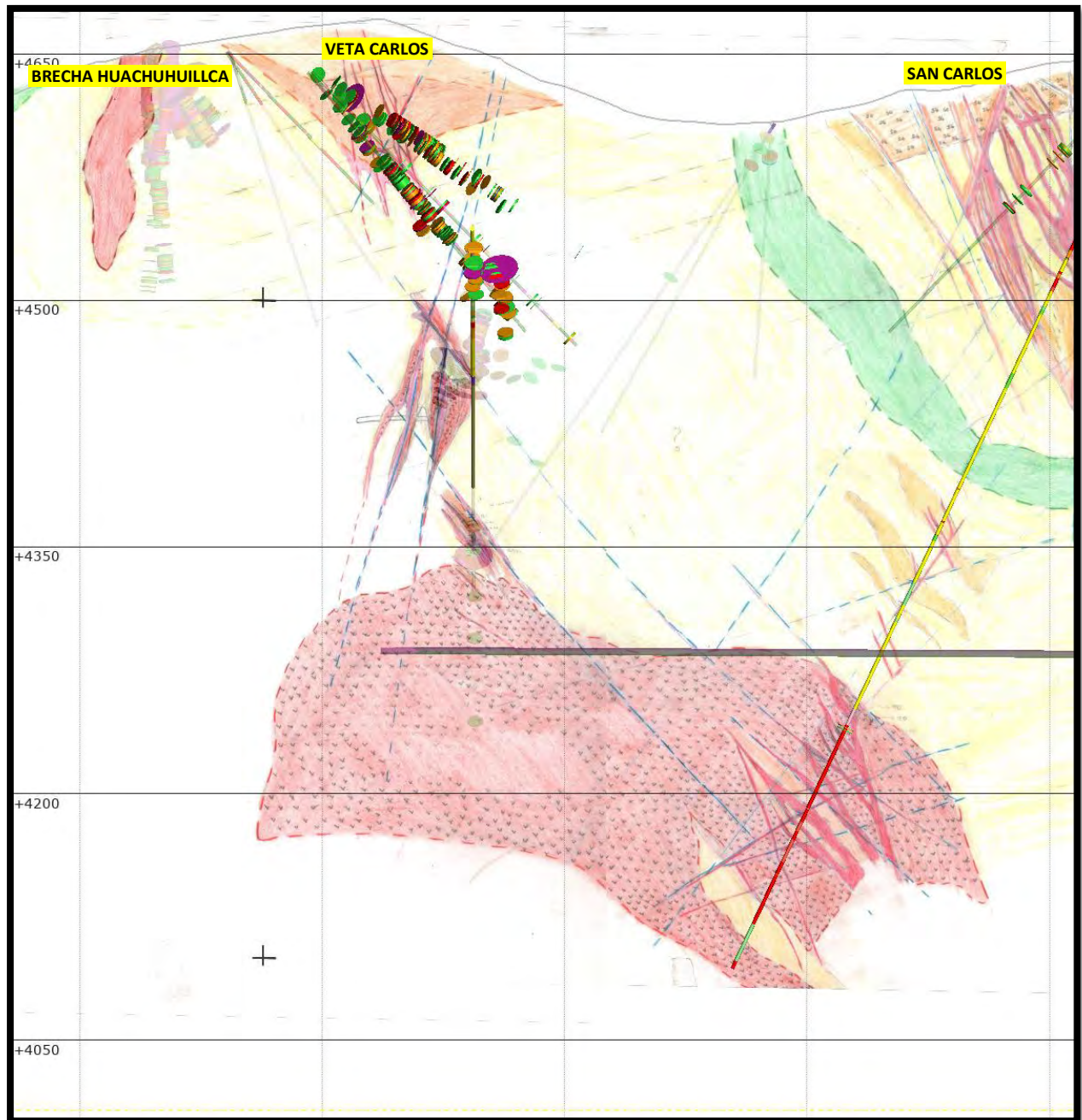
Nota: elaboración propia

Figure 13 *sección AA'*



Nota: elaboración propia

Figura 14 *Sección longitudinal NS*



Nota: elaboración propia

VI. MINERALIZACIÓN Y ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

La zona de estudio pertenece a la franja metalogenética XXI- A que corresponde a la franja de epitermales de Au- Ag hospedados en rocas volcánicas pertenecientes al Mioceno.

En el extremo Norte de la veta Huachuilla, de rumbo N-S, aflora la Brecha Pipe Huachuilla, con clastos soporte, consistente en fragmentos angulosos de hasta 0.5 m de sílice masiva a calcedónica, matriz silicea y mineralización tardía de baritina rellenando geodas e intersticios.

La alteración en la brecha hidrotermal polifásica está asociada a fuerte silicificación (fragmento y matriz silicificado), hacia superficie con matriz calcedónica y fracturas tapizadas con baritina; en algunas áreas se comporta como un clavo mineralizado de Au>Ag.

Bordeando a la brecha hidrotermal silicificada, se observa alteración local de argílica avanzada asociada a kaolinita, dickita, alunita, diaspora (en fracturas y espacios abiertos), topacio (escaso a ausente) y pirofilita (escaso); con una extensa alteración argílica illita, esmectita y clorita en los bordes.

La alteración argílica avanzada está restringida por la roca caja adyacente de composición andesítica.

Nota: elaboración propia



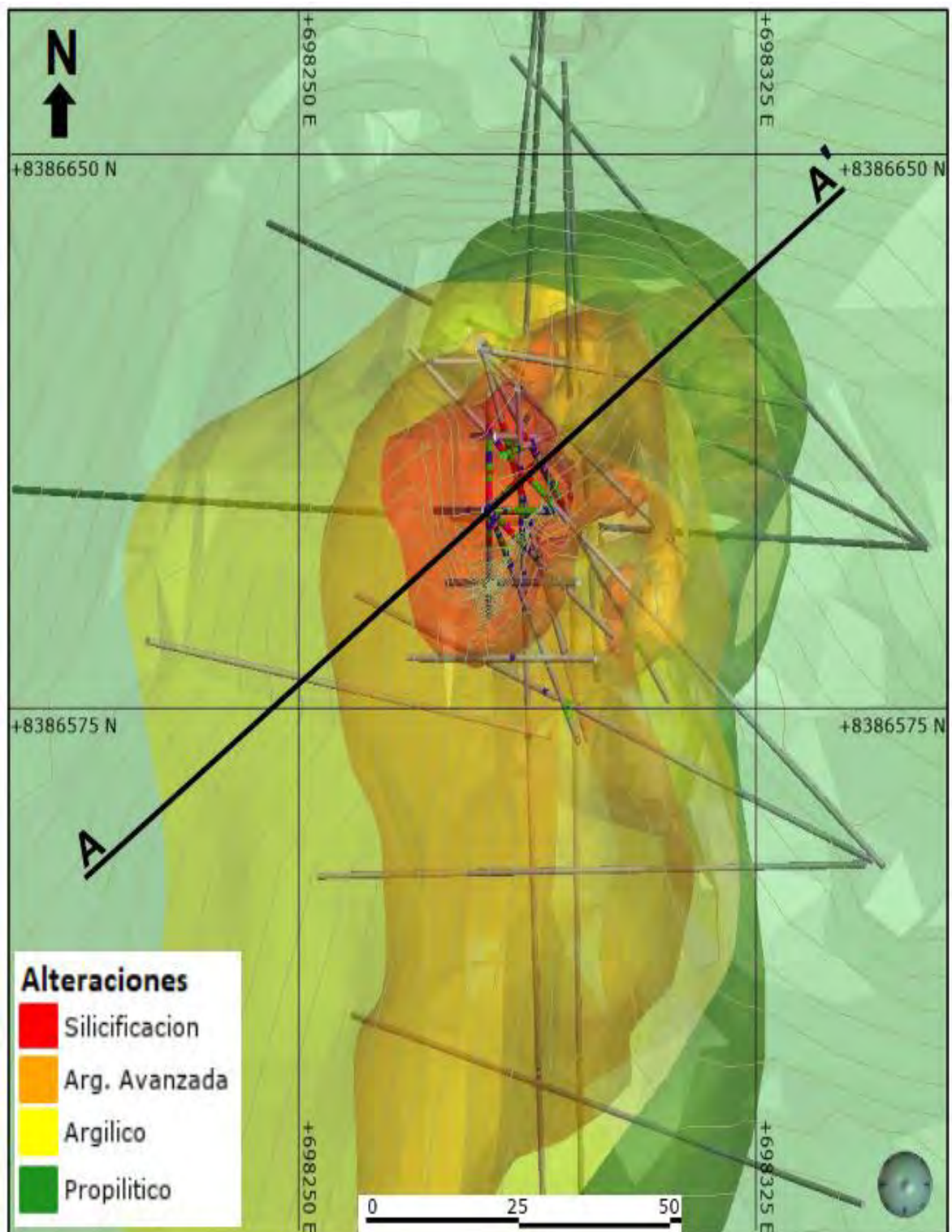
Nota: elaboración propia



6.1.1. MODELO DE ALTERACIONES

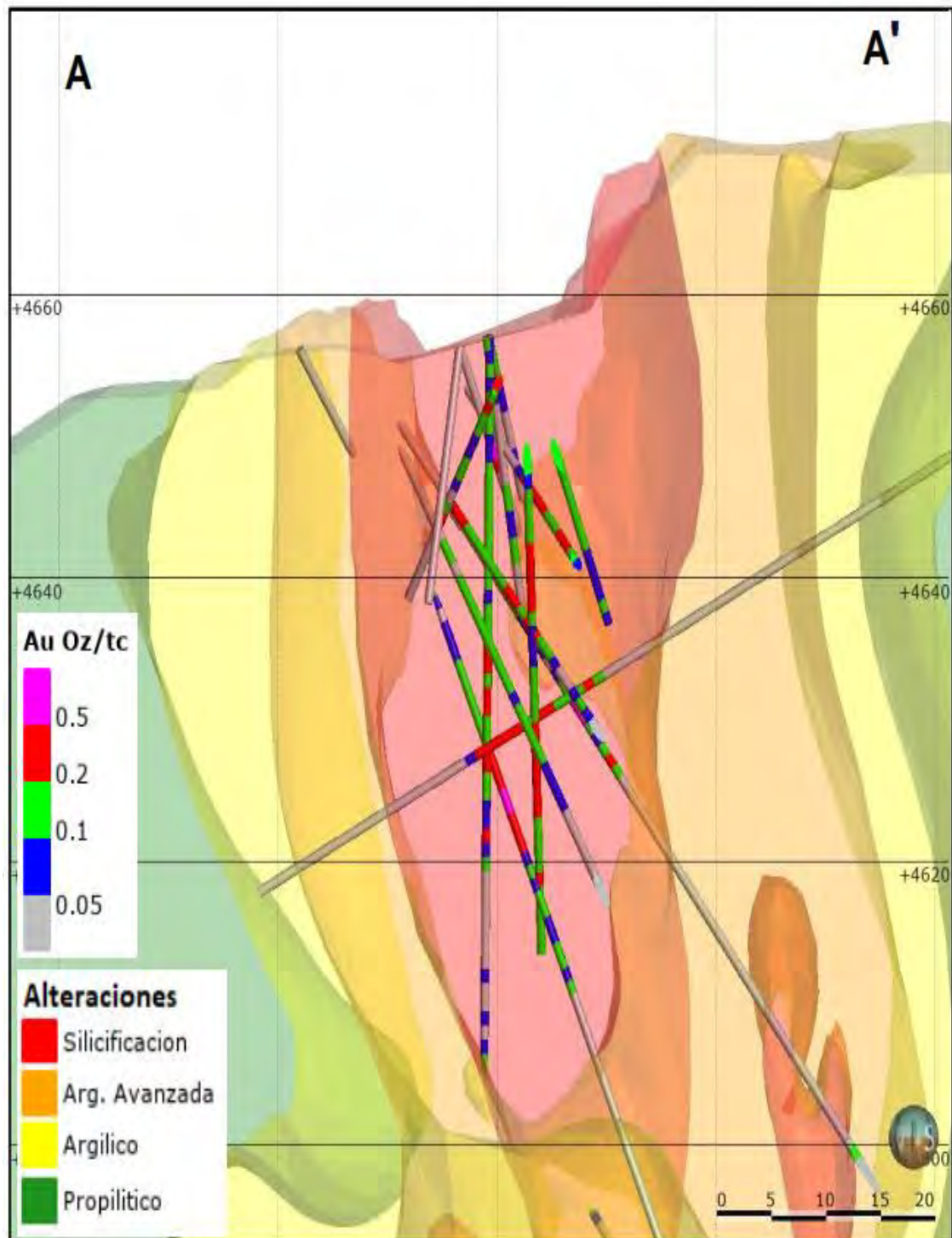
Para el modelamiento de alteraciones a diferencia de modelamiento litológico, la secuencia cronológica se define según zoneamiento de alteración hidrotermal. Según modelo de yacimiento de alta sulfuración, zona de silicificación es tomada como categoría más reciente asociada a la mineralización.

Figura 17 plano de alteraciones en planta



Nota: elaboración propia

Figura 18 *seccion AA'*



Nota: elaboración propia

VII. GEOQUIMICA DE LOS TALADADROS

Se realizaron 14 sondajes para la estimación de recursos de minerales en el yacimiento de Brecha Huachuhuilla.

Tabla 3 sondajes ejecutados en Brecha Huachuhuilla

N ^o	Sonadajes	Este	Norte	Elev.	Prof. Max (m.)	Ubicación	Fecha
1	DDHF-HU-007-23	698280	8386624	4656	80.10	Brecha	2/09/2023
2	DDHF-HU-008-23	698280	8386624	4656	16.30	Brecha	8/09/2023
3	DDHF-HU-009-23	698280	8386624	4656	87.60	Brecha	8/09/2023
4	DDHF-HU-010-23	698280	8386624	4655	101.20	Brecha	10/09/2023
5	DDHF-HU-011-23	698280	8386624	4656	80.30	Brecha	19/09/2023
6	DDHF-HU-012-23	698281	8386624	4656	90.30	Brecha	23/09/2023
7	DDHF-HU-013-23	698281	8386624	4656	80.00	Brecha	24/09/2023
8	DDHF-HU-014-23	698280	8386624	4657	85.90	Brecha	27/09/2023
9	DDHF-HU-015-23	698280	8386624	4656	80.00	Brecha	30/09/2023
10	DDHF-HU-016-23	698280	8386624	4655	80.00	Brecha	5/10/2023
11	DDHF-HU-017-23	698280	8386625	4655	161.15	Brecha	8/10/2023
12	DDHF-HU-018-23	698284	8386609	4656	155.10	Brecha	15/10/2023
13	DDHF-HU-019-23	698283	8386610	4656	80.20	Brecha	26/10/2023
14	DDHF-HU-020-23	698284	8386610	4656	80.00	Brecha	28/10/2023
Total				1258.15	Metros perforados		

Los taladros más representativos de las 14 perforaciones que se realizaron, fueron los sondeos 009, 010, 011, 015, 016, 018, 019 y el 020.

Tabla 4 *DDHF-HU-009-23*

DESDE	HASTA	POT.	Au(onz)
18.25	18.70	0.45	0.015
18.70	19.30	0.60	0.018
19.30	19.90	0.60	0.006
19.90	20.35	0.45	0.006
20.35	20.60	0.25	0.015
20.60	20.85	0.25	0.015
20.85	21.30	0.45	0.059
21.30	21.60	0.30	0.136
21.60	21.90	0.30	0.155
21.90	22.15	0.25	0.148
22.15	22.45	0.30	0.101
22.45	22.75	0.30	0.128
22.75	22.95	0.20	0.080
22.95	23.25	0.30	0.109
22.25	23.65	1.40	0.153
23.65	24.00	0.35	0.089
24.00	24.50	0.50	0.083
24.50	24.80	0.30	0.065
24.80	25.10	0.30	0.033
25.10	25.40	0.30	0.070
25.40	25.70	0.30	0.076
25.70	26.20	0.50	0.029
27.00	27.30	0.30	0.145
27.60	27.90	0.30	0.074
28.30	28.75	0.45	0.052
28.75	29.10	0.35	0.039
29.10	29.35	0.25	0.038
29.35	29.65	0.30	0.096
29.65	29.95	0.30	0.055
29.95	30.20	0.25	0.136
30.20	30.50	0.30	0.090
30.50	30.70	0.20	0.073
30.70	31.00	0.30	0.117
31.00	31.40	0.40	0.202
31.40	31.80	0.40	0.017

31.80	32.20	0.40	0.118
32.20	32.50	0.30	0.062
32.50	32.75	0.25	0.130
32.75	33.15	0.40	18.839
33.15	33.70	0.55	0.103
33.70	34.20	0.50	0.146
34.20	34.55	0.35	0.184
34.55	34.80	0.25	0.025
34.80	35.10	0.30	0.020
35.10	35.70	0.60	0.031
35.70	36.75	1.05	0.138
36.75	38.10	1.35	0.225
38.10	38.45	0.35	0.162
38.45	38.75	0.30	0.130
38.75	39.05	0.30	0.014
39.05	39.65	0.60	0.010
41.40	41.85	0.45	0.004
41.85	42.20	0.35	0.006
42.20	42.50	0.30	0.014
69.15	69.70	0.55	0.046
69.70	70.30	0.60	0.027
70.40	71.70	1.30	0.013
71.70	72.70	1.00	0.011
72.70	73.95	1.25	0.140
73.95	74.25	0.30	0.015
74.25	74.80	0.55	0.018
76.00	76.30	0.30	0.017
76.30	77.45	1.15	0.010
77.45	78.40	0.95	0.005

Tabla 5 DDHF-HU-010-23

DESDE	HASTA	POT.	Au(onz)
5.20	7.10	1.90	0.002
7.10	7.90	0.80	0.005
7.90	9.85	1.95	0.005
9.85	11.50	1.65	0.006
11.50	12.75	1.25	0.004
12.75	13.05	0.30	0.016
13.05	13.75	0.70	0.017

13.75	14.30	0.55	0.146
14.30	14.85	0.55	0.007
14.85	15.10	0.25	0.010
15.10	15.55	0.45	0.010
15.55	16.15	0.60	0.066
16.15	17.15	1.00	0.033
17.15	18.85	1.70	0.133
18.85	19.35	0.50	0.143
19.35	20.75	1.40	0.029
20.75	21.45	0.70	0.043
21.45	22.75	1.30	0.080
22.75	23.45	0.70	0.066
23.45	24.70	1.25	0.096
24.70	25.75	1.05	0.138
25.75	27.70	1.95	0.156
27.70	29.60	1.90	0.158
29.60	31.00	1.40	0.153
31.00	32.20	1.20	0.251
32.20	32.92	0.72	0.330
32.95	33.35	0.40	0.459
33.35	33.70	0.35	0.311
33.70	35.70	2.00	0.578
35.70	37.70	2.00	0.407
37.70	38.85	1.15	0.474
38.85	39.90	1.05	0.074
39.90	40.50	0.60	0.203
40.50	41.35	0.85	0.115
41.35	42.20	0.85	0.090
42.20	43.30	1.10	0.152
43.30	44.20	0.90	0.192
44.20	45.20	1.00	0.058
45.20	46.10	0.90	0.060
46.10	47.20	1.10	0.130
47.20	47.75	0.55	0.108
47.75	49.10	1.35	0.065
49.10	50.00	0.90	0.119
50.00	50.80	0.80	0.055
50.80	52.75	1.95	0.018
52.75	54.20	1.45	0.016
54.20	55.10	0.90	0.016

Tabla 6 DDHF-HU-011-23

DESDE	HASTA	POT.	Au(onz)
19.75	20.80	1.05	0.005
20.80	21.10	0.30	0.010
21.10	23.30	2.20	0.005
23.30	24.60	1.30	0.005
24.60	26.10	1.50	0.004
26.10	26.65	0.55	0.016
26.65	27.55	0.90	0.007
27.55	28.40	0.85	0.019
28.40	29.10	0.70	0.002
29.10	29.70	0.60	0.050
29.70	30.40	0.70	0.014
30.40	30.85	0.45	0.087
30.85	31.80	0.95	0.050
31.80	32.85	1.05	0.096
32.85	34.10	1.25	0.049
34.10	35.15	1.05	0.093
35.15	35.75	0.60	0.171
35.75	36.15	0.40	0.284
36.15	36.60	0.45	0.189
36.60	37.35	0.75	0.018

Tabla 7 DDHF-HU-015-23

DESDE	HASTA	POTENCIA	Au (Oz/Tc)
4.9	5.65	0.75	0.017
5.65	6.6	0.95	0.007
6.6	8.1	1.5	0.005
8.1	9.45	1.35	0.009
9.45	9.85	0.4	0.008
9.85	11.35	1.5	0.01
11.35	13.35	2	0.013
13.35	13.75	0.4	0.029
13.75	14.75	1	0.025
14.75	15.2	0.45	0.225
15.2	16.4	1.2	0.303
16.4	17.65	1.25	0.152
17.65	18.1	0.45	0.113
18.1	19.65	1.55	0.148

19.65	21.05	1.4	0.135
21.05	22.5	1.45	0.134
22.5	23.9	1.4	0.205
23.9	25.2	1.3	0.37
25.9	26.7	0.8	0.46
26.7	28.2	1.5	0.327
28.2	29.65	1.45	0.121
29.65	29.95	0.3	0.086
29.95	31.35	1.4	0.072
31.35	32.8	1.45	0.005
32.8	34.1	1.3	0.08
34.1	35.05	0.95	0.105
35.05	36.2	1.15	0.071

Tabla 8 *DDHF-HU-016-23*

DESDE	HASTA	POTENCIA	Au (Oz/Tc)
2	3	1	0.011
3	5	2	0.001
5	6.6	1.6	0.003
6.6	8	1.4	0.004
8	8.9	0.9	0.005
8.9	10.1	1.2	0.005
10.1	10.8	0.7	0.005
10.8	11.2	0.4	0.014
11.2	12.05	0.85	0.009
12.05	12.85	0.8	0.013
12.85	13.25	0.4	0.025
13.25	14.7	1.45	0.005
14.7	15.95	1.25	0.008
15.95	16.6	0.65	0.18
16.6	17.2	0.6	0.206
17.2	17.9	0.7	0.107
17.9	19.3	1.4	0.03
19.3	19.7	0.4	0.246
19.7	20.3	0.6	0.15
20.3	21.3	1	0.123
21.3	22.6	1.3	0.16
22.6	24.55	1.95	0.136
24.55	25.7	1.15	0.16
25.7	26.5	0.8	0.224
26.5	27.55	1.05	0.171
27.55	28.8	1.25	0.125

28.8	29.85	1.05	0.084
29.85	31.3	1.45	0.154
31.3	32.35	1.05	0.145
32.35	32.65	0.3	0.127
32.65	34	1.35	0.124
34	34.9	0.9	0.17
34.9	36.1	1.2	0.096
36.1	37.45	1.35	0.074
37.45	38.2	0.75	0.105
38.2	39	0.8	0.06
39	39.55	0.55	0.028
39.55	41.1	1.55	0.012
41.1	42.5	1.4	0.004
42.5	44	1.5	0.012

Tabla 9 DDHF-HU-017-23

DESDE	HASTA	POTENCIA	Au (Oz/Tc)
20.15	20.75	0.6	0.002
20.75	21.35	0.6	0.004
21.35	22.05	0.7	0.002
22.05	22.65	0.6	0.002
22.65	23.15	0.5	0.003
25.9	26.45	0.55	0.001
26.45	27.05	0.6	0.009
27.05	27.65	0.6	0.023
27.65	28.25	0.6	0.003
28.25	28.85	0.6	0.014
28.85	29.45	0.6	0.005
29.45	30.05	0.6	0.072
30.05	30.65	0.6	0.033
30.65	31.25	0.6	0.036
31.25	31.85	0.6	0.101
31.85	32.15	0.3	0.102
32.15	32.75	0.6	0.118
32.75	33.35	0.6	0.04
33.35	33.95	0.6	0.038
33.95	34.55	0.6	0.075
34.55	35.15	0.6	0.073
35.15	35.5	0.35	0.085
64.25	64.85	0.6	0.004
64.85	65.35	0.5	0.004
65.35	65.95	0.6	0.002

65.95	66.55	0.6	0.003
66.55	67	0.45	0.005
67	67.6	0.6	1.128
67.6	68.15	0.55	0.782
68.15	68.75	0.6	0.005
68.75	69.35	0.6	0.129
69.35	69.95	0.6	0.047
69.95	70.55	0.6	0.062
70.55	71.15	0.6	0.018
71.15	71.55	0.4	0.007
71.55	72.15	0.6	0.008
72.15	72.75	0.6	0.019
85.1	85.7	0.6	0.005
85.7	86.35	0.65	0.006
86.35	86.95	0.6	0.005
86.95	87.6	0.65	0.006
87.6	89.25	1.65	0.024
89.25	89.85	0.6	0.012
89.85	92.4	2.55	0.13
92.4	93	0.6	0.008
93	93.6	0.6	0.005
93.6	94.55	0.95	0.012
94.55	95.15	0.6	0.004
95.15	95.75	0.6	0.006
95.75	96.35	0.6	0.013

Tabla 10 *DDHF-HU-018-23*

DESDE	HASTA	POTENCIA	Au (Oz/Tc)
0	0.6	0.6	0.046
0.6	1.2	0.6	0.068
1.2	2.3	1.1	0.057
2.3	2.9	0.6	0.132
2.9	3.5	0.6	0.083
3.5	4.1	0.6	0.101
4.1	4.7	0.6	0.114
4.7	5.3	0.6	0.115
5.3	5.8	0.5	0.087
5.8	6.4	0.6	0.151
6.4	6.85	0.45	0.138
6.85	7.4	0.55	0.053
7.4	8.1	0.7	0.087
8.1	8.5	0.4	0.087

8.5	9.1	0.6	0.067
9.1	9.5	0.4	0.063
9.5	10.25	0.75	0.219
10.25	10.85	0.6	0.167
10.85	11.4	0.55	0.144
11.4	12	0.6	0.135
12	12.6	0.6	0.237
12.6	13	0.4	0.106
13	13.6	0.6	0.198
13.6	14.25	0.65	0.129
14.25	14.85	0.6	0.162
14.85	15.45	0.6	0.111
15.45	15.9	0.45	0.286
15.9	16.4	0.5	0.109
16.4	17.1	0.7	0.159
17.1	17.85	0.75	0.11
17.85	18.2	0.35	0.139
18.2	18.55	0.35	0.076
18.55	19.05	0.5	0.081
19.05	19.65	0.6	0.105
19.65	20.05	0.4	0.113
20.05	20.65	0.6	0.118
20.65	21.15	0.5	0.121
21.15	21.75	0.6	0.102
21.75	22.2	0.45	0.121
22.2	22.9	0.7	0.285
22.9	23.5	0.6	0.273
23.5	24	0.5	0.158
24	24.45	0.45	0.083
24.45	25.05	0.6	0.122
25.05	25.45	0.4	0.375
25.45	25.7	0.25	0.209
25.7	26	0.3	0.506
26	26.6	0.6	0.239
26.6	27.2	0.6	0.149
27.2	27.7	0.5	0.177
27.7	28.25	0.55	0.164
28.25	28.6	0.35	0.206
28.6	29	0.4	0.155
29	29.45	0.45	0.275
29.45	30.05	0.6	0.17
30.05	30.65	0.6	0.229
30.65	31.25	0.6	0.177
31.25	31.85	0.6	0.103

31.85	32.1	0.25	0.222
32.1	32.65	0.55	0.17
32.65	33.05	0.4	0.107
33.05	33.55	0.5	0.117
33.55	34	0.45	0.064
34	34.55	0.55	0.025
34.55	34.9	0.35	0.042
34.9	35.3	0.4	0.282
35.3	35.6	0.3	0.2
35.6	35.9	0.3	0.292
35.9	36.5	0.6	0.079
36.5	37	0.5	0.096
37	37.6	0.6	0.268
37.6	38.2	0.6	0.038
38.2	38.6	0.4	0.019
38.6	39.2	0.6	0.02

Tabla 11 *DDHF-HU-019-23*

DESDE	HASTA	POTENCIA	Au (Oz/Tc)
0	1.2	1.2	0.124
1.2	2.1	0.9	0.077
2.1	2.6	0.5	0.267
2.6	3.4	0.8	0.149
3.4	4	0.6	0.036
4	4.5	0.5	0.098
4.5	5.8	1.3	0.028
5.8	6.5	0.7	0.02
6.5	7.2	0.7	0.012
7.2	7.9	0.7	0.038
7.9	8.2	0.3	0.015
8.2	8.9	0.7	0.011
8.9	9.65	0.75	0.008
9.65	10.1	0.45	0.045
10.1	10.95	0.85	0.02
10.95	11.65	0.7	0.082
11.65	12.3	0.65	0.201
12.3	12.85	0.55	0.228
12.85	13.4	0.55	0.047
13.4	14.4	1	0.064
14.4	14.85	0.45	0.062
14.85	15.6	0.75	0.05
15.6	16.05	0.45	0.22

16.05	16.65	0.6	0.058
16.65	17	0.35	0.184
17	17.7	0.7	0.027
17.7	18.3	0.6	0.01
18.3	19.2	0.9	0.01
27.3	27.95	0.65	0.003
27.95	28.45	0.5	0.015
28.45	29.5	1.05	0.005
31.35	31.85	0.5	0.002
32.6	33.3	0.7	0.005
35.8	36.7	0.9	0.056
36.7	37.5	0.8	0.052
37.5	38.05	0.55	0.064
38.05	38.6	0.55	0.058
42.75	43.3	0.55	0.026
43.3	44.05	0.75	0.086
44.05	44.8	0.75	0.241
44.8	45.4	0.6	0.556
45.4	45.85	0.45	0.255
45.85	46.35	0.5	0.607
46.35	47.1	0.75	0.097
47.1	47.9	0.8	0.583
47.9	48.5	0.6	0.299
48.5	49.4	0.9	0.506
49.4	50.3	0.9	0.013
50.3	51.15	0.85	0.055
51.15	52.2	1.05	0.021
52.2	52.9	0.7	0.046
52.9	53.45	0.55	0.045
54.1	54.95	0.85	0.026
54.95	55.3	0.35	0.143
55.3	56.6	1.3	0.171
56.6	57.3	0.7	0.058
57.3	58.35	1.05	0.037
58.35	59.2	0.85	0.038
59.2	59.95	0.75	0.043
59.95	61.1	1.15	0.045
61.1	62.15	1.05	0.042
62.15	63.25	1.1	0.031

Tabla 12 DDHF-HU-020-23

DESDE	HASTA	POTENCIA	Au (Oz/Tc)
0	1.8	1.8	0.121
1.8	2.3	0.5	0.325
2.3	3	0.7	0.131
3	4.05	1.05	0.194
4.05	5	0.95	0.078
5	5.95	0.95	0.103
5.95	7.05	1.1	0.042
7.05	7.75	0.7	0.01
7.75	8.85	1.1	0.011
8.85	9.95	1.1	0.052
9.95	10.6	0.65	0.023
10.6	10.9	0.3	0.042
10.9	12.1	1.2	0.039
12.1	13.2	1.1	0.024
13.2	14	0.8	0.012
14	14.8	0.8	0.01
55.65	56.2	0.55	0.018
56.2	56.65	0.45	0.014
56.65	56.95	0.3	0.013
57.95	58.6	0.65	0.015
58.6	59.2	0.6	0.012
59.2	59.7	0.5	0.008

VIII. ESTIMACIÓN DE RECURSOS DE MINERALES

La estimación y categorización de recursos del proyecto “Brecha Huachuhuillca” se realizó en LEAPFROG EDGE (módulo de estimación del software Leapfrog Geo), utilizando herramientas geoestadísticas, en base a los modelos 3D previamente realizados, base de datos de sondeos y la topografía superficial actualizado al último mes.

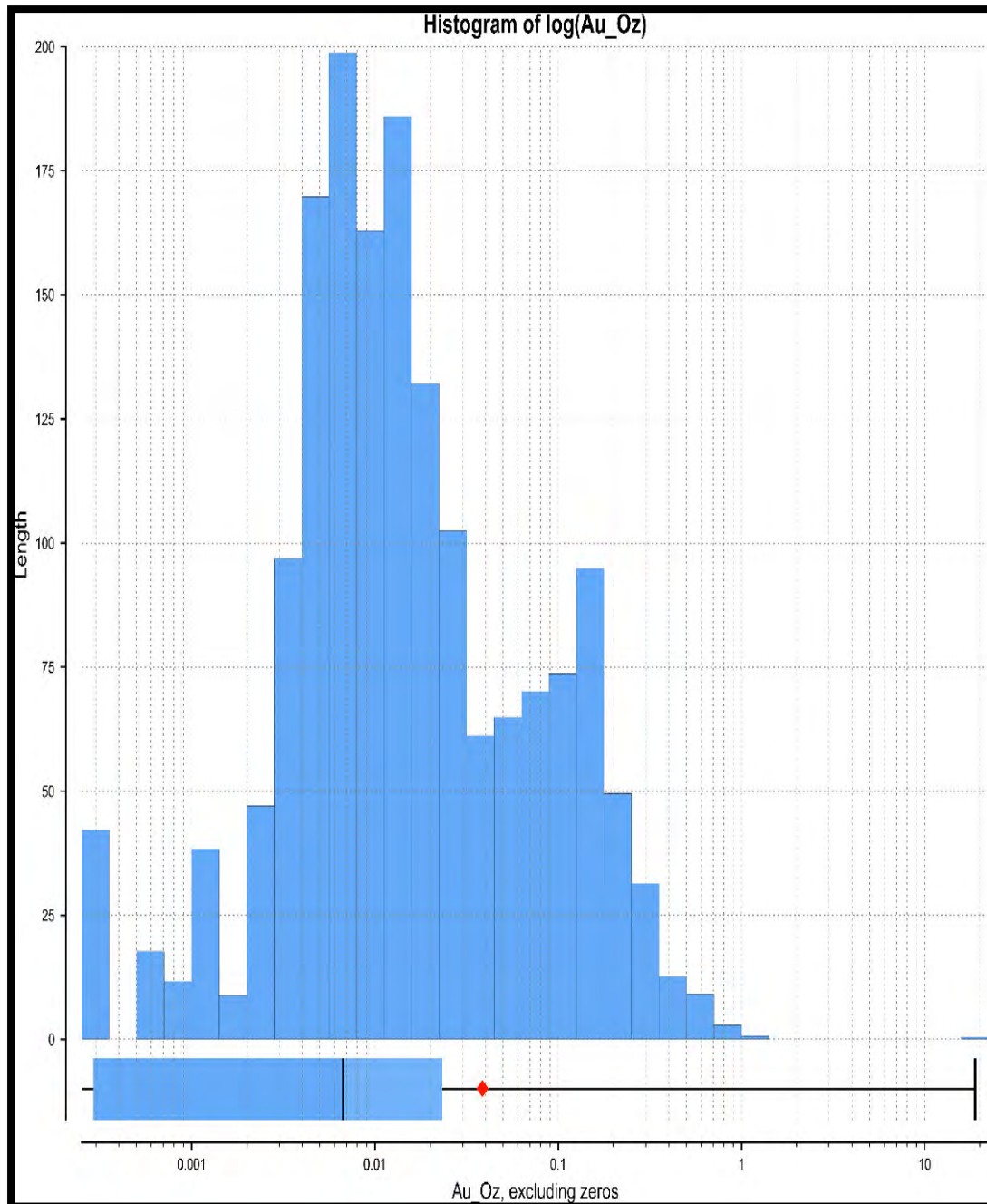
El objetivo final de la estimación es combinar la interpretación geológica cualitativa del yacimiento (Modelo Geológico), con los datos cuantitativos de muestreo y análisis geoquímico (análisis geoestadístico de leyes) para crear estimadores espaciales.

8.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS (EDA)

Conjunto de técnicas estadísticas cuya finalidad es conseguir un entendimiento básico del comportamiento de los datos y de las relaciones existentes entre las variables analizadas. Organiza y prepara datos, detecta fallos en el sistema, tratamiento y evaluación de datos ausentes, e identificación de valores atípicos.

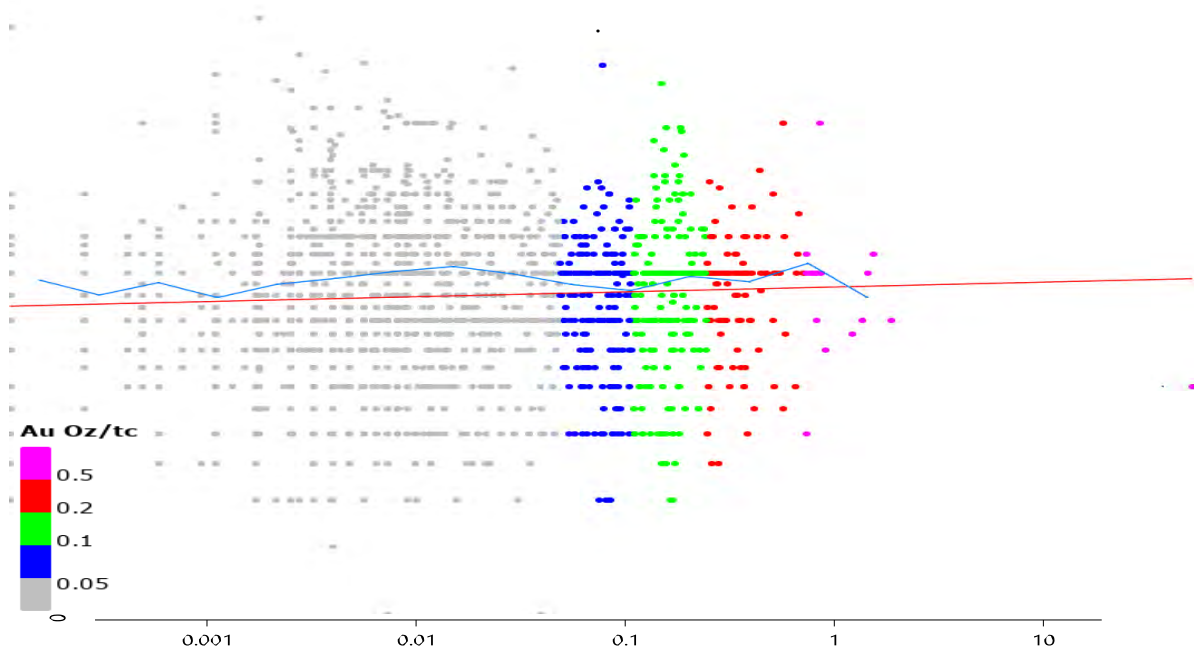
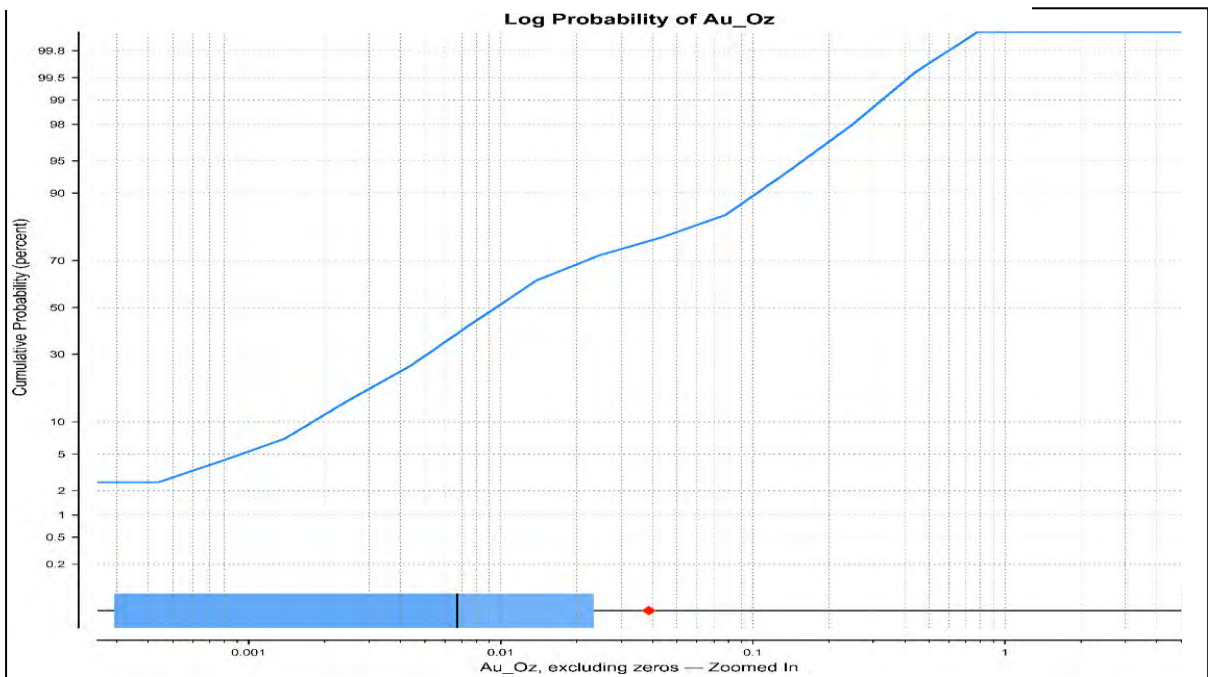
8.1.1. Estadística Global.

Figura 19 Histograma global de muestras de oro sin compositar



Nota; elaboración propia

Figura 20 Probabilidad acumulada de leyes de oro.



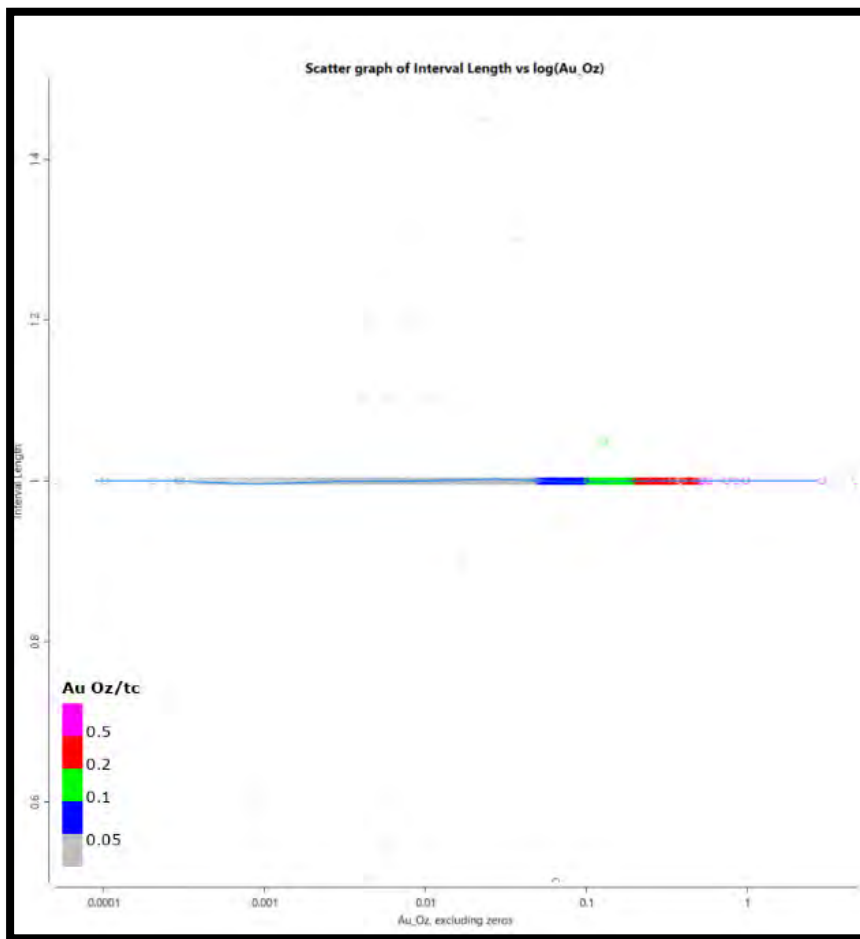
Nota: elaboración propia

8.1.2. CÁLCULOS DE LONGITUD DEL COMPÓSITO

Existen varios criterios para calcular longitud de compuesto, tales como: criterio de moda estadística de la longitud de muestreo, ancho de vetas, altura de banco de explotación.

Para nuestro caso empleamos el criterio estadístico (moda de los intervalos de muestreo), donde se obtuvo una moda de 1, esto nos indica que los compósitos se deberán realizar a cada metro de longitud.

Figura 21 *Longitud de muestreo compositado*



Nota: elaboración propia

8.1.3. DEFINICIÓN DE DOMINIO DE ESTIMACIÓN

Una adecuada definición de los dominios de interpolación permitirá evitar los sesgos en la interpolación de leyes. El estudio de dominios de estimación puede ser definido bajo dos escenarios.

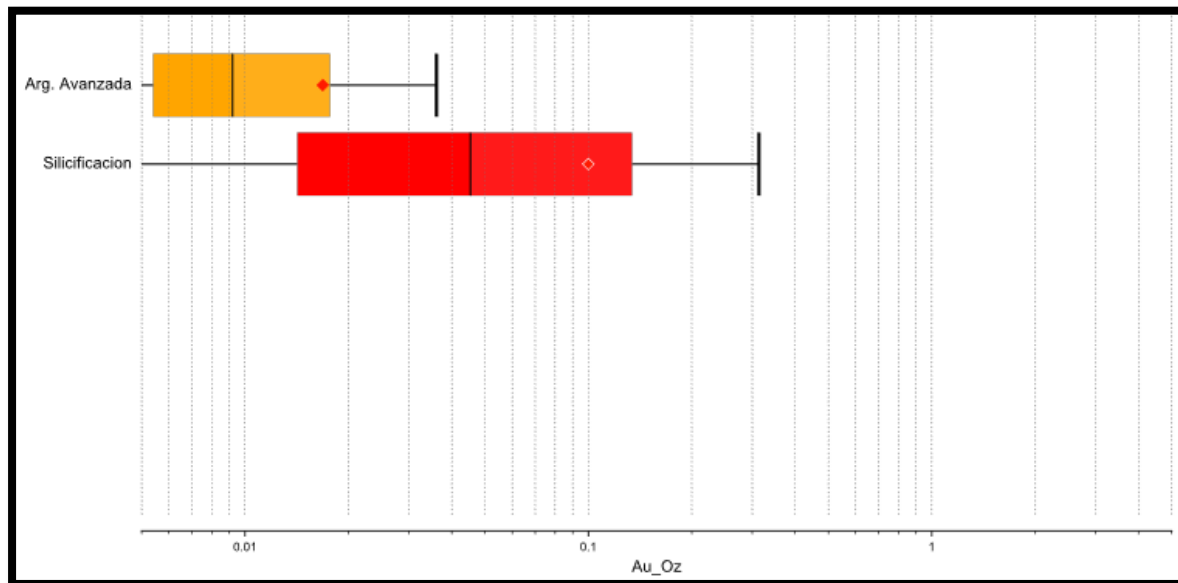
A partir de un modelo geológico tri-dimensional que incluya los modelos estructurales, litológico, alteraciones, zona mineral y otros.

Asignando indicadores que definan dominios como, por ejemplo, zona de estéril/mineral, zona de baja/alta ley, y otros.

Para la estimación del Proyecto “Brecha Huachuquillas” se optó definir en base al modelo tri-dimensional de indicadores (Leyes de Oro mayores a 2 g/tc.) solo dentro del dominio de alteración hidrotermal de silicificación y argílica avanzada, debido a las características típicas del yacimiento (sistema epitermal de alta sulfuración).

Según la interpretación geológica y análisis estadístico se determinó considerar como dominio principal de la estimación de recursos al modelo 3D de la zona de silicificación.

Figura 22 *Diagrama de Cajas y bigotes - alteración*

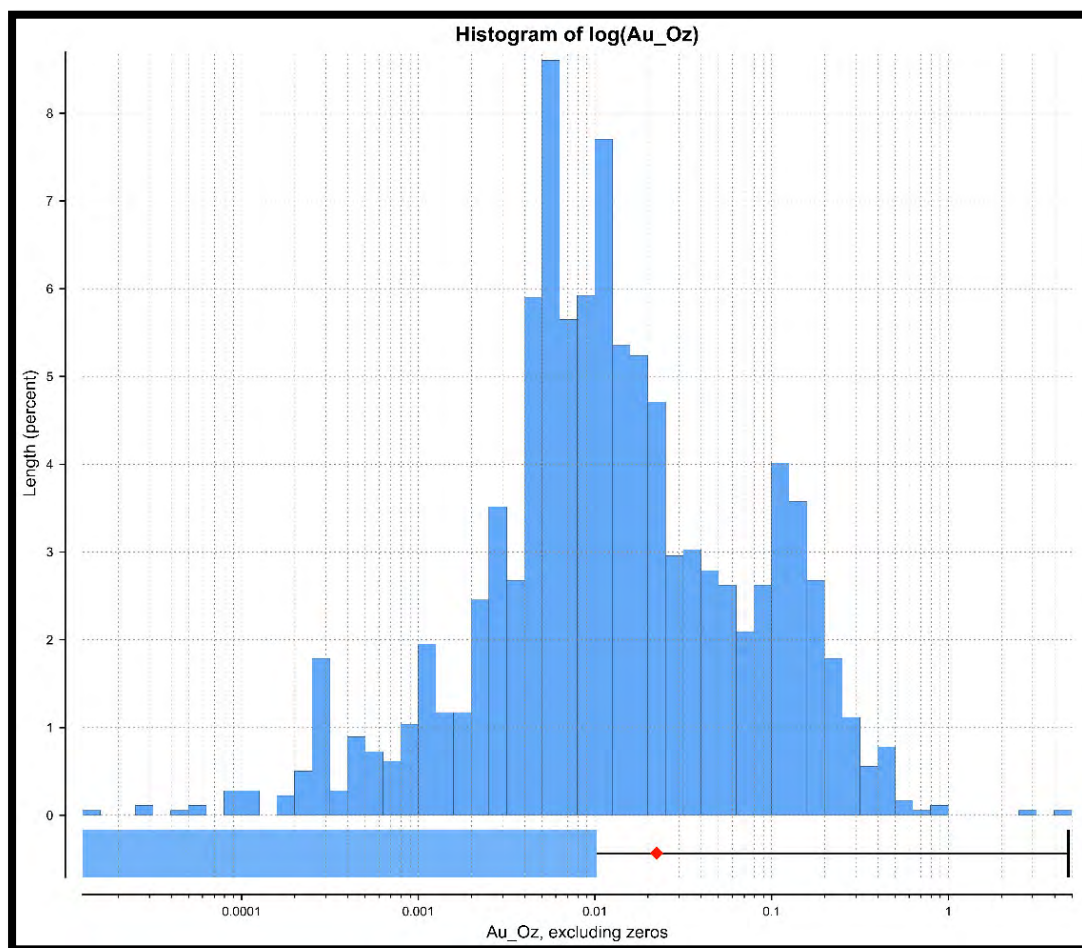


Nota: elaboración propia

8.1.4. VALORES ATÍPICOS (OUTLIERS)

El término de valores atípicos se utiliza para describir valores extremadamente altos o bajos, estos valores se desvían de la tendencia general de los valores regulares y se aíslan estadísticamente. El objetivo de determinar los valores atípicos es evitar el problema de la sobreestimación debido al impacto de las muestras que no se ajustan a la distribución del análisis. Se debe considerar que el impacto de las muestras con valores atípicos debe ser limitada, un criterio ampliamente aceptado es usar un punto de interrupción pronunciado en la curva que se muestra en la distribución logarítmica normal, que por lo general ocurre por encima del 95% de probabilidad.

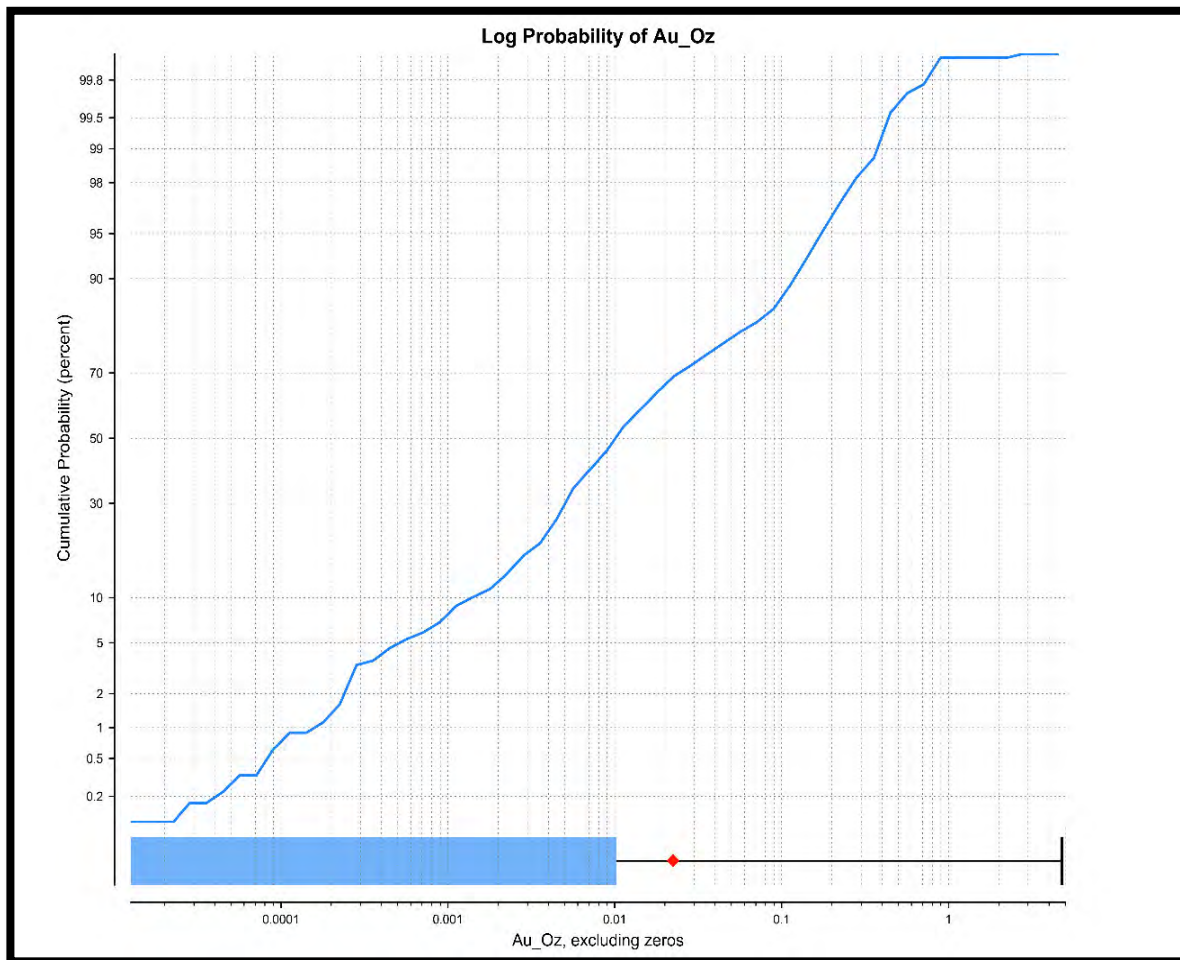
Figura 23 Histograma de muestras compositados



Nota: elaboración propia

Según histograma de frecuencia de los valores compositados, se muestran dos poblaciones con valores atípicos en los dos extremos. Los valores atípicos en el extremo derecho inician en 1 Oz/tc. _Au, por encima de este valor ya son considerados como valores atípicos y deberán restringirse, el diagrama de caja y bigotes muestra un límite extremo de 4.78 de las muestras compositados.

Figura 24 *Curva de probabilidad acumulada de muestras compositados*



Nota: elaboración propia

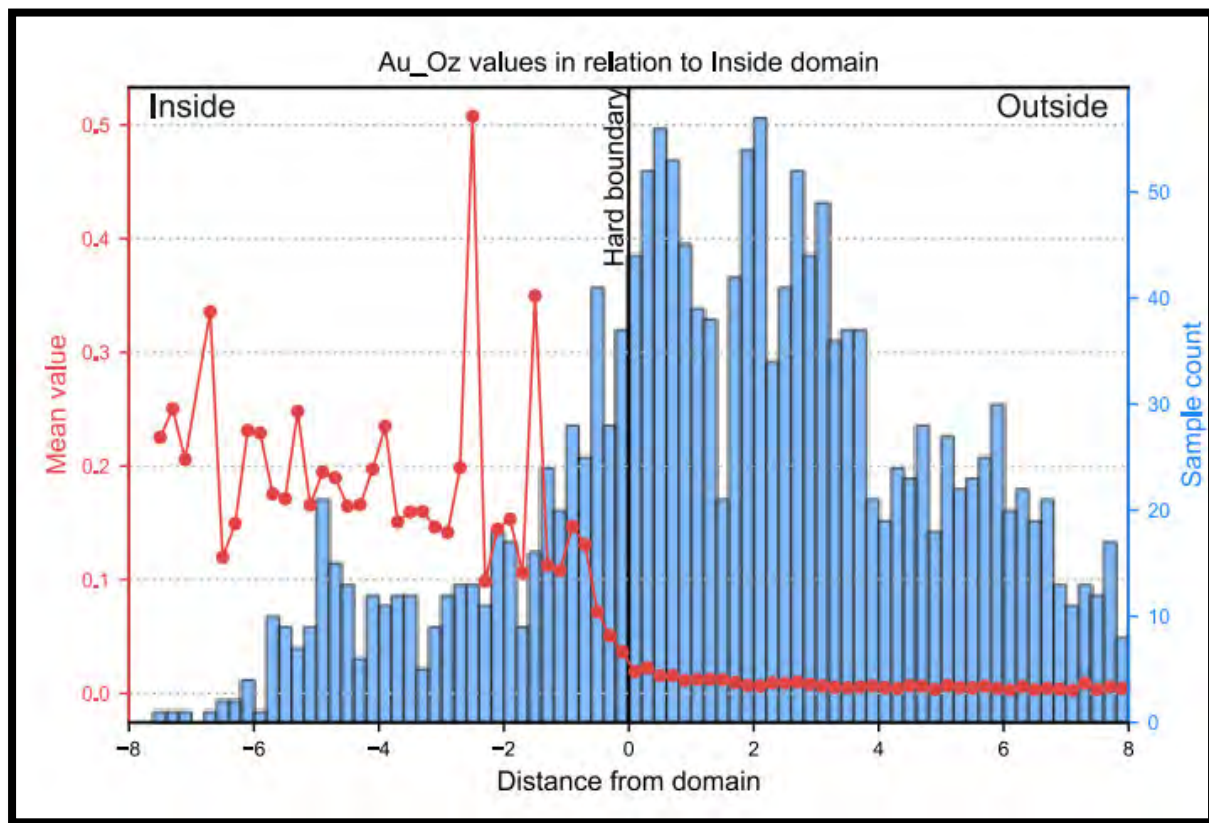
En el gráfico de probabilidad acumulada, se muestran un comportamiento de pendiente lineal hasta 1 y un valor máximo de 4.784, el cual demuestra la existencia de los valores atípicos y tolerancia máxima es de 1.0 Oz/tc. _Au, para la estimación de recursos.

8.2. SELECCIÓN DEL DOMINIO Y ANÁLISIS DE CONTACTO

Una vez realizada el análisis exploratorio de datos se procedió con la selección del dominio de estimación, previamente definido en capítulo de modelamiento geológico tridimensional y validada con análisis exploratorio de datos.

El dominio de estimación seleccionada corresponde al modelo tri- dimensional de indicadores de leyes de oro mayores a 2g/t. dentro de la zona de silicificación y argílica avanzada. Según el grafico, se observa una distancia mínima de 8 m. desde el contacto hacia el centroide del dominio (Inside), con un contacto suave de baja ley hacia fuera de, dominio, los valore de Au se elevan considerablemente en dirección al centroide del domino, desde 0.13 Oz/tc. Hasta mayores a 0.50 Oz/tc. de leyes de Au.

Figura 25 Muestras dentro del dominio de estimación



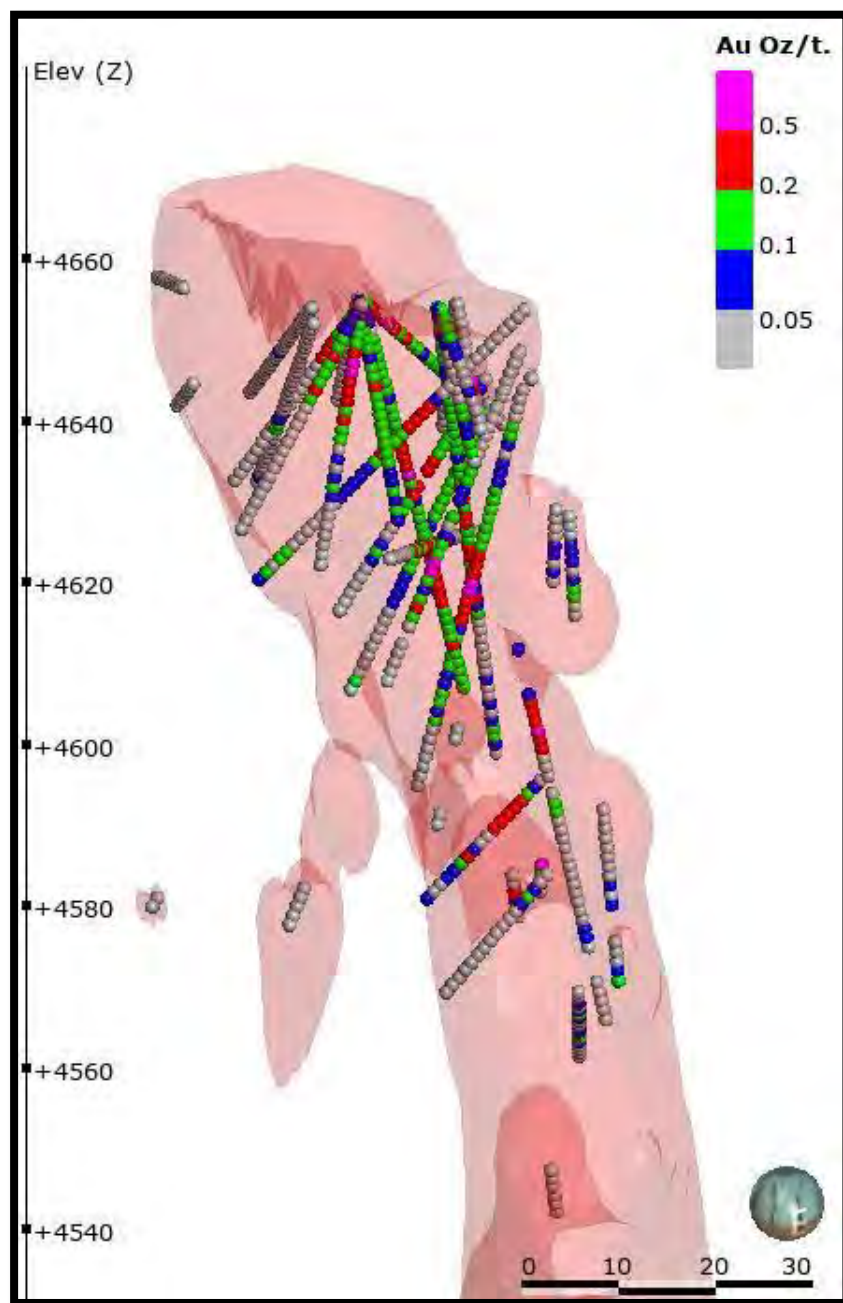
Nota: elaboración propia

8.2.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS DENTRO DEL DOMINO.

Espacialmente se observa mayor densidad de información de muestras distribuidas hacia la superficie y pobre densidad en profundidad.

Con respecto a valores, se observa altos valores de oro hacia el centroide del dominio

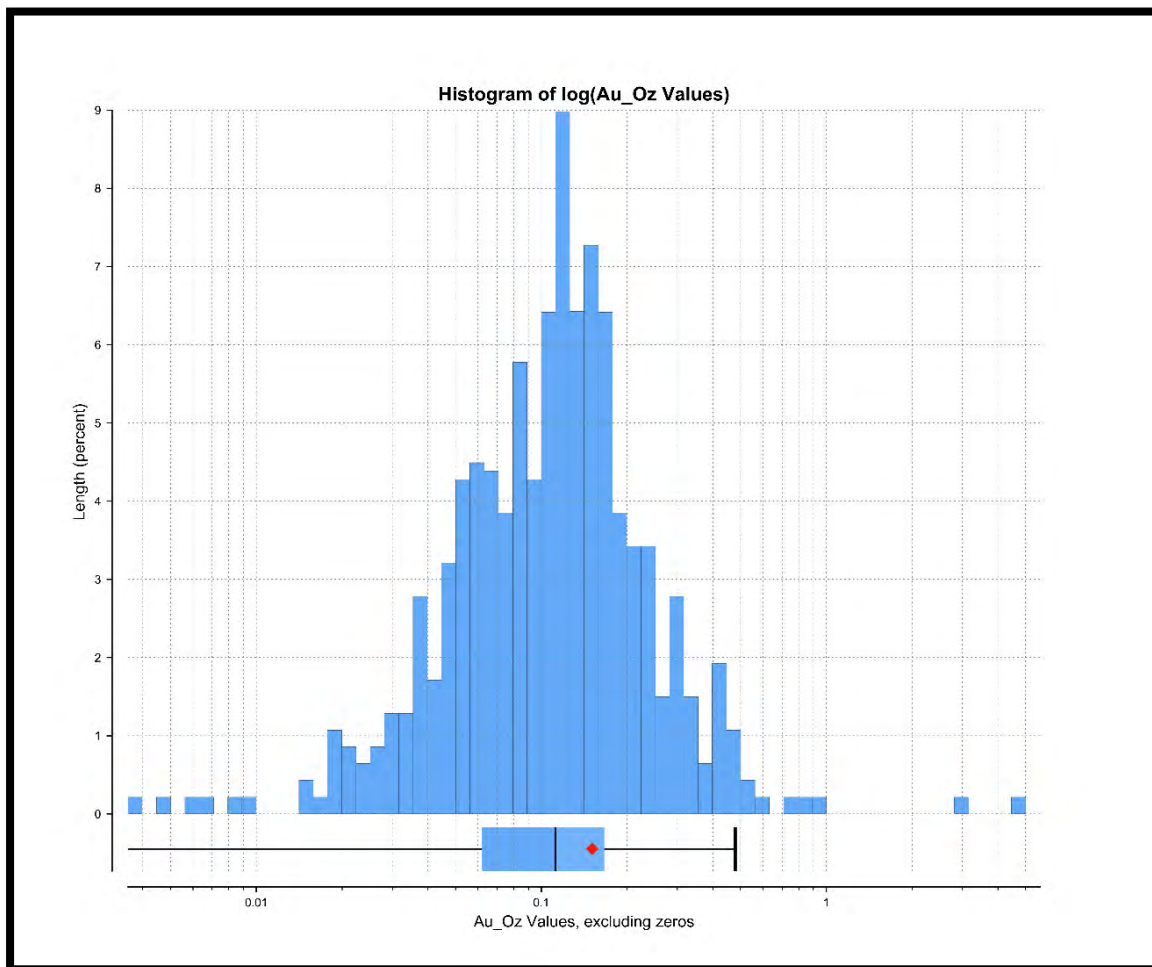
Figura 26 *Distribución de las muestras dentro del dominio*



Nota; elaboración propia

Se generó histograma de distribución de las muestras de Au dentro del dominio de estimación a escala logarítmica, con la finalidad de determinar el tipo de distribución.

Figura 27 *Histograma de distribución de muestras dentro del dominio de estimación*



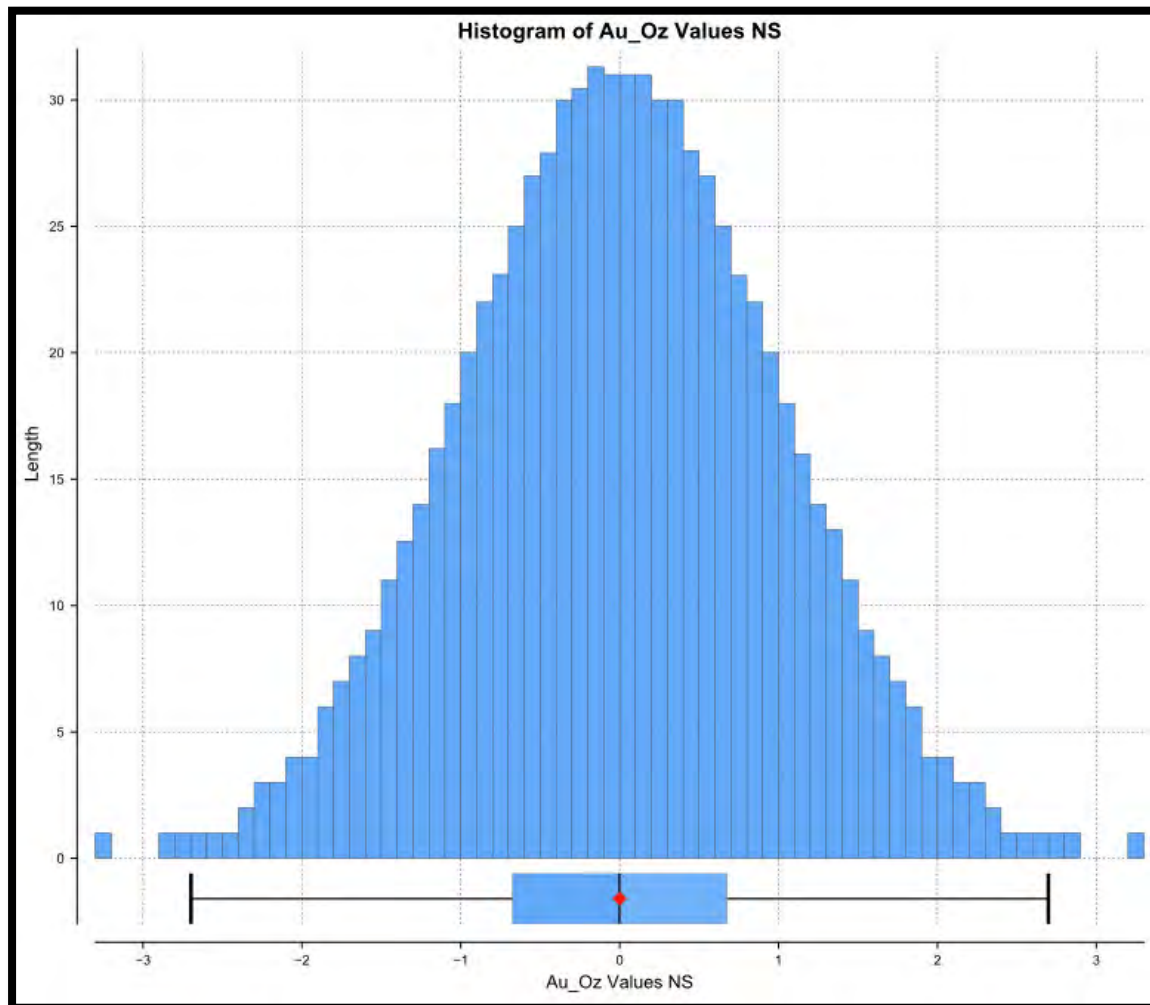
Nota: elaboración propia

De acuerdo con grafico de histograma, las muestras de Au se asemejan a una distribución normal, según la distribución las leyes de las muestras de oro dentro del dominio, tienen un promedio de 0.151 Oz/tc. y una desviación estándar de 0.273. La tolerancia máxima de los valores atípicos según el grafico son: menor o igual a 0.015 en el extremo izquierdo y mayor o igual a 1.0 en el extremo derecho, con estos valores se restringirá la estimaron de recursos.

8.2.2. TRANSFORMACIÓN DE MUESTRAS A UNA DISTRIBUCIÓN GAUSSIANA

Por lo general, cuando se trata de valores oro, tienen una alta variabilidad en la distribución, por ende, presentan valores erráticos muy altos (Outliers) y aislados. Por esta razón se tomó la decisión de transformar la distribución de valores a Log-Normal o distribución gaussiana, antes de iniciar con modelamiento geoestadístico de variogramas.

Figura 28 *Trasformación de valores Log – Normal*



Nota: elaboración propia

8.3. VARIOGRAFÍA

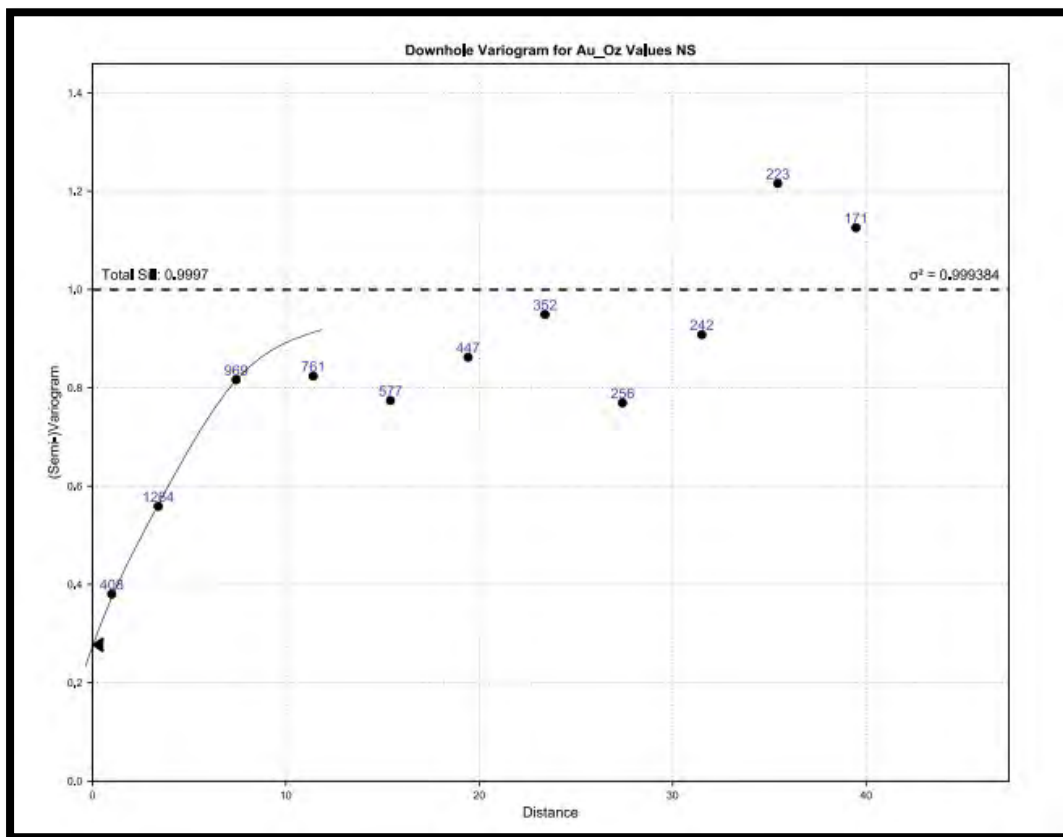
En base a los valores transformados a distribución gaussiana, se comenzó con la generación del variograma experimental:

- Previamente se determinó los parámetros de dirección, inclinación y tendencia (Plunge) de mineralización según dominio de estimación.
 - Dirección de Inclinación (Dip Azimuth): 80°

- Inclinación (Dip): -78°
- Cálculo de efecto pepita, para calcular efecto pepita se utilizó la opción adicionar “downhole Variogram”, este variograma solo mira los pares de muestras en los sondeos y la diferencia de profundidad para calcular el valor intervalos.

Proyectando pares de muestras experimentales de “downhole Variogram” hasta interceptar con el origen, se obtiene el valor de efecto pepita (Nugget = 0.28).

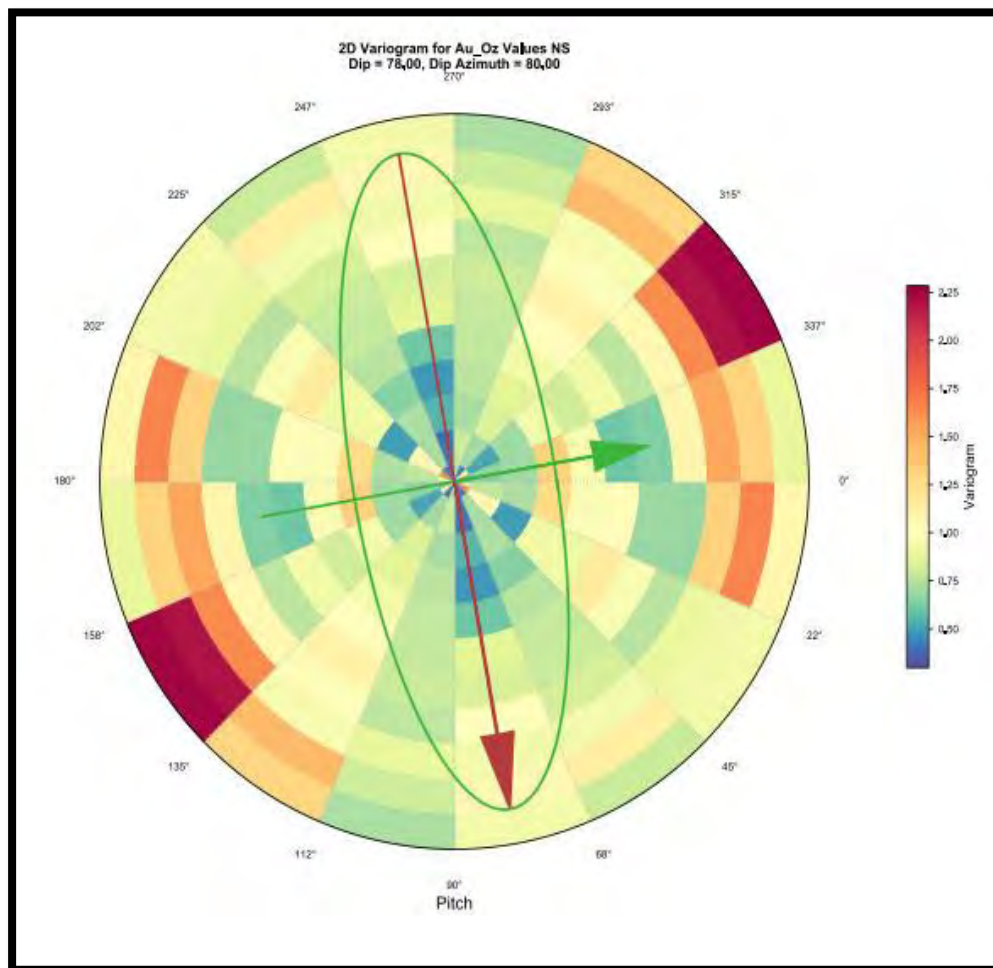
Figura 29 Variograma de Profundidad de los sondeos



Nota; elaboración propia

- Definición del plunge de mineralización, para definir plunge de mineralización o dirección de máxima continuidad, se utilizó el mapa variográfico 2D de cálculo de variogramas, el cual nos permite encontrar la dirección de baja variabilidad en N080°E y -78° de inclinación y 79° de pitch, como se observa en la figura.

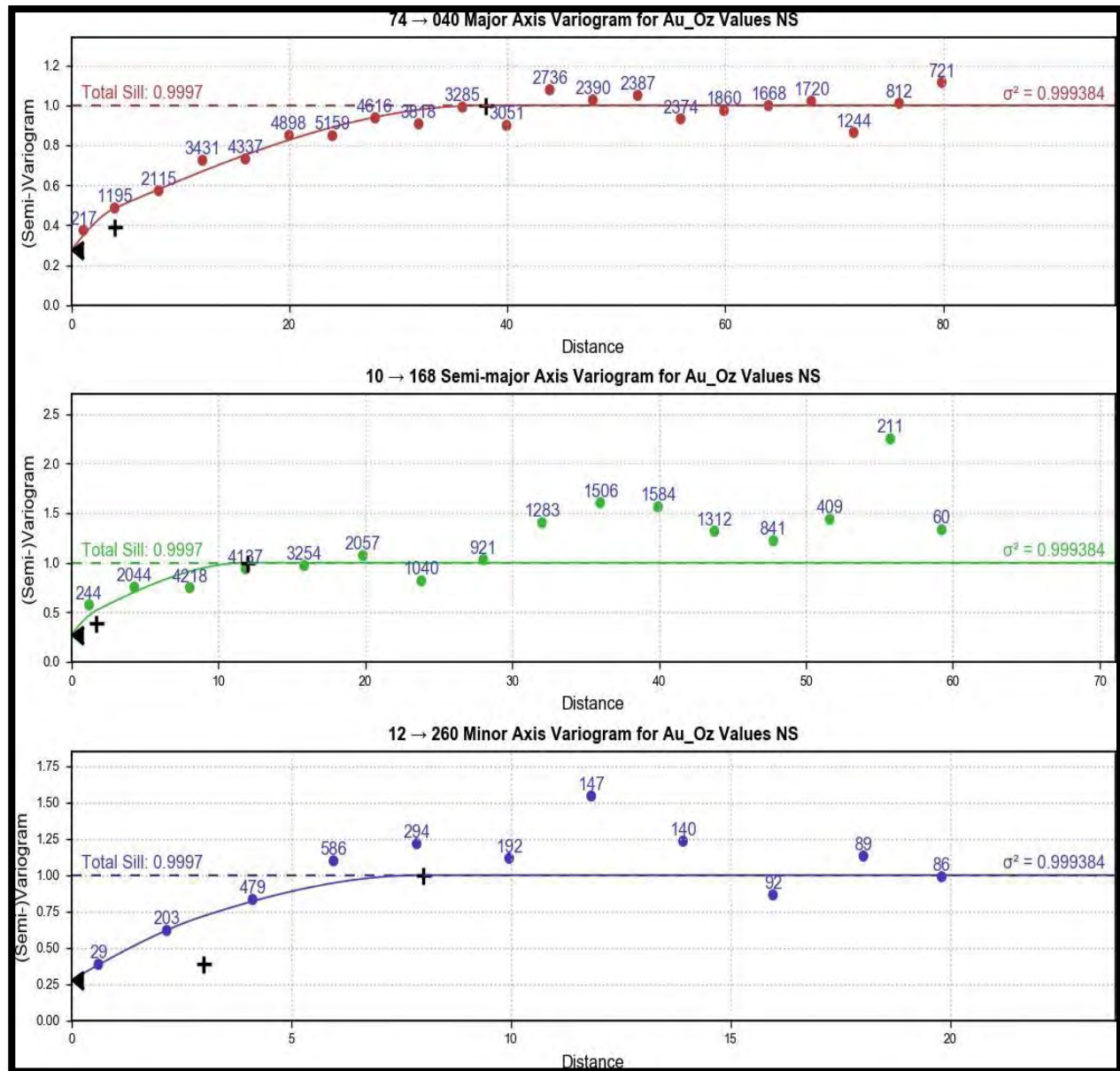
Figura 30 Mapa Variográfico 2D



Nota: elaboración propia

- Modelamiento de variograma:

Figura 31 *Modelo de Variograma 3D*



Nota: elaboración propia

Parámetros de análisis Variográfico:

Tabla 13 *Datos variograficos*

Dirección del Variograma	
Dip	78°
Azimut	N080°E
Pitch	80°

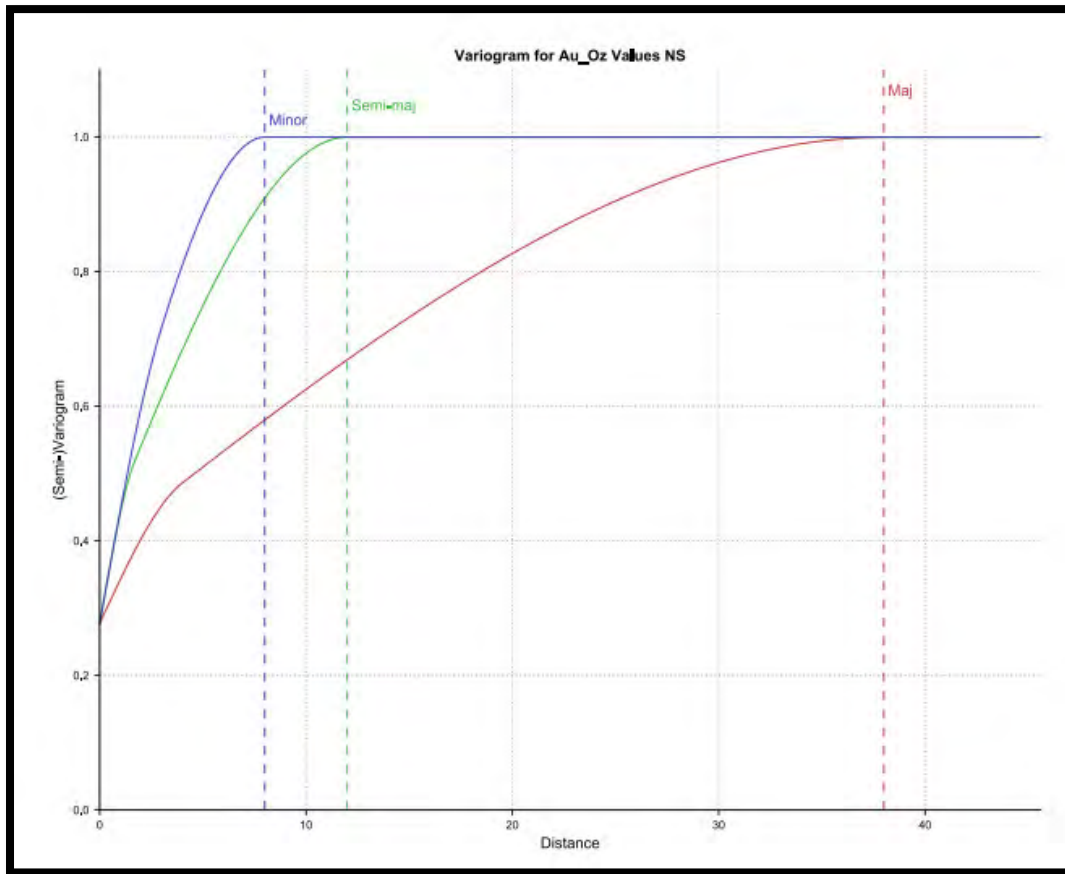
Nota; elaboración propia

Tabla 14 *Parametros*

[Variogram Parameters]					
Nugget	0.28	Model	Maj or	Semi- Major	Min or
Structure 1	0.109	Spherical	2.5	1	3
Structure 2	0.611	Spherical	38	12	8
Total, Sill:	1				

Nota: elaboración propia

Figura 32 Alcances de variograma



Nota: elaboración propia

8.4. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN (ESTIMADORES)

Para la estimación de recursos se utilizaron tres métodos de estimación, tales como: Vecino más cercano, Inversa a la distancia y Kriging ordinario (OK), esto con la finalidad de encontrar una estimación más confiable. Para los tres métodos de estimación se emplearon los mismos parámetros del variograma.

La estimación geoestadística de kriging ordinario considerará la correlación entre las muestras más cercanas de acuerdo al variograma teórico, la estimación por el método vecino más cercano,

considera a las muestras más cercanas al block y la estimación por método inversa a la distancia aplica un factor de ponderación a cada muestra que rodea el punto central de un bloque. La configuración de los parámetros de estimación incluye:

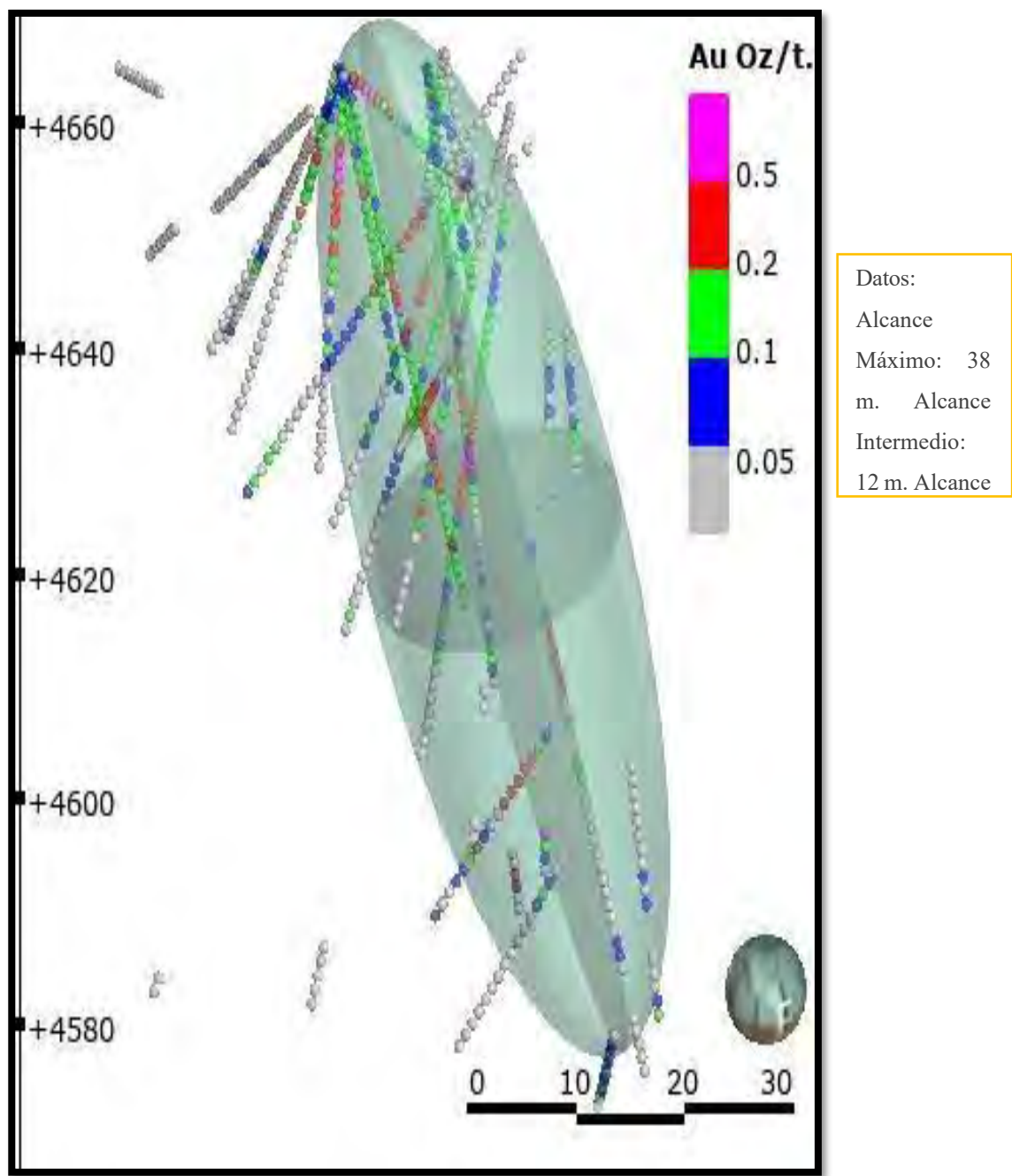
- Modelo de bloques.
- Archivo de compósitos capeados.
- Elipses de búsqueda para cada pasada (3 pasadas).
- Los métodos de estimación: Kriging Ordinario, Inversa a la distancia y vecino más cercano.

8.4.1. ELIPSOIDES DE BÚSQUEDA

El elipsoide de búsqueda es una superficie curva cerrada, cuyas tres secciones ortogonales son elípticas. La elipse de búsqueda abarca a la vecindad de estimación (data de muestreo). Los radios de búsqueda se han obtenido del análisis variográfico, ya que permiten cuantificar la continuidad o el nivel de correlación entre muestras que se localizan en un espacio determinado.

En base a estos alcances del variograma teórico se definió el elipsoide de búsqueda

Figura 33 Plano de elipsoide



Nota: elaboración propia

8.4.2. PROCESOS DE ESTIMACIÓN

De acuerdo a la variografía, el proceso de estimación debería reproducir las leyes de los sondeos en el modelo de bloques, considerando el criterio de las pasadas, estas pasadas se realizan en base a los alcances del variograma, compósitos, numero de muestras por sondeo y valores atípicos según estadística:

Pasada 1: Para elipsoide de búsqueda, se considera el 50% del alcance de variograma, además, se requiere 5 compósitos como mínimo, 18 compósitos como Máximo y solo 3 muestras por sondeos como máximo.

Pasada 2: Para elipsoide de búsqueda, se considera el 100% del alcance de variograma, además, se requiere 4 compósitos como mínimo, 20 compósitos como máximo y 4 muestras por sondeos como máximo.

Pasada 3: Para elipsoide de búsqueda, se considera el 200% del alcance de variograma, además, se requiere 1 compósitos como mínimo, 22 compósitos como máximo y 4 muestras por sondeos como máximo.

Una vez realizada la estimación de las pasadas, se realiza la combinación dando prioridad a las primeras pasadas con la finalidad de categorización o clasificación de recursos.

8.5. CREACIÓN DE MODELO DE BLOQUES

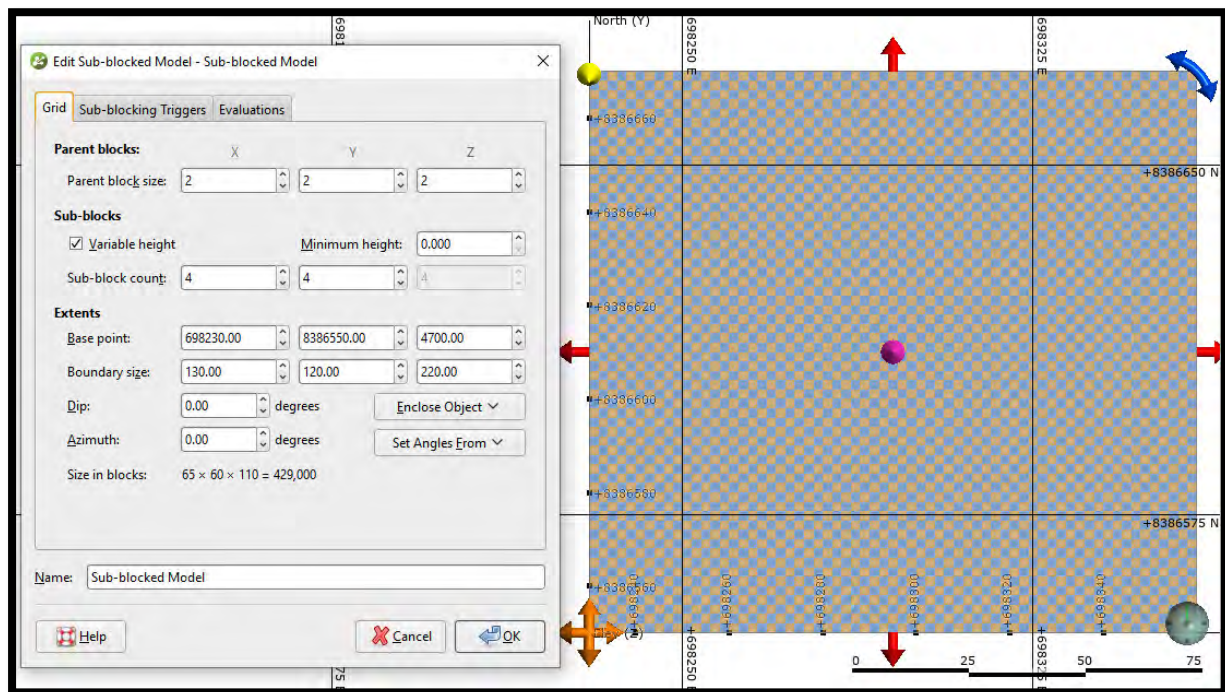
El modelo de bloques es la reproducción de toda la información geológica y la estimación realizada, en bloques o Sub-Bloques con distintos tamaños:

Tabla 15 *Parámetros de modelo de Sub-Bloques*

Grilla	Coord. Punto Base	Tamaño del Límite (m.)	Tamaño del Bloque (m.)	Tamaño de Sub-Bloque
Este	6,98230	130	2	4
Norte	8,386550	120	2	4
Elev.	4,700	220	2	

Nota: elaboración propia

Figura 34 *Parametros de modelo de bloques*



Nota: elaboración propia

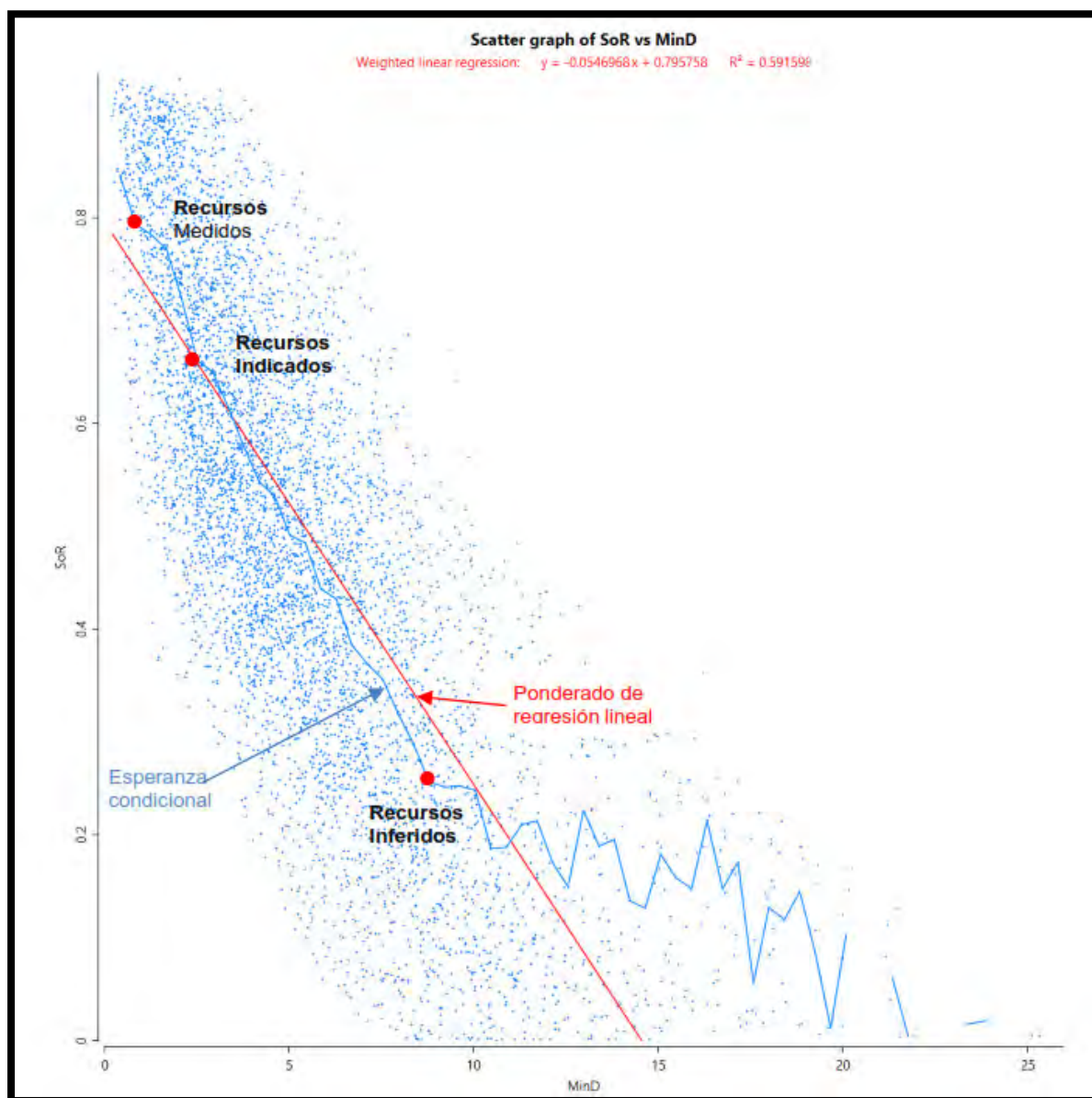
Como desencadenante del sub-bloqueo se asignó al modelo del dominio de estimación, en la pestaña evaluaciones se importa toda la información para ser evaluada dentro del modelo de bloques o sub-bloqueo, así como la información de estimaciones y modelos geológicos.

8.6. CATEGORIZACIÓN DE RECURSOS MINERALES

Las mejores prácticas de la industria minera sugieren que, en la clasificación de Recursos Minerales debe considerar, la confianza en la continuidad geológica de las estructuras mineralizadas, así como la calidad y cantidad de los datos de exploración, que respaldan continuidad de mineralización en la geología del yacimiento y la confianza geoestadística en las estimaciones de tonelaje y ley. Los criterios de clasificaciones apropiados deben apuntar a integrar estos conceptos para delinear áreas regulares con una clasificación de recurso similar.

Para nuestro caso, se ha utilizado el criterio geoestadístico de pendiente de una regresión lineal del valor real “slope of regression”, la mínima distancia de información geología (sondajes) y las pasadas de estimación según variografía.

Figura 35 *Grafico de Scatter Plot SoR & MinD*



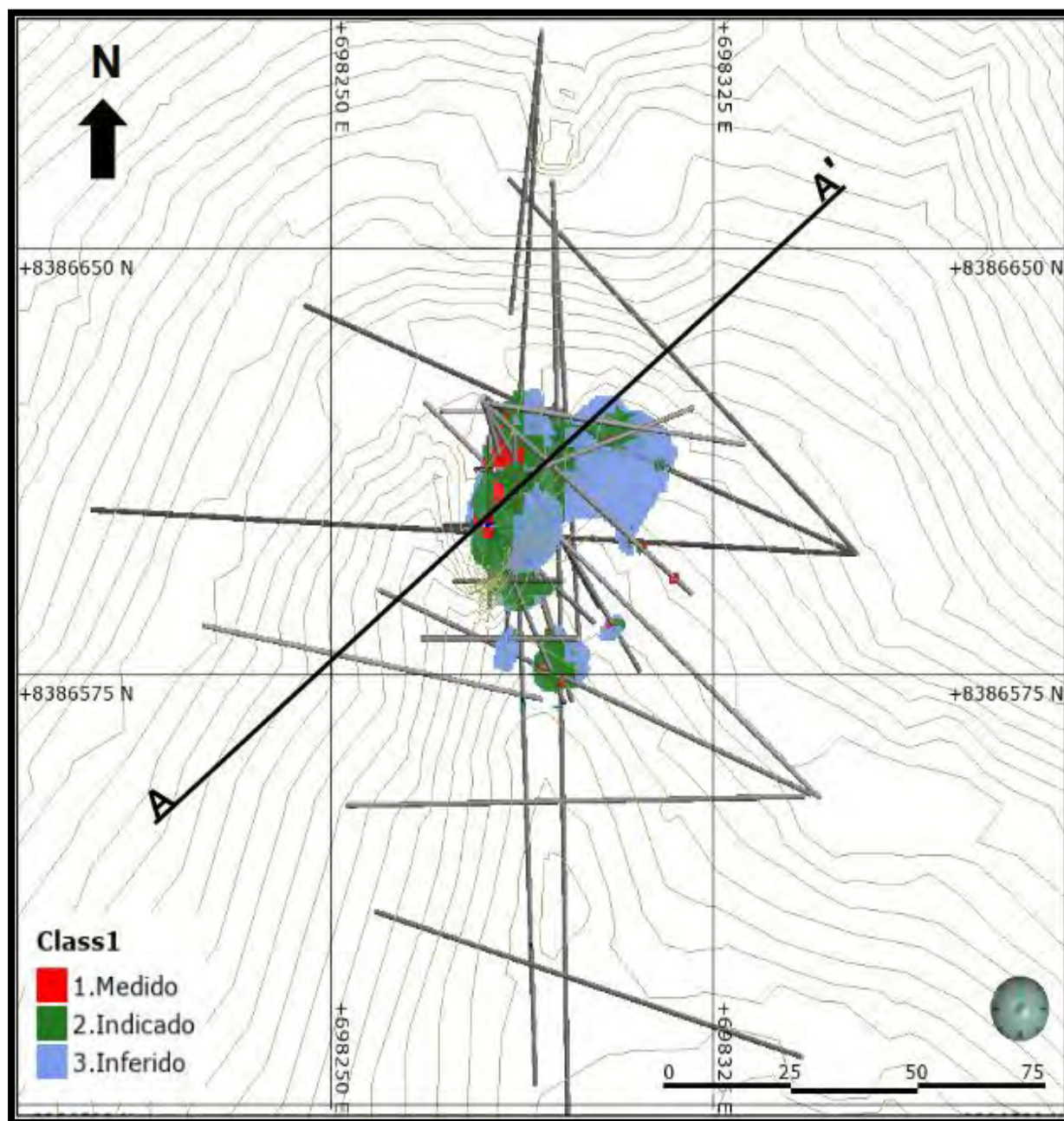
Nota: elaboración propia

En el grafico se observa correlación estadística entre Distancia mínima & Slope of Regression, es un criterio geoestadístico para categorización de recursos donde se da la mayor importancia a la calidad de correlación geoestadística de la estimación (Para Kriging ordinario el valor esperado es igual a 1), en función de la mínima distancia de las muestras.

Con este criterio geoestadístico y las pasadas combinadas de la estimación de recursos, se procede a categorizar:

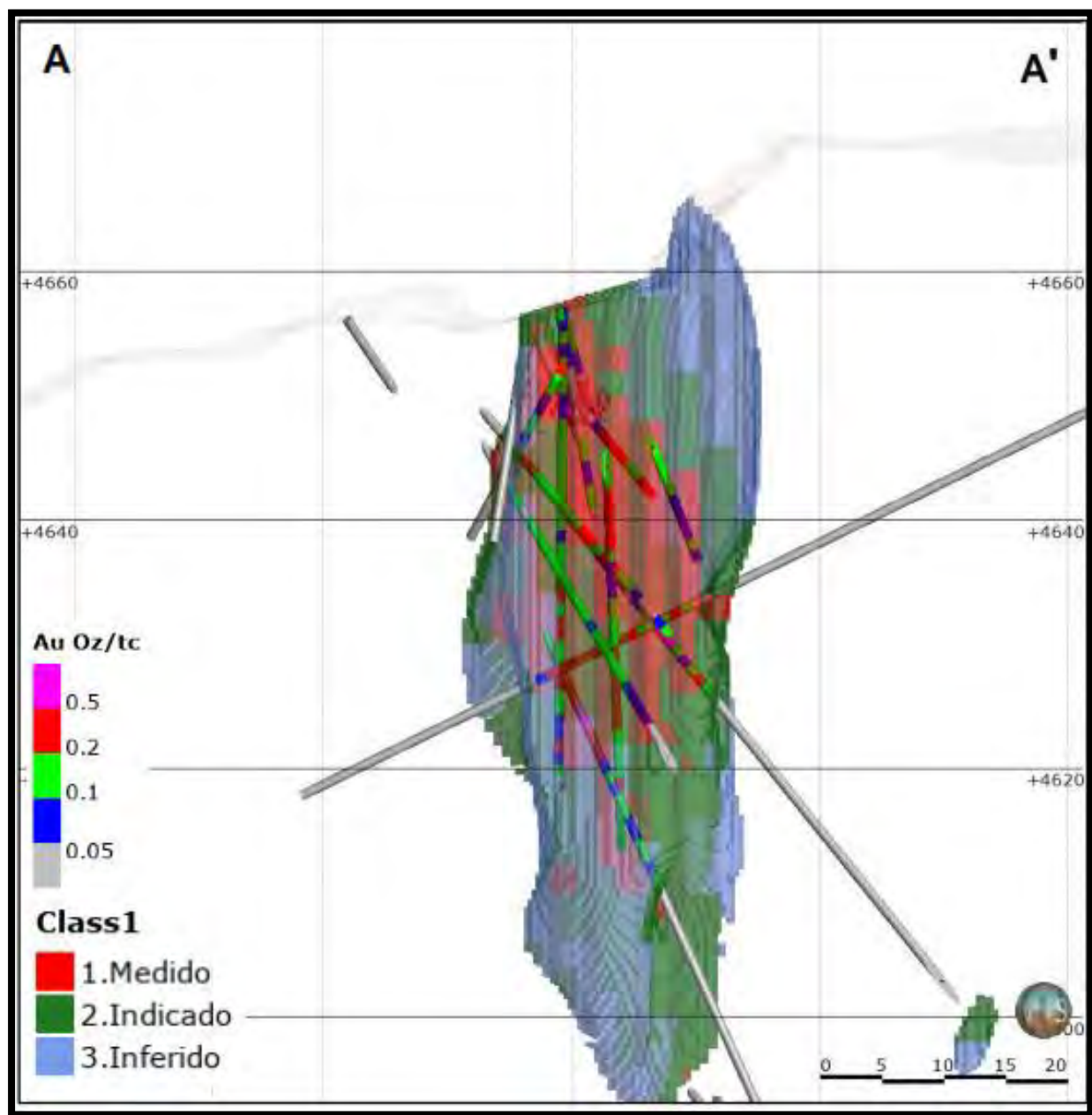
- Recursos Medidos: Estimación de Kriging Ordinario en pasada 1 (P1), Slope of Regression mayor o igual a 0.79, ó distancia mínima menor a 1m.
- Recursos Indicados: Estimación de Kriging Ordinario en pasada 1 y pasada 2 (P1 y P2), Slope of Regression mayor o igual a 0.66, ó distancia mínima menor a 2m.
- Recursos Inferidos: Estimación de Kriging Ordinario en pasada 1, pasada 2 y pasada 3 (P1, P2 y P3), Slope of Regression mayor o igual a 0.25, ó distancia mínima menor a 8 m.

Figura 36 *Plano en Planta Categorización de recursos*



Nota: elaboración propia

Figura 37 Sección A-A', Categorización de recursos



Nota: elaboración propia

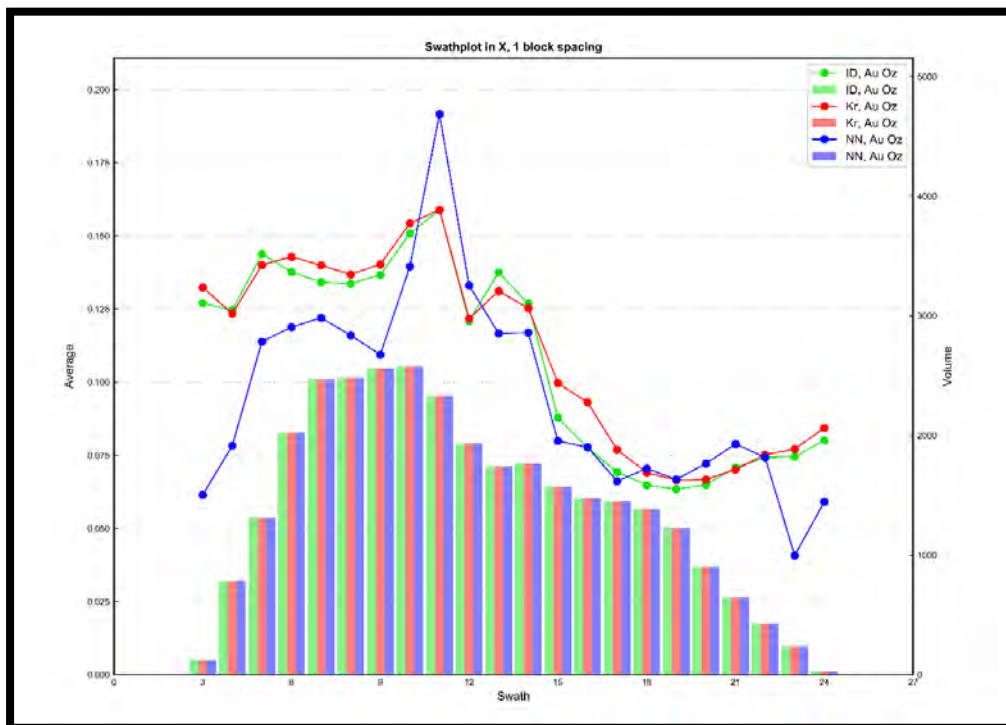
8.7. VALIDACIÓN DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS

La validación del modelo de recursos ha sido realizada, por método analítico y visual.

- **Validación utilizando Swath Plot**

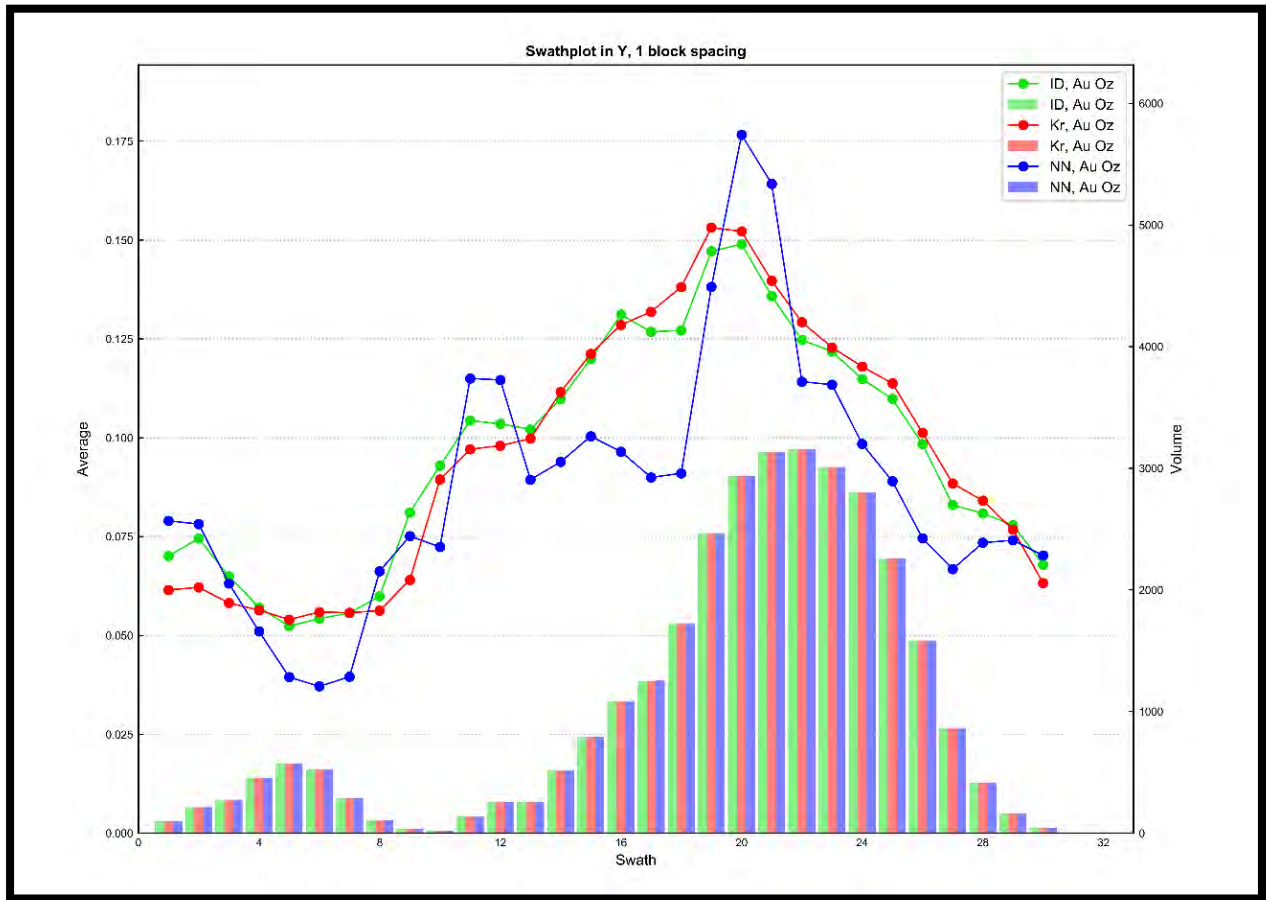
De forma analítica usando gráficos comparativos de Swath Plot reproducidas en el Modelo de Bloques. Los gráficos Swath Plot en el modelo de bloques, demuestran que las leyes por estimación de Kriging e IDW guardan correlación entre sí. Por método de estimación Kriging ordinario al realizar el comparativo con otros métodos de estimación se demuestra la inexistencia de subestimación/sobrestimación y por ser un método geoestadístico, se recomienda que los reportes de estimación de recursos se realizan con este método de estimación.

Figura 38 *Curvas de Swath Plot en el eje “X”*



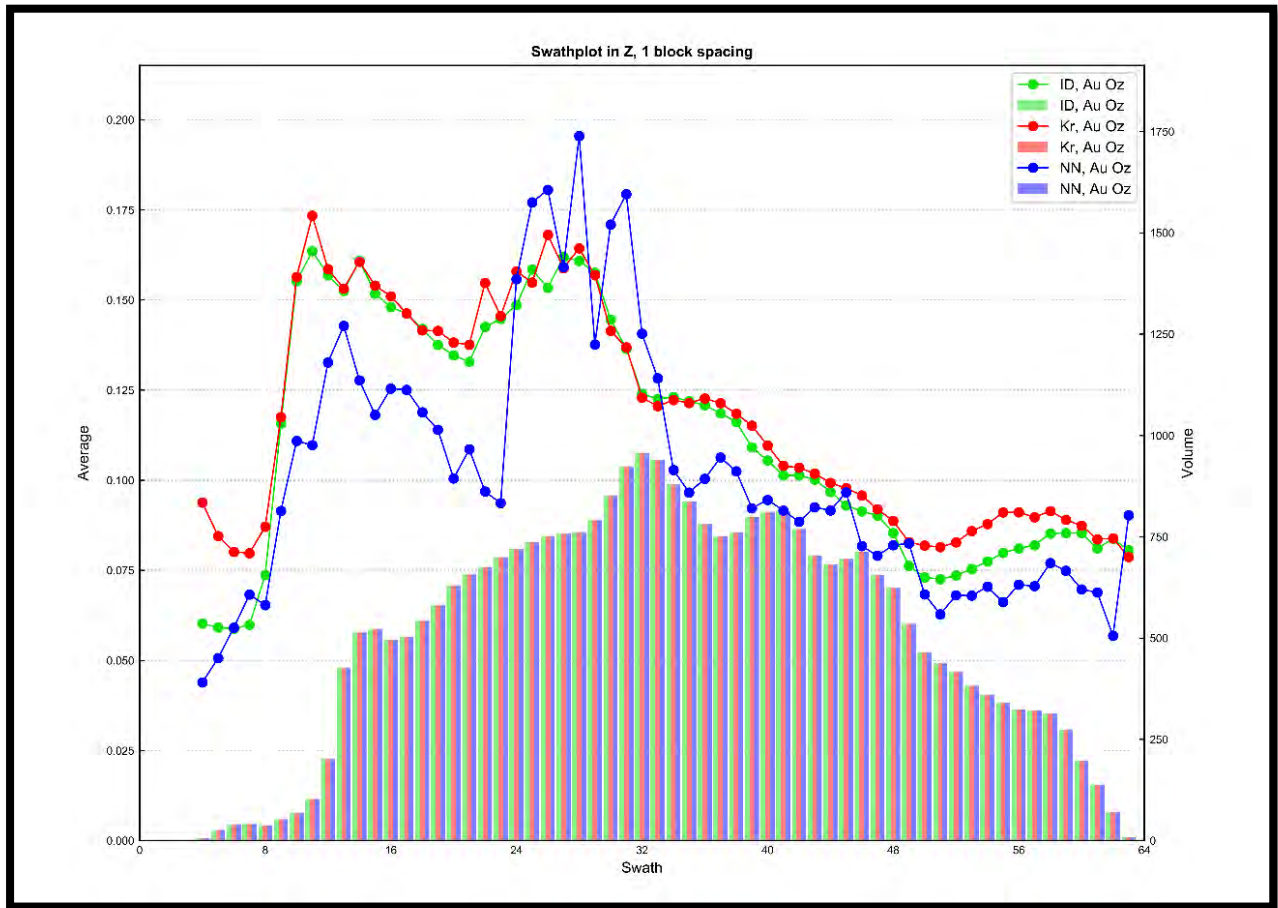
Nota: elaboración propia

Figura 39 *Curvas de Swath Plot en el eje “X”*



Nota: elaboración propia

Figura 40 *Curvas de Swath Plot en el eje Z*

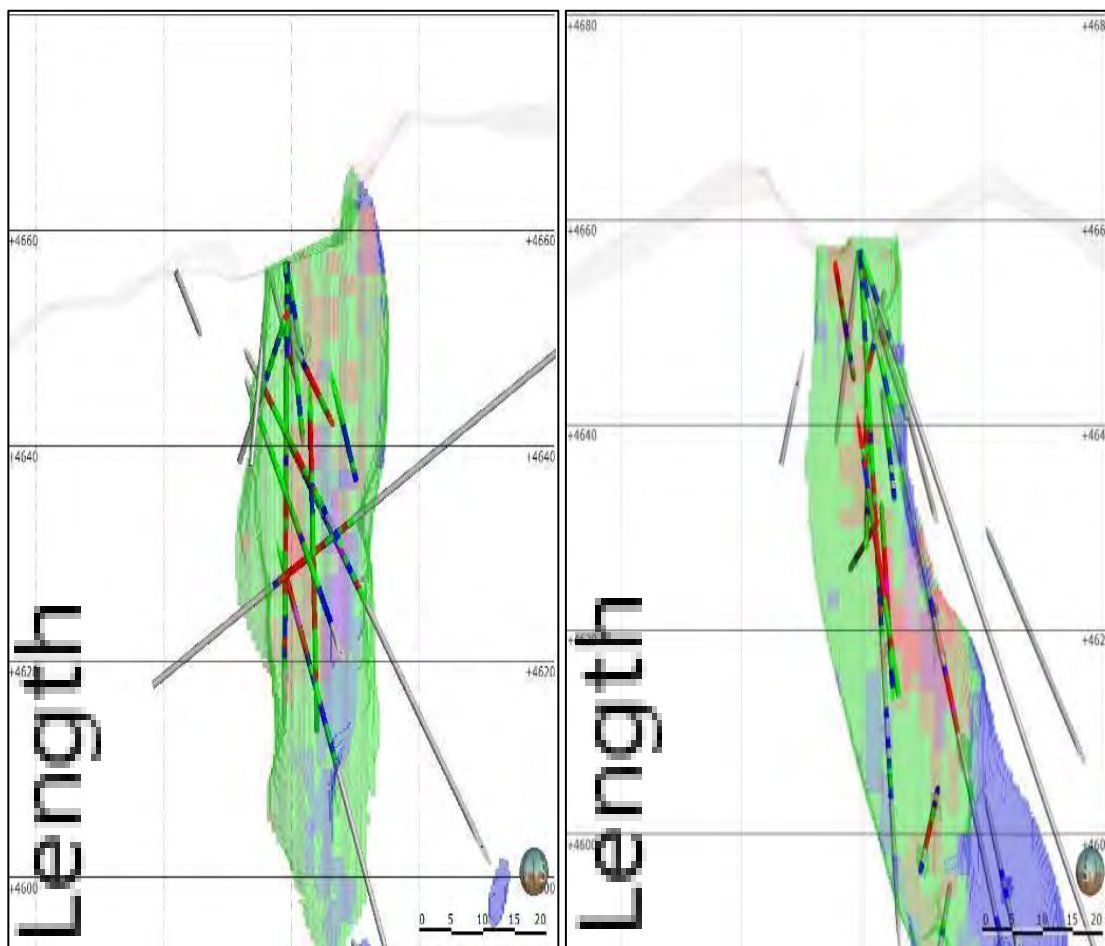


Nota; elaboración propia

- **Validación Visual.**

De manera visual, se ha comprobado la correlación de leyes de los sondajes con modelo de bloques, donde guardan similitud en los valores de oro.

Figura 41 Secciones, muestran correlación de leyes entre sondajes y modelo de bloques



Nota: elaboración propia

8.8. REPORTE DE ESTIMACIÓN DE RECURSOS

Como resultado final de la estimación de recursos, se obtiene un reporte de recursos por leyes de corte (cut-off):

Tabla 16 Cut-off: Kr, Au Oz ≥ 0.05 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm

Class1	Volumen m ³	Densidad g/cm ³	Masa ton	Ley Prom. Kr, Au Oz Oz/tc.	Contenido Metálico Kr, Au Oz Oz.
1.Medido	4,107	2.70	12,223	0.170	2,081.55
2.Indicad o	12,097	2.70	36,005	0.139	4,999.39
3.Inferido	11,919	2.70	35,474	0.106	3,776.46
Total	28,123	2.70	83,702	0.130	10,857.40

Nota: elaboración propia

Tabla 17 Cut-off: Kr, Au Oz ≥ 0.10 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm³

Class1	Volumen m ³	Densidad g/cm ³	Masa ton	Ley Prom. Kr, Au Oz Oz/tc.	Contenido Metálico Kr, Au Oz Oz.
1.Medido	3,467	2.70	10,319	0.186	1,919.82
2.Indicado	7,885	2.70	23,468	0.172	4,040.63
3.Inferido	5,774	2.70	17,186	0.139	2,383.76
Total	17,127	2.70	50,973	0.164	8,344.20

Nota: elaboración propia

Tabla 18 *Cut-off: Kr, Au Oz ≥ 0.12 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm³*

Class1				Average Value	Material Content
	Volume	Density	Mass	Kr, Au Oz	Kr, Au Oz
	m ³	g/cm ³	ton	t. oz/sh. ton	t. oz
1.Medido	2,952	2.70	8,784	0.199	1,749.12
2.Indicado	6,111	2.70	18,188	0.190	3,458.13
3.Inferido	3,463	2.70	10,308	0.158	1,630.49
Total	12,526	2.70	37,281	0.183	6,837.74

Nota: elaboración propia

Tabla 19 *Cut-off: Kr, Au Oz ≥ 0.15 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm³*

Class1				Average Value	Material Content
	Volume	Density	Mass	Kr, Au Oz	Kr, Au Oz
	m ³	g/cm ³	ton	t. oz/sh. ton	t. oz
1.Medido	2,001	2.70	5,955	0.229	1,366.44
2.Indicado	3,965	2.70	11,800	0.220	2,598.78
3.Inferido	1,600	2.70	4,763	0.187	892.70
Total	7,566	2.70	22,518	0.216	4,857.92

Nota: elaboración propia

Tabla 20 *Cut-off: Kr, Au Oz ≥ 0.20 Oz/tc. Density: 2.7 g/cm³*

Class1				Average Value	Material Content
	Volume	Density	Mass	Kr, Au Oz	Kr, Au Oz
	m ³	g/cm ³	ton	t. oz/sh. ton	t. oz
1.Medido	862	2.70	2,566	0.302	775.64
2.Indicado	1,519	2.70	4,520	0.296	1,338.84
3.Inferido	455	2.70	1,354	0.236	319.00
Total	2,836	2.70	8,440	0.288	2,433.48

Nota: elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se estimó como recursos de minerales medidos, indicados e inferidos en Au con una ley de corte ≥ 0.10 Oz/tc lo siguiente:
 - ✓ Medidos. 10,319 Tn con una ley de 0.186 Oz/Tc de Au.
 - ✓ Indicados, 23,468 Tn con una ley de 0.172 Oz/Tc de Au.
 - ✓ Inferidos. 17186 Tn con una ley de 0.139 Oz/Tc de Au.
- Se determino las características geológicas (litológico, estructural, alteración y geoquímica) del yacimiento de Brecha Huachuilla.
- Se estimó los recursos de minerales del yacimiento de Brecha Huachuilla mediante el modelo de bloques según la norma canadiense National Instrument NI 43-101 y la geoestadística cumpliendo con el aseguramiento de calidad y el control de calidad (QA-QC) como indica la norma.
- Se realizó el modelamiento geológico y la estimación de recursos en el software leapfrog lo cual son presentados en los planos y el reporte de inventario de recursos.

RECOMENDACIONES

- Considerar para la evaluación económica solo categoría de recursos medidos e indicados.
- Determinar el método de explotación, considerando la geología del yacimiento
- Realizar un estudio detallado de la geología estructural para ejecutar sondajes de la parte baja del yacimiento para definir el cierre total del cuerpo de brecha en forma de pipe como se muestra en el modelo o halla apertura de este mismo en niveles más profundos.
- Realizar estudios geoquímicos multielementales para determinar la gradación de asociación que tiene el Au con otros elementos traza en cotas inferiores.

BIBLIOGRAFÍA

- Blackwell, Oxford. Taylor, SR & McLennan, SM (1985): The continental crust: Its composition and evolution. – 312 p., Oxford (Blackwell).
- common volcanic rocks. – Can. J. Earth Sci. 8: 523-548
- Dávila, D. & Carrera, L. (1999): Mapa geológico del cuadrángulo de Pacapausa, hoja 30-p, versión digital. – INGEMMET, Lima.
- Dávila, D. (1991): Geología del cuadrángulo de Pacapausa, hoja 30-p. – INGEMMET Bol. 41, Ser. A, 75 p.
- INGEMMET (2003): VVERA .2003
- Irvine, TN & Barager, WRA (1971): A guide to the geochemical classification of the
- Le Maitre, RW, Bateman, P, Dudek, A, Keller, J, Lameyre Le Bas, MJ, Sabine, PA, Schmid, R, Sorensen, H, Streckeisen, A, Woolley, AR, Zanettin, B (1989): A classification of igneous rocks and glossary of terms.
- Mayta Torres, Oscar & Meza Paredes, Julio (2010): Manual de inventario de minerales.
- Winchester, JA & Floyd, PA (1977): Geochemical discrimination of different magma

PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1: *Yacimiento de Brecha*



Fotografía 2: *Tajo de Brecha*



Fotografia 3: *Sistema NE-SW*



Fotografia 4: *Toma de Datos*



Fotografia 5: *Sistema NE-SW*



Fotografia 5: *Tensional NE-SW*



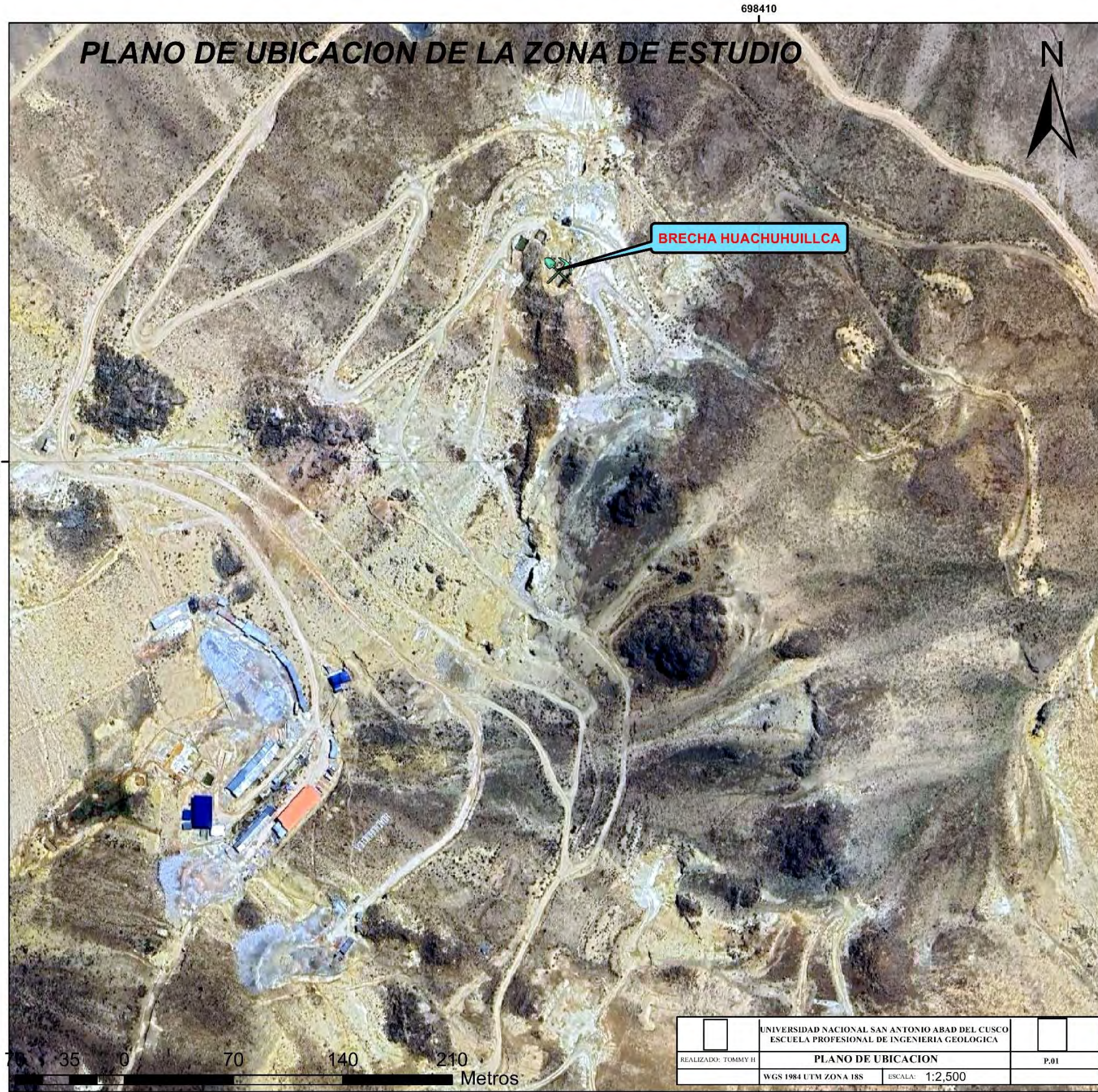
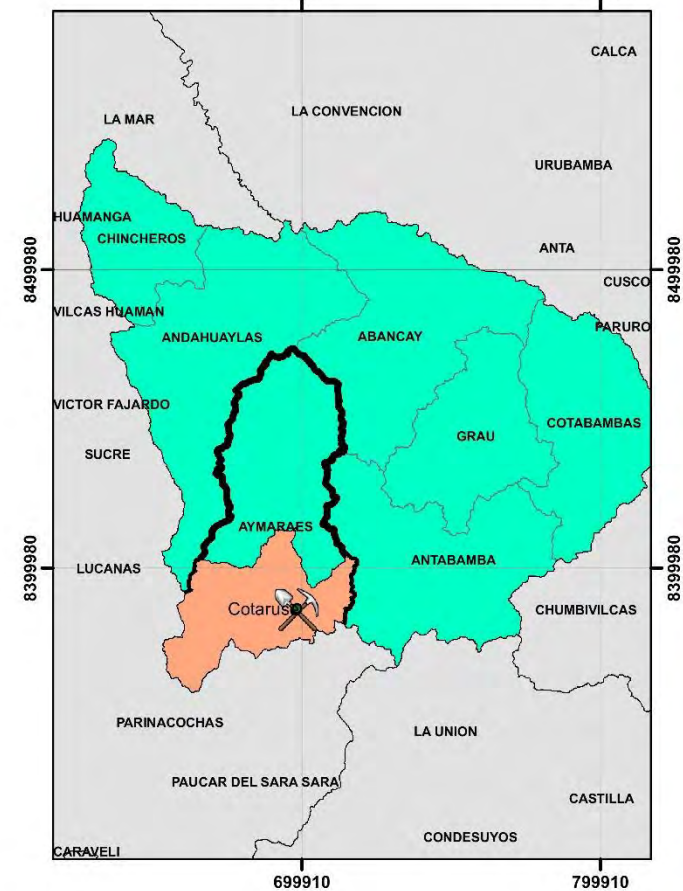
Fotografia 6: *Testigos del sondaje DDHF-HU-08--23 (Zona de brecha H)*



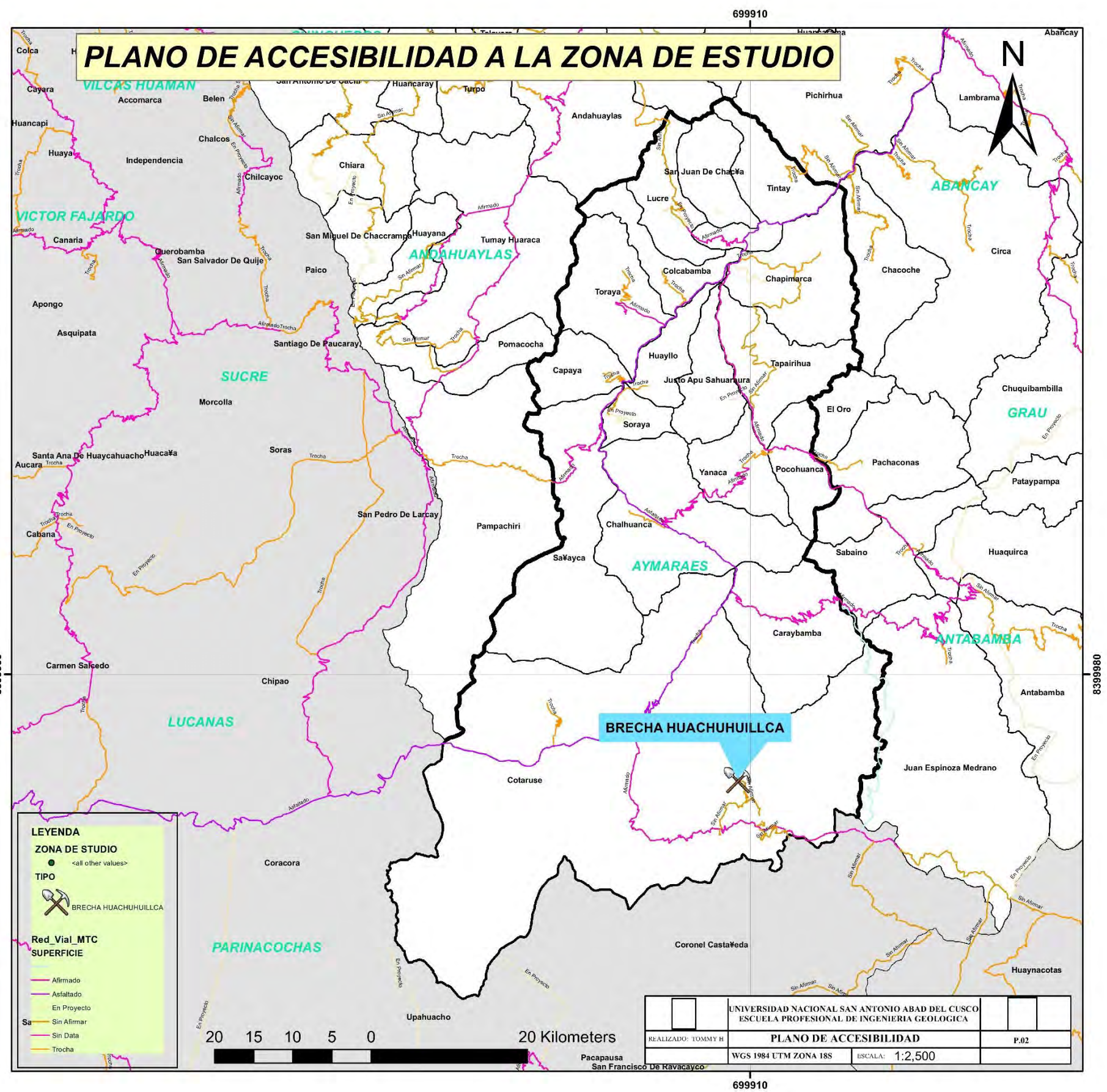
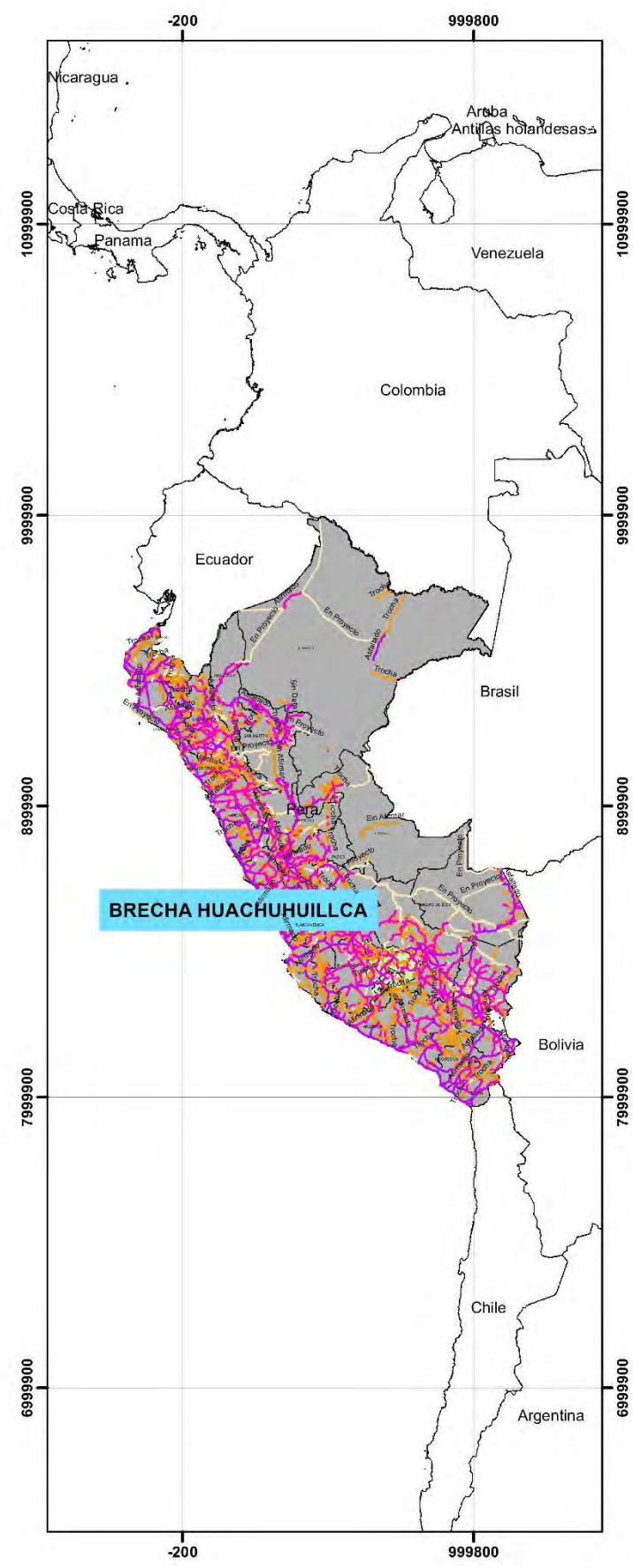
Fotografia 7: *Testigos del sondaje DDHF-HU-012 -23(Zona de brecha H)*

ANEXOS

- Plano de ubicación
- Plano de accesibilidad
- Plano geomorfológico regional
- Plano geomorfológico local
- Plano geológico regional
- Plano geológico local
- Plano estructural
- Plano de alteraciones



	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
REALIZADO: TOMMY H	PLANO DE UBICACION		P.01
	WGS 1984 UTM ZONA 18S	ESCALA: 1:2,500	



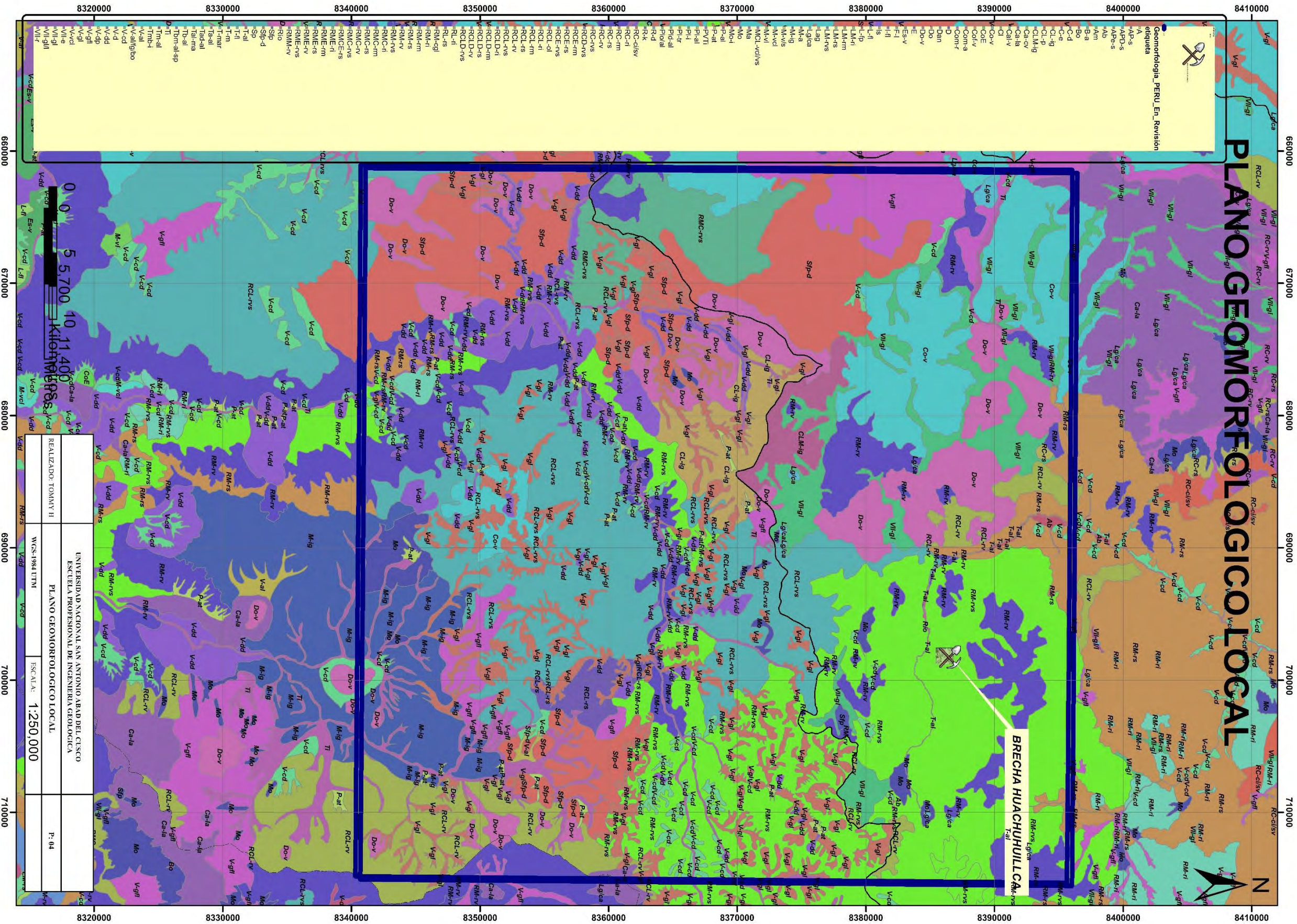
PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL



Geomorfologia_PERU_En_Revision

etiqueta

BRECHA HUACHUILLCA



REALIZADO: TONY H	UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	
WGS-1984 UTM	ESCALA: 1:250,000	P. 04

PLANO GEOMORFOLOGICO LOCAL



LEYENDA

TIPO

BRECHA HUACHUILLCA

Geomorfologia PERU En_Revisión

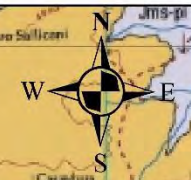
etiqueta

RM-rvs



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		P: 04
REALIZADO: TOMMY H		
WGS-1984 UTM	ESCALA: 1:5,000	

PLANO GEOLOGICO REGIONAL CUAD-30P



BRECHA HUACHUHULLCA

LEYESDA			
CRONOESTRATIGRAFIA		LITOSTRATIGRAFIA	
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	ROCAS INTRUSIVAS
MESOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Depositos aluviales y fluviales
			Depositos glaciales
			Depositos marinos
			Depositos lacustres
			Depositos de arena
	TERCIARIO	SUPERIOR	Depositos de arena
			Formación Sogasta
			Formación Sogasta
			Formación Sogasta
			Formación Sogasta
PALEOZOICO	CRETACEO	MEDIO	Formación Apurimac
			Formación Apurimac
			Formación Apurimac
			Formación Apurimac
			Formación Apurimac
	JURASICO	SUPERIOR	Formación Sogasta
			Formación Sogasta
			Formación Sogasta
			Formación Sogasta
			Formación Sogasta

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		
REALIZADO: TOMMY H	PLANO GEOLOGICO REGIONAL CUAD-30P	P: 05
WGS-1984 UTM		ESCALA: 1:100,000

