

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA**



**GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA,  
DISTRITO OLLACHEA-CARABAYA-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:**

**EDGAR DAVID LUQUE CONDORI**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO GEOLOGO**

**DICIEMBRE 2013**

**PUNO - PERU**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA

**GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA,  
DISTRITO OLLACHEA-CARABAYA-PUNO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:**

**EDGAR DAVID LUQUE CONDORI**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO GEOLOGO**

**JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

	NOMBRE	FIRMA
Presidente.	: M.Sc. Newton Machaca Cusilayme	
Primer Miembro.	: Ing. Juan Calla Fernández	
Segundo Miembro.	: Ing. Ramiro Yanqui Coaquira	
Director de Tesis.	: Ing. Luis V. Ortiz Gallegos	
Asesor de Tesis.	: Ing. Roberto Zegarra Ponce	

**PUNO**  
DICIEMBRE 2013  
PUNO - PERU

**ÁREA: Recursos naturales y medio ambiente**  
**TEMA: Prospección y evaluación**

## DEDICATORIA

*A mis padres: Gregorio Luque Condori y Bibiana Condori de Luque, a quienes dedico todos mis logros y glorias pasadas, presentes y venideras durante mi paso por esta tierra.*



## AGRADECIMIENTOS

A Dios padre nuestro por su protección y bendiciones sobre mi familia.

A mi familia, en especial a mis padres: Gregorio Luque Condori y Bibiana Condori de Luque por el constante apoyo en la vida y en el transcurso de mi desarrollo profesional. Por sus consejos y enseñanzas que me llevaron a convertirme en el ser humano sólido que hoy en día culmina una nueva etapa de su vida.

A mi director y asesor de tesis, Prof. Ing. Luis V. Ortiz Gallegos y Prof. Ing. Roberto Zegarra Ponce, por su constante apoyo, preocupación, paciencia y guía en el desarrollo y discusión de cada uno de los puntos planteados en la presente tesis, que me permitió poder plasmar mis ideas y consolidar un tema que hoy presento con convicción y satisfacción personal.

Agradezco a la empresa CIA Minera Kuri Kullu S.A. en especial al consultor Ing. Don Mciver Vicepresidente de Exploraciones, Ing. Alejandro Gonzales Calero Gerente General de Exploraciones, Ing. Jorge Franco Jefe de Exploraciones – Geología, Ing. Yuri Valdivieso jefe de Proyectos-Geología, Ing. Zenón Ramos Martínez jefe de Proyecto Ollachea e Ing. Iban Benavides Gerente General de Relaciones Comunitarias por haberme brindado las facilidades y apoyo con esta investigación para Optar el Título profesional de Ingeniero Geólogo.

A todos mis profesores de la escuela profesional de Ingeniería Geológica – de la Universidad Nacional del Altiplano Puno, cuyas enseñanzas durante mi formación académica me brindaron además de herramientas fundamentales para mi vida profesional, la capacidad de ser una persona crítica e incentivaron en mí siempre la búsqueda por un aprendizaje continuo más allá de las aulas y la teoría en cada momento de mi vida.

**INDICE**

<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
<b>LISTA DE TABLAS</b>	
<b>LISTA DE CUADROS</b>	
<b>LISTA DE SIGLAS</b>	
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b>	
<b>RESUMEN</b>	

**CAPITULO I****INTRODUCCION**

1.1	Antecedentes.....	1
1.1.1	Estudios de exploraciones anteriores.....	2
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Hipótesis.....	6
1.4	Objetivos.....	7
1.4.1	Objetivos generales.....	7
1.4.2	Objetivos particulares.....	7
1.5	Metodología.....	7
1.5.1	Etapa de gabinete.....	8
1.5.2	Etapa de campo.....	8
1.5.3	Etapa de laboratorio.....	9
1.5.4	Técnicas de exploración de yacimientos minerales.....	10
1.5.4.1	Recopilación de información.....	10
1.5.4.2	Teledetección y GIS.....	10
1.5.4.3	Mapeo geológico.....	11
1.5.4.4	Técnicas geoquímicas.....	11
	a) Muestreo en rocas.....	11
	b) Muestreo en redes de drenaje.....	12
	c) Muestreo de suelos.....	12
	d) Muestreos biogeoquímicos.....	12
	e) Muestreos geobotánicas.....	12
1.5.4.4.1	Correlación de Pearson.....	12
1.5.4.4.2	Test de Kolmogorov – Smirnov.....	13
1.5.4.5	Calicatas.....	14
1.5.4.6	Técnicas geofísicas.....	14
1.5.4.7	Sondeos de exploración.....	15
1.5.4.8	Interpretación de resultados.....	15
1.5.5	Perforación diamantina y muestreo de testigos.....	15
1.5.5.1	Perforación diamantina.....	16
1.5.5.1.1	Mediciones de pozos.....	18
1.5.5.1.2	Logueo geológico.....	19
1.5.5.2	Muestreo de testigos.....	19
	1. Muestreo con navaja.....	20

	2. Muestreo con cuchara.....	20
	3. Molienda del testigo.....	20
	4. Fragmentación por cincel.....	20
	5. Corte con sierra de disco.....	20
1.5.6	Aseguramiento de calidad.....	21
1.5.6.1	Protocolos de trabajo de campo.....	22
	A) Ubicación de máquinas de perforación en plataforma.....	22
	B) Durante la perforación.....	23
	C) Durante el logueo geológico.....	23
	D) Cadena de custodia y manejo de testigos.....	24
1.5.7	Control de calidad.....	25
1.5.7.1	Conceptos básicos.....	25
	A) Precisión.....	25
	B) Exactitud.....	25
	C) Contaminación.....	25
1.5.7.2	Muestras de control de calidad.....	26
	A) Muestras gemelas.....	26
	B) Estándares.....	26
	C) Blancos gruesos.....	26
1.5.7.2.1	Inserción de muestras de control de calidad.....	27
1.5.7.2.2	Envío de muestras al laboratorio.....	28
1.5.7.2.3	Preparación de muestras y análisis.....	28
1.5.8	Recursos minerales.....	29
	A) Recurso mineral medido.....	29
	B) Recurso mineral indicado.....	30
	C) Recurso mineral inferido.....	30
1.5.8.1	Criterios de cubicación.....	31

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

2.1	Geología económica.....	32
2.1.1	Yacimiento mineral.....	32
2.1.2	Yacimientos de oro orogénico.....	32
2.1.3	Controles de mineralización.....	34
2.1.4	Paragénesis.....	35
2.1.5	Zoneamiento.....	35
2.1.6	Petrografía.....	35
2.2	Alteraciones hidrotermales.....	36
2.2.1	Alteración potásica.....	36
2.2.2	Propilítica.....	37
2.2.3	Fílica.....	37
2.2.4	Argílica.....	38
2.2.5	Serecitización.....	38
2.2.6	Silicificación.....	39
2.2.7	Cloritización.....	39

2.2.8	Carbonatación.....	39
2.2.9	Oxidación.....	40
2.3	Etapas de un proyecto minero.....	40
2.4	Exploración de un proyecto minero.....	41
2.4.1	Exploración.....	41
2.5	Geomorfología.....	42
2.5.1	Generalidades.....	42
2.5.2	Zona de cordillera.....	42
2.5.2.1	Sub zona de alta cordillera.....	43
2.5.2.2	Sub zona de baja cordillera.....	43
	A) Casquetes glaciares.....	44
	B) Montañas abruptas.....	44
	C) Valles glaciares.....	44
	D) Lagunas glaciares.....	45
2.5.3	Zona de altiplanicies o mesetas alto andinas.....	45
	A) Montes y colinas.....	46
	B) Terrazas fluviales.....	46
	C) Depresiones bofedales.....	46
	D) Valles someros.....	46
	E) Cañones.....	46
2.5.4	Zona subandina.....	47
2.5.5	Zona de valles.....	48
	A) Laderas empinadas.....	48
	B) Fondo de valle fluvial.....	49
2.5.6	Antropomórficos.....	49
2.6	Geología regional.....	50
2.6.1	Paleozoico.....	50
2.6.1.1	Formación Sandia (Os-s).....	50
2.6.1.2	Formación Ananea (SD-a).....	52
2.6.1.3	Grupo Mitu (Ps-mi).....	52
2.6.2	Cenozoico.....	54
2.6.2.1	Neógeno.....	54
2.6.2.1.1	Formación Quenamari (Ts-qe).....	54
	A) miembro Chacacuniza (Nm-ch).....	54
	B) miembro Sapanuta (Nm-sa).....	54
	C) miembro Yapamayo (Np-ya).....	55
2.6.2.2	Cuaternario.....	56
2.6.2.2.1	Depósitos morrénicos (Qh-mo).....	56
2.6.2.2.2	Depósitos glaciofluviales (Qh-gf).....	56
2.6.2.2.3	Depósitos aluviales (Q-al).....	57
2.6.3	Rocas intrusivas.....	57
2.6.3.1	Complejo de San Gabán (PT-mzg/gr).....	57
2.6.3.2	Sienita Nefelínica (Jm-si).....	58
2.7	Geología estructural regional.....	60
2.7.1	Dominio estructural de Ayapata.....	60
2.7.2	Dominio estructural de Huacune.....	61
2.7.2.1	Anticlinal Yanacocha.....	61
2.7.2.2	Sinclinal Camara.....	61
2.7.3	Dominio estructural de Tantamaco.....	62

2.7.3.1	Falla Paquillusi.....	62
2.7.3.2	Falla Ollachea.....	62

### CAPITULO III

#### **CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

3.1	Ubicación.....	63
3.2	Accesibilidad.....	64
3.3	Fisiografía y clima.....	65
3.4	Hidrografía.....	65
3.4.1	Rio Macusani.....	65
3.4.2	Rio Corani.....	66
3.4.3	Rio Ollachea.....	66
3.4.4	Rio Oscocchachi.....	66
3.5	Flora.....	67
3.6	Fauna.....	70
3.6.1	Aves.....	70
3.6.2	Mamíferos.....	71
3.7	Geomorfología local.....	71
3.7.1	Unidad subandina.....	71
	A) Montañas abruptas.....	71
3.7.2	Unidad zona de valles.....	72
	A) Terrazas fluviales.....	72
	B) Bofedales.....	72
	C) Valles fluviales.....	73
	D) Laderas empinadas.....	73
	E) Cono de deyección.....	73
3.7.3	Antropomórficos.....	73
	A) Depósitos tecnógenos.....	73
3.8	Geología local.....	74
3.8.1	Paleozoico.....	74
3.8.1.1	Formación Sandia (Os-s).....	74
3.8.1.2	Formación Ananea (SD-a).....	75
3.8.1.3	Grupo Mitu (Ps-mi).....	75
3.8.2	Cuaternario.....	76
3.8.2.1	Cuaternario Coluvial (Q-co).....	76
3.8.3	Intrusivos.....	76
3.8.3.1	Complejo de San Gabán (PT-mzg/gr).....	76
3.8.3.2	Sienita Nefelínica (Jm-si).....	76
3.9	Geología estructural local.....	77
3.10	Evolución tectónica.....	79
3.11	Mapeo geológico de la zona.....	79



**CAPITULO IV****EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

4.1	Geología económica.....	81
4.1.1	Yacimiento.....	81
4.1.2	Mineralogía.....	81
4.1.2.1	Minerales de mena.....	82
4.1.2.2	Minerales de ganga.....	83
4.1.3	Mineralización.....	86
4.1.4	Paragénesis del yacimiento.....	87
4.1.5	Zoneamiento.....	88
4.1.5.1	Tipos de asociaciones mineralógicas en vetas, venillas y microvenillas .....	89
4.1.6	Controles de mineralización.....	89
4.1.6.1	Control litológico.....	89
4.1.6.2	Control estructural.....	90
4.1.6.3	Control mineralógico.....	91
4.1.7	Secciones pulidas.....	92
4.1.8	Alteraciones hidrotermales.....	95
4.2	Prospección geoquímica.....	97
4.2.1	Muestreo de sedimentos fluviales.....	97
4.2.2	Muestreo de rocas (rock chip).....	97
4.2.3	Técnicas mineras – muestreo por canales.....	98
4.2.3.1	Trabajo de campo.....	98
4.2.4	Análisis estadístico de muestras.....	100
4.2.5	Parámetros estadísticos.....	105
4.2.6	Análisis de correlaciones de muestras.....	106
	A) caso de muestras de sedimentos.....	107
	B) caso de muestras de roca.....	108
	C) caso de muestras de canales.....	109
4.3	Prospección geofísica.....	110
4.3.1	Trabajos de campo – magnetometría.....	110
4.3.2	Interpretación de datos magnéticos.....	111
4.4	Control de calidad en muestras de testigos de perforación.....	112
4.4.1	Análisis de resultados de laboratorio.....	112
4.5	Modelamiento.....	115
4.6	Tipo de yacimiento.....	117
4.7	Estimación de recursos.....	118
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>120</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>122</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>123</b>
	<b>ANEXOS</b>	

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 01</b>	Otras exportaciones del Perú Vs. Exportación de Minería.....	4
<b>Figura 02</b>	Exportaciones metálicas 2012 participación por producto.....	5
<b>Figura 03</b>	REFLEX modelo EZ TRAC.....	18
<b>Figura 04</b>	Diagrama esquemático mostrando el ajuste y naturaleza de depósitos de oro orogénico.....	34
<b>Figura 05</b>	Pizarra semiesquistosa, negra de la Formación Ananea.....	90
<b>Figura 06</b>	Zona de cizalla frágil-dúctil.....	90
<b>Figura 07</b>	Direcciones de las fuerzas orogénicas que afectaron sobre metasedimentarios de la cordillera oriental ubicada al norte del departamento de Puno.....	91
<b>Figura 08</b>	Diagrama de caja y bigotes.....	101
<b>Figura 09</b>	Diagrama de caja y bigote con datos convertidos en base logarítmica sin datos atípicos.....	101
<b>Figura 10</b>	Gráfico de datos en papel semilogarítmico de muestras de sedimentos.....	102
<b>Figura 11</b>	Gráfico de datos en papel semilogarítmico de muestras de rocas.....	102
<b>Figura 12</b>	Gráfico de datos en papel semilogarítmico de muestras tomadas en canales de muestreo.....	103
<b>Figura 13</b>	Histogramas de frecuencias con datos transformados a base logarítmica natural.....	103
<b>Figura 14</b>	Correlación de Pearson de oro con elementos relacionados a oro orogénico aplicados a muestras de sedimentos.....	107
<b>Figura 15</b>	Correlación de Pearson de oro con elementos relacionados a oro orogénico aplicados a muestras de rocas.....	108
<b>Figura 16</b>	Correlación de Pearson de oro con elementos relacionados a oro orogénico aplicados a muestras tomadas en canales de muestreo.....	109
<b>Figura 17</b>	Análisis a muestras de blancos por método de dispersión.....	112
<b>Figura 18</b>	Análisis de estándar 8002.....	113
<b>Figura 19</b>	Análisis de estándar 8003.....	113

<b>Figura 20</b>	Análisis de muestras gemelas vs. Originales de laboratorio.....	114
<b>Figura 21</b>	Análisis de muestras gemelas vs. Originales de campo.....	114
<b>Figura 22</b>	Vista al Sur; anomalías de oro en perforaciones diamantinas.....	115
<b>Figura 23</b>	Vista al Oeste; anomalías de oro en perforaciones diamantinas...	116
<b>Figura 24</b>	Ubicación de la provincia aurífera en el Paleozoico inferior de la Cordillera Oriental de los andes Centrales.....	117
<b>Figura 25</b>	Vista al nor- oeste, de zonas mineralizadas zona de Minapampa y zona de Concurayoc.....	119

### LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 01</b>	Leyes de oro, publicadas por Peruvian Gold limited en sondajes perforados entre 1998 al 1999.....	2
<b>Tabla 02</b>	Tabla para interpretar el coeficiente de correlación de Pearson.....	13
<b>Tabla 03</b>	Tipos de líneas de perforación.....	17
<b>Tabla 04</b>	Descripción de concesiones mineras del Proyecto Ollachea.....	64
<b>Tabla 05</b>	Vías de accesos hacia el proyecto Ollachea.....	64
<b>Tabla 06</b>	Especies de plantas identificadas en el proyecto Ollachea (1).....	68
<b>Tabla 07</b>	Especies de plantas identificadas en el proyecto Ollachea (2).....	69
<b>Tabla 08</b>	Especies de aves identificadas en el proyecto Ollachea.....	70
<b>Tabla 09</b>	Especies de mamíferos identificados en el proyecto Ollachea.....	71
<b>Tabla 10</b>	Secuencia paragenética del proyecto Ollachea.....	87
<b>Tabla 11</b>	Prueba de hipótesis nula ( $H_0$ ), según Kolmogorov-Smirnov – muestras de sedimentos.....	104
<b>Tabla 12</b>	Prueba de hipótesis nula ( $H_0$ ), según Kolmogorov-Smirnov – muestras de rocas.....	104
<b>Tabla 13</b>	Prueba de hipótesis nula ( $H_0$ ), según Kolmogorov-Smirnov – muestras de tomadas en canales de muestreo.....	105
<b>Tabla 14</b>	Valores de fondo y umbral de muestras de sedimentos fluviales...	105
<b>Tabla 15</b>	Valores de fondo y umbral en muestras de rocas.....	106
<b>Tabla 16</b>	Valores de fondo y umbral en muestras de rocas – muestreo en canales.....	106

<b>Tabla 17</b>	Recurso mineral indicado - Minapampa.....	118
<b>Tabla 18</b>	Recurso mineral inferido - Minapampa.....	119
<b>Tabla 19</b>	Leyes promedio de cuerpos mineralizados - Minapampa.....	119

## LISTADO DE LAMINAS

<b>Lámina N° 01</b>	Mapa geomorfológico regional.
<b>Lámina N° 02</b>	Imagen satelital regional.
<b>Lámina N° 03</b>	Mapa geológico regional.
<b>Lámina N° 04</b>	Columna estratigráfica regional.
<b>Lámina N° 05</b>	Mapa estructural regional.
<b>Lámina N° 06</b>	Mapa de ubicación del proyecto Ollachea.
<b>Lámina N° 07</b>	Mapa geológico local.
<b>Lámina N° 08</b>	Sección geológica local.
<b>Lámina N° 09</b>	Mapa estructural local.
<b>Lámina N° 10</b>	Mapa de anomalías geoquímicas – sedimentos fluviales.
<b>Lámina N° 11</b>	Mapa de anomalías geoquímicas – muestras de rocas.
<b>Lámina N° 12</b>	Mapa de anomalías geoquímicas – para muestras tomadas en canales de muestreo.
<b>Lámina N° 13</b>	Bancos de perforación.
<b>Lámina N° 14</b>	Mapa de anomalía magnética.
<b>Lámina N° 15</b>	Ubicación y vista en planta de sondajes diamantinos.
<b>Lámina N° 16</b>	Sección de perforación taladro DDH08-01 y DDH08-11.
<b>Lámina N° 17</b>	Modelo 3D de cuerpos mineralizados.

## LISTADO DE SIGLAS

<b>BCR:</b>	Banco Central de Reserva.
<b>MEM:</b>	Ministerio de Energía y Minas.
<b>INGEMMET:</b>	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico .
<b>MINAM:</b>	Ministerio del Ambiente.
<b>ISO:</b>	Organización Internacional de Normalización.

## LISTADO DE ABREVIATURAS

Vtas:	Vetas	Pb:	Plomo
Vnlls:	Venillas	S:	Azufre
Mvlls:	Microvenillas	Si:	Silicio
Qz:	Cuarzo	O:	Oxigeno
Po:	Pirrotita	C:	Carbono
Ser:	Sericita	As:	Arsénico
Chl:	Clorita	H:	Hidrogeno
Py:	Pirita	Zn:	Zinc
Sph:	Esfalerita	Cu:	Cobre
Gal:	Galena	Ag:	Plata
Arspy:	Arsenopirita	Bi:	Bismuto
Cpy:	Calcopirita	Co:	Cobalto
Xxs:	Cristales	Hg:	Mercurio
Carb:	Carbonatos	Sb:	Antimonio
ppm:	Partes por millón	W:	Wolframio
ppb:	Partes por billón		
g/t:	Gramos por tonelada		
nT:	Nanoteslas		
Ma:	Millones de años		
MAG:	Magnetometría.		
Sig:	Significancia		
Asintót:	Asintótica		
Qa:	Aseguramiento de calidad		
Qc:	Control de calidad		
Au:	Oro nativo		
Fe:	Fierro		
K:	Potasio		
Ca:	Calcio		
Mg:	Magnesio		
Na:	Sodio		
Mn:	Manganeso		

- DEM:** Modelo de elevación digital (Digital Elevation Model).
- PSAD56:** Datum provisional sudamericano de 1956.
- RQD:** Designación de calidad de roca (Rock Quality Designation).
- AAS:** Espectroscopia de Absorción Atómica.
- ICP-OES:** Espectroscopia de Emisión de Plasma Óptica Inductivamente Conectada.
- GIS:** Sistema de información geográfica.
- MKK:** Minera Kuri Kullu S.A.



## RESUMEN

El Proyecto de Ollachea se ubica en la región de Puno, aproximadamente a 230 Km al norte del lago Titicaca, en la vertiente Oriental de los andes. Situado en la zona norte de la franja sedimentaria aurífera con rumbo noroeste.

Ollachea es un distrito históricamente minero, con evidencias de actividad minera de la época colonial y republicana. En el 2006, Compañía Minera Kuri Kullu S.A. adquiere el proyecto de Río Tinto, para su desarrollo. Firmó un contrato de derechos de superficie con la comunidad de Ollachea a fines del 2007. En enero del 2008 inicia estudios de exploración, con el mapeo geológico, muestreo de sedimentos fluviales, rocas y muestreo de canales, en octubre inicia las perforaciones diamantinas y hasta la fecha se ha perforado 81000 m. en 208 taladros diamantinos.

El área central, tiene 2 km de largo y mantiene un rumbo de S 75° W. La Formación Ananea, que comprende pizarras negras, metamorizadas, intensamente foliadas y ligeramente plegadas, son rocas caja de la mineralización aurífera.

Con resultados de: mapeo geológico, geoquímicos y geofísicos, junto con datos de logeo de testigos de perforación, confirman que vetas, vetillas y microvenillas, se encuentran controladas por sistema de fallas inversas y fallas subparalelas a estas con buzamiento al norte y orientación este - oeste que controlan los emplazamientos de mineralización en zonas de cizalla.

La alteración se observa comúnmente como halos extremadamente angostos sobre vetas / venillas de cuarzo, y como inclusiones menores junto con el cuarzo. Es frecuente observar clorita / sericita.

El proyecto Ollachea, se encuentra comprendido entre los yacimientos de Au orogénicos del sur del Perú y Coffey Mining hizo la estimación de recursos. El recurso indicado de Minapampa se ha confirmado en 10.8 millones de toneladas con una ley de 3.8 g/t, que fue culminada en el cuarto trimestre del 2012.

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

### 1.1 ANTECEDENTES

En el área de estudio ubicado cerca al distrito de Ollachea, provincia de Carabaya en el departamento Puno, hubo desde hace mucho tiempo actividad minera. Los primeros indicios de actividad minera, en la zona pertenecen al siglo XVIII, hechos por las colonias españolas. Posteriormente las actividades mineras informales fueron la atracción más importante para este lugar desde 1970 y es considerado probablemente el periodo más largo.

El área de investigación, se ubica en la cordillera Oriental o Real, sobre la franja Paleozoica inferior ubicada en el norte del departamento de Puno, sur este del Perú, esta franja ha sido considerada una de la franjas más ricas de oro orogénico o vetas de cuarzo con oro. Cuya orientación es igual que la cordillera andina, NW-SE a NNW-SSE (Dalmayrac, B.; et. al. 1988). Por tal se ha venido desarrollando estudios geológicos anteriores. Principalmente en dos provincias de Puno, como son: Carabaya y Sandía, donde es común encontrar estos tipos de depósitos auríferos.

El INGEMMET Publicó; en 1995, el boletín N° 55, serie A, titulado "Geología del Perú"; en 1997, el boletín N° 90, serie A, de título "Geología de los cuadrángulos de Corani y Ayapata" y en 1999, el trabajo titulado "Depósitos Metálicos en el Perú" donde se enfoca el contexto geológico regional en los aspectos de la estratigrafía, tectónica y plutonismo, con descripción de los yacimientos y prospectos mineros de vetas de cuarzo con oro, reconocidos en la región hasta esas fechas.

En las provincias de Sandía y Carabaya se hallan en la más apartada región del Perú, limítrofe con Bolivia, y su mayor extensión se halla al otro lado de la cordillera oriental, continuación de la de Bolivia, en la que descuellan por su altura los elevados picos Illimani y Sorata. Estos depósitos son los que han originado yacimientos secundarios en donde se trabaja el oro con lavaderos. Ejemplo en Ananea se tiene depósitos tipo placer de origen fluvio glaciar. Tumialán P. H. (2003).



Por tales razones Ollachea es considerado como distrito minero con mineralización aurífera hospedada en estratos de la franja paleozoica de pizarras y por referencias de trabajos mineros desde la época de la colonia.



**Foto N° 01:** Pequeñas labores mineras de mineros artesanales, 2008.

### 1.1.1 ESTUDIOS DE EXPLORACIONES ANTERIORES

Los estudios modernos de exploración comienzan con la empresa canadiense, Peruvian Gold limited, en 1998 donde realizaron perforaciones diamantinas entre los años 1998 y 1999. Se perforaron 501 metros en 05 taladros obteniendo resultados que indican amplias zonas de mineralización aurífera de leyes bajas.

**Tabla 01:** Leyes de oro, publicadas por Peruvian Gold limited en sondajes perforados entre 1998 al 1999.

Sondaje	Profundidad	Leyes de Au g/t	Comentarios
DDH1	71,05 m.	0,47	-----
DDH2	43,75 m.	0,9	-----
DDH3	129,05 m.	0,74	Incluye 18 mts. De 2.08 g/t de Au.
DDH4	73,05 m.	1,04	Incluye 24 mts. De 3.02 g/t de Au.
DDH5	50,07 m.	0,56	Incluye 22 mts. De 1.02 g/t de Au.

**Fuente:** Informe de exploración 1999, Peruvian Gold.

**Elaboración:** Propia del autor.

En el año 2002, Río Tinto adquiere el Proyecto Ollachea, transfiriendo luego el Proyecto a Cia. Minera Kuri Kullu S.A. por no contar con buenas relaciones con la comunidad campesina de Ollachea. Posteriormente en el año 2006, Cia. Minera Kuri Kullu S.A. adquiere el Proyecto Ollachea, para estudios de exploración; en el año 2007, firma un acuerdo con la Comunidad de Ollachea sobre derechos de superficie. Al año siguiente, 2008 en el mes de enero inicia estudios de exploración en los denuncios, con el mapeo geológico, muestreo de sedimentos de río, muestreo de rocas, muestreo de canales de manera sistemática cada 2 m y prospección geofísica. En el mes de octubre del mismo año se inicia la perforación diamantina.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Indudablemente hoy en día y desde tiempos remotos escritos en la historia demuestran que el hombre ha vivido haciendo minería. El antiguo hombre contaba con una diversidad de herramientas como las hornillas de piedra, yunques de piedra compacta, los aborígenes conocían los martillos de cobre, bronce y roca. Así como también la demuestran las antiguas culturas desarrolladas en el Perú antiguo.

La minería es la actividad que el ser humano realiza para extraer y utilizar las sustancias minerales que existen en la naturaleza. El aprovechamiento de los recursos minerales está presente en la vida del hombre desde las más remotas edades, utilizándolas en su alimentación (sal común), manifestaciones artísticas, herramientas y artefactos primitivos para la vida doméstica y productiva. Tumialán P. H. (2003).

Además en el Perú actualmente se viene realizando un sinnúmero de estudios exploratorios, preparación de mina y explotación de diversos metales como: cobre, oro, plomo, zinc, hierro, estaño, molibdeno, tungsteno, plata, etc.

Otras exportaciones del Perú Vs. Exportación de Minería

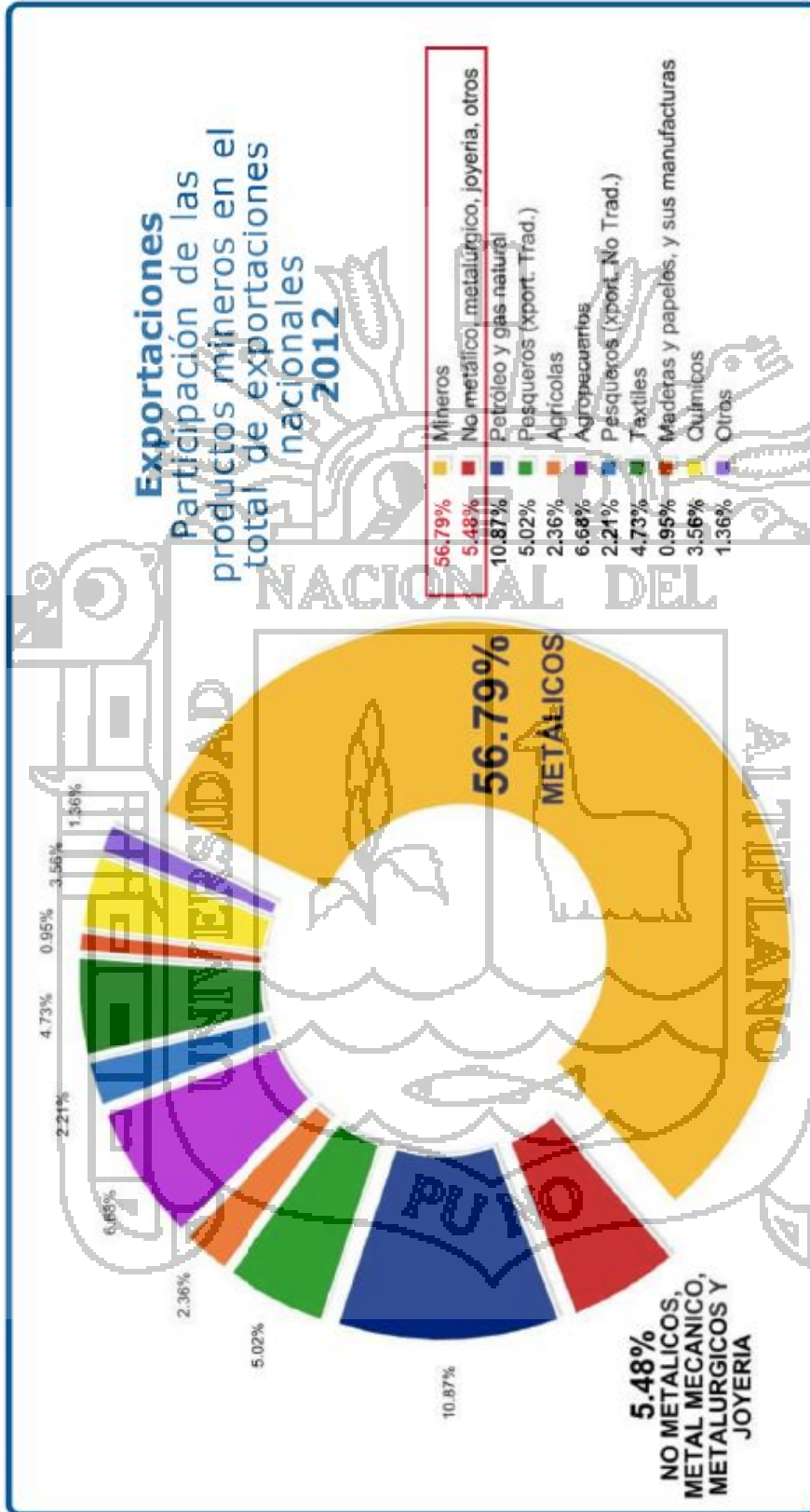


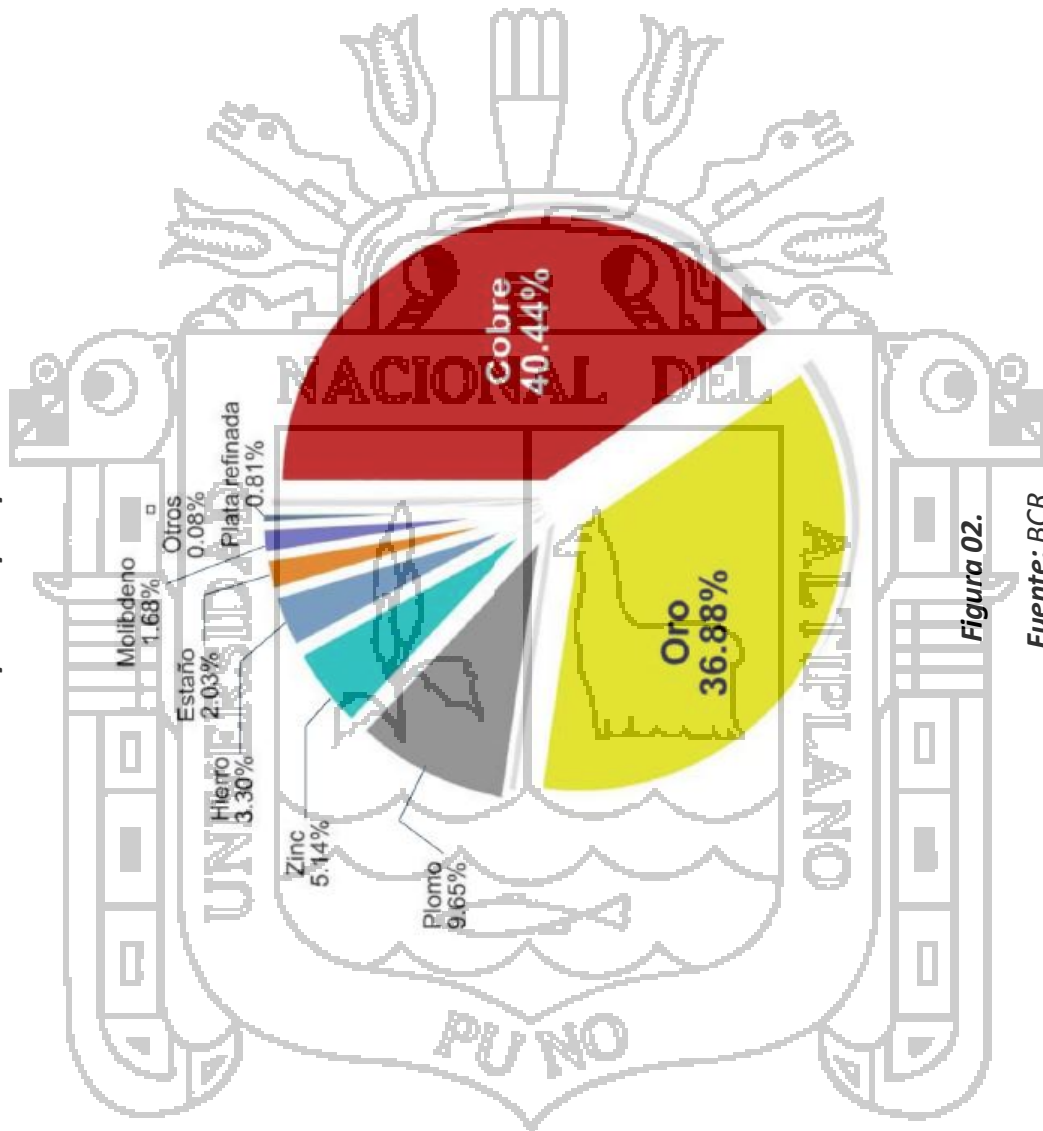
Figura 01.

Fuente: Cuadros estadísticos del BCR.

Elaboración: MEM-diciembre 2012.

**Exportaciones Metálicas 2012**

**Participación por producto**



**Figura 02.**

**Fuente:** BCR.

**Elaboración:** MEM-diciembre 2012.

Sería imposible imaginar a todos los países del mundo sin el aporte de los minerales o sustancias como: carbón, petróleo, gas, etc; ya que el hombre con el pasar del tiempo se ha encargado de mejorar los métodos de estudio y técnicas de evaluación junto con el apoyo de la tecnología para encontrar más depósitos de minerales. Ejemplo: el uso de imágenes satelitales, landsat, radar, DEM, perforaciones diamantinas dirigidas, prospecciones geoquímicas, etc. que reemplazan a bocaminas, socavones, quimbaletes, etc.

De acuerdo a las razones mencionadas en párrafos anteriores, la necesidad del hombre acerca de los minerales y en la actual situación de demanda en inversiones mineras de exploración y explotación en el Perú, podemos realizar un planteamiento del problema con respecto al proyecto Ollachea, a la cual formularemos las siguientes interrogantes:

- ❖ ¿Es posible encontrar más zonas que presenten anomalías de mineralización de oro en cercanías conocida por Peruvian Gold limited?
- ❖ ¿Cuáles son las características geológicas del proyecto Ollachea y cuáles son sus controles de mineralización?
- ❖ ¿Cuál sería el potencial de mineralización de oro en el área del proyecto?

Dar respuestas a estas interrogantes será el fin de nuestro estudio en capítulos siguientes.

### 1.3 HIPOTESIS

La exploración de áreas o zonas aledañas al proyecto Ollachea nos ayudaran a encontrar áreas con anomalías de oro y a su vez establecer un potencial de mineral a través de la perforación diamantina.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 OBJETIVOS GENERALES

Determinar las características geológicas, anomalías geoquímicas y geofísicas que presenta el proyecto de Ollachea mediante el empleo de técnicas de prospección geoquímica, geofísica y perforaciones diamantinas.

### 1.4.2 OBJETIVOS PARTICULARES

En esta parte del estudio de exploraciones realizaremos tres fases de estudio.

- ❖ Describir las características geológicas del depósito mineral como son: la litología, alteración hidrotermal, mineralización y comportamiento geoquímico en base al mapeo geológico y perforaciones diamantinas.
- ❖ Utilizar métodos geofísicos, para identificar anomalías geofísicas, sobre las anomalías geoquímicas reconocidas, que puedan indicar la presencia de un depósito de oro.
- ❖ Realizar sondeos y definir los controles de mineralización y delimitar las dimensiones exactas y el enriquecimiento del depósito mineral encontrado.

## 1.5 METODOLOGÍA

El presente tema de investigación tendrá un carácter, en primera fase: descriptivo y comparativo; en la segunda fase: tendrá un carácter analítico e explicativo; y en la última fase es de carácter interpretativo.

La primera fase consistirá en la recopilación, revisión y análisis de la información existente y pertinente.

La segunda fase de campo consistirá en el levantamiento topográfico con estación total, mapeo geológico, muestreo geoquímico, geofísica y perforación diamantina.

La tercera fase consistirá en el procesamiento, análisis e interpretación de la información recibida de campo.

### 1.5.1 ETAPA DE GABINETE

En esta etapa se revisó toda la información bibliográfica que se refiere a la zona de estudio. Por otra parte, se adquirió los planos geológicos regionales a escala 1: 100 000, boletín de la geología de los cuadrángulos de Corani y Ayapata (Boletín N° 90 serie A del INGEMMET), informes de exploraciones regionales del proyecto por otras empresas. Es decir consistió en:

- ❖ Recopilación y evaluación de la información geológica existente en boletines del INGEMMET, de la Sociedad Geológica y material bibliográfico diverso.
- ❖ Generación de base de datos con la ubicación y características geológicas de los depósitos y prospectos mineros existentes en el área (distintas fuentes).
- ❖ Interpretación de Imágenes Landsat, gravimetría, DEM, etc.
- ❖ Preparación de mapas preliminares para muestreo y cartografiado geológico.

### 1.5.2 ETAPA DE CAMPO

En esta etapa de campo se realizó:

- ❖ El reconocimiento del área de estudio.
- ❖ Levantamiento topográfico con estación total 1/ 2 000 y 1/5 000.
- ❖ El cartografiado geológico regional y local a escala 1:100 000, 1:50 000, 1:20 000, 1:10 000 y 1:5 000 utilizando un plano topográfico como base.
- ❖ Muestreo geoquímico en superficie (sedimentos fluviales, rock chip y canales de muestreo).
- ❖ Prospección geofísica sobre anomalías geoquímicas de oro.

- ❖ Plan de perforación y ubicación de sondajes diamantinos.
- ❖ Logueo Geológico, en testigos de perforación.
- ❖ Muestreo de testigos de perforación e inserción de muestras de control de calidad.
- ❖ Recojo de información visual como son fotografías.

### 1.5.3 ETAPA DE LABORATORIO

Tenemos el análisis de resultados de los trabajos en campo y por consiguiente la interpretación de datos:

- ❖ Generación de mapas litológicos, estructurales, secciones geológicas. Con los softwares Arcgis 10.2 y Target for Arcgis.
- ❖ Interpretación geoquímica, análisis estadístico de resultados, determinación de parámetros estadísticos.
- ❖ Realizar la correlación de Pearson del oro con otros elementos en muestras de sedimento fluvial y roca.
- ❖ Generación de mapas de anomalías geoquímicas por oro.
- ❖ Generación de mapas de anomalías magnetométricas.
- ❖ Selección de muestras de sondajes para microscopía óptica, probeta pulida y en sección delgada.
- ❖ Modelamiento geológico del yacimiento con el software Minesight 6.10.
- ❖ Elaboración de informe final.



A continuación se detallan los métodos utilizados en la investigación:

#### **1.5.4 TECNICAS DE EXPLORACION DE YACIMIENTOS MINERALES**

El proceso de exploración minera recoge un gran grupo de técnicas multidisciplinarias que son complementarias entre sí.

##### **1.5.4.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

El primer paso para comenzar el proceso de exploración será el de obtener toda la información previa, existente tanto de las características geológicas de la zona objetivo, así como información de prospecciones realizadas en la zona con anterioridad.

En este aspecto también es de elevada importancia toda la información relativa a explotaciones mineras en dicha zona. Esta información puede extraerse de operaciones mineras que estén actualmente en funcionamiento, o bien de minas que hayan cesado en las labores de extracción mineral.

En aquellos casos en los que no haya información relativa a este respecto, se pueden conocer indicios de restos arqueológicos mineros, que pueden indicar explotaciones minerales en la antigüedad, y, por lo tanto, una primera señal de presencia de mineral explotable.

##### **1.5.4.2 TELEDETECCIÓN Y GIS**

La teledetección es la técnica de adquisición, procesamiento e interpretación de imágenes y datos asociados, que registran el comportamiento del terreno ante energía electromagnética incidente. Esta señal se obtiene por medio de equipos de medida remotos, con equipos inalámbricos. Estos equipos se emplean instalados en aviones y satélites.

En exploración minera se usan ambos sistemas, los basados en aviones y los que emplean satélites para la emisión y adquisición de la información. Algunos sistemas solo están disponibles mediante satélites (Landsat, SPOT) y otros están únicamente disponibles para su uso en aeronaves, como los sistemas hiperspectrales. En cambio, los sistemas Radar se pueden aplicarse tanto en satélites como en aeronaves.

La información obtenida mediante teledetección se gestiona de manera digital y se integra con la información georeferenciada del terreno mediante programas específicos denominados Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés, Geographic Information System).

#### 1.5.4.3 MAPEO GEOLOGICO

La cartografía geológica consiste en la representación en un plano de referencia, normalmente topográfico, de todos aquellos hechos geológicos observados en un determinado lugar. Dicho de otra forma, consiste en elaborar planos geológicos.

El plano geológico es el documento base en la investigación de depósitos minerales, sean del tipo que sean, y deben elaborarse a una escala apropiada al nivel de exactitud requerida en la investigación.

La cartografía puede elaborarse:

- A partir de la observación directa en campo
- Utilizando medios indirectos, como son la foto aérea o resultados de prospecciones geofísicas, por ejemplo.
- Combinando las dos anteriores.

#### 1.5.4.4 TECNICAS GEOQUIMICAS

La utilización de la exploración geoquímica en la búsqueda de yacimientos se basa en la premisa fundamental de que la composición de los materiales próximos a un yacimiento es diferente de cuando el yacimiento no existe. Las acciones físicas y químicas, externas y posteriores a la formación del yacimiento originan removilizaciones de los elementos que componen el yacimiento. La fijación posterior de éstos da lugar a contenidos anómalos, cuya detección puede contribuir a localizar su origen, es decir, el propio yacimiento. Los principales tipos de exploración geoquímica son:

**a) Muestreo en rocas:** Este tipo de muestreo incluye las rocas superficiales, materiales de filones y capas y trabajos subterráneos.

**b) Muestreo en redes de drenaje:** Incluye muestreos de sedimentos de corrientes de agua, lagos y aguas subterráneas.

**c) Muestreo de suelos:** En este tipo de investigaciones se incluyen el muestreo superficial y profundo de suelos, de suelos transportados y de suelos residuales.

**d) Muestreos biogeoquímicos:** Incluyen el muestreo de hojas y tallos de la vegetación.

**e) Muestreos geobotánicas:** Consiste en la interpretación de la relación entre la litología y los diferentes tipos de vegetación.

Con los resultados obtenidos mediante estas técnicas se confeccionan mapas, que permiten discriminar entre zonas de anomalías geoquímicas y zonas de "background" (valores de fondo regional).

#### 1.5.4.4.1 CORRELACIÓN DE PEARSON

Los coeficientes de correlación son medidas que indican la situación relativa de los mismos sucesos respecto a dos variables, es decir, son la expresión numérica que nos indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan. Son números que varían entre los límites +1 y -1. Su magnitud indica el grado de asociación entre las variables; el valor 0 indica que no existe relación entre las variables; los valores ( 1 son indicadores de una correlación perfecta positiva (al crecer o decrecer un valor X, crece o decrece el valor Y) o negativa (Al crecer o decrecer el valor X, decrece o crece el valor de Y).

**Tabla 02:** Para interpretar el coeficiente de correlación.

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

*Fuente: Internet*

*Elaboración: Propia del autor.*

#### 1.5.4.4.2 TEST DE KOLMOGOROV – SMIRNOV

Dentro de la estadística se aplican en la investigación los tests o dóxicas paramétricos y no paramétricos, tales como la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Entre los tests no paramétricos que comúnmente se utilizan para verificar si una distribución se ajusta o no a una distribución esperada, en particular a la distribución normal se encuentran el test de Kolmogorov-Smirnov. El test de Kolmogorov-Smirnov es bastante potente con muestras grandes. El nivel de medición de la variable y su distribución son elementos que intervienen en la selección del test que se utilizará en el procesamiento posterior. De hecho, si la variable es continua con distribución normal, se podrán aplicar técnicas paramétricas. Si es una variable discreta o continua no normal, solo son aplicables técnicas no paramétricas pues aplicar las primeras arrojaría resultados de dudosa validez.

#### 1.5.4.5 CALICATAS

Cuando aún se tiene incertidumbre de los datos obtenidos, la apertura de calicatas puede ser una forma fácil y rápida de obtener más información litológica y estructural de una zona determinada de la corteza superficial.

Las calicatas son zanjas de que se abren sobre la superficie hasta alcanzar la roca para conocer la estructura y calidad del material de cobertera que se encuentra cubriendo el macizo rocoso. Las calicatas cuentan con las siguientes limitaciones:

- La profundidad no suele exceder de 4m
- La presencia de agua limita su utilidad.
- El terreno debe poderse excavar con medios mecánicos.
- Para su ejecución es imprescindible cumplir las normas de seguridad frente a derrumbes de las paredes, así como cerciorarse de la ausencia de instalaciones, conclusiones, cables, etc.

#### 1.5.4.6 TÉCNICAS GEOFÍSICAS

Dentro de la evaluación minera, al emplear las técnicas geofísicas se debe elegir de entre ellas aquellas que tiene mejores posibilidades para resolver un problema concreto, estableciendo, en función de los conocimientos geológico-mineros que se tienen, que tipo de geofísica se aplica, si la correspondiente a una etapa de exploración, o bien a una de evaluación.

En la etapa de exploración los fines de los métodos geofísicos son descubrir y cartografiar estructuras o unidades litológicas no aflorantes, confirmar extrapolaciones y precisar la geometría de los objetivos.

En la etapa de evaluación, la geofísica estudia bien la situación y características geométricas del metalotecto litológico o estructural (aplicación indirecta), o bien determina la posición y geometría del propio yacimiento (aplicación directa). El reto que la Geofísica tiene constantemente planteado es, por un lado, identificar claramente los yacimientos dentro del medio geológico donde se encuentran, delimitando la geometría. A continuación se listan los métodos que se usan con más frecuencia en la evaluación de yacimientos metálicos.

- a) Método magnético.
- b) Método gravimétrico.
- c) Métodos electromagnéticos.
- d) Método de polarización inducida.
- e) Métodos eléctricos.
- f) Métodos sísmicos.

#### **1.5.4.7 SONDEOS DE EXPLORACIÓN**

Es esencial que una vez dado por finalizado las técnicas de prospección previas se debe haber definido una zona de anomalías que necesite ser estudiada con mayor precisión.

La manera de conocer más en detalle el terreno que presenta tales anomalías es tomar muestras en profundidad de la zona a estudiar, por medio de una, o varias, campañas de sondeos de exploración.

La perforación de sondeos es una de las más importantes y quizá una de las más caras técnicas de exploración. En casi todos los casos, los sondeos de perforación son los que localizan y definen el valor económico de una mineralización.

#### **1.5.4.8 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

La última fase del proceso de exploración será la recopilación de todos los datos adquiridos. Con estos datos será necesario el estudio de todos ellos para lograr una interpretación lo más cercana a la realidad posible, realizando un modelo geológico tridimensional que recoja los valores de concentración mineral y su distribución en el macizo rocoso.

#### **1.5.5 PERFORACION DIAMANTINA Y MUESTREO DE TESTIGOS**

En todo proceso de exploración existe un punto en el que después del estudio realizado con métodos indirectos en primeras campañas de exploración es necesaria la verificación de éstos mediante la toma de muestras de roca en profundidad. Esta toma de muestras se realiza por medio de los sistemas de perforación con recuperación de testigo.

### 1.5.5.1 PERFORACION DIAMANTINA

Este tipo de perforación es caracterizado por la obtención de cilindros de roca llamados testigos o núcleos de rocas, que se obtienen justamente por la rotación de una corona de diamante, que va montada en el extremo de un tubo y por medio de esta, una máquina ejerce fuerza y rotación, produciendo así fricción entre el macizo rocoso y broca diamantada o también puede ser coronas de metal duro o de carburo de tungsteno, produciéndose así el corte de la roca. Esto porque los diamantes tienen mayor dureza que las rocas que conforman las formaciones litológicas.

Los testigos recuperados por un saca testigos, sirven de mucho a los geólogos en las exploración de yacimientos metálicos. Con ellas se pueden confeccionar series estratigráficas o la litología de un depósito mineral, su muestreo y análisis geoquímico, pruebas geotécnicas, definir las alteraciones hidrotermales, pruebas metalúrgicas, etc.

En la primera campaña de exploración en el Proyecto Ollachea con sondajes diamantinos, se ubicaron 16 sondajes paralelos a los blancos de perforación, con el fin de delimitar zonas mineralizadas y delimitar las dimensiones exactas y el enriquecimiento del depósito mineral encontrado.

Además este método fue el método principal por proporciona los test esenciales para la verificación de todas las ideas, teorías y predicciones que surgieron en exploraciones anteriores, además con este método hicimos una descripción de la geología a detalle, modelamiento geológico y cubicación de recursos. Así como también definir las características lito - estratigráficas de las diferentes unidades a fin de establecer patrones, que permitan la ubicación de zonas con potencial geológico – minero para la exploración por depósitos de oro.

La empresa, prestadora de servicios en perforaciones con recuperación de testigos MDH, fue la empresa quien perforo en la campaña de perforaciones en el proyecto Ollachea.

Se perforo con máquinas modelo longyear y con líneas de tipo HQ y NQ, utilizando como Caising en los primeros metros HWT, debido a la presencia Cuaternarios coluviales. Las perforaciones tuvieron buena recuperación de

testigos entre el 99 %, excepto en zonas de fallas, zonas de cizalla, donde el núcleo recuperado es perceptiblemente fracturado.

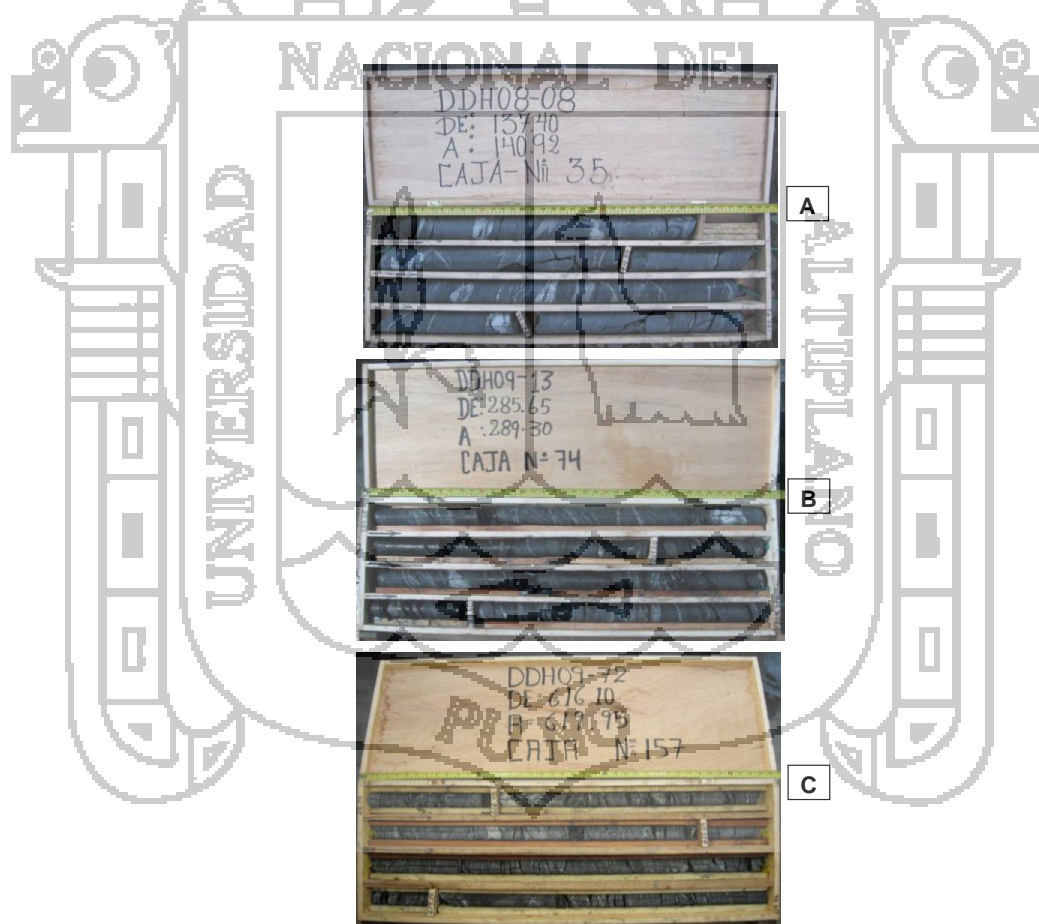
En esta campaña de perforación se llegaron a perforar 4894.70 m.

**Tabla N° 03:** Tipos de líneas de perforación.

Tipo de Línea	Diametro de Testigo	Diametro de Hoyo
	(mm)	(mm)
HQ	63,5	96,0
NQ	47,6	75,7
BQ	36,5	59,9

**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:** Revisiones bibliográficas e internet.



**Foto N° 02:** Tipos de línea usadas en campaña de perforación; en **A**, tipo de línea HQ, en **B** se aprecia la línea de perforación NQ y en **C** la línea BQ.





*Foto N° 03: Máquina de Perforación, modelo Lonyear N° 32. Empresa MDH.*

#### 1.5.5.1.1 MEDICIONES DE POZOS

Culminados los sondajes se procedió a la toma de medida de azimuts y ángulos respectivos cada 60 metros en promedio; con REFLEX modelo EZ TRAC.



*Figura N° 03: REFLEX modelo EZ TRAC.*



*Foto N° 04: Proceso de lectura de azimut y buzamiento de sondajes, con REFLEX modelo EZ TRAC.*

#### 1.5.5.1.2 LOGUEO GEOLOGICO

Los testigos fueron registrados detalladamente para la información geológica, estructural y geotécnica, incluyendo RQD y recuperación principal.

Para tener mejores datos, el logueo geológico y geotécnico se realizó en carpas, ubicadas a un radio de entre 100m y 200m, de la plataforma de perforación, para evitar variaciones de orden y posición real de los testigos.

#### 1.5.5.2 MUESTREO DE TESTIGOS.

Después de haber hecho el geólogo un registro geológico y geotécnico a detalle, este es el encargado de realizar la definición de los intervalos de muestreo para su envío al laboratorio. El análisis y ensayo de testigos durante las fases iniciales de exploración tiene dos propósitos. **El primero** es proporcionar un índice de las potenciales leyes minerales presentes, en caso de que las haya. **El segundo** es conocer dónde están y de qué forma están distribuidas esas leyes en el depósito mineral. Este conocimiento es necesario para ubicar la perforación de nuevos sondeos. Los métodos para tomar muestras de testigos para su ensayo dependen del estado del testigo: Algunos de estos métodos son:

1. **Muestreo con navaja.** Esta técnica se emplea cuando se encuentran estructuras húmedas de arcilla.
2. **Muestreo con cuchara.** Si el material está altamente fragmentado, el único método realístico es usar una cuchara o una espátula para recoger una sección representativa de la muestra para cada intervalo objeto de estudio.
3. **Molienda del testigo.** Si la muestra no se considera interesante para ser cortada con sierra circular, se puede moler parte del testigo completo para ser ensayada por métodos geoquímicos a modo de comprobación.
4. **Fragmentación por cincel.** En rocas cristalinas relativamente homogéneas como rocas ígneas o rocas sedimentarias masivas pueden obtenerse muestras para ensayo con un cincel. Este método es útil en el caso de que se trabaje en lugares remotos, donde no haya disponible una sierra de disco.
5. **Corte con sierra de disco.** Este es el método estándar de trabajo y el preferido para tomar muestras de testigos. En este caso el testigo es cortado longitudinalmente con una sierra circular usando discos de diamante. Este método es relativamente lento y caro, es la única manera de obtener una muestra de testigo de manera precisa.

El muestreo se realizó después del registro geológico y geotécnico, para este aspecto se tomó en cuenta que el depósitos era compuesto por una serie de familias de vetas, venillas y microvenillas paralelas generalmente a la foliación de la pizarras de la formación Ananea, siguiendo la dirección de paquete metasedimentario paleozoico, esto desde el inicio de los sondajes hasta el final, por tal se muestreo cada 2 m, desde el inicio de la roca en si en los núcleos, manteniendo intervalos pares hasta el final del sondaje.

Los testigos fueron divididos a lamitad en sentido de la perforación, con equipos de corte con discos diamantados como son: una máquina marca

Clipper Norton, con un motor de 5 HP de fuerza, marca Baldor y una máquina marca Pothier Enterprise, con un motor de 3 HP de fuerza, marca WEC.

Cada intervalo de 2 m, fueron introducidas en bolsas de muestreo, debidamente codificadas con un ticket, que indica el número de muestra, al igual las bolsas también fueron codificadas en la parte en medio con plumones permanentes.



*Foto N° 05: Muestreo de testigos de perforación de todo un sondaje.*

#### **1.5.6 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD**

Conjunto de actividades preestablecidas y sistemáticas necesarias para garantizar que una determinada actividad u operación alcance un grado de aceptable de calidad.

Para garantizar el aseguramiento de calidad de trabajo se tiene que elaborar e implementar los protocolos de trabajo antes de iniciar con los trabajos de un proyecto. Ejemplo: protocolos de logueo, muestreo, corte de testigos, etc.

### 1.5.6.1 PROTOCOLOS DE TRABAJO DE CAMPO

A continuación se muestra partes más importantes del protocolo utilizado para trabajos a detalle de exploración, ya que desarrollar este tema en su totalidad haría demasiada extensa este capítulo.

#### A) UBICACION DE MAQUINAS DE PERFORACION EN PLATAFORMA.

A Partir de un Programa de perforación debidamente seleccionado, se ubica y monitorea las plataformas, así como la ubicación correcta de la máquina de perforación como son: la orientación e inclinación de sondajes. Hay que incidir, que para la preparación de plataformas, es necesario la negociación y permisos respectivos de los terrenos superficiales tarea encargada por el área de seguridad y Medio Ambiente.



*Foto N° 06: Supervisión de trabajos de ubicación de máquina de perforación, sobre plataforma de perforación.*



*Foto N° 07: Supervisión de inclinación de perforación, foto tomada en turno noche.*

### **B) DURANTE LA PERFORACION**

Supervisar que al momento de extracción de los cores producto de perforación, estos sean colocados de la manera correcta en la caja de testigos, evitando en lo mínimo la contaminación de factores externos. Además verificar que los datos de corridas y recuperaciones no tengan fallas, trabajo que se coordina conjuntamente con el Geólogo de Pozo.

### **C) DURANTE EL LOGUEO GEOLOGICO**

La data geológica (Litologías, alteración, mineralización, estructuras), son documentados en una hoja de logueo, así como data geotécnica. Para el logueo geológico, como se describió la litología en el acápite de geología local, primero se diferencia el tipo de roca pizarra, metareniscas, intrusivo y/o otros que pudieran ocurrir en profundidad de algún sondaje. Luego según las características del contenido, asociaciones, tipo de

microvenillas, venillas, contenidos de sulfuros y otros se subdiferencia dentro de cada tipo de pizarras o rocas. Además determinar claramente las zonas de cizalla y/o fallas importantes para una buena interpretación geológica.

Al finalizar o de acuerdo al avance del logueo geológico, las cajas con cores se aseguran adecuadamente para su transporte hacia el área de corte y muestreo. Todo este trabajo, de igual forma, se realiza con la asistencia de un geólogo a cargo o de Pozo.

#### **D) CADENA DE CUSTODIA Y MANEJO DE TESTIGOS**

##### **➤ AREA DE PERFORACION**

Los testigos de perforación son sacados de la máquina de perforación son limpiados de grasa y otros aditivos, e inmediatamente son colocados en las cajas de madera, las cuales se encuentran marcadas con un número correlativo y con la identificación del pozo en perforación.

En la misma caja de madera, se marca con tinta negra flechas que indican la dirección de profundización, y se colocan tacos de madera clavados en los intervalos correspondientes, con los datos de profundidad indicados por personal de la empresa perforista. En la parte exterior de la caja, se puede observar el código del pozo del cual provienen, el número de orden de esa caja proveniente de dicho pozo, y los intervalos de inicio y fin del testigo contenido en la caja.

##### **➤ AREA DE LOGUEO**

Las cajas ya conteniendo los testigos, son llevadas a la zona de muestreo, donde el geólogo de campo, realiza el logueo geomecánico y geológico. También se escribe con lápiz de cera de color los intervalos de muestreo y con plumón negro se marca sobre el testigo los ejes de corte.

El geólogo de campo registra el intervalo de profundidad de las muestras marcadas por él, y al final del día, registra estos datos en la

computadora y crea un archivo digital que envía a los geólogos encargados del muestreo y control de calidad.

### **1.5.7 CONTROL DE CALIDAD.**

Técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para determinar el nivel de calidad realmente alcanzado. Tiene como Objetivo monitorear los posibles errores mediante la inserción de muestras de control en el flujo de muestras, o la realización de operaciones de control, con el fin de cuantificar o evaluar sus posibles efectos y tomar oportunamente medidas correctoras.

El objetivo importe de todo este trabajo es el de tener datos confiables, sobre todo para la cubicación de recursos. En este proceso se realiza mediante la inserción de muestras de control de calidad en un lote de muestras listas para su envío al laboratorio.

A continuación se muestran puntos resaltantes del proceso de control de calidad realizados en el proyecto Ollachea.

#### **1.5.7.1 CONCEPTOS BASICOS.**

##### **A) Precisión**

La habilidad de repetir consistentemente los resultados de una medición en condiciones similares. Vinculada a errores aleatorios, su evaluación exige reproducir la medición en condiciones tan cercanas como sea posible a las existentes en el momento en que tuvo lugar la medición original

##### **B) Exactitud**

La proximidad de una medición a un valor "real" o aceptado como "apropiado". El concepto de exactitud está indisolublemente vinculado al de valor real.

##### **C) Contaminación**

Al preparar o analizar algunas muestras, particularmente las muy mineralizadas, es posible que cierta porción de una muestra o de una



solución quede retenida accidentalmente en el equipo y contamine las muestras siguientes.

### 1.5.7.2 MUESTRAS DE CONTROL DE CALIDAD

Son aquellas muestras que se insertan en los lotes de muestras (batches), que se envían al laboratorio para su análisis, con el fin de detectar y controlar los errores en los procesos de muestreo y remuestreo en el laboratorio, preparación mecánica y análisis de muestras geoquímicas.

**A) MUESTRAS GEMELAS.-** Se obtienen al dividir nuevamente a la mitad las muestras de medio testigo, de modo que un cuarto representa la muestra original, y otro cuarto representa la muestra gemela; ambas muestras deben ser preparadas en el mismo laboratorio y analizadas con diferente número en el mismo lote. Las muestras gemelas se usan para evaluar el error de muestreo.

**B) ESTANDARES.-** Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales, que deben formar parte de los lotes analizados tanto por el laboratorio primario como por el laboratorio secundario. Los estándares se utilizan para evaluar la exactitud analítica, en conjunto con las muestras de control externo. Al elegir los estándares se recomienda seleccionar, en lo posible, materiales de composición aproximadamente similar a la de las muestras ordinarias, a los efectos de reducir al mínimo el efecto analítico de la matriz mineral.

**C) BLANCOS GRUESOS.-** Son muestras de material estéril, con granulometría gruesa, que deben ser sometidas a todo el proceso de preparación en conjunto con las demás muestras ordinarias, y que deben ser preparadas a continuación de muestras fuertemente mineralizadas. Los blancos gruesos permiten evaluar si se produce contaminación durante la preparación.

### 1.5.7.2.1 INSERCIÓN DE MUESTRAS DE CONTROL DE CALIDAD

En el muestreo realizado, se puso 06 muestras de control de calidad para cada lote de muestras haciendo un total de 64 muestras por envío; de las cuales se colocaron 02 muestras Blancas, 02 muestras gemelas y 02 muestras de estándares, para luego ser enviados al Laboratorio de CIMM PERU, para su preparación mecánica y su análisis de Au + ICP.

#### ➤ **BLANCOS DE CAMPO**

Se utilizaron muestras blanco de campo insertadas en una relación de 2 por cada 64 muestras. Estas muestras fueron propias de la zona en estudio, representadas por muestras de sienita nefelítica, para detectar contaminación durante el proceso de preparación mecánica.

#### ➤ **MUESTRAS GEMELAS**

Son muestras representadas por la otra mitad del testigo después del muestreo en sí, es decir el intervalo de muestreo queda vacío. Separado por tacos de madera. De modo que  $\frac{1}{2}$  del testigo representa la muestra original y la otra parte,  $\frac{1}{2}$  del testigo representa la muestra gemela. Este criterio fue aceptado mas que todo por el volumen y masa de la muestra tendrían que ser lo bastante representativas ya que se trata de análisis por oro, los valores de este elemento son erráticos.

#### ➤ **ESTANDARES**

Son muestras elaboradas bajo condiciones especiales, que deben formar parte de los lotes analizados tanto por un laboratorio primario como por los laboratorios secundarios. Los estándares se utilizan para evaluar la exactitud analítica, en conjunto con las otras muestras de control y las muestras de la perforación. En esta campaña se utilizaron tres muestras estándares y son: estándar 8002 y estándar 8003, que son muestras propios de la empresa Minera Kuri Kullu S.A. que además su composición son muy parecidas a las muestras originales de los testigos.



*Foto N° 08: Inserción de muestras de control de calidad: imagen a la izquierda se aprecia muestra blanco y a la derecha el estándar.*

#### 1.5.7.2.2 ENVIO DE MUESTRAS AL LABORATORIO

Las muestras cerradas fueron acumuladas de 3-4 muestras, en sacos codificados para ser enviadas al Laboratorio.

#### 1.5.7.2.3 PREPARACION DE MUESTRAS Y ANALISIS

Para la preparación y ensayo de muestras de testigos se ha usado Certimin, antes conocido como CIMM Perú laboratorios, como laboratorio primarios. El Certimin Perú tiene certificado bajo la norma ISO 9001:2008, que son requisitos generales para la competencia de Laboratorios de calibración y pruebas, para la preparación y el ensayo de muestras geoquímicas y metalúrgicas.

El laboratorio de preparación de muestra Certimin en Juliaca preparó las muestras según el procedimiento siguiente:

- Las muestras fueron clasificadas y secadas en un horno eléctrico a temperaturas que no exceden  $105^{\circ}\text{C}$  durante al menos cuatro horas o hasta el secado.

- Las muestras fueron aplastadas por dos trituradoras de mandíbula seguidas de una trituradora de rollo a 2 mm.
- Una pulpa 500 gr. fue preparada con un pulverizador LM2 de bolas al 85 % <math><75 \mu\text{m}</math> (200 malla).

El análisis químico fue realizado en el laboratorio de Lima Certimin y consiste en el ensayo de fuego con la absorción atómica spectrometry (AAS) Los otros 32 elementos también fueron analizadas por la espectroscopia de emisión óptica plasma conectada al ión (ICP-OES).

Actlabs –Skyline Peru S.A.C, ha sido elegido como segundo laboratorio "arbitrario", tiene certificación ISO 9001:2000 desde 2004, y forma parte de un grupo de laboratorios de análisis que funcionan en Australia, Canadá, Chile, Groenlandia, México, Mongolia, Perú y Venezuela.

### 1.5.8 RECURSOS MINERALES

Son concentraciones de materiales sólidos (rocas o minerales), líquidos o gaseosos que existen en la corteza terrestre en forma, cantidad y calidad tales que tenga probabilidades racionales de una extracción económica potencialmente factible. La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad del recurso se estiman o interpretan a partir de información, evidencias y conocimientos geológicos específicos, exploraciones y muestreos, realizados con el apoyo de otras disciplinas auxiliares.

Los recursos minerales se subdividen, en orden de confianza geológica decreciente, en las categorías de medido, indicado e inferido. La elección de la categoría de un recurso depende de la cantidad y distribución de datos disponibles así como del nivel de confianza que ofrecen éstos.

**A) RECURSO MINERAL MEDIDO.-** Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un alto nivel de confianza. El estimado se basa en información confiable y detallada de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas adecuadas de lugares tales como los

afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; los lugares están espaciados con proximidad suficiente para confirmar la continuidad geológica y/o la de leyes, confirmándose la continuidad geológica mediante muestreo adecuadamente espaciado, sondeos y labores mineras. La confianza en el grado de conocimiento de la geología y controles del yacimiento mineral, es suficiente como para permitir la aplicación adecuada de los parámetros técnicos y económicos como para posibilitar una evaluación de viabilidad económica.

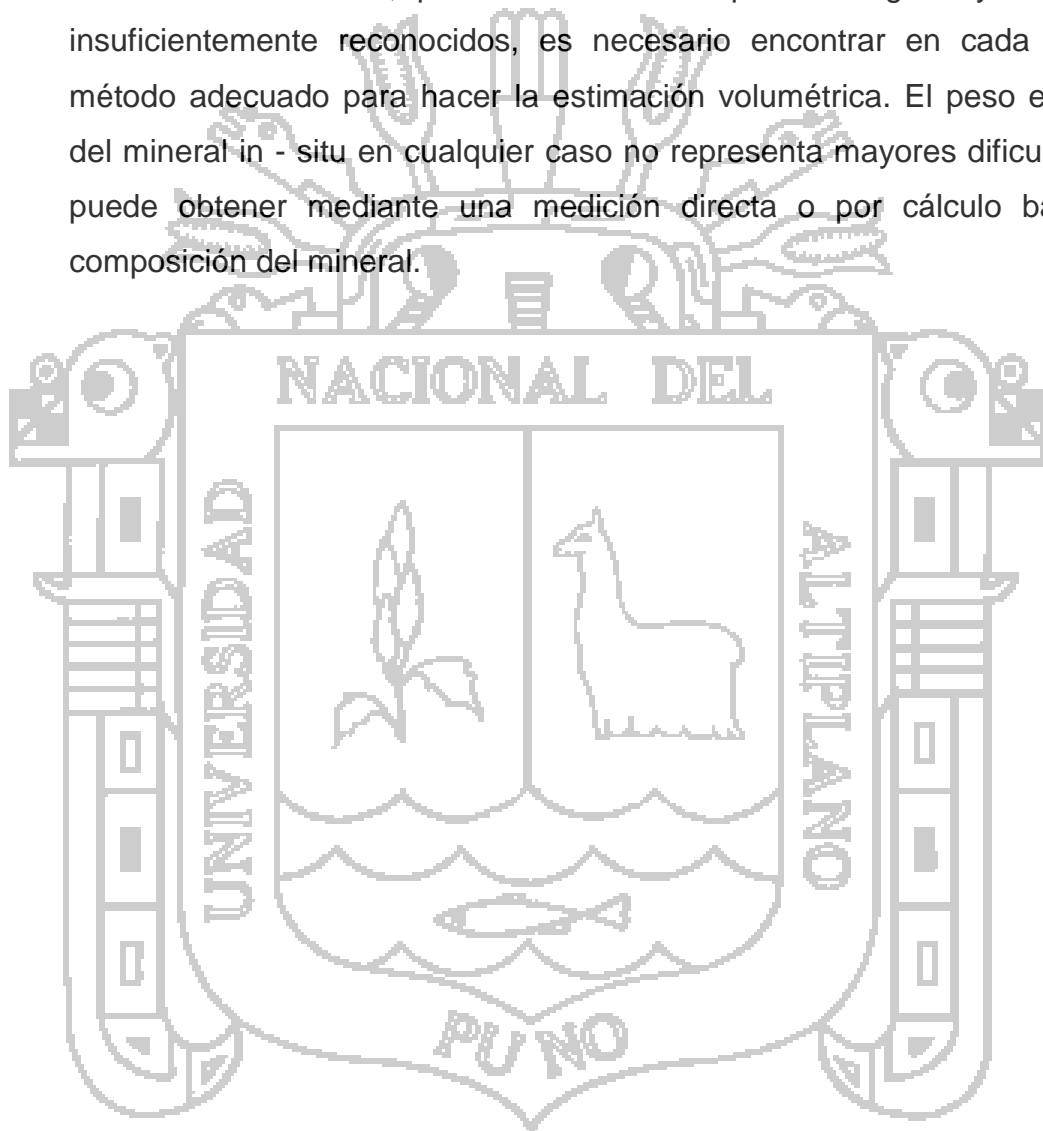
**B) RECURSO MINERAL INDICADO.-** Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; no obstante, los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero sí lo suficientemente cercanos como para asumirlas. La confianza en el estimado resulta suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de pre-factibilidad económica.

**C) RECURSO MINERAL INFERIDO.-** Parte de un recurso mineral cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales pueden estimarse con un bajo nivel de confianza; resulta inferido por evidencias geológicas y/o de leyes asumidas por muestreos superficiales pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos, o realizar una evaluación económica de pre-factibilidad que merezca darse a conocer.

### 1.5.8.1 CRITERIOS DE CUBICACIÓN

La estimación de recursos y reservas de mena de un yacimiento, incluye el cálculo o estimación del tonelaje de mineral y el de su ley promedio.

Para el cálculo de tonelaje es necesario conocer el volumen del cuerpo mineralizado y el peso específico del mineral. Cuando el cuerpo mineralizado tiene formas conocidas y sus límites son definidos, no hay dificultad de encontrar el volumen; pero cuando el cuerpo es irregular y sus límites insuficientemente reconocidos, es necesario encontrar en cada caso un método adecuado para hacer la estimación volumétrica. El peso específico del mineral in - situ en cualquier caso no representa mayores dificultades se puede obtener mediante una medición directa o por cálculo basado el composición del mineral.



## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 GEOLOGIA ECONOMICA

La Geología Económica corresponde esencialmente al estudio y caracterización de depósitos minerales de interés para actividades principalmente productivas. La explotación de estos recursos se conoce como minería. Los recursos minerales tienen una gran importancia en la vida diaria del hombre actual, ya que estos proveen muchos elementos básicos que ayudan a hacer más fácil la vida moderna y que nos permiten tener calefacción, electricidad, llenar el depósito de combustible de nuestros vehículos, hacer abonos para fertilizar nuestras tierras, obtener materiales para construir viviendas y edificios, producir medicamentos, accesorios, etc.

##### 2.1.1 YACIMIENTO MINERAL

Parte o fracción de la corteza terrestre donde por procesos geológicos se formaron o forman (o acumulan) elementos o agregados minerales útiles, que pueden ser explotados con beneficio económico, con los medios técnicos disponibles.

##### 2.1.2 YACIMIENTOS DE ORO OROGENICO

Depósitos de oro orogénico se han formado a lo largo de más de 3 millones de años de historia de la Tierra, episódicamente durante el Arcaico Medio al Precámbrico joven, y continua a lo largo del Fanerozoico. Groves et al., (1998).

Los yacimientos de Au orogénico, también conocidos como depósitos de Au en zonas de cizalla, Mother Lode, Oro Mesotermal y Au metamórfico, han sido ampliamente reconocidos y estudiados por Groves et al., (1998), Goldfarb et al., (2001), Goldfarb, Phillips y Nokleberg, (1998), entre otros. Generalmente, se encuentran asociados a cinturones metamórficos profundamente deformados, variando en su grado metamórfico desde facies de esquistos verdes hasta

facies de anfibolita y ocupan una posición espacial y temporal con procesos deformacionales asociados a márgenes de placas.

Estos depósitos se caracterizan por sistemas de vetas de cuarzo dominantes con menos de 3-5% de contenido de sulfuros (principalmente de hierro) y menos del 10% de carbonatos. El sistema de vetas, puede extenderse por cientos de kilómetros bajo sistemas compresionales y dentro de regímenes dúctil y frágil.

También tienen un continuo sentido vertical, que varía entre 1-2 km, con pocos cambios en su mineralogía y contenido de Au. Las leyes pueden variar de 5-30 g/t de Au; aunque puede haber depósitos de baja ley.

Este tipo de depósitos generalmente exhiben una fuerte zonación lateral que incluye carbonatos (ankerita, dolomita o calcita), sulfuros del tipo pirita, pirrotita y arsenopirita; metasomatismo potásico y albitización y minerales máficos altamente cloritizados.

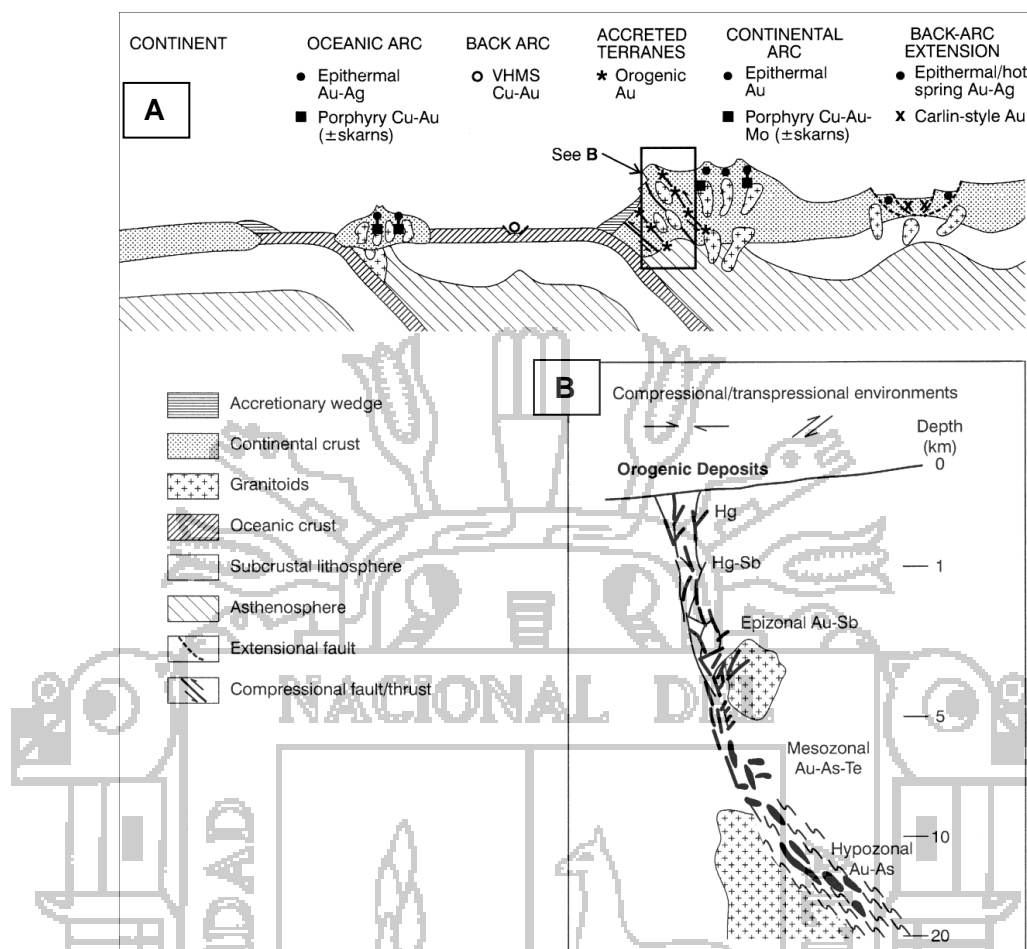
La génesis de los depósitos mesotermales ha sido controversial comparado con cualquier otro tipo de depósito de oro. Su origen ha sido atribuido a:

- 1) Fluidos separados a partir de metamorfismo progrado producto de reacciones de deshidratación en las aureolas de grandes batolitos.
- 2) A partir de procesos de granulitización en la parte inferior de la corteza, en los últimos estados de cratonización de los cinturones móviles.
- 3) Por cristalización fraccionada de magmas félsicos, emplazados dentro de la corteza superior.
- 4) Por circulación profunda de aguas meteóricas a través de sistemas de fracturas.

Este tipo de depósitos marcan una amplia distribución espacial y temporal, caracterizándose mayormente por la constante asociación a rocas metamórficas del precámbrico, generalmente con metamorfismo de facies de esquistos verdes aunque algunos depósitos se hospedan en rocas que varían en tipo (volcánicas y volcanosedimentarias) y edades que van desde el Proterozoico al Eoceno, con variaciones en su grado metamórfico pasando de esquistos verdes a granulitas.



**Diagrama esquemático mostrando el ajuste y naturaleza de depósitos de oro orogénico**



**Figura 04.** A) Ambientes tectónicos de formación de depósitos de vetas de oro orogénico y otros estilos de depósito ricos en oro en gran parte sin-volcánicos o sin-intrusivos. B) Perfil en profundidad de vetas de oro orogénico. Fuente: Groves et al. (1998).

El control estructural de estos depósitos está ligado a: 1) Fallas frágiles de zonas de cizalla dúctiles, 2) Fracturas extensionales, stockworks y brechas y 3) Los pliegues geológicos (anticlinales y sinclinales).

**2.1.3 CONTROLES DE MINERALIZACION**

Aquellos factores geológicos principales que regula la mineralización interviene directamente en la deposición en las soluciones minerales y útiles.

#### 2.1.4 PARAGENESIS

Asociación de minerales cristalizados en equilibrio en el seno de la roca o de un proceso de mineralización. También es definido como el orden cronológico de deposición mineral en la formación de depósitos minerales de afinidad magmática. Según A. Breithaupt, es la manera definida de asociarse de unas especies con relación a otras, estableciendo en cierto modo la edad relativa de los minerales concurrentes.

La paragénesis o el orden cronológico de deposición mineral, conocida por el estudio de las relaciones entre minerales que se observan en las características texturales.

#### 2.1.5 ZONEAMIENTO

La zonación es consecuentemente cualquier patrón regular en la distribución de minerales o elementos en el espacio en yacimientos minerales, el cual puede manifestarse a nivel de depósito individual (zonación de depósito mineral), en un distrito minero (zonación distrital) o en una región más grande (zonación regional). Las zonaciones mineralógicas reflejan las distintas condiciones físico-químicas existentes en distintos sectores de un sistema hidrotermal, pero puede darse el caso de traslapes de zonas con asociaciones minerales que reflejan por ejemplo distintas condiciones de presión y temperatura. En estos casos se dice que el depósito es telescópico (del inglés "telescoped"). Estos traslapes o zonas de superposición de distintas condiciones hidrotermales pueden resultar de procesos de denudación o remoción en masa, los que eventualmente pueden exponer zonas profundas a condiciones cercanas a la superficie.

#### 2.1.6 PETROGRAFIA

La petrografía es la rama de la geología que se ocupa del estudio e investigación de las rocas, en especial en cuanto respecta a su aspecto descriptivo, su composición mineralógica y su estructura. Se complementa así con la petrográfica, disciplina que se concentra principalmente en la naturaleza y el origen de las rocas.

Las rocas se componen de diferentes minerales y, según el estado de estos y las condiciones de formación, se clasifican en tres grandes grupos: ígneas,

producidas como consecuencia de procesos magmáticos eruptivos; sedimentarias, originadas por depósitos de distintos materiales y metamórficas, formadas en el interior de la Tierra, donde son sometidas a fuertes presiones y elevadas temperaturas que dejan una huella indeleble en su estructura.

## 2.2 ALTERACIONES HIDROTERMALES

Son cambios mineralógicos, texturales y químicos que se producen en las rocas como respuesta al desequilibrio fisicoquímico que se genera por acción de las soluciones hidrotermales que circulan por ellas.

La alteración hidrotermal es un término general que incluye la respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental, en térmicos químicos y termales, en la presencia de agua caliente, vapor o gas. La alteración hidrotermal ocurre a través de la transformación de fases minerales, crecimiento de nuevos minerales, disolución de minerales y/o precipitación, y reacciones de intercambio iónico entre los minerales constituyentes de una roca y el fluido caliente que circuló por la misma.

Los principales tipos de alteración son las siguientes:

### 2.2.1 ALTERACION POTASICA

Esta alteración se forma a una alta temperatura de 300° – 700°C. mineralógicamente se observa un reemplazamiento de plagioclasa por ortoclasa, reemplazamiento de hornblenda o clorita por biotita, moscovita. A veces están acompañadas de una lixiviación de calcio y sodio. Presenta un ensamble característico de ortoclasa – biotita – cuarzo, ortoclasa – clorita algunas veces ortoclasa – biotita – clorita, ortoclasa – biotita – magnetita; acompañado por cantidades variables de otros minerales como albita – sericita– anhidrita – apatito.

La alteración potásica es especialmente común e importante en los pórfidos y sistemas de mineralización epitermal, donde ocurren en la zona de alta temperatura. Los minerales característicos de esta alteración son los feldespatos potásicos y biotita en los pórfidos y adularia e los sistemas epitermales. La alteración potásica esta usualmente acompañado por sulfuros (calcopirita, pirita,

molibdenita). La anhidrita es un mineral común, asociado al ambiente porfirítico. La biotita es frecuentemente de color verde y rico en Fe. La alteración potásica se presenta en los yacimientos porfídicos de Cu en el sur del Perú, asociados al batolito de la costa.

### 2.2.2 PROPILITICA

La alteración Propilítica está caracterizada por la adición de H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> y localmente azufre, con un apreciable metasomatismo de H<sup>+</sup>. Los minerales típicos son; clorita, epidota, carbonatos, albita, feldespato potásico y pirita. En lugar de sericita, se tiene los óxidos de Fe, montmorillonita y zeolitas son también comunes. Este rasgo es particularmente importante en sistemas epitermales.

Común en yacimientos hidrotermales del Perú; se observa clorita, epidota, calcita por alteración hidrotermal de los minerales ferromagnesianos de la roca encajonante; se produce en un rango de temperaturas de 180° – 220°C.

La alteración Propilítica grada hacia el exterior a una roca no alterada, o donde el metamorfismo está presente hacia el interior, como las rocas de facies de esquistos verdes siendo ambos ensambles mineralógicos con un ensamble propilítico.

### 2.2.3 FILICA

La alteración fílica o sericitización es típica de un ensamble cuarzo - sericita - pirita. Las fases minerales, asociadas con la alteración cuarzo, sericita, pirita son el feldespato potásico, caolinita, calcita, biotita, rutilo, anhidrita y apatito.

Común en vetas hidrotermales, en los pórfidos de cobre que se producen a temperatura de 200°- 300°C.

Esta alteración grada hacia el interior, donde se encuentra el tipo potásico, por el incremento de feldespato potásico y/o biotita, y hacia el exterior tiende a una alteración de tipo argílico por incremento en las cantidades de minerales de arcillas.

En los yacimientos diseminados de oro, a profundidad se observa una ligera sericitización, reconocido por su aspecto blanquecino más untuoso que el talco.

#### 2.2.4 ARGILICA

La alteración argílica está caracterizada por la formación de minerales arcillosos, bajo un intenso metasomatismo de H<sup>+</sup> (lixiviación ácida), con temperaturas entre 100° - 400° C. producto de la alteración de feldespatos, máficos y por lixiviación de cationes alcalinos y de calcio. Esta alteración grada hacia el interior de la zona fílica, considerando hacia el exterior una gran zona Propilítica.

La alteración argílica intermedia está definida por la presencia de montmorillonita, illita (menor de 100°C y ph 5-6), clorita, arcillas del grupo de caolín (caolinita, dichita, halloysita, alófana todas ellas formadas a temperaturas menores de 300°C y ph < 3) y menor cantidad de sericita, mientras el feldespato K puede estar como un remanente inalterado, con el K, Ca, Mg, Na no lixiviados completamente. Las biotitas y cloritas pueden ser localmente importantes. Entre las zonas de alteración argílica intermedia puede estar presente la caolinita hacia el interior de la zona fílica, pudiendo estar las arcillas como montmorillonitas en las zonas externas.

La alteración argílica avanzada es debida al intenso ataque ácido, y más o menos lixiviado de los cationes alcalinos con la completa destrucción de los feldespatos y las fases de silicato máfico. La alunita, dickita, caolinita, pirofilita, barita y diáspora son las fases de minerales típicos de este tipo de alteración.

Además, pueden estar presentes sulfuros, topacio, turmalina y un rango de arcillas amorfas.

#### 2.2.5 SERICITIZACION

Ocurre entre 500 y 100 °C; es la lixiviación de Na, Ca, y Mg y el desarrollo de un metasomatismo potásico. El potásico es derivado del feldespato contenido en la roca. Este tipo de alteración ocurre en rocas de composición ácida a intermedia reemplazando feldespatos (especialmente plagioclasas) y biotita. Este reemplazamiento da lugar a la formación de la sericita en hojuelas finas o variedades fibrosas de mica incolora. La sericita se encuentra formando venillas, agregados densos o en forma dispersa. Su asociación es características es cuarzo-sericita-pirita. Como minerales accesorios ocurre clorita, illita, biotita secundaria, apatito, turmalina, rutilo, leucoxeno; raramente carbonatos, pirofilita y anhidrita.

### 2.2.6 SILIFICACION

Uno de las alteraciones más comunes y mejor conocidos en los procesos hidrotermales. Las formas más comunes de la sílice son de cuarzo –  $\alpha$  de baja temperatura, o cuarzo bajo es la forma más común, el cuarzo –  $\beta$  de alta temperatura o cuarzo alto (tridimita, cristobalita, ópalo, calcedonia) generalmente se encuentran en rocas volcánicas, la tridimita es especialmente común como un producto de desvitrificación de vidrios volcánicos, formando intercrecimientos con feldespatos alcalinos. El ópalo criptocristalino, está asociado a depósitos de tobas y costras de formas coliformes en cavidades de rocas volcánicas. La calcedonia es el componente principal del ópalo y el jaspe, y usualmente de color rojo a rojo parduzco. Durante los procesos hidrotermales la sílice puede ser introducida de los fluidos circulantes, o este puede ser dejado atrás en la forma de sílice residual después de la lixiviación de las bases.

La solubilidad de la sílice se incrementa con la temperatura y la presión, y si la solución experimenta una expansión adiabática la sílice precipita, así que en regiones de baja presión y temperatura este es prontamente depositado.

### 2.2.7 CLORITIZACION

La Cloritización se presenta como cuarzo-clorita, cuarzo-clorita-sericita, cuarzo-clorita-biotita, cuarzo-clorita-turmalina y cuarzo-clorita-carbonatos. Las cloritas reemplazan a los minerales ferromagnesianos y en menor grado a la plagioclasa de las rocas ígneas, esquistos, pizarra, lutitas y areniscas. Esta alteración generalmente se encuentra acompañada de otras alteraciones como sericitización, silisificación, turmalización y propilitización. Se le encuentra en los depósitos sulfuros-caseterita y cobre-hierro asociado con cloritas de hierro.

### 2.2.8 CARBONATACION

La alteración de las rocas en Ca y las silicatadas involucran dos procesos básicos: la dolomitización y carbonatación. Caracterizada por calcita, dolomita, ankerita, siderita,  $\pm$  sericita y/o albita.

Los carbonatos ocurren dentro de un amplio rango de temperatura y pH, asociados con caolinita, clorita y minerales calco-silicatados.

Carbonatos de Fe-Mn (siderita-rodocrosita) co-existen con caolinita e illita,

Carbonatos mixtos de Ca-Mn-Mg-Fe (rodocrosita-ankerita-kutnahorita-dolomita) ocurren con illita y clorita, Carbonatos de Ca-Mg (dolomita-calcita) ocurren con clorita y minerales calco-silicatados.

### 2.2.9 OXIDACION

La atmósfera de la tierra produce un fuerte cambio a las rocas cercanas de la superficie. Especialmente los minerales de mena tienen una fuerte tendencia de disolverse en un ambiente de óxidos. Por ejemplo pirita se descompone y se forma limonita que es casi insoluble.

El hierro es uno de los metales que más abunda en la naturaleza, donde aparece forma de óxido, carbonato, sulfuro o silicato. En rarísimas ocasiones se presenta en estado nativo. Solamente cuatro minerales se pueden utilizar industrialmente en la actualidad: tres óxidos que se conocen generalmente con los nombres de magnetita, hematites y limonita, y el carbonato denominado siderita.

### 2.3 ETAPAS DE UN PROYECTO MINERO

Un proyecto minero se ejecuta en varias fases o etapas las cuales siguen una secuencia ordenada y prioritaria llamada también operaciones mineras (fases) entre las cuales tenemos:

- Exploración
- Evaluación del proyecto
- Desarrollo y construcción
- Producción o explotación

El tiempo requerido para llevar a cabo el desarrollo completo del proyecto minero varía notablemente en función del tamaño del yacimiento, situación geográfica del mismo y del tipo de mineral. HARTMAN (1987). Sin embargo, a grandes rasgos se puede tener una idea de valoraciones temporales:

- Yacimientos de pequeño tamaño: entre 2 y 3 años de exploración y 1 a 2 años de desarrollo.
- Yacimientos de tamaño medio: entre 3 y 4 años de exploración y 2 a 4 años de desarrollo.
- Yacimientos de gran tamaño: entre 5 y 10 años de exploración y 5 a 8 años de desarrollo.

## **2.4 EXPLORACION DE UN PROYECTO MINERO**

Es la búsqueda de un nuevo yacimiento, económicamente rentable, en condiciones actuales de mercado.

La exploración y son fases estrechamente ligadas y suelen combinarse entre sí. En estas fases tendrían un mayor peso las técnicas geológicas. El desarrollo y la explotación son las fases, en las que son necesarios unos conocimientos más relacionados con la Ingeniería Minera.

### **2.4.1 EXPLORACION**

Es la etapa en donde se realizan estudios más profundos de la zona, estos estudios incluyen muestreo y análisis químico de las rocas mediante una serie de trabajos superficiales, canales, trincheras, etc. También se realizan operaciones de perforación diamantina, que consiste en realizar perforaciones en el subsuelo a fin de analizar el contenido mineral, así como algunas labores subterráneas (galerías, cruceros y chimeneas de exploración). Muchas veces las exploraciones determinan si es económicamente explotable un yacimiento o no, de acuerdo al contenido y calidad del mineral encontrado.

La exploración es la actividad que consiste en la determinación de la cantidad (reservas) y de la calidad (ley promedio) del mineral de un depósito.



## 2.5 GEOMORFOLOGIA

La geomorfología es la ciencia que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a describir, entender su génesis y entender su actual comportamiento.

El estudio geomorfológico describe las formas de la superficie y su desarrollo geomorfológico, donde se han conjugado diferentes factores, como los climáticos, litológicos y estructurales. En los denuncios en estudio, se aprecia bastante la influencia estructural de la fase tectónica Eohercínica, sobre las geoformas, encontradas, (Ver lámina N° 1 y 2 en anexos).

### 2.5.1 GENERALIDADES

El área de estudio se encuentra en la Cordillera Oriental de Los Andes. Desde el punto de vista de su geomorfología, el área en estudio pertenece a las unidades geomorfológicas de relieve abrupto y accidentado, correspondientes a zonas de cordillera, zona de altiplanicies o mesetas altoandinas, zona subandina y zonas de valles. INGEMMET (Boletín N° 90, serie A), adicionalmente debemos de incluir el sistema antropomórfico.

La evolución geomorfológica de la región está ligada al plegamiento y fallamientos inversos de alto ángulo de los ciclos orogénicos Hercinianos, en el Paleozoico inferior y superior, que determinó el afloramiento de rocas metamórficas de las Formaciones Sandía y Ananea. La tectónica, la acción climática inicialmente glacial y ahora fluvial han contribuido a configurar la expresión topográfica actual.

### 2.5.2 ZONA DE CORDILLERA

Se caracteriza por su relieve abrupto, pues corresponde a un tramo de la Cordillera Oriental, con una orientación general NW - SE y con altitudes que fluctúan entre los 4000 m.s.n.m. y los 6049 m.s.n.m. INGEMMET (Boletín N° 90, serie A). En esta zona se puede distinguir a su vez dos sub-zonas:

### 2.5.2.1 SUB ZONA DE ALTA CORDILLERA

Esta sub-zona corresponde a las mayores elevaciones de la Cordillera Oriental, con altitudes comprendidas entre los 4800 y 6049 m.s.n.m. ya presentan laderas abruptas entre estas altitudes.

Comprende las partes altas de las Cordilleras Allin Cápac – Vilajota y Olo Quenamari – Casa Huallata.



*Foto N° 09: Nevado Allin Cápac (5800 m.s.n.m.), esta imagen muestra una típica zona de alta cordillera. Vista hacia el este desde Macusani.*

### 2.5.2.2 SUB ZONA DE BAJA CORDILLERA

Corresponde esta sub-zona a las estribaciones nororientales de la cordillera, inmediatamente a continuación de la alta cordillera, se manifiestan en altitudes entre 3800 y 4800 m.s.n.m. Esta sub-zona conforma el cuerpo principal de la cordillera oriental, su relieve no obstante de ser accidentado tiene una morfología más suave que la sub-zona de alta cordillera, aquí se presentan valles en forma de U producto de la erosión glaciaria, anteriormente ocurridas, en estos valles se presentan las mayores acumulaciones de morrenas. INGEMMET (Boletín Corani (28u) y Ayapata (28v)).

Otro aspecto morfológico es la presencia de abundantes lagunas originadas por diques naturales formados por morrenas frontales dejadas por retroceso de los glaciares.

Se distinguen cuatro sub unidades geomorfológicas:

**A) CASQUETES GLACIARES.-** En las cimas de los picos centrales de las cordilleras, sobre los 5000 m.s.n.m. se encuentran extensas coberturas de masas de hielo glaciario, con espesores que varían de algunos metros hasta más de cien metros; constituyen un gran recurso de agua acumulada y como elemento regulador de la escorrentía fluvial a lo largo de todo el año. Importante para los diversos usos (humanos, agrícolas, energéticos, etc.). El nevado de Allin Cápac es uno de los ejemplos más claros más cercano al área de estudio. Ver foto N°09.

**B) MONTAÑAS ABRUPTAS.-** Están formadas por las cadenas de cerros que forman la línea divisoria de aguas entre las cuencas. Estas montañas son de modelado abrupto e irregular dominado por el modelamiento debido al desgaste glacial, observándose circos glaciales, escarpes, cornisas, etc.

Actualmente estos escenarios constituyen los ambientes periglaciales, con climas muy fríos, y la ocurrencia de granizadas y heladas casi diarias.

**C) VALLES GLACIARES.-** Durante la época de glaciación, que permitió la cubierta extensa de masas glaciares en todas las cordilleras, estas masas produjeron un desgaste profundo en los macizos rocosos, dando lugar a los valles glaciales en forma de U, descendentes desde las cimas de las montañas.

En estos valles existen en cascada desniveles o saltos estructurales que dan lugar a caídas de agua y retención en lagunas escalonadas. Estos valles concentran la escorrentía hídrica desde las nacientes hasta los ríos y valles fluviales.

**D) LAGUNAS GLACIARES.-** En los fondos de los valles glaciales se encuentran numerosas lagunas originadas por los represamientos naturales en las depresiones existentes en los fondos de los valles glaciales, debido al desgaste glacial diferenciado y la formación de diques naturales de morrenas de fondo por la fusión glaciaria. Las lagunas varían desde temporales y someras hasta muy profundas de decenas de metros de profundidad.



*Foto N° 10: Zona baja cordillera. Vista hacia el suroeste desde el pueblo Ollachea.*

### **2.5.3 ZONA DE ALTIPLANICIES O MESETAS ALTO ANDINAS**

Esta zona se ubica en el flanco suroccidental de la Cordillera Oriental e inmediatamente al pie de las cumbres nevadas, se encuentra a una altitud entre 4500 y 4700 m.s.n.m. INGEMMET (Boletín N° 90, serie A).

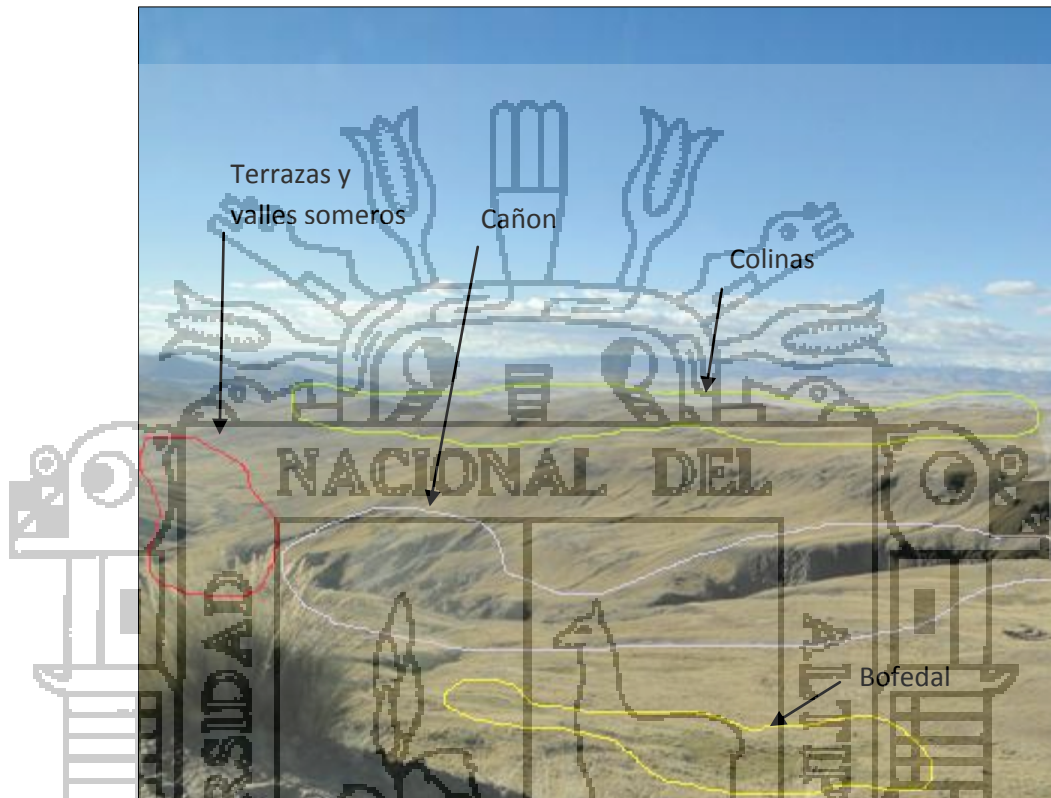
En la parte central entre las cordilleras que forman las nacientes de la cuenca Macusani, el acondicionamiento geoestructural, derrames lávicos y acumulación morrénica y aluvial, ha dado lugar a una depresión extensa de relieve moderado,

formando un horizonte de meseta entre dos cordilleras, que favorece la colonización humana y aprovechamiento de los recursos naturales.

En este escenario se diferencian cinco tipos de geoformas que dan lugar a las sub unidades geomorfológicas siguientes:

- A) MONTES Y COLINAS.-** El desgaste intenso sobre los macizos de rocas paleozoicas y los derrames lávicos dieron lugar a la formación de cerros y colinas de modelado suave a empinado, separados por quebradas someras. En estos medios la erosión pluvial es muy suave debido a la cobertura de pajonal alto andino y la poca declividad de las laderas.
- B) TERRAZAS FLUVIALES.-** En el río Ollachea hay una fuerte disminución de las pendientes longitudinales, se ha producido la acumulación del transporte fluvial y aluvial, dando lugar a la colmatación y aplanamiento en superficies planas, denominadas pampas. En estas pampas, la erosión hídrica es casi nula, debido a la composición gravosa y arenosa con alta permeabilidad.
- C) DEPRESIONES BOFEDALES.-** En las depresiones entre los montes y colinas y fondos de los valles, con afloramientos de aguas subterráneas permanentes, se han formado los denominados bofedales, por la acumulación de fangos inducidos por las plantas acuáticas que colonizan estos medios, dando lugar a las denominadas turberas. Estos ecosistemas son los recursos naturales más valiosos de la meseta alto andina, con fines alpaqueros.
- D) VALLES SOMEROS.-** La erosión hídrica fluvial concentrada ha dado lugar a profundas incisiones entre los macizos paleozoicos y volcánicos, formando valles de poca profundidad separados por cerros y colinas.
- E) CAÑONES.-** En la zona de derrames lávicos de la margen derecha de la cuenca Macusani, por la erosión concentrada profunda, favorecida por la blandura de los volcánicos, se han generado incisiones muy profundas, con paredes casi verticales de varios metros, dando lugar a cañones

espectaculares que se integran a las formas ignimbríticas de los volcánicos. En estas geoformas, los procesos de incisión, deslizamientos y derrumbes son intensos, sobre todo durante las lluvias.



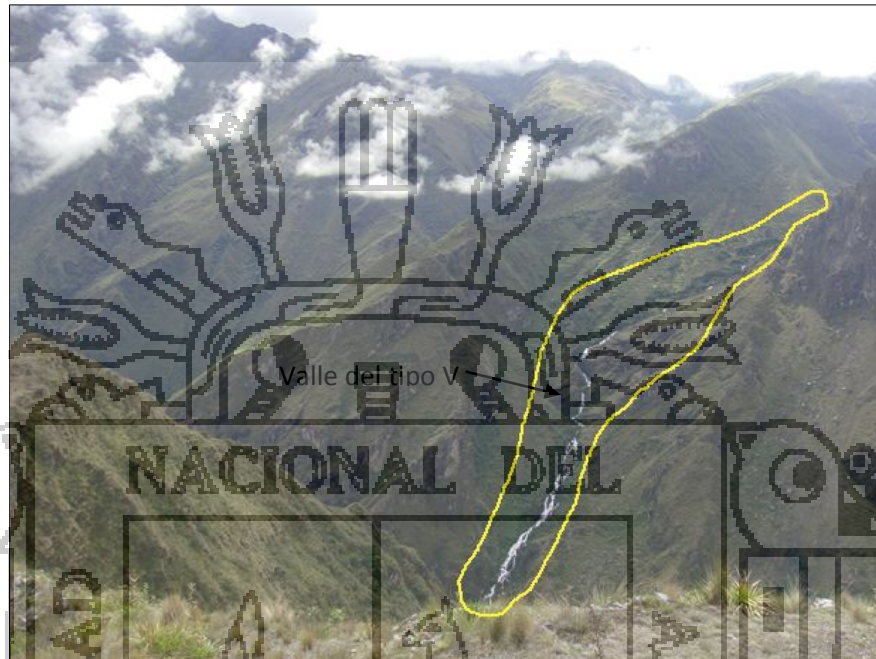
**Foto N° 11:** Zona de Altiplanicie, en volcánicos del grupo Mitu. Vista al noreste desde Macusani.

#### 2.5.4 ZONA SUBANDINA

Se denomina “Faja Subandina”, la cual se extiende paralela a la Cordillera Oriental, como una zona de transición entre esta cordillera y el llano amazónico. Se caracteriza por su relieve accidentado, conformado por una cadena de cerros con altitudes que disminuyen progresivamente hacia el Noreste desde los 3800 m.s.n.m. junto a la cordillera, hasta los 1500 m.s.n.m. dentro de nuestra zona de estudio.

Su relieve accidentado, es consecuencia del fuerte bisectamiento a que está sometido este territorio por acción de los numerosos cursos de agua que sobre él discurren. Es zona de fuerte erosión, los valles tienen forma de V, con un

fondo muy angosto y paredes laterales muy empinadas. Debido al clima lluvioso de esta zona y la fuerte erosión, los taludes pierden estabilidad produciéndose derrumbes y deslizamientos. Los ríos tienen una fuerte pendiente, es frecuente la presencia de cascadas, rápida y caída de agua por las paredes laterales.



*Foto N° 12: Zona sub Andina cerca al río Ollachea, también se aprecia un valle en forma de V producto del fuerte bisectamiento por acción del agua.*

### 2.5.5 ZONA DE VALLES

La zona de estudio comprende una parte de la Cordillera Oriental, este territorio se encuentra fuertemente bisectado por numerosos ríos, riachuelos y arroyos.

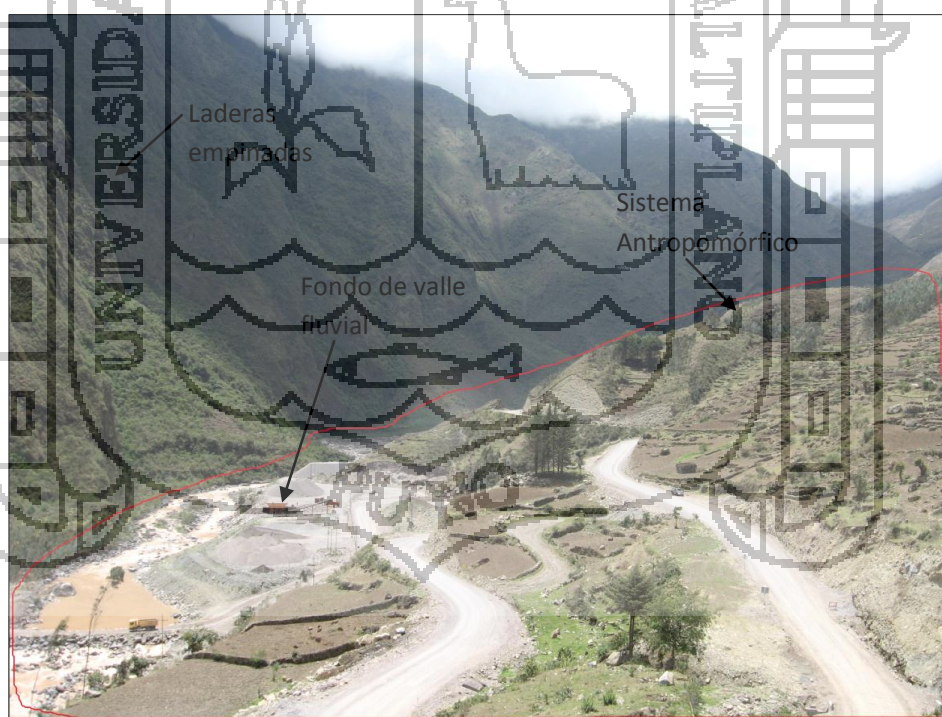
En este escenario se diferencian dos tipos de geformas que dan lugar a las sub unidades geomorfológicas siguientes:

- A) LADERAS EMPINADAS.-** La parte baja del valle Macusani-Ollachea-San Gabán está formada por laderas empinadas de fuerte pendiente y de difícil acceso; compuestas por rocas metamórficas e intrusivas de resistencia media. Estas laderas se encuentran cubiertas por la cobertura vegetal de los matorrales y los bosques de ceja de selva.

**B) FONDO DE VALLE FLUVIAL.** - En el tramo inferior fondo del valle del río Ollachea, se encuentran depósitos aluviónicos muy gruesos, con formación de terrazas muy estrechas y plataformas aluviónicas, que favorecen los asentamientos humanos, como la localidad de Ollachea, Camatani y Tabina Pampa.

### 2.5.6 ANTROPOMORFICOS

Actualmente las actividades antropomórficas causantes del modelamiento del relieve lo constituyen las personas y equipos encargados de la exploración minera existentes en la zona de estudio, los trabajos realizados por INTERSUR concesiones S.A., en la construcción de la carretera interoceánica conjuntamente con explotación de las canteras de gravas y arena, zonas de cultivo y la construcción de las viviendas que se realizan en el distrito de Ollachea. De esta manera se incrementa la cantidad de agentes modeladores que contribuyen a la erosión del terreno, llegando a formar depósitos tectogénicos.



**Foto N° 13:** Imagen del río Ollachea, se aprecia una evidente zona de valle (laderas empinadas y fondo de valle), y sistemas antropomórficos (carreteras, sembríos, canteras), delimitada con línea de color roja.



## 2.6 GEOLOGIA REGIONAL

El área de estudio se sitúa sobre la Cordillera Oriental, al norte del departamento de Puno casi sobre la frontera con el departamento de Cusco, en ella afloran mayormente rocas del Paleozoico inferior hasta el Cuaternario.

El Paleozoico está conformado por terrenos metamorfizados, correspondientes a los restos de una cadena Hercínica. Estos terrenos se encuentran intensamente plegados.

Las rocas Paleozoicas en la Cordillera Oriental, se formaron por dos ciclos sedimentarios: uno en el Paleozoico inferior y otro en el Paleozoico superior.

El Paleozoico inferior está conformado por rocas metamórficas, que anteriormente fueron secuencias clásticas marina, pelíticas y arenosas que posteriormente después de la fase eohercínica a fines del Devónico es superpuesto por sedimentos continentales y marinos del Paleozoico superior, (Ver lámina N° 3 en anexos).

Además la cadena Hercínica es el resultado de tres fases de deformación que afecto los depósitos Paleozoicos entre el Devónico y el Triásico inferior entre esta tenemos: la fase Eo-hercínica (fase mayor), de edad devoniana superior a missipiana inferior, Tardihercínica de edad permiana media y Fini-hercínica de la edad permiana superior a Triásico inferior.

Las formaciones geológicas aflorantes en Macusani, Corani y San Gabán, se extienden longitudinalmente a lo largo de la Cordillera Oriental, hacia el Sur y Norte; caracterizadas por la presencia densa de mantos y vetas de cuarzo aurífero, llegando a constituir yacimientos de oro explotables, como los casos de La Rinconada en Ananea y Ollachea.

Se han identificado las siguientes formaciones estratigráficas:

### 2.6.1 PALEOZOICO

#### 2.6.1.1 FORMACION SANDIA (Os-s)

Reconocida por LAUBACHER G. (1978) en el valle del río Sandia, en el departamento de Puno, donde manifiesta que esta formación aflora en una franja continua en el flanco NE de la Cordillera Oriental del Sur del Perú.

La litología de la Formación Sandia está compuesta por areniscas cuarzosas de grano fino a medio de color gris claro a blanquecino, siltitas, cuarcitas y pizarras.

Esta formación se encuentra al norte del pueblo de Ollachea con extensión de 21.370 km de ancho, con una dirección de NW a SE que se extiende hasta el departamento de Cusco al noroeste. Esta formación ocupa la parte central de los cuadrángulos de Ayapata y Corani. El contacto con la Formación Ananea se realiza por intermedio de una falla inversa de alto ángulo (Falla Ollachea).

La Formación Sandia en el área de estudio se encuentra afectada por un plegamiento algo apretado que da lugar a anticlinales y sinclinales ligeramente inclinados hacia el SW; afecta a esta formación una esquistosidad de fractura mayormente desarrollada en sus intervalos más finos dando lugar a pizarras. En esta formación se han emplazado la mayor parte de cuerpos intrusivos como ejemplo el granito de San Gabán, en el carbonífero inferior y la sienita de Macusani en el Permo-Triásico.

La parte inferior de la Formación Sandia, está compuesta por areniscas de grano fino a medio en capas de 20 a 40 cm de grosor, las cuales a su vez forman paquetes en capas de hasta 10 cm de grosor; en estos paquetes intercalan delgados niveles de pizarras negras.

La parte superior de la Formación Sandia, está compuesta por areniscas de grano fino a medio en capas de 2 a 4 m de grosor, con presencia de laminaciones cruzadas; En esta columna también se observa laminaciones paralelas y piritita disseminada en las areniscas de la parte inferior.

### **Edad y Correlación**

No ha sido posible encontrar fósiles pero se le asigna como edad el Ordovícico superior por su posición estratigráfica, infrayace a la Formación Ananea y suprayace al Grupo San José. La Formación Sandia es una plataforma silicoclástica con facies tidales. Dataciones radiométricas de U/Pb, hechas por Reimann et al. (2010), en muestras de zircón, lanzan edades de 436, 455, 497 y 519 Ma. con un error de +/- 28, +/-10, +/-26 y +/-5 Ma. respectivamente.

### 2.6.1.2 FORMACION ANANEA (SD-a)

Fue denominada así por LAUBACHER G. (1978), en la localidad de Ananea, situada en la Cordillera Oriental asignándole como edad del Siluro-Devoniano.

La litología de la Formación Ananea está conformada principalmente por una secuencia gruesa de lutitas negras esquistosas, finamente estratificadas; también está conformada generalmente por limo arcillitas pizarrosas, limolita pizarrosas con algunas intercalaciones de arenisca cuarzosa, en donde se pueden encontrar pizarras de color gris oscuro. Las limoarcillitas pizarrosa son de color gris, presenta una foliación paralela a la estratificación además se pueden encontrar nódulos de limoarcillitas, y calcáreos. Se han observado limolitas laminadas de color gris oscuras. Una parte inferior compuesta por siltitas beige en capas de 40 - 60 cm de grosor, las cuales alternan con pizarras negras. Las capas de siltitas contienen micas como sericita, moscovita, clorita.

La Formación Ananea aflora en los alrededores de Ollachea en una franja E-W.

Esta formación se presenta también plegada y afectada de una esquistosidad de fractura.

“En la parte media de esta sección se presentan intercalados de sills de micro granitos silicificados”. INGEMMET, (Geología de los cuadrángulos Corani y Ayapata).

#### **Edad y correlación**

Lamentablemente en los sedimentos de esta unidad no se ha encontrado fósiles. La posición estratigráfica es importante ya que sobreyace a la Formación Sandia. La datación radiométrica de K-Ar en una muestra de muscovita de una veta de Qz-Au, muestran una edad de 143.20 + /- 10.1 Ma. Kontak et al. (1990).

### 2.6.1.3 GRUPO MITU (Ps-mi)

Fue descrito por Mc.LAUGHLIN, A. (1924) como una secuencia de arenisca rojiza y gris cubierta por un conglomerado arenoso, lutita, derrames volcánicos y piroclásticos riolíticos a andesíticos de edad Permiano – Triásico.

Sus afloramientos en el área de estudio se presentan al sur del pueblo de Ollachea y también se presentan en los cuadrángulos de Corani y Ayapata.

En el cuadrángulo de Ayapata sus afloramientos ocupan la mayor parte del cuadrante SW en los alrededores del nevado Allin Cápac, los cuales se extienden hasta los ríos Macusani y Corani.

La parte superior del Grupo Mitu está compuesta por una sucesión gruesa de derrames lávicos. La mayor exposición se sitúa en el valle del río Corani hasta cerca de la unión con el río Macusani. También está bien expuesta en el valle del río Macusani entre Tatamaco y cerca de la unión con el río Corani, conformando los alrededores de los nevados Allin Cápac, Aullincapac y Chichicapac en el cuadrángulo de Ayapata.

El grosor de esta unidad varía entre 1000 y 1500 m. Las coladas varían entre 10 y 20 m, su litología está compuesta principalmente por lavas andesíticas, porfíricas, con desarrollo de gruesos cristales de plagioclasa, los piroxenos están cloritizados y enriquecidos en óxidos de hierro, la matriz es vidrio volcánico completamente recristalizado, es importante la presencia de parches de calcita. Intercalan también coladas de lavas afaníticas de color oscuro.

Las características de este grupo por sus conglomerados, lutitas rojas sugieren un ambiente continental asociado con un volcanismo lávico.

Este Grupo Mitu da origen a una topografía de relieve abrupto y picos de fuerte pendiente. Presenta un color de cobertura violácea sirviendo como guía su identificación a distancia. Los afloramientos de roca se presentan aguas abajo del cañón que forma el río, entre los poblados de Macusani y Ollachea.

### **Edad y Correlación**

En este grupo no se han encontrado fósiles. Algunas dataciones realizadas en la cordillera como las de: KONTAK A. et al. (1985) por Rb-Sr, indican 270 y 210 Ma; Mc BRIDE et al. (1983) por K-Ar determinó edades de 280 y 245 Ma. en el NW de Bolivia y K LINCK, B. PALACIOS, O. et al. (1993) obtienen una edad K-Ar de  $272 \pm 10$  Ma. para la vulcanita del Grupo Iscay.

Estas dataciones le otorgarían un rango de edad al Grupo Mitu entre el Pérmico superior al Triásico inferior.

## 2.6.2 CENOZOICO

### 2.6.2.1 NEOGENO

#### 2.6.2.1.1 FORMACIÓN QUENAMARI (Ts-qe)

Conformada por tobas ignimbríticas, en las cuales se han podido identificar tres secuencias, las cuales se designara como miembros, en todos los casos la unidad se caracteriza por su naturaleza félsica y su carácter peraluminoso. Los afloramientos de esta unidad pertenecen al Cenozoico, Neógeno, Mioceno superior y Plioceno.

##### A) MIEMBRO CHACACUNIZA (Nm-ch)

Es el miembro basal de la Formación Quenamari, se encuentra en discordancia angular, principalmente sobre el Grupo Mitu. Además hay que señalar que este miembro se encuentra rellenando un paleorelieve.

Está compuesto de una sucesión continua de flujos ignimbríticos cuyo grosor varía de 10 a 15 m. Se caracteriza por presentar flujos muy compactos y bien soldados. Litológicamente son de composición riolítica, contiene pómez centimétrica y material lítico Paleozoico muy fino. Su mineralogía consiste de cuarzo, plagioclasas, biotitas, sanidina y ocasionalmente obsidianas, todos envueltos en una matriz de vidrio volcánico.

Esta unidad infrayace en concordancia al miembro Sapanuta en casi todo el área. CHEILLETZ A. et al. (1992) en base a dataciones K/Ar le asigna una edad comprendida entre 10 a 6,7 Ma., correspondiendo al Mioceno medio.

##### B) MIEMBRO SAPANUTA (Nm-sa)

Se denomina así a una sucesión tobácea de estructura columnar, de composición riolítica y de textura cristaloclástica, el rasgo más distintivo es la forma de meseta estructural que ha formado, que se levanta sobre altitudes de 4800 a más de 5200 m, con una superficie muy homogénea, subhorizontal y parcialmente cubierto por glaciares, este miembro

suprayace en discordancia angular a la Formación Ananea y al Grupo Mitu; sobreyace concordantemente al miembro Chacacuniza. Dataciones de Ar/Ar muestran edades de 6.7 y 7.8 Ma. con errores de +/- 0.2 y 0.4 Ma. respectivamente, Cheilletz et al. (1992).

### C) MIEMBRO YAPAMAYO (Np-ya)

Es el miembro superior de la Formación Quenamari, aflora en el cuadrante SE del cuadrángulo de Corani y esquina SW del cuadrángulo de Ayapata. Está compuesto por una sucesión de 4 flujos ignimbríticos cuyos grosores varían de 30 a 50 m, de composición riolítica, se caracteriza por presentar flujos de cenizas débilmente soldadas en la base y hacia el techo es una toba blanca. Mineralógicamente está constituido por cuarzo, plagioclasas y biotitas. Hay que destacar que en este miembro se encuentra la mineralización de uranio. CHEILLETZ A. (1992) y POUPEAU G. (1992) le asignan una edad de  $7.5 \pm 0.5$  Ma., que es sincrónica con la fase compresiva Quechua 5 de los Andes (SEBRIER et al. 1988) por lo cual le correspondería una edad del Mioceno superior a Plioceno inferior.



**Foto N° 14:** Geología regional, en alrededores de la zona de mayor interés exploratorio.

### 2.6.2.2 CUATERNARIO

En el área de estudio se presentan diversos depósitos asociados a las geoformas actuales de la cordillera oriental, algunos directamente conectados a los nevados en sus partes bajas, rellenando valles y altiplanicies; así se presentan depósitos morrénicos, fluvioglaciares y aluviales.

#### 2.6.2.2.1 DEPOSITOS MORRENICOS (Qh-mo)

En los flancos occidentales de los nevados de la cordillera Vilajota - Allin Cápac (margen derecha de la cuenca Macusani), se encuentran extensas geoformas de morrenas originadas por la acumulación glacial, durante el proceso de deglaciación y retroceso glacial. INGEMMET, (Geología de los cuadrángulos Corani y Ayapata).

Estos depósitos están compuestos de bloques subangulares, por arenas limos, gravas y bloques angulosos sin selección, de diverso tamaño (0,3 - 2 m de diámetro), por encima de los 4200 m. de altitud, generalmente son morrenas de tipo lateral, sus sedimentos están conformados por brechas polimícticas que se envuelven en una matriz arenosa.

#### 2.6.2.2.2 DEPOSITOS GLACIOFLUVIALES (Qh-gf)

Estos depósitos se han formado por erosión de los depósitos morrénicos y del substrato constituido por rocas pre-cuaternarias.

Son geoformas depresionadas con pendientes suaves en dirección de las corrientes de las aguas, originadas por la erosión glacial durante el descenso de los glaciares, en algunos casos están cubiertas de bofedales y se encuentran sobre los 4000 m.s.n.m, en las nacientes de las cuencas o en la cabecera de los valles aluviales. El poblado de Macusani yace sobre depósitos glaciofluviales hasta el Km199+650, debido a que se encuentra a una altitud sobre los 4500 m.s.n.m., donde los materiales han sido arrastrados por las correntadas de agua ocupando la extensa planicie del poblado Macusani depositándose tanto en longitud como en profundidad.

El suelo está conformado por gravas, cantos, englobados por una matriz arenosa o arenolimoso, la presencia de material fino es escasa, siendo permeable.

### 2.6.2.2.3 DEPOSITOS ALUVIALES (Q-al)

En los fondos de los valles y las terrazas y pampas alto andinas, se encuentran potentes depósitos aluviales, formados por la acumulación fluvial y pluvial en fase de relleno, colmatación y aplanamiento. Estos depósitos se constituyen de gravas polimícticas envueltas en una matriz arenosa, que son coronadas con capas de arena gravosa a arena limosa.

### 2.6.3 ROCAS INTRUSIVAS

#### 2.6.3.1 COMPLEJO DE SAN GABAN (PT-mzg/gr)

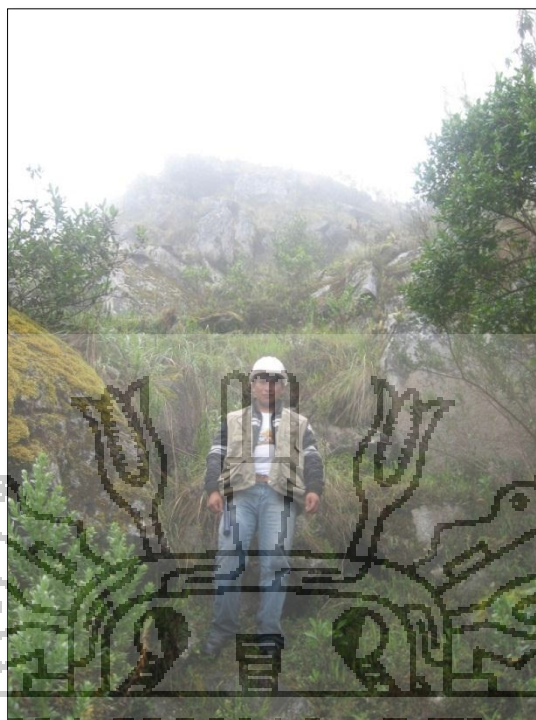
El complejo granítico de San Gabán se encuentra orientado de NE – SW, prácticamente cruza diagonalmente al ámbito del proyecto, desde Chacaneque – Villa de San Gabán hacia la localidad de Corani. En general son granitos con gradación a monzogranitos de colores blancos a grises, grano de cristales de medio a fino, constituidos de cuarzo, ortosa, biotita, muscovita y plagioclasas. Se presenta en condiciones duras, alterado en rangos bajos y con fisuraciones en rangos moderados mayormente; en general se caracterizan por sus taludes empinados y condiciones un tanto estables.

Este Complejo de San Gabán intruye al Paleozoico, desarrollando una amplia zona de metamorfismo de contacto, con aparición de gruesos cristales de andalucita hasta de 40 cm de longitud, asociadas con gruesas biotitas.

El complejo de San Gabán es el único con el que se relaciona al Paleozoico inferior con las esquistosidades eohercinianas, así como también las facies de asimilación encontradas con las rocas cuarcíticas de la Formación Sandia y las pizarras esquistosa de la Formación Ananea, LAUBACHER (1978).

Dataciones radiométricas hechas en muestras de biotita por K/Ar, intrusivos mozograníticos en Coasa, departamento de Puno, indican edades de: 207.7 y 210.9 Ma. con errores de +/- 4.1 y +/- 4.3 Ma. Kontak et al. (1990).





*Foto N° 15: Stock granodiorítico, ubicado al noroeste de Ollachea, foto tomada a 4100 m.s.n.m.*

### 2.6.3.2 SIENITA NEFELINICA (Jm-si)

La roca intrusiva se presenta en forma amplia en el cañon que forma el río Macusani y el Corani, con afloramientos de taludes casi verticales, y de elevada altura.

Esta roca intrusiva aflora a un km ladera arriba al SW y a 10 km con dirección NW de Ollachea, presenta una coloración gris clara, textura gruesa porfirítica, acompañada por una foliación, corta a la Formación Ananea, tal como se observa en los alrededores del puente San Francisco.

Presenta una textura porfirítica de color gris claro, holocristalina. Su mineralogía está constituida por gruesos cristales de feldespato ortosa y en forma escasa por plagioclasas, augitas-egirinas, anfíboles alterado a cloritas, apatitos, epidotas, calcita y opacos.

“Los minerales máficos están representados por augitas-egirinas, anfíboles; la biotita está como inclusión en algunos ferromagnesianos, pero en general están en gruesos cristales asociados con los piroxenos sódicos, escasamente

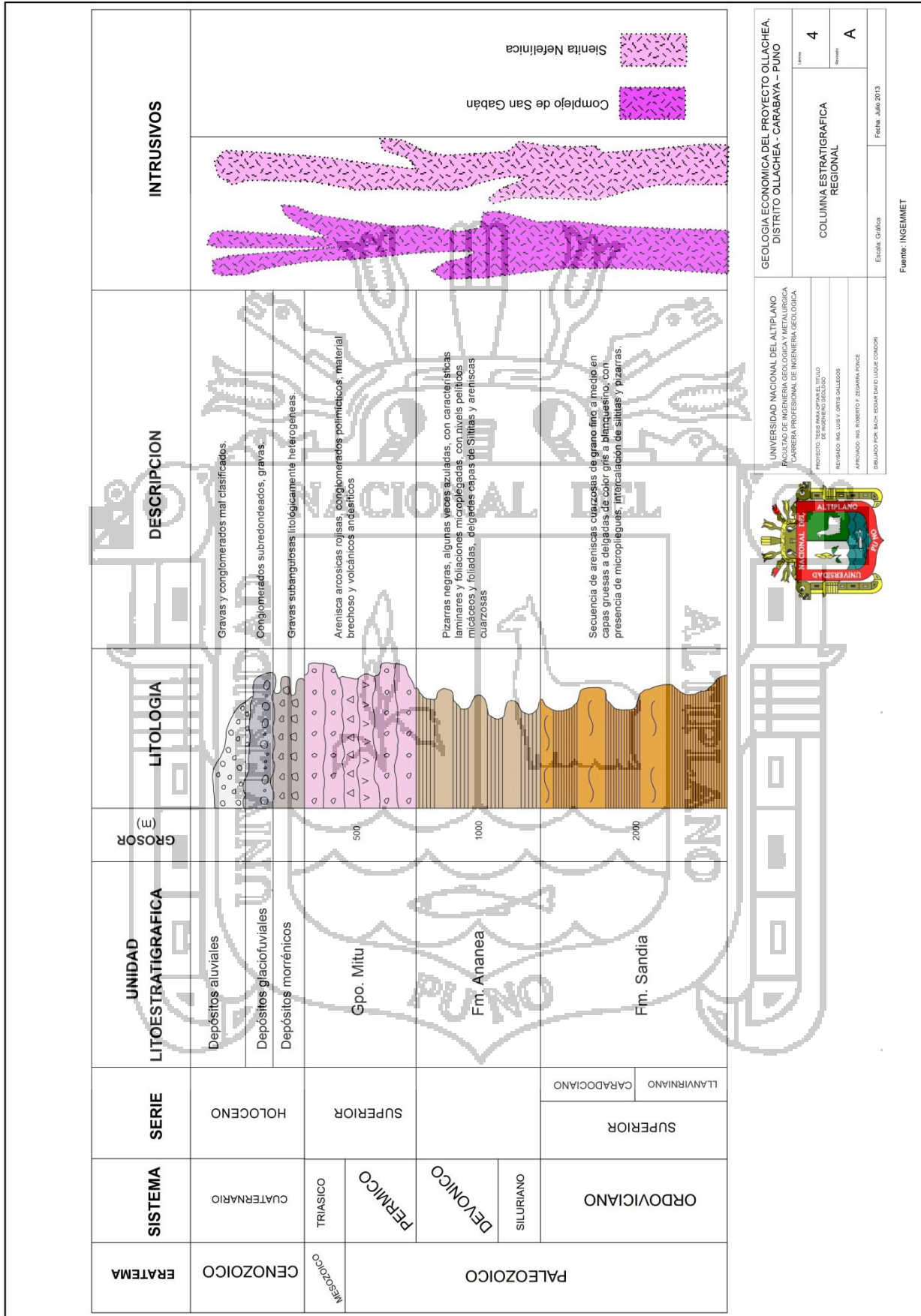
se distinguen microcristales de apatitos y opacos” Boletín N° 90, serie A (INGEMMET).

Este intrusivo corta las volcanitas del Grupo Mitu desarrollando facies de metamorfismo de contacto.

Tres estudios radiométricos indicarían una edad de la Sienita nefelítica. Las muestras fueron tomadas: una de ellas a 1.9 km al suroeste del distrito de Ollachea, tomada por Kontak et al. (1990), analizada por K/Ar, que lanza una edad de 155.7 Ma. +/- 4.3 Ma., la otra muestra fue tomada a 4.15 Km al suroeste del pueblo de Ollachea, tomada por Miskovic et al. (2009), analizada por U/Pb, que nos da un dato de 184.1 Ma. +/- 3.7 Ma. y la última muestra fue tomada también por Miskovic et al. (2009), a 4.4 Km al suroeste de Ollachea que fue analizada por U/Pb, que dio un valor de 199.1 Ma. +/- 7.4 Ma.



**Foto N° 16:** Intrusivo sienítico ubicado a 10 km de Ollachea con dirección N15°W.



## 2.7 GEOLOGIA ESTRUCTURAL REGIONAL

El área de estudio abarca un segmento de la Cordillera Oriental, compuesto por terrenos en mayor proporción del Paleozoico inferior, en menor proporción del Paleozoico superior. Boletín N° 90, serie A (INGEMMET).

La cordillera Oriental de los Andes se ha formado por levantamientos tectónicos sucesivos desde el Paleozoico hasta el presente, por lo que presenta una serie de fallas y pliegues longitudinales y transversales que forman la estructura interna del macizo cordillerano. El sistema tectónico más conspicuo está formado por la falla inversa Ollachea, que cruzan con rumbo E-W, por la localidad de Ollachea.

Los terrenos del Paleozoico inferior, con una litología mayormente pelítica a excepción de la Formación Sandia, compuesta por areniscas, cuarcitas, pero que también contiene intercalaciones arcillosas, muestran una deformación de tipo plástico.

El Paleozoico superior se presenta incompleto, y conformando mayormente monoclinales fallados.

Dos sistemas de fallas principales afectan los diferentes terrenos que conforman el área de estudio (Falla Ollachea y Falla Paquillusi), (Ver lámina N° 5 en anexos). Estas características permiten diferenciar tres dominios estructurales:

### 2.7.1 DOMINIO ESTRUCTURAL DE AYAPATA

Es el dominio más extenso, está situado al Norte de la falla Ollachea. Está compuesto por terrenos de la Formación Sandia y Grupo San José; estas unidades están afectadas por una deformación plástica, que produce una serie de anticlinales y sinclinales más o menos abiertos.

En este dominio se sitúa la zona axial de la cadena eohercínica, la misma que está centrada sobre el Grupo San José.

Esta zona axial está limitada hacia el NE, por la falla Inambari que pone en contacto la Formación Sandia con terrenos del Cretáceo y hacia el SW por la falla Tocco Rumi, que pone en contacto el Grupo San José con la Formación Sandia. Entre estas dos fallas el Grupo San José y la Formación Sandia están plegados formando una especie de abanico echado sobre ambos flancos.

Al Este de Ayapata los ejes de los pliegues tienen una dirección preferencial N 160° E y hacia el NW de Ayapata los ejes de los pliegues tienen una dirección N 110° - 120° E.

En este dominio estructural se han emplazado la mayor parte de cuerpos intrusivos, como los plutones de Coasa, San Gabán, Pumachanca, Marcapata los cuales en su mayoría cortan a la Formación Sandia.

## **2.7.2 DOMINIO ESTRUCTURAL DE HUACUNE**

Se encuentra limitado al SW por la falla Paquillusi-Corani y al NE por la falla Ollachea. Entre estas dos fallas se encuentran las pizarras de la Formación Ananea, afectadas por un plegamiento plástico abierto, el cual forma un sinclinal y un anticlinal; además una equistosidad de fractura, subparalela a la estratificación, acompaña a esta deformación.

Este dominio estructural así como el dominio estructural de Tantamaco están truncados hacia el Este por el Batolito de Coasa; Dentro de este dominio estructural se encuentra la zona de interés exploratorio del proyecto.

Las estructuras que conforman este dominio son:

### **2.7.2.1 ANTICLINAL YANACUCHA**

Cuyo eje tiene una dirección general NW-SE, con ligera desviación al Oeste, en Corani. El núcleo está ocupado por sedimentos de la Formación Ananea, los buzamientos del flanco oriental son suaves mientras que los del flanco occidental son ligeramente más fuertes.

### **2.7.2.2 SINCLINAL CAMARA**

Ubicado en la zona de Corani, su eje presenta una orientación preferencial NW-SE, con una inflexión hacia el Sureste, su núcleo está conformado por rocas sedimentarias silurodevonianas del Paleozoico inferior de la Formación Ananea, se extiende desde las nacientes de la quebrada Corcococho hasta el río Laca.

### 2.7.3 DOMINIO ESTRUCTURAL DE TANTAMACO

Este dominio se encuentra limitado al Norte por la falla Corani-Paquillusi. Este dominio está compuesto en su mayor parte por terrenos del Grupo Mitu, que son mayormente de composición volcánica, se hallan formando un gran monoclinal inclinado de N 20°- 40° hacia el E, es el caso de los afloramientos de los alrededores del nevado Allin Cápac.

Completa la estructura de este dominio una sucesión de flujos ignimbríticos tabulares en discordancia angular con el Grupo Mitu. Estas ignimbritas están afectadas por un fallamiento y fracturamiento de dirección NE en el que se ha emplazado mineralización de uranio.

Se ha logrado identificar fallas longitudinales. Estas fallas tienen una orientación NO-SE, y son las fallas Paquillusi, Corani, Ollachea, y otras fallas menores.

#### 2.7.3.1 FALLA PAQUILLUSI

Ubicada en el extremo central oeste del cuadrángulo de Ayapata es una falla inversa de alto ángulo (Buz. 50°- 60° al NW, NE y E) que pone en contacto rocas siluro-devonianas de la Formación Ananea al Noreste, con las Permo-Triásicas del Grupo Mitu al Suroeste, así como a intrusivos del Jurásico inferior-medio (sienita nefelínica), su orientación preferencial es de 020° /60°, con una inflexión al Suroeste, se prolonga al cuadrángulo de Corani hasta Quisayoc donde es truncada por una falla transversal de orientación N 15° W. Posiblemente sea la prolongación de la falla Corani.

#### 2.7.3.2 FALLA OLLACHEA

Se trata de una falla inversa de alto ángulo, ubicada en el extremo central occidental del cuadrángulo de Ayapata, que pone en contacto a rocas sedimentarias de la Formación Sandia al Noreste con las de la Formación Ananea al Suroeste, presenta una orientación 015°/60°, con una inflexión al Sureste bien marcada en el cerro Maychane. En el cuadrángulo de Corani se extiende de extremo a extremo poniendo en contacto rocas sedimentarias ordovícicas de la Formación Sandia hacia el Noreste con rocas siluro-devonianas de la Formación Ananea y del Permo-Triásico del Grupo Mitu.

## CAPITULO III

### CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

#### 3.1 UBICACION

El Proyecto está localizado al sureste del Perú en el distrito de Ollachea, Provincia de Carabaya en la región Puno, a aproximadamente 160 kilómetros al sureste de Cuzco y a 230 kilómetros al norte de Puno. La zona prospectiva del proyecto se encuentra a 1.5 kilómetros al Oeste del pueblo de Ollachea; y sus coordenadas centrales son 338 500m E y 8 474 500m N (PSAD 56, zona 19 sur) con elevaciones de 2500 y de 4600 m.s.n.m.

Se encuentra junto a la quebrada Oscco Cachi e incluye segmentos de los cerros Joro Piña y Cuchi Puñunan.

Políticamente el proyecto se encuentra:

- DEPARTAMENTO : Puno
- PROVINCIA : Carabaya
- DISTRITO : Ollachea
- PARAJE : Quebrada Oscco Cachi

El Proyecto de Ollachea comprende 12 concesiones, cubriendo un área total de 8698.98 ha como se muestra en la Tabla N° 04.

**Tabla 04:** Descripción de concesiones mineras del Proyecto Ollachea

CODIGO	NOMBRE	ZONA	CARTA	TITULAR	HECTAREAS	DEPA.	PROVI.	DISTR.
10215003	OYAECHEA 1	19	28-U	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	800,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10215103	OYAECHEA 2	19	28-U	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	500,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10218103	OYAECHEA 3	19	28-U	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	998,98	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10215203	OYAECHEA 4	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	700,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10215303	OYAECHEA 5	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	900,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10215403	OYAECHEA 6	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	900,00	PUNO	CARABAYA	AYAPATA / OLLACHEA
10389907	OYAECHEA 7	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	1000,00	PUNO	CARABAYA	AYAPATA / OLLACHEA
10389807	OYAECHEA 8	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	300,00	PUNO	CARABAYA	AYAPATA / OLLACHEA
10139909	OYAECHEA 9	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	1000,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10140009	OYAECHEA 10	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	1000,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10140109	OYAECHEA 11	19	28-V	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	400,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
10167809	OYAECHEA 12	19	28-U	COMPAÑIA MINERA KURI KULLU S.A.	200,00	PUNO	CARABAYA	OLLACHEA
TOTAL					8698,98			

**Fuente:** INGEMMET-GEOCAMIN.

**Elaboración:** Propia del autor.

### 3.2 ACCESIBILIDAD

La zona de estudio es accesible por vía aérea desde la capital de Perú (Lima) hasta la ciudad de Juliaca en dos y medio horas y por vehículo desde la ciudad Juliaca (Puno) en cuatro horas y medio con un recorrido de 250 km, por vía asfaltada, Interoceánica (Brasil - Perú). El área es accesible durante la mayor parte del año; sin embargo, el acceso puede ser de vez en cuando restringido en verano debido a las lluvias en los meses de enero a marzo ya que estos producen desprendimientos de tierras que bloquean el camino.

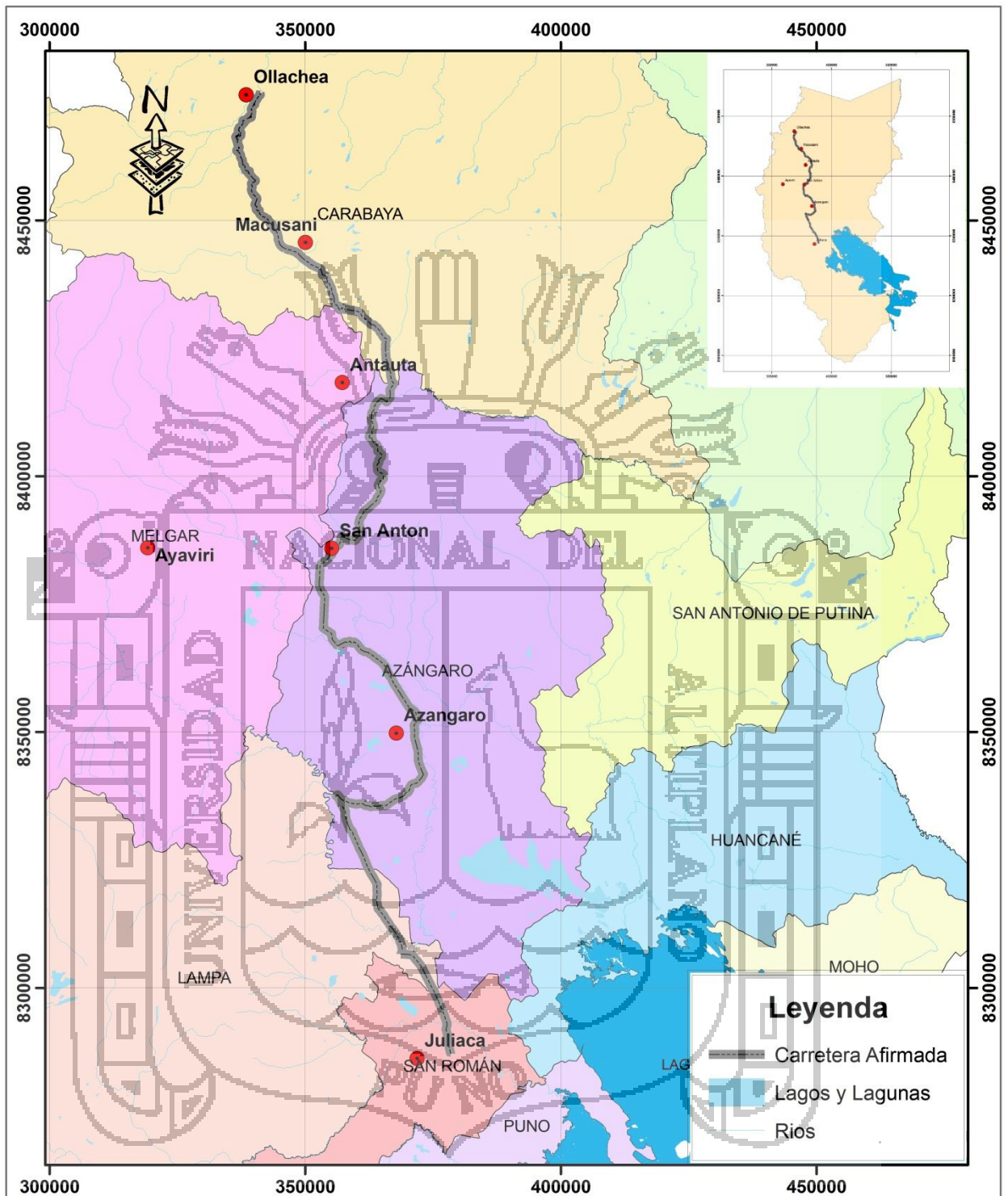
Del pueblo de Ollachea, se tienen acceso al proyecto vía un camino no asfaltado con una distancia 1.5 kilómetros al Oeste y 5 kilómetros en acceso afirmado, hasta la concesión Oyaechea 3 del proyecto.

**Tabla 05:** Accesos hacia el proyecto Ollachea.

VIA DE ACCESO	TIPO DE VIA	ESTADO	KM	TIEMPO
Lima - Juliaca	Aérea	-----	1500	2.5 h
Juliaca - Ollachea	Terrestre	Asfaltado	250	4 h
Ollachea - Proyecto	Terrestre	Afirmado	5	25 min
Total			1755	

**Elaboración:** Propia del autor.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA Y METALURGICA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA		GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA, DISTRITO OLLACHEA - CARABAYA - PUNO	
PROYECTO: TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO GEOLOGO		MAPA DE UBICACION PROYECTO OLLACHEA	Lámina
REVISADO: ING. LUIS V. ORTIS GALLEGOS			6
APROVADO: ING. ROBERTO F. ZEGARRA PONCE		Escala: 1/1000000	Revisado
DIBUJADO POR: BACH. EDGAR DAVID LUQUE CONDORI			Fecha: Julio 2013

Datum: PSAD\_1956\_UTM\_Zone\_19S

### 3.3 FISIOGRAFÍA Y CLIMA

El Proyecto está entre valles colindantes escarpados y otros remodelados por la erosión que se extienden en la altitud de 2500 a 4600 m.s.n.m. Está constituido principalmente por una gran formación montañosa, de pendientes muy empinadas; geografías de este tipo más representativas cerca al pueblo de Ollachea se encuentran en las zonas de Cuncurayoc, Inaccata y Gallo Cunca - Asiento; sin embargo, existen terrazas en el mismo distrito de Ollachea y lomas en la zona de Minapampa y Huayrucuña.

El Proyecto está dentro de un régimen climático subalpino. La precipitación promedio anuales estacionales y totales aproximadamente son 950 mm por año. Aproximadamente el 70 % al 80 % de la precipitación anual es recibido entre noviembre y abril. La nieve es un acontecimiento extraño sobre las elevaciones 4000 a 4600 m.s.n.m. (Consultoria Carranza E.I.R.L; Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Ollachea).

Datos de una estación de Ollachea en los años 2004 al 2008, indican la dirección del viento es variable durante todo el año, predominando la dirección Noreste con ciertas desviaciones al Noroeste, registrando una velocidad media mínima en el mes de diciembre (3,4 m/s) y una velocidad media máxima entre los meses de agosto, setiembre con valores de 6,5 y 6,9 m/s.

La temperatura media mensual máxima en Ollachea está en un rango de 14,6 °C a 14,2 °C registrada entre los meses de Diciembre y Marzo, y la mínima entre 10,6 °C a 11,0 °C en los meses de junio y agosto. Minera Kuri Kullu S.A. (Estudios de línea base, 2008).

### 3.4 HIDROGRAFIA

#### 3.4.1 RIO MACUSANI

Este río nace en las alturas del nevado de Oquepuño, pasa por la localidad de Macusani, en los meses de invierno baja su caudal debido a la casi ausencia de lluvias, caso contrario en los meses de verano. El río Macusani tiene un caudal nominal de 18 m<sup>3</sup>/s. Como afluentes tiene a los ríos Lacca, Kanllimayo y

Minahuiza. Además, tiene riachuelos como: Queracucho, Churquiasuyo, Quenchi, Soromayo, Tocca, Chillchumo, Antajahua, Ajoyaccota, entre otros.

### 3.4.2 RIO CORANI

El río Corani tiene un caudal nominal de 22.8 m<sup>3</sup>/s que varía con las precipitaciones pluviales. Se origina en las alturas de Chimboya y sigue aguas abajo hasta su confluencia con el río Macusani para formar el río Ollachea - San Gabán. Sus afluentes son los ríos Pochocha, Viluyo, Ccoaca y Chisiani.

### 3.4.3 RIO OLLACHEA

Este río pasa por la población de la comunidad de Ollachea y tiene un recorrido de aproximadamente 1000 m por el pueblo al este del distrito de Ollachea. Esta cuenca pertenece a la hoya hidrográfica del océano Atlántico. La subcuenca del río Ollachea pertenece a la cuenca del río Inambari. El río Ollachea se forma a partir de la unión de los ríos Macusani y Corani aguas arriba de la localidad de Ollachea.

El caudal máximo medio mensual se presenta en el mes de febrero con 71.15 m<sup>3</sup>/s, mientras que el caudal mínimo medio mensual se presenta en agosto con 7.62 m<sup>3</sup>/s. (Geoservice INGENIERIA S.A.C; Resumen ejecutivo, Estudios técnicos para el desarrollo de ingeniería, 2010).

Los afluentes del río, aguas abajo de la estación hidrométrica, son generalmente quebradas pequeñas, entre los que se identificaron: Por la margen derecha: Tambillo, Soropata, Casu, Tabina Pampa, Tapuri y Llocnamayo; y por la margen izquierda: Osco Cachi, Cuncurchaca, Sayapiamayo, Chintuni, Chuani y el río Chiamayo, este último da lugar al cambio de nombre del río, a partir del cual se denomina río San Gabán.

### 3.4.4 RIO OSCOCCACHI

Se ubica sobre las concesiones Oyaechea 1, Oyaechea 2 y Oyaechea 3; atraviesa estas concesiones con dirección oeste a este. Con dirección aguas arriba hacia el oeste de las concesiones se encuentra el pueblo de Palcca Pampas y hacia el este desemboca en el río Ollachea, justamente pasando el pueblo de Ollachea. La consultora Carranza E.I.R.L. realizó la evaluación de la

calidad del agua durante el periodo del 2008-2010, los cuales fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua, establecidos en el D.S. N° 002-2008-MINAM, para la categoría 3. Se obtuvo que la concentración de metales totales se encuentra por debajo de los estándares establecidos a excepción de la concentración de hierro, que superó el estándar correspondiente, esto por la presencia de pirrotita y pirita que se encuentra diseminada en las pizarras de la Formación Ananea.

### 3.5 FLORA

En la zona de evaluación, antes de inicio de trabajos de prospección y exploración y/o otros trabajos de geotecnia, etc en estudios de medio ambiente registraron un total de 72 especies de plantas agrupadas en 34 familias de plantas vasculares y no vasculares (bryophytas y helechos). En las siguientes tablas se muestra la lista de especies, indicando familia, nombre común local y uso local. Entre las familias botánicas más conspicuas por su abundancia en especies sobre el terreno destacan familias como: Asteraceae, Poaceae, Melastomataceae, Lamiaceae, Myrtaceae y Solanaceae. El grupo de las Magnoliophyta fue el que mayor porcentaje de especies reportó con 65% seguido por el grupo de las Monocotiledones con un 32% y con un 3% el grupo de las Pteridophytas. Geoservice INGENIERIA S.A.C (Resumen ejecutivo, Estudios técnicos para el desarrollo de ingeniería, 2010). Ver tabla N° 06 y 07 a continuación:

**Tabla 06:** Especies de plantas identificadas en el proyecto Ollachea.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Local	Uso Local
1	Aspleniaceae	Asplenium sp1	raqui espinoso	
2	Aspleniaceae	Asplenium sp2	raqui raqui final	
3	Aspleniaceae	Asplenium sp3	chunta chaki	
4	Asteraceae	Achyrocline ramosissima	pampa wira wira	contra la tos
5	Asteraceae	Ageratina sp	chaska	
6	Asteraceae	Ageratina sternbergiana	manca paqui	
7	Asteraceae	Baccharis dracunculifolia	tayanca	leña
8	Asteraceae	Baccharis latifolia	chillca	
9	Asteraceae	Baccharis sp   Bidens pilosa	sacha tayanca atacco	
10	Asteraceae	Bidens pilosa	atacco	
11	Asteraceae	Coreopsis sp 1	punki punki	medicinal
12	Asteraceae	Cosmus peucedanifolius	panty panty	mate para tos
13	Asteraceae	Gamochaeta americana	wila wila	medicinal
14	Asteraceae	Gynoxys pillahuatensis	puña	
15	Asteraceae	Gynoxys sp 1	calcitine	
16	Asteraceae	Tagetes sp 1	huacatay	
17	Asteraceae	Viguiera procumbens	suncho	
18	Berberidaceae	Berberis gayi	llaullinka amarillo	
19	Blechnaceae	Blechnum sp 1	hierba del olvido	
20	Bromeliaceae	Bromelia eryngium	chuchurapi	alimento de oso de anteojos
21	Calceolariaceae	Calceolaria sp.1	bocona o zapato de mula	
22	Cannaceae	Canna indica	cana	
23	Caryophyllaceae	Silene sp 2		
24	Celastraceae	Maytenus jelskii	luca	leña
25	Dennstaedtiaceae	Pteridium sp 1	raqui raqui	mitica cultural
26	Dioscoreaceae	Dioscorea sp 1	zarzaparrilla	medicinal
27	Ericaceae	Pernettya prostrata	macha macha	toxica
28	Ericaceae	Sphyrropermum sp1	pancho	toxica
29	Euphorbiaceae	Croton sp 1	yuruma	
30	Fabaceae	Canavalia ensiformis	shuyuyo	
31	Fabaceae	Crotalaria incana	shuyuyo	
32	Fabaceae	Desmodium cajanifolium	rata rata	
33	Fabaceae	Lupinus ballianus	tarwi silvestre	
34	Fabaceae	Senna sp 1	mutuy	
35	Fabaceae	Trifolium repens	trebol	
36	Geraniaceae	Erodium cicutarium	aguja aguja	forraje

**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:**

- GEPSA, Estudio Ambiental – Proyecto Ángeles en los distritos de Ollachea y San Gabán.
- Consultoría Carranza E.I.R.L; Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Ollachea.
- Geoservice INGENIERIA S.A.C; Resumen ejecutivo, Estudios técnicos para el desarrollo de ingeniería, 2010.

**Tabla 07:** Especies de plantas identificadas en el proyecto Ollachea.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Local	Uso Local
37	Grossulariaceae	Escallonia resinosa	chachacomo	
38	Juncaceae	Juncos cyperoides	cabellos de muerto	
39	Lamiaceae	Lepechinia spl	salvia	
40	Lamiaceae	Lepechinia sp 2	kayan	
41	Lamiaceae	Stachys spl	pampa salvia	
42	Melastomataceae	Brachytum naudinii	tire	
43	Myrsinaceae	Myrsine latifolia	pajpa, sinchi luca	
44	Myrtaceae	Eucaliptus glohulus	eucalipto	medicinal
45	Oxalidaceae	Oxalis sp	chuico	medicinal
46	Piperaceae	Peperomia sp I	mullaca	
47	Piperaceae	Peperomia galioides	ccomayo silvestre	
48	Poaceae	Agrostis sp	pampa sillihua	alimento del cuy
49	Poaceae	Bromus sp 1	carhuayo	proteger papa y techo, de chozas
50	Poaceae	Calamagrostis sp 1	cachu	
51	Poaceae	Cortaderia sp 1	sikuya	primer recubrimiento en techos
52	Poaceae	Digitaria sp 1	corta corta o circi	forraje
53	Poaceae	Paspalum sp I	kerka cacho	
54	Poaceae	Pennisetum clandestinum	kikuyo	
55	Poaceae	Poa annua	cara sarao sillihua	
56	Poaceae	Stipa ichu	curanchi ichu	
57	Polygalaceae	Monnina salicifolia	sinchi tuna	
58	Polypodiaceae	Niphidium crassifolium	calahuala	
59	Polypodiaceae	Polypodium sp 1		
60	Pteridaceae	Cheilanthes sp 1	raqui raqui	
61	Pteridaceae	Jamesonia sp 1	pampa raqui	
62	Ranunculaceae	Ranunculus praemorsus	huancaína	medicinal
63	Ranunculaceae	Ranunculus sp /	hanu cara	medicinal
64	Rosaceae	Hesperomeles heterophylla	juyus	
65	Rosaceae	Rubrus spl	ichu cari cari	
66	Scrophulariaceae	Bartsia sp 1	samin cura	medicinal, decoracion religiosa semana santa
67	Scrophulariaceae	Castilleja cerroana	vino vino	decoracion religiosa semana santa
68	Solanaceae	Solanum sp1	chinchí chinchí	
69	Solanaceae	Solanum lindenii	chiri chiri	
70	Symplocaceae	Symplocos peruviana	aceituna silvestre	
71	Verbenaceae	Verbena litoralis	cora	
72	Bryophyta	Bryophyta sp 1	laceo	

**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:**

- GEPSA, Estudio Ambiental – Proyecto Ángeles en los distritos de Ollachea y San Gabán.
- Consultoría Carranza E.I.R.L; Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Ollachea.
- Geoservice INGENIERIA S.A.C; Resumen ejecutivo, Estudios técnicos para el desarrollo de ingeniería, 2010.

### 3.6 FAUNA

#### 3.6.1 AVES

En estudios de línea base en el área de estudio registraron 11 especies de aves distribuidas en 10 familias de aves. Ver tabla siguiente.

**Tabla 08:** Especies de aves identificadas en el proyecto Ollachea.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Local
1	Accipitridae	Accipiter plumbeus	quilincha
2	Apodidae	Streptoprocne zonaris	sillu yenque, califa
3	Cathartidae	Vultur gryphus	cóndor
4	Columbidae	Columbigallina alpeana	urpi ,cocotolla
5	Emberizidae	Zonotrichia capensis	pichitanca
6	Emberizidae	Phrygilus unicolor	jilguero , cheiña
7	Falconidae	Phalcoboenus megalopterus	anca
8	Psittacidae	Bolborhynchus orbygnesi	Callaloro
9	Trochilidae	Pterophanes cyanopterus	Luleqqente
10	Turdidae	Turdus chihuano	chihuano
11	Tyraniidae	Tyrannus melancholicus	

**Elaboración:** Propia del autor

**Fuente:**

- GEPISA, Estudio Ambiental – Proyecto Ángeles en los distritos de Ollachea y San Gabán.
- Consultoría Carranza E.I.R.L; Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Ollachea.
- Geoservice INGENIERIA S.A.C; Resumen ejecutivo, Estudios técnicos para el desarrollo de ingeniería, 2010.

### 3.6.2 MAMIFEROS

En los alrededores del proyecto se observaron mamíferos domésticos tales como burros y caballos. Además se registraron 5 especies de fauna silvestre, como se muestra en la tabla siguiente.

**Tabla 09:** Especies de mamíferos identificados en el proyecto Ollachea.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Vulgar
1	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	venado gris
2	Felidae	<i>Puma concolor</i>	puma
3	Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	zorrito
4	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	comadreja
5	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	oso de anteojos

**Elaboración:** Propia del autor

**Fuente:**

- GEPSA, Estudio Ambiental – Proyecto Ángeles en los distritos de Ollachea y San Gabán.
- Consultoría Carranza E.I.R.L; Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de Exploración Ollachea.
- Geoservice INGENIERIA S.A.C; Resumen ejecutivo, Estudios técnicos para el desarrollo de ingeniería, 2010.

### 3.7 GEOMORFOLOGIA LOCAL

El área de interés se encuentra entre unidades morfológicas bien diferenciados, que conforman la unidad subandina hasta la cota 3556.35 m.s.n.m (Montañas abruptas), la unidad, zona de valles (terrazas fluviales, bofedales, valles fluviales, laderas empinadas y cono de deyección) y antropomórficos (exploración minera, trochas carrosables y extracción de oro artesanal). Producidas por agentes geotectónicos, deposicionales, erosivos y la actividad del hombre.

#### 3.7.1 UNIDAD SUBANDINA

**A) MONTAÑAS ABRUPTAS.-** Se encuentra constituida: al sur de la Quebrada Oscoco Cachi por rocas metasedimentarias, cuya litología dominante es la cuarcitas y pizarras negras de las Formaciones Sandia y Ananea las mismas



que le han conferido un estado poco estable y al norte de la Quebrada Oscoco Cachi por el complejo de San Gabán principalmente por granodiorita.

Se caracterizan por presentar las cimas crestadas como resultado de la intensa intemperización y la poca cohesión de los materiales que lo constituyen, como resultado de la interestratificación de litologías duras y blandas como el caso de cuarcitas y pizarras negras al sur de Oscoco Cachi y al norte por el contacto de pizarras negra con el intrusivo granodiorítico.

Las laderas presentan una moderada intensidad de disección y erosión, generalmente ubicada inmediatamente debajo de las cimas en quebradas perpendiculares a la dirección de los cuerpos rocosos, además de una buena parte de depósitos de coluvios de remoción procedente de la parte alta.

### 3.7.2 UNIDAD ZONA DE VALLES

Territorio fuertemente bisectado por numerosos ríos, riachuelos y arroyos. Los valles tienen una sección transversal en "V", de origen fluvial. Asimismo, estos valles presentan variadas direcciones a lo largo de su perfil longitudinal, debido a un control estructural, ya que las rocas sobre las cuales se han formado, se encuentran fuertemente fracturadas, falladas y plegadas como consecuencia de las diversas fases de deformación tectónica que han actuado sobre ellas.

**A) TERRAZAS FLUVIALES.-** Estas se originaron por los diferentes periodos de mayor y menor actividad erosiva del río Oscoco Cachi que hizo y sigue realizando la erosión vertical y relleno la quebrada con sedimentos (guijarros, cantos rodados, arenas, limos y arcillas) y formo pequeñas plataformas sedimentarias escalonadas construidas en un valle fluvial por los propios sedimentos del río que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor. Corre a lo largo de un valle con un banco a manera de escalón.

**B) BOFEDALES.-** Caracterizada por los afloramientos de agua subterránea durante todo el año y en ellas habitan plantas acuáticas (vegetales hidrofíticos). Estas se encuentran sobre las zonas: Minapampa, Concurayoc, Huyaruciña y Gallo Cunca.

- C) VALLES FLUVIALES.-** Los ríos desarrollan varias etapas de erosión conformando los procesos y agentes geomorfológicos externos los que han actuado sobre las rocas deformadas de la Formación Ananea y sobre fallas transversales que desplazaron el complejo de San Gabán. Los valles fluviales se encuentran en las partes altas sobre el intrusivo granodiorítico. El valle más representativo que corta en dirección longitudinal E-W a las zonas mineralizadas es “Osco Cachi” que es un típico modelado fluvial de la zona destacándose la forma en “V”.
- D) LADERAS EMPINADAS.-** Pendiente formadas orogénicamente o que corresponde a zonas estructuralmente plegadas, cizalladas y zonas de falla afectadas por procesos de denudación y por procesos erosivos; se localizan en las zonas de Gallo Cunca, Minapampa y al norte de Minapampa sobre los intrusivos del complejo de San Gabán. Litológicamente está constituida por rocas metamórficas Siluro-Devonianas correspondientes principalmente a la Formación Ananea; así mismo está constituido por rocas volcánicas intrusivas como la granodiorita (complejo de San Gabán).
- E) CONO DE DEYECCION.-** Conformado principalmente por depósitos aluviales en forma de cono; formándose al final de una quebrada de dirección norte - sur sobre el intrusivo de San Gabán. Se ubica a 700 m. al este de Minapampa. Este depósito de aluviones se generó al final de los valles torrenciales, en las zonas de pie de monte, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana.

### 3.7.3 ANTROPOMORFICO

- A) DEPOSITOS TECNOGENES.-** Depósitos generados por el hombre mediante procesos de transformación industrial en este caso la explotación informal de oro por los pobladores de Ollachea han hecho que sus desmontes cubran una parte de las terrazas fluviales en la quebrada de Osco Cachi.

### 3.8 GEOLOGIA LOCAL

El Proyecto Ollachea, se enmarca entre los cuadrángulos geológicos de Corani (28u) y Ayapata (28), en la cadena Oriental del segmento sur de la cordillera de los Andes del Perú, afloran rocas sedimentarias metamorizadas del Paleozoico, que genéticamente están asociados a ocurrencia de yacimientos Epigenéticos hidrotermales auríferos, estos son pizarras, cuarcitas y esquistos de la Formación Ananea y la Formación Sandia del sistema Ordovícico al Devoniano del Paleozoico inferior. La gran parte de los afloramientos ocupa gran extensión en la cordillera Oriental, al Noroeste de Bolivia y Sureste del Perú, prolongándose hasta la cordillera de Vilcabamba. Estas rocas han sido afectadas desde el Paleozoico inferior hasta el Cretácico por una secuencia de esfuerzos comprensivos y distintivos de la actividad tectónica a través del tiempo geológico, las cuales han originado áreas de cizallamiento intenso, plegamiento y fracturamiento. La formación rocosa del yacimiento está compuesta por una secuencia de pizarras negras bituminosas afectada por una esquistosidad, intercalado con areniscas finas, cuarzosas metamorizadas de la Formación Ananea.

El potencial económico se orienta a metales preciosos (Au), presentándose minerales de sulfuro en profundidad y otros en superficie en proceso de oxidación. Adicionalmente se presentan desmontes y morrenas con valor económico producto del trabajo artesanal y erosión natural. La mineralización de oro está controlada por la presencia de vetas-mantos lenticulares y diseminación y rellenos de sulfuros, (Ver lámina N° 7).

#### 3.8.1 PALEOZOICO

##### 3.8.1.1 FORMACION SANDIA (Os-s)

Ordovícico Superior; se presentan extensos afloramientos que conforman una franja potente con dirección SW-NE; con dirección respecto a la falla Ollachea esta dirección estructural se torna ESE-WNW. El contacto SW con la Formación Ananea se realiza por intermedio de una falla inversa de alto ángulo (Falla Ollachea).

El mayor volumen de afloramientos corresponde a metareniscas cuarzosas de coloraciones gris oscuras, capas 0.20-0.50 m. orientación principal  $015^{\circ} / 60^{\circ}$ ,

horizontes de siltitas con textura esquistosa pizarrosa; en capas de pizarras existen horizontes hasta 3.00 m. de arenisca cuarzosa con diseminación pirita > 0.5%.

La zona está afectada por un plegamiento algo apretado que da lugar a anticlinales y sinclinales ligeramente inclinados al SW; afectada por una esquistosidad de fractura desarrollada en intervalos más finos dando lugar a pizarras; en esta formación se han emplazado cuerpos intrusivos.

### **3.8.1.2 FORMACION ANANEA (SD-a)**

Silúrico-Devoniano, aflora en Ollachea en una franja E-O que se prolonga hacia el cuadrángulo de Corani; se presenta plegada y afectada por esquistosidad de fractura.

La parte inferior está compuesta por siltitas beigeas, capas 40-60 cm. grosor, alternadas con pizarras negras, las capas de siltitas contienen micas como sericita, moscovita, clorita.

La parte media presenta sills de micro granitos silicificados (sector Concurayoc), contienen pirita y pirrotita diseminada.

La parte superior está compuesta por una monótona sucesión de pizarras negras bituminosas, en las que se observa una laminación paralela milimétrica; Algunos paquetes de pizarras muestran colores café oscuro y otras beigeas; esta formación está fuertemente afectada por metamorfismo regional, contiene micas de sericita y también cloritas.

### **3.8.1.3 GRUPO MITU (Ps-mi)**

Del Pérmico superior, ubicados al S-SW de las propiedades Minera Kuri Kullu, la base está compuesta de conglomerados polimicticos, de clastos subangulosos, cuarcitas y pizarras. La parte superior del Mitu está compuesta por una sucesión gruesa de derrames lávicos; las coladas varían entre 10-20 m., litología compuesta principalmente por lavas andesíticas, porfiríticas, con desarrollo de gruesos cristales de plagioclasa, piroxenos cloritizados y enriquecidos con óxidos de fierro, matriz de vidrio volcánico recristalizado; también intercalan lavas afaníticas de color oscuro.

## 3.8.2 CUATERNARIO

### 3.8.2.1 CUATERNARIO COLUVIAL (Q-co)

Estas acumulaciones se encuentran mayormente en los fondos de las laderas, conformadas por clastos angulosos acumulados por erosión mecánica. Estos materiales acumulados son propios de los afloramientos de la zona: Sienita nefelítica, granitos, pizarras negras y cuarcitas de la Formación Sandia. La matriz la conforman limos, arcillas combinadas con materiales orgánicos.

## 3.8.3 INTRUSIVOS

### 3.8.3.1 COMPLEJO DE SAN GABAN (PT-mzg/gr)

Aflora excelentemente en la carretera Ollachea a San Gabán (ambos márgenes del río), afectado por diques graníticos con dirección promedio N60°E; de facies diorítica de color gris oscuro y granos grueso con tramos de micro diorita; fuertemente metamorfizados, intruye al Sandia desarrollando una amplia zona de metamorfismo de contacto.

Afloramientos observados en Oyaechea 10 a lo largo del río Ollachea, gneis diorítico a micro diorítico, biotítico de coloraciones gris clara, con trazas de sulfuros; Al extremo oeste de Oyaechea 10 se observan diques y stock de composición sienítica.

Al noroeste de la mina Ollachea este plutón adquiere una facie granodiorítica, porfírica, de posible edad Eohercínica, Permo-Triásico.

### 3.8.3.2 SIENITA NEFELINICA (Jm-si)

Es una roca intrusiva, de edad Mesozoica, sistema Jurásico interior – medio, constituida esencialmente por nefelina, albita, ortosa y biotita, como consecuencia de su emplazamiento han cortado pizarras de la Formación Ananea, desarrollando aureolas de metamorfismo de contacto con presencia de cristales de andalucita.

Presenta textura porfídica, de color gris claro, holocristalino.



**Foto N° 17:** En la vista se aprecia las diferentes unidades litológicas locales.

### 3.9 GEOLOGIA ESTRUCTURAL LOCAL

El Proyecto Ollachea se encuentra en un área donde hubo fallamientos regionales y plegamientos que originaron zonas de fuerte cizallamiento sub paralelo y tensionales y se encuentra entre fallas inversas ondulantes con direcciones de N 240° - 290° E, todos ellos producto principalmente por la orogénesis Eohercínica que actuaron sobre las rocas paleozoica. Las principales fallas son: Paquillusi-Corani y Ollachea (al norte de la quebrada Oscco Cachi, cruza el cerro Ccoro Piña). La mineralización aurífera se hospeda en vetas-mantos sub paralelas al sistema regional y capas-foliación de pizarras carbonosas.

Regionalmente existen 02 sistemas de fallas principales de los tipos inversas y normales; El primer sistema corresponde al fallamiento de orientación Este-Oeste, sistema principal de mayor presencia en las concesiones donde se encuentran litologías de pizarras, metareniscas y cuarcitas, frecuentemente sub paralelas a este sistema está la estratificación y vetas de cuarzo, desarrolla fallas-fracturas paralelas tipo cizalla y foliación secundaria.

Localmente se observan fallas inversas de orientación sub paralela a capas y planos de foliación de pizarras de 360°/40° a 020°/80°. A nivel distrital se puede definir que el principal evento mineralizante está controlado por un fallamiento

inverso, de orientación NW-SE con ondulaciones E-W, generado en el Paleozoico (tectónica Eohercínica). A nivel local el fallamiento sub paralelo a las capas de pizarras negras controla la mineralización de cuarzo-sulfuros, con ángulos de mayor inclinación ( $> 50^\circ$  al noreste-norte-noroeste); texturas “crenuladas”, corresponde a ondulaciones de las pizarras y venillas de cuarzo también son favorables para hospedar mejor mineralización. La falla de sobrescurrimiento y de contacto Sandia-Ananea ubicada al extremo noreste de Oyaechea 8 correspondería a este sistema.

El segundo sistema de orientación  $360^\circ/ 35^\circ-90^\circ$ ,  $55^\circ- 70^\circ/ 35^\circ-90^\circ$  y  $100^\circ- 130^\circ/ 35^\circ-90^\circ$ ; desplaza fallamientos regional y plegamiento que originaron zonas de fuerte cizallamiento sub paralelo y tensionales asociados.

Sistema de fallamiento-fracturamiento paralelo de orientación Norte - Sur desplaza ligeramente los dos primeros sistemas, corresponda a un tectonismo más joven. La inclinación de los tres sistemas son variables de  $35^\circ- 90^\circ$ , algunas veces sub paralelas a la inclinación de las capas. El plegamiento es local representado por inflexiones y cambios de orientación de las capas.

Según el estudio estructural de INGEMMET las propiedades mineras estarían dentro y en los flancos de los siguientes dominios estructurales:

- Dominio Estructural Ayapata, situado al norte de la falla Ollachea, afectadas por deformación plástica que produce anticlinales y sinclinales más o menos abiertos.
- Dominio Estructural de Huancune, limitado al SO por la falla Paquillusi-Corani y al NE por la falla Ollachea. Entre estas dos fallas se encuentran afectadas por un plegamiento plástico abierto el cual forma un sinclinal y un anticlinal; además una esquistosidad de fractura, subparalela a la estratificación, acompaña a esta deformación. En este dominio se encuentra la franja litoestructural Uncuntaya-Asiento-Minaspata-Carcelcucho.
- Dominio Estructural de Tantamaco.- SO del cuadrángulo Ayapata. Limitado al norte por la falla Corani-Paquillusi y al este por el sistema de fallas transcurrentes de Huascani Cocha. Compuesto mayormente por terrenos del grupo Mitu, de composición volcánica.

Sistemas de fallas longitudinales, de orientación NO-SE, a este sistema pertenecen las fallas Paquillusi, Corani, Ollachea y fallas menores.

Falla Paquillusi, es una falla inversa de alto ángulo que pone en contacto rocas siluro-devonianas de la formación Ananea al noreste con las Permo-Triásicas del grupo Mitu al suroeste.

Localmente, existen zonas de cizalla y fallas (panizo) desde escasos centímetros a mayores de un metro. En ciertos tramos pueden tener valores de Au por arrastre cuando cortan horizontes favorables.

Este tipo de depósitos, frecuentemente se encuentran asociados a anticlinales, fracturas y zonas de cizalla brechadas, (Ver lámina N° 9).

### 3.10 EVOLUCIÓN TECTÓNICA

Describe dos eventos tectónicos principales en el Distrito de Ollachea:

D1.- Deformación de la secuencia de pizarras y cabalgamiento de la Formación Sandía sobre la Formación Ananea (Orogénesis Hercínico, Carbonífero – Pérmico?).

Orientado con compresión NO-SE, formando zonas de cizalla, plegamiento y cabalgamiento (Fallas inversas), rumbo NE-SO.

Mineralización de oro asociada a este evento.

D2.- Inicio de la formación del cinturón de los Andes (Triásico tardío 220 +/- 10 Ma.).

Etapas prolongadas de compresión, NNE-SSE formando fallas inversas WNW-ESE. Provocó el plegamiento del Distrito de Ollachea en forma de medio domo, cambiando la orientación de las pizarras en la zona central a un rumbo E-W con ligeros buzamientos al Norte, y que en parte controla la mineralización del Proyecto. (Reporte de estudios de factibilidad proyecto Ollachea 2012).

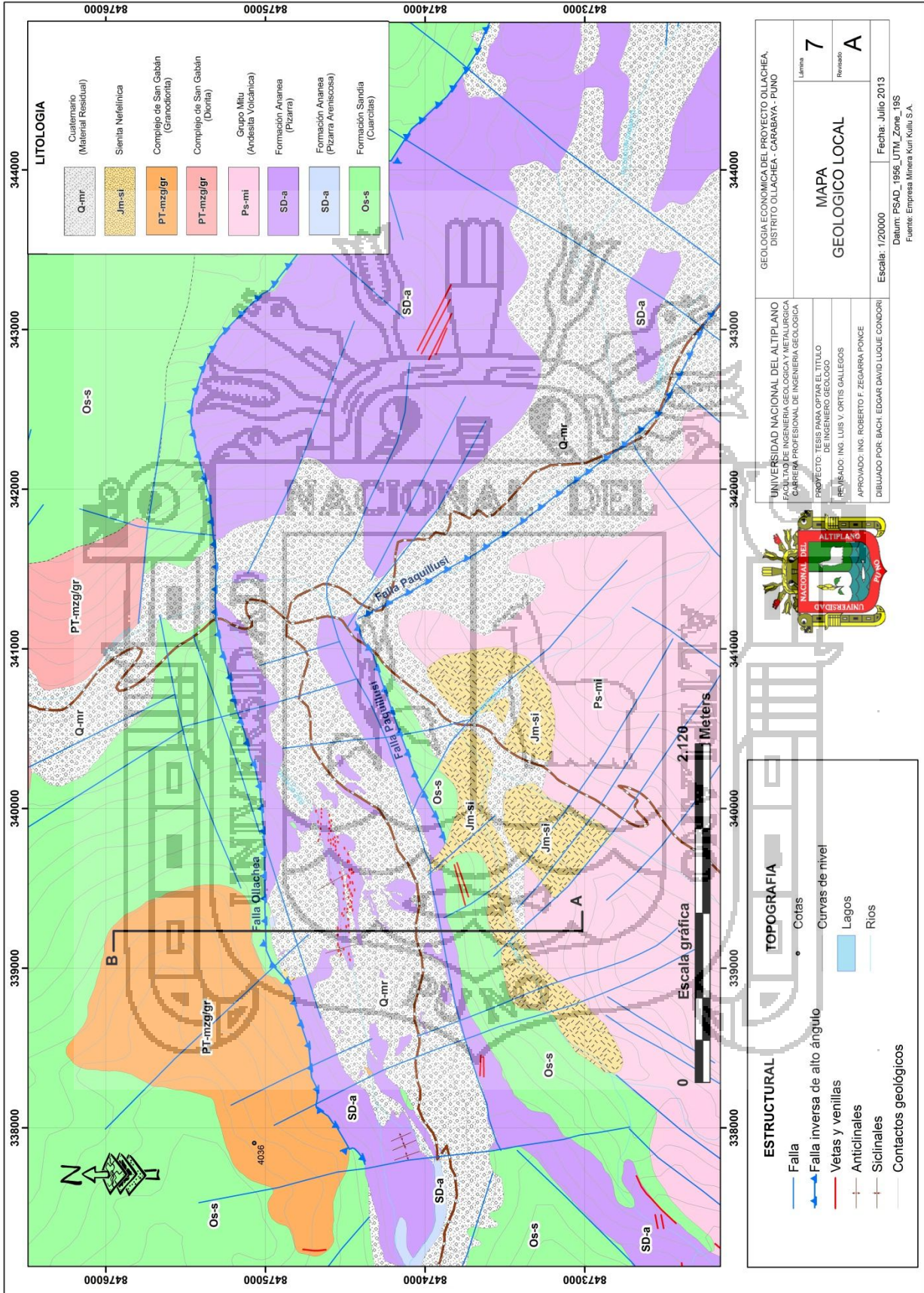
### 3.11 MAPEO GEOLOGICO DE LA ZONA

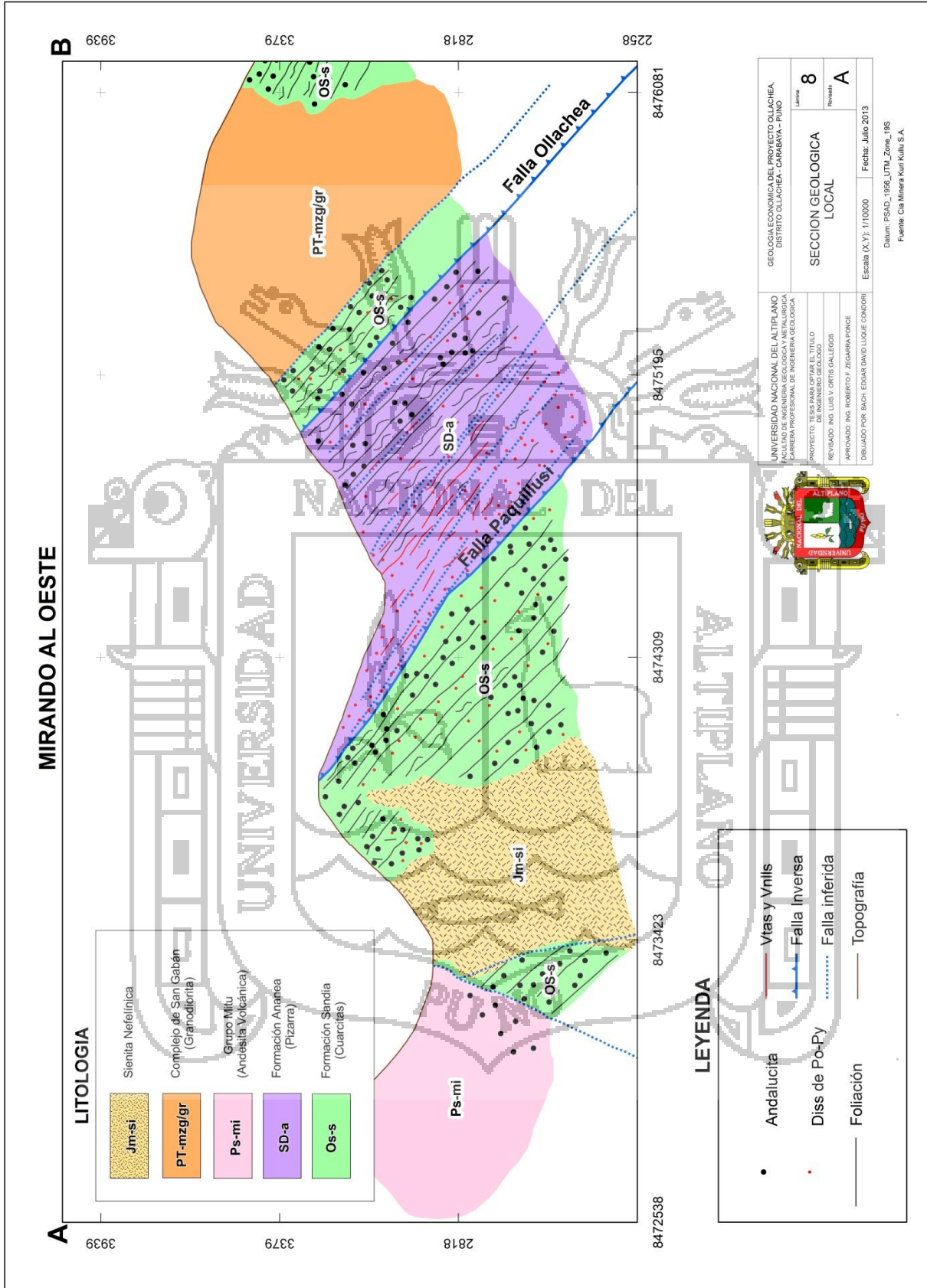
Las actividades de campo comprendieron el reconocimiento y levantamiento geológico regional de todas las concesiones del proyecto Ollachea. Se utilizó como base los trabajos realizados por el de INGEMMET en los cuadrángulos de Corani y Ayapata (28u y 28v). El cartografiado fue elaborado a partir de la observación directa en campo, sobre una base topográfica a escala 1:50000. Se

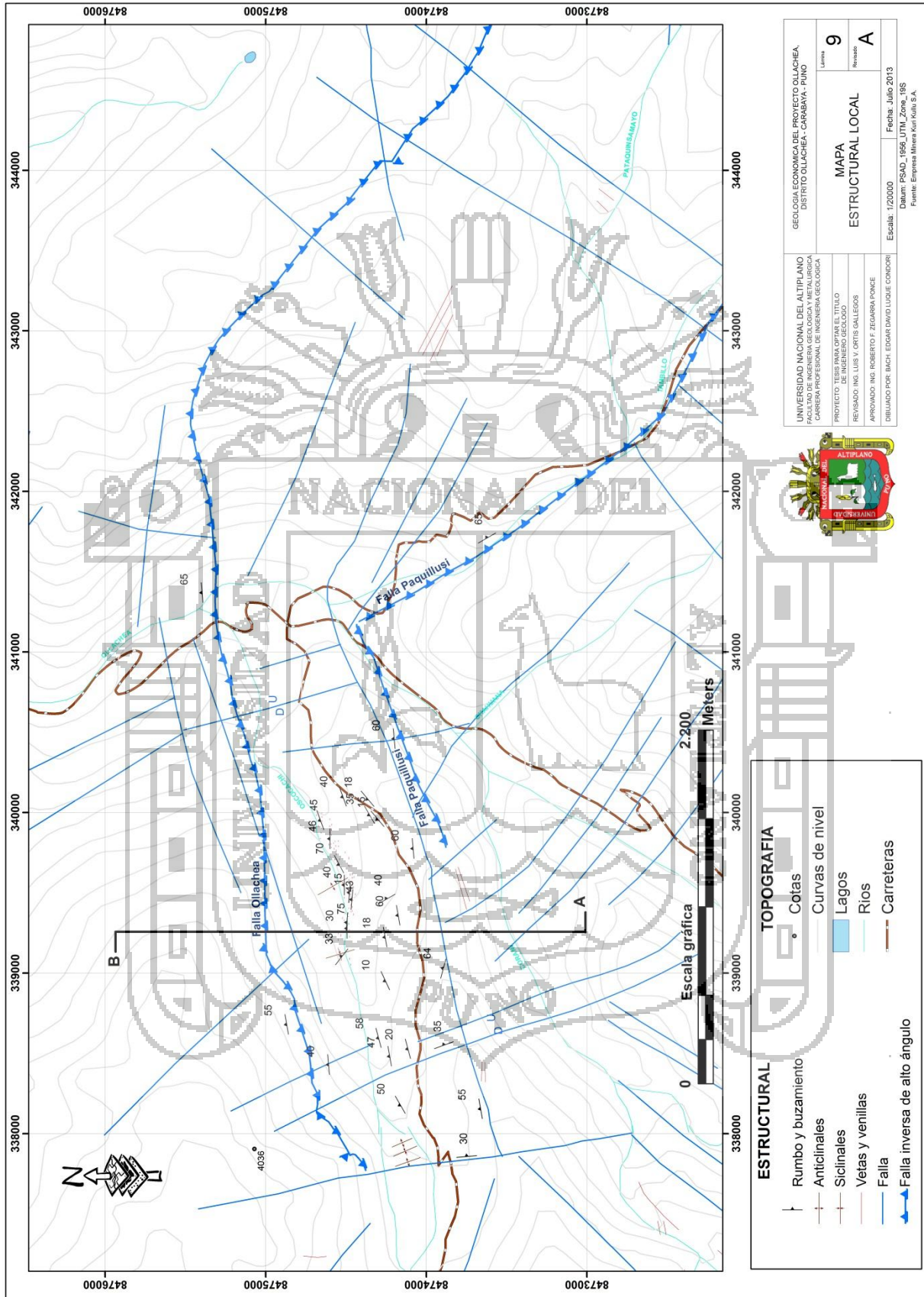


realizaron también trabajos de reconocimiento a lo largo de los ríos, carreteras y caminos, que permitieron conseguir una descripción y clasificación de las unidades geológicas que afloran en el área de estudio. Para la ubicación de los datos tomados en el campo, se contó con un GPS Garmin, etrex vista Hcx, que resultó de mucha utilidad, principalmente en las áreas de poco relieve topográfico.









UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA, DISTRITO OLLACHEA - CARABAYA - PUNO
PROYECTO: TRAMO PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO GEOLOGICO	Lamina: <b>9</b>
REVISADO: ING. LUIS Y. CRTIS GALLEGOS	Revisado: <b>A</b>
APROBADO: ING. ROBERTO F. ZIGARRA PONCE	
DIBUJADO POR: ING. EDGAR DAVID LUQUE CONDORI	
Escala: 1:20000	Fecha: Julio 2013
Datum: PSAD, 1956, UTM, Zona 18S	Fuente: Empresa Mirra Kori Kallu S.A.



ESTRUCTURAL		TOPOGRAFIA	
↑	Rumbo y buzamiento	•	Cotas
—	Anticlinales	—	Curvas de nivel
—	Siclinales	■	Lagos
—	Vetas y venillas	—	Rios
—	Falla	—	Carreteras
—	Falla inversa de alto ángulo		

## CAPITULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

#### 4.1 GEOLOGIA ECONOMICA

##### 4.1.1 YACIMIENTO

El área de estudio se encuentra en la cordillera Oriental dentro de la faja metamórfica Paleozoica que se extiende desde el sur-oeste de Perú, pasando por Bolivia, y terminado en el nor-este de Argentina. Siendo descubierto varios yacimientos dentro de la faja como: Lechemayo, Winchumayo, Rinconada, Santo Domingo, Serpiente de oro, Untuca, Media Naraja, Bentitanic, etc. que se emplazan en esquistos, filitas, y pizarras, con leves diferencias en la mineralogía, e irregular contenido de Au a lo largo de esta franja paleozoica.

El yacimiento de Ollachea se encuentra al sur este del Perú, justo al norte del departamento de Puno cerca de la frontera con la Región Cusco.

Con trabajos de perforación diamantina, se reconoció el yacimiento aurífero del Proyecto Ollachea, ubicada a 1.5 km, al SW del distrito de Ollachea, dentro de la concesión minera Oyaechea 3. Las Zonas altamente mineralizadas se encuentran al Este de esta concesión, en las zonas: Minapampa y al oeste en Concurayoc.

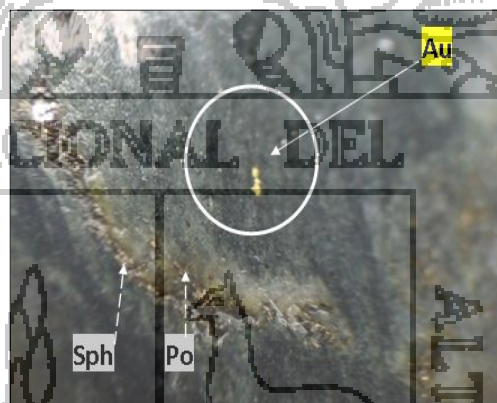
##### 4.1.2 MINERALOGIA

La constitución mineralógica de las estructuras mineralizadas que rellenan las fracturas abiertas paralelas a la foliación lo constituyen los minerales de mena y ganga que se ha observado macroscópicamente en el Proyecto Ollachea en la cual se tiene:

#### 4.1.2.1 MINERALES DE MENA

Son minerales de valores comerciales asociado a los yacimientos y la explotación minera está supeditada a estos minerales útiles. En este caso del proyecto Ollachea se tomó detalles solo del oro.

- **ORO (Au).**- Este mineral se le ve asociado generalmente a Vtas, Vnlls y Mvlls de cuarzo gris a blanquecino con pirrotita masiva, pirita masiva y/o cristalizada con trazas de sulfuros de Pb, Zn y As; algunas veces se le encuentra sola en la pizarra como un grano o pepita y como filoncillos microplegados producto de la removilización durante la fase Finihercínica.



*Foto N° 18: Au visible, reconocida con lupa 20x, en sondaje DDH08-04, cristalizado en pizarra, producto de la migración en solución pots tectónico. Prof. 35.50m.*



*Foto N° 19: Au visible, reconocida con lupa de geólogo, 20x, en sondaje DDH08-02. Au en tz, junto a Sph y Po, en Veta de Qz gris verdosa, Ser-Po-Sph-Cpy-Arspy Xxs; Prof. 214.90m.*

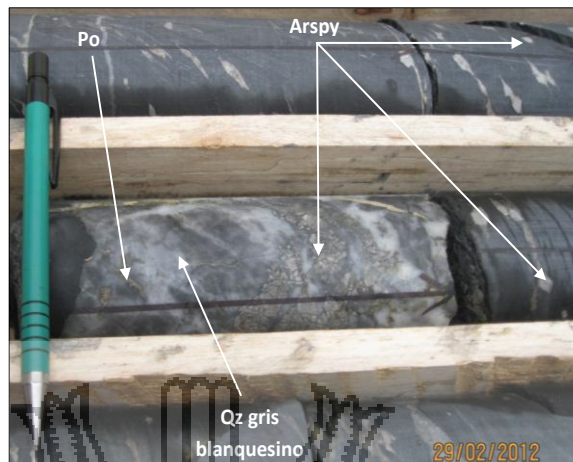
#### 4.1.2.2 MINERALES DE GANGA

Asociado con el oro, se encuentran constituyendo el cuerpo mismo de la mena en zonas de enriquecimiento; y sus características macroscópicas son las siguientes:

- **GALENA (PbS).**- Este mineral se encuentra como relleno de algunos intersticios y oquedades que presenta las gangas (principalmente cuarzo), donde en algunos sectores se hallan asociadas a la pirrotita; la galena presenta formas de cristales cúbicos.
- **ESFALERITA (ZnS).**- Se presenta del tipo color oscura (castaño oscuro) y granular, relleno de fracturas de las venillas de cuarzo; casi generalmente acompaña en zonas de leyes altas de oro.
- **CALCOPIRITA (CuFeS<sub>2</sub>).**- La calcopirita se ha ubicado en los intersticios de las gangas, por lo que presentan formas de pequeños nódulos masivos; algunos cristales de calcopirita se hallan asociadas a las pirrotitas y a las arsenopirita.
- **PIRITA (FeS<sub>2</sub>).**- Presenta forma cúbica en zonas donde rellena fracturas y masiva en zonas fuertemente deformadas, están diseminadas en el cuarzo y la roca caja de ese modo su distribución espacial es muy dispersa.
- **CUARZO (SiO<sub>2</sub>).**- Es un mineral que se presenta en todo el depósito, presenta tres tipos de colores: gris oscura, blanco, blanco incoloro; el color gris oscura posiblemente este influenciada por la roca caja misma de la Formación Ananea, esto por las deformaciones a que fue sometida este mineral; el color blanco, indicaría un evento posterior a los de color gris oscura, se encuentra crenulada y muy deformada y color blanco incoloro, se presenta como granos, relleno de espacios vacíos, en estructuras mineralizadas y metareniscas de la Formaciones Ananea y Sandía.

- **SIDERITA ( $\text{FeCO}_3$ ).**- Ocurre esporádicamente en el depósito, rellenando vacíos en estructuras compuestas de cuarzo y algunas veces fracturas en la pizarra, este mineral pertenecería a las dos últimas fases de mineralización junto a la calcita.
- **ARSENOPIRITA ( $\text{FeAsS}$ ).**- Este mineral presenta formas variables de rombos y cubos con tamaños hasta de 0,055 mm a 1 cm de longitud, en algunos sectores se presenta de manera fina y deformada, ubicadas en los intersticios de las gangas, aparentemente como relleno de las oquedades.
- **PIRROTITA ( $\text{Fe}_{x-1}\text{S}$ ).**- Este mineral con formas variables de: masiva, botroidal, lenticular y acicular. Se encuentran diseminadas y deformadas, después de haber rellenado intersticios entre las foliaciones en la pizarra; rellena microfracturas en las gangas, acompaña al oro en forma masiva en vetas, venillas y microvenillas.
- **GOETHITA ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ).**- Este mineral es el producto de la alteración de algunas piritas, en las zonas de óxido. Ocurre como cristales botroidales en geodas de vetas y de forma terrosa conjuntamente con la hematita y limonita.
- **LIMONITA ( $\text{FeO}(\text{OH}),n\text{H}_2\text{O}$ ).**- Mineral secundario, reconocido en las zonas de óxidos, producto de la oxidación de minerales de Fe (pirita y pirrotita), alguna vez se encuentra como patinas en fracturas recientes de pizarra.
- **HEMATITA ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).**- Acompaña a la limonita y goethita, de forma terrosa y amorfa.

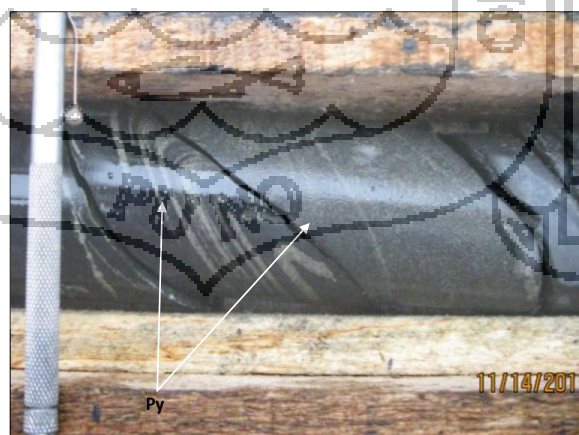




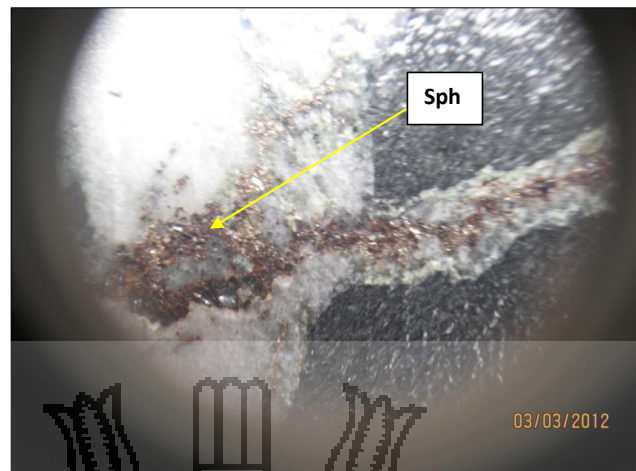
**Foto N° 20:** *Minerales de ganga en estructuras mineralizadas.*



**Foto N° 21:** *Siderita relleno de fracturas en veta de cuarzo gris, también se aprecia Xxs de Arsenopirita, relleno de fracturas en la misma veta.*



**Foto N° 22:** *Microplegues de estructuras de Pirita, producto de las orogenias Eohercínica y Andina.*



*Foto N° 23: Esfalerita oscura, ocurrencia granular relleno, fracturas en vetas de cuarzo blanco-Po-TzPy. Vista desde una lupa 20x.*

#### 4.1.3 MINERALIZACION

La mineralización de oro ocurre en vetas, venillas y microvenillas rellenas de cuarzo y sulfuros, hospedados en metasedimentos carbonosos de la Formación Ananea y son ampliamente concordantes con la foliación de las pizarras.

El oro se caracteriza por una cercana asociación de oro libre, tanto gruesa como muy fino en forma errática y discontinua en vetillas angostas de cuarzo, con ensambles de sulfuros primarios de pirrotita, pirita, arsenopirita y trazas de calcopirita, esfalerita y galena. Los sulfuros asociados con las vetillas de cuarzo se presentan en diseminación semi - alineadas (pequeñas partículas, aglomerados y laminaciones) y, en algunas oportunidades como microvenillas crenuladas bastante angostas.

También han sido mineralizados los niveles inferiores de la Formación Ananea que están conformado por intercalaciones de pizarras negra y siltitas.

En la quebrada Oscoco Cachi, a lo largo de toda esta quebrada se expone zonas de óxidos como son: limonita, hematita y goethita, que rellenan fracturas de la roca y otras veces forman un contorno color rojizo alrededor de los sulfuros de hierro. Al sur y al norte de esta quebrada no se aprecia tan notoriamente los minerales secundarios por la cobertura vegetal típica de la zona.

#### 4.1.4 PARAGENESIS DEL YACIMIENTO

La paragénesis del proyecto Ollachea se determinó, por estudio microscopía óptica, probeta pulida y en sección delgada, en muestras de testigos de perforación diamantina y de forma macroscópica se observó las texturas de las estructuras mineralizadas en los taladros logueados, como son: DDH08-01 al DDH08-16. En base a lo observado, se definió III etapas de formación de minerales.

Los resultados del estudio mineralógico muestran una composición mineralógica donde predomina el cuarzo, que en variadas formas cristalinas y texturales interviene e influye en el proceso de cristalización de los metales.

**Tabla N° 10: Secuencia paragenética del proyecto Ollachea**

Mineral	Pre mineral	Etapas I	Etapas II	Etapas III
<i>Pirita I (singenética)</i>	—			
<i>Pirita II</i>	—			
<i>Pirrotita</i>	—			
<i>Cuarzo I</i>	—			
<i>Cuarzo II</i>	—			
<i>Cuarzo III</i>	—			
<i>Oro</i>	—			
<i>Oro remobilizado</i>	- - - - -			
<i>Arsenopirita (de grano fino)</i>	—			
<i>Arsenopirita (de grano grueso)</i>	—			
<i>Calcopirita</i>	—			
<i>Esfalerita</i>	—			
<i>Galena</i>	—			
<i>OxFe (Hematita, limonita y goethita)</i>	- - - - -			
<i>Siderita y Calcita</i>	—			
<i>muscovita I</i>	—			
<i>muscovita II</i>	—			
<i>Cloritas I</i>	—			
<i>Cloritas II</i>	—			
<i>Sericita</i>	—			

**Fuente:** Interpretación propia del autor, en base a los eventos de mineralización en el tiempo, septiembre 2013.

#### 4.1.5 ZONEAMIENTO

De acuerdo a los resultados obtenidos de los diferentes análisis de campo y con las secciones transversales realizados sobre las estructuras mineralizadas observamos que el zoneamiento es tanto horizontal como vertical con ligeros cambios mineralógicos en los diferentes niveles del yacimiento, de Ollachea.

##### ➤ ZONA DE OXIDOS

Zoneamiento supérgeno que baja hasta unos 1 a 6 m. de profundidad desde la superficie; presenta una coloración rojisa a pardusca con lineamientos de color amarillo, debido a que ingresa agua meteórica y existe una circulación de agua sobre fracturas en menas y roca, esta agua vienen cargadas de oxígeno y  $\text{CO}_2$  lo que hace que exista oxidación de los minerales sulfurados como pirita, arsenopirita, calcopirita y pirrotita.

Se aprecia en la quebrada de Oscoco Cachi donde es notorio reconocerlos.

##### ➤ ZONA PRIMARIA

Zonamiento mesozonal que de acuerdo a los sondajes realizados en el yacimiento se extiende desde la superficie hasta la cota 2650; es decir 400 m. verticales, donde la mineralogía de mena es oro (3.9 gr/t en promedio) y los de ganga: pirita, pirrotita, arsenopirita, calcopirita, esfalerita, galena, siderita, calcita y cuarzo. Se ha tomado muestras para ser analizadas por Au + ICP por 32 elementos, dando resultado muy bajos para otros elementos (0.005 % de Cu, 0.002 % de Pb y 0.01 % de Zn).

Asimismo, es notable un zoneamiento horizontal en el sentido, en que las estructuras contienen mayor ley de oro en la zona de Minapampa, mientras que en la zona de Concurayoc las leyes de oro bajan a 2.8 gr/t y más hacia el sur desde la zona central de mineralización las leyes de oro son menores a 0.2 g/t.

#### 4.1.5.1 TIPOS DE ASOCIACIONES MINERALOGICAS EN VETAS, VENILLAS Y MICROVENILLAS

Se observan a lo largo de los sondajes ya sea con mayor o menor frecuencia. Mayormente son paralelas a foliación, irregulares, lenticulares (Boudinage) y algunas veces forman crenulaciones. Pueden estar compuestas de relleno de sulfuros y/o cuarzo. El cuarzo es gris claro y blanco, acompañada de sulfuros. En las Vtas, Vnlls y Mvlls se forman asociaciones mineralógicas:

- Cuarzo gris a blanquecino más pirrotita (Qz+Po).
- Cuarzo gris, con moderado contenido de po, sericita - clorita, oro macroscópico en casos (Qz-Po+Ser-Chl).
- Pirrotita, pirita y sericita - clorita, con oro macroscópico en casos (Po-Py-Qz+ Ser- Chl).
- Pirrotita, pirita (Po-Py).
- Pirita, pirrotita (Py+Po).

#### 4.1.6 CONTROLES DE MINERALIZACION

La mineralización del yacimiento en principal está ligada al control litológico, control estructural y control mineralógico. Que determinan condiciones apropiadas para hospedar mineralización aurífera.

##### 4.1.6.1 CONTROL LITOLOGICO

El control litológico es conformado por rocas Paleozoicas de edad Ordovícica al Devónico. Componentes litológicos de la cordillera Oriental; sedimentos é intrusivos afectados por la tectogénesis Herciniana y Andina, intensamente plegados a fines del Devónico superior (fase Eohercínica), acompañado por metamorfismo epizonal y plutonismo sin y post tectónico. Principalmente en el proyecto de este tipo de control, la conforman rocas metalotectas de la Formación Ananea; conformada por pizarras negras esquistosas que contienen diseminaciones de pirita singenética y sulfuros removilizados (pirita-pirrotita-arsenopirita).



**Figura N° 05:** Pizarra semiesquistosa, negra de la Formación Ananea. En A, parte superior se aprecia Diss. de Po-Tz Py, como microlentes y en B, se observa Diss. sin genética de Py, paralelas a la foliación deformada producto de la orogénica finihercínica.

#### 4.1.6.2 CONTROL ESTRUCTURAL

Este tipo de control es el más importante en la zona aurífera de Ollachea. El oro se encuentra hospedado principalmente en una zona de cizalla del tipo frágil – dúctil con dimensiones 4.3 km x 0.9 km. Formada durante la orogenia Eohercínica.

Este tipo de estructura se encuentra plegada a fines de la fase Finihercínica que formo pliegues de bajo ángulo en las zonas de Minapamapa y Concurayoc, también existen zonas de cizallas del tipo frágil correspondientes a la orogenia Andina.

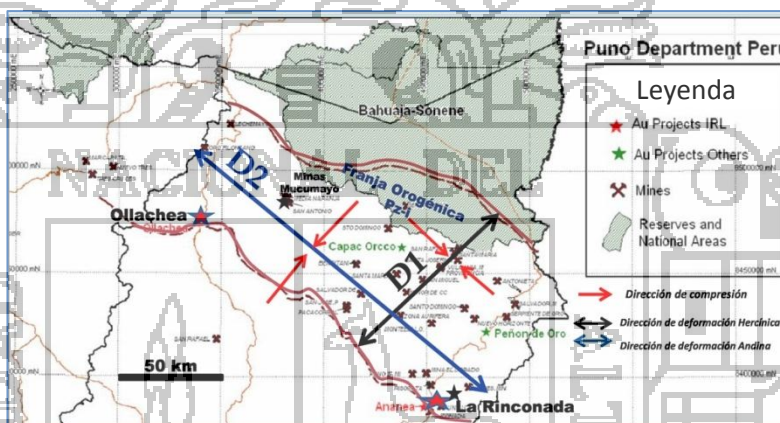
Localmente las fallas inversas Ollachea y Paquillusi limitan la mineralización del proyecto Ollachea.



**Figura N° 06:** Zona de cizalla frágil-dúctil, en color gris donde se hospeda la mineralización del proyecto Ollachea, producto de la orogénesis Eohercínica, sobre pizarras de la Formación Ananea. En color lila zona de cizalla frágil, corta cuerpos mineralizados, esta estructura local pertenece a la orogénesis Andina. Imagen vista de E-W.



**Foto N° 24:** Anticlinales y sinclinales locales, ubicadas en la zona de Concurayoc, las charnelas tiene rumbo N-S.



**Figura N° 07:** Imagen muestra las direcciones de las fuerzas orogénicas que afectaron sobre metasedimentarios de la cordillera oriental ubicada al norte del departamento de Puno.

#### 4.1.6.3 CONTROL MINERALOGICO

La mineralización aurífera y sulfuros Fe-As ocurre en Vtas, Vnlls y Mvlls frecuentemente del tipo boudinage con contenido de oro, correspondientes a la mineralización de un primer evento tectónico, formada con la deformación de la secuencia de pizarras y el cabalgamiento de la Formación Sandia sobre la Formación Ananea como parte de la orogénesis Hercínica.

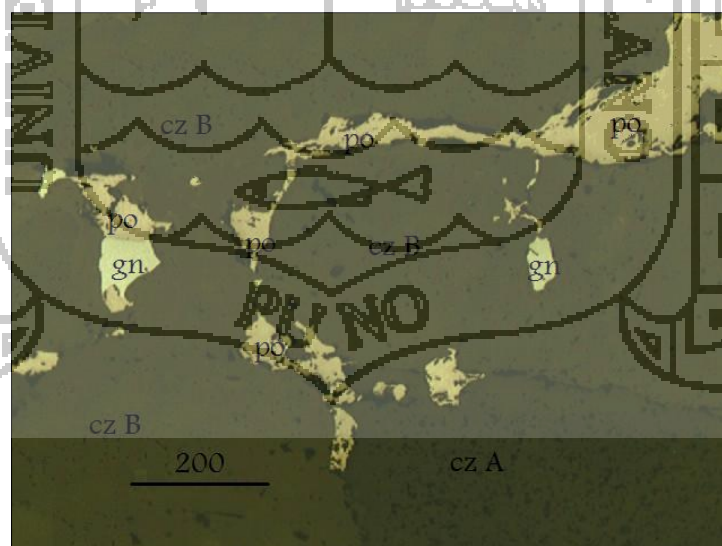
Las asociaciones mineralógicas con contenido de oro son Cuarzo gris, con moderado contenido de pirrotita - sericita - clorita y pirrotita - pirita - sericita - clorita con oro visible en zonas cercanas a los cuerpos mineralizados.



**Foto N° 25:** Venilla tardía tipo boudinage de cuarzo blanco-Tz Po; producto de las deformaciones Tardihercínica y Andina. Esta venillas, no contiene leyes atractivas de oro para su explotación.

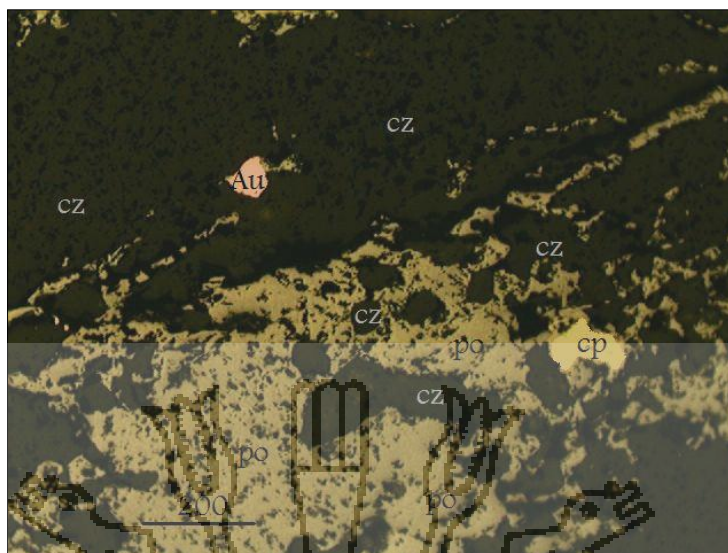
#### 4.1.7 SECCIONES PULIDAS

A continuación se muestra fotos, de secciones pulidas aplicadas a muestras de núcleos de campaña de perforación, en ellas indican la típica mineralización de oro orogénico que presenta el proyecto Ollachea.



**Foto N° 26:** Venilla de cuarzo A corroído por cuarzo B. Filoncillos de pirrotita y galena se ubican intersticialmente entre los dos tipos de cuarzo.

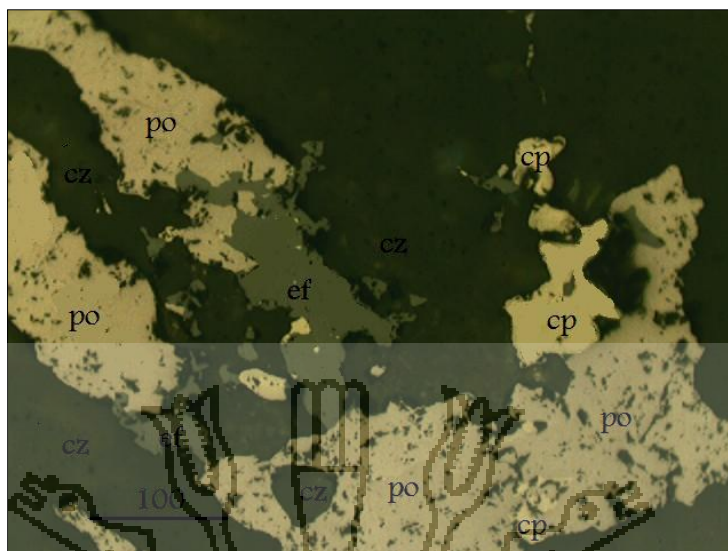




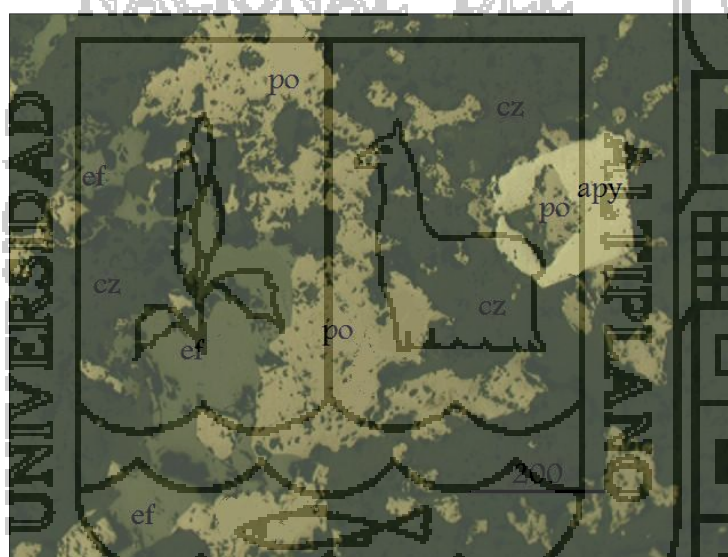
**Foto N° 27:** Filoncillos de Pirrotita con inclusión de Calcopirita. Nido de oro nativo en cuarzo.



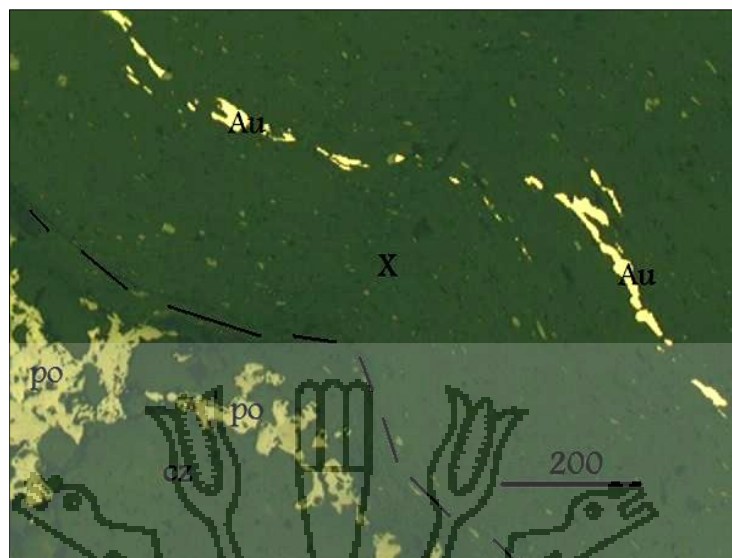
**Foto N° 28:** Extensa playa de pirrotita con inclusiones de esfalerita (recuadros blancos), de oro nativo (recuadro negro) y de cuarzo.



**Foto N° 29:** Venillas intersticiales de pirrotita en cuarzo, asociada con esfalerita y calcopirita.



**Foto N° 30:** Sulfuros corroe en a cuarzo: esfalerita asociada a pirrotita. Porfidoblasto de arsenopirita engloba a pirrotita.



**Foto N° 31:** Línea segmentada indica el borde de contacto entre el lente de Qz y pizarra (x) con micro vetilla plegada de oro nativo. Venilla intersticial de Po en zona cuarzosa.

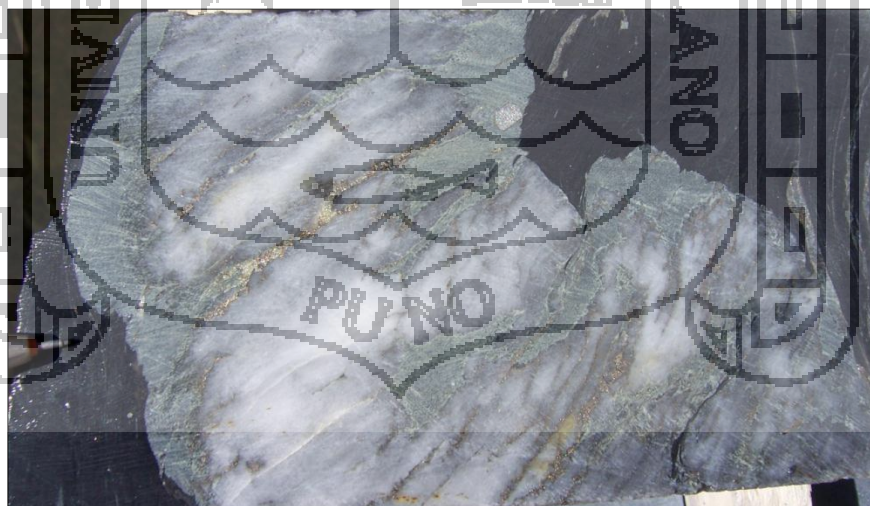
#### 4.1.8 ALTERACIONES HIDROTERMALES

Alteraciones hidrotermales están ausentes dentro de las pizarras, pero puede diferenciarse netamente alrededor de vetas, venillas y microvenillas como halos así tenemos:

- **SERICITIZACION.-** Caracterizada por la presencia de sericita  $[\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}/(\text{OH},\text{F})_2]$  y como mineral accesorio la clorita, acompaña a vetas, venillas y microvenillas de cuarzo como halos, localizada mayormente en zonas con leyes de oro. Se presenta como hojuelas finas, algunas veces fibrosas, también va acompañada de muscovita blanca plateada  $[\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}/(\text{OH},\text{F})_2]$ .

- **CARBONATACION.-** Ocurre en casi todo el sistema mineralizado, muy pocas veces acompaña a mineralizaciones de oro, se presenta típicamente en un zoneamientos paralelos a cuerpos mineralizados de oro. Ocurre en la matriz de las pizarras como una fina diseminación y como relleno en fracturas en vetas, venillas y microvenillas. Los sondajes observados, efervescen al ácido clorhídrico en casi todo el tramo ya sea en pizarras como metareniscas.
- **CLORITIZACION.-** Esta alteración generalmente va acompañada de la alteración sericítica y ligeramente es más presente en metareniscas.

En general la alteración hidrotermal se encuentra poco desarrollada. Este hecho ha sido atribuido a que los fluidos portadores de mineralización estuvieron en equilibrio químico con la roca de caja (Cox et al., 1983). Más recientemente Bierlein et al. (1998) establecieron que la magnitud e intensidad en el desarrollo de alteración hidrotermal, depende de parámetros como el control estructural y la presión de fluidos, además de la reactividad y permeabilidad de la roca hospedante.



**Foto N° 32:** Se aprecia un halo de alteración sericítica en estructura con leyes de oro de 2 g/t; producto de fluidos hidrotermales mesotermales.

## 4.2 PROSPECCION GEOQUIMICA

La geoquímica en prospección minera tiene por objetivo determinar zonas anómalas que puedan llevar al descubrimiento de nuevos depósitos minerales, para determinar estas zonas fue necesario calcular ciertos parámetros como el valor de fondo (background), el umbral ( threshold) y el valor por encima del cual una concentración geoquímica puede considerarse anormal (anomalía).

Para el proyecto Ollachea, se realizó tres tipos de muestreo para el análisis geoquímico, tales como son: muestreo de sedimentos fluviales, muestreo de rocas (rock chip) y muestreo en canales.

Para el procesamiento y análisis de muestras, la cantidad de muestras fueron homogéneas y de la misma población.

### 4.2.1 MUESTREO DE SEDIMENTOS FLUVIALES

Este muestreo fue usado para prospectar áreas con drenaje considerable con el fin de identificar los patrones de dispersión secundaria que existe en el área.

La técnica consistió en muestrear la carga móvil de fondo de los ríos o corrientes que viene a ser el producto del intemperismo de afloramientos de rocas y que ha sido movilizado a distancias considerables y está basado en la dispersión de iones metálicos generados por este intemperismo.

En los denuncios de Cia. Minera Kuri Kullu se recolectó un total de 238 muestras de sedimentos de corriente distribuidas en los drenajes de los ríos: Oscocachi, Uncutaya, Sacacalle, Corani, Chahuana, Tambillo, Pataquinsamayo, soropata, Cuncurchaca, Yuracuno, Pallecampa, y Rio Ollachea. Pertenecientes a la cuenca de Inambari, (Ver lámina N° 10 en anexos).

### 4.2.2 MUESTREO DE ROCAS (ROCK CHIP)

El muestreo de rocas en el área de estudio del proyecto Ollachea se ha restringido a la recolección de muestras de afloramientos insitu debido a que estas son más representativas a la zona que representan. Para detectar la presencia de anomalías primarias, ya que estas están restringidas al entorno inmediato a un yacimiento minero, este tipo de muestreo permite tener una información directa de las características geoquímicas de las rocas que causan anomalías, (Ver lámina N° 11 en anexos).

#### 4.2.3 TECNICAS MINERAS – MUESTREO POR CANALES

Para determinar y definir blancos de exploración y no tener más incertidumbre de los datos obtenidos, la apertura de canales fue una forma fácil y rápida de obtener más información litológica y estructural de la zona determinada en los estudios anteriores líneas arriba.

Los trabajos de canales, junto con el muestreo, ayudaron a definir blancos de exploración geofísica y para luego así realizar perforaciones diamantinas, con el fin de comprobar mineralizaciones de oro. (Ver lámina N° 12)

##### 4.2.3.1 TRABAJO DE CAMPO

Sobre las anomalías geofísicas identificadas, nos indicarían la presencia de mineralización, justamente coinciden con la dirección de las estructuras mineralizadas en las zonas de Minapampa y Concurayoc, La mayoría de estas Vtas, Vnlls y Mvlls mantienen un rumbo de E-W y NW a SE.

Los canales se ubicaron con mayor énfasis en la zona de Minapampa, que es donde las anomalías geofísicas más altas se registraron. Los 25 canales tienen una dirección N-S, perpendiculares a las estructuras mineralizadas, algunos casos se tuvo que realizar la extracción de coberturas cuaternarias, los canales de muestreo tuvieron un ancho de 10cm y 5 cm de profundidad para evitar la parte intemperizada o lixiviada de la roca, con el fin de recolectar muestras representativas y nos den datos reales del área anómala en estudio.

Este trabajo se realizó a escala 1/5000, y el muestreo fue sistemático cada 2 m.



**Foto N° 33:** Extracción de cobertura coluvial, antes del muestre sistemático.



**Foto N° 34:** Canales de muestreo ubicados en zona Minapampa.

#### 4.2.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE MUESTRAS

El análisis estadístico de los resultados de laboratorio de las muestras de sedimentos, rocas y de canales nos permiten generar los parámetros estadísticos para la evaluación del área de estudio, es decir nos permite conocer el valor de fondo (background) y el umbral (threshold) por encima del cual una concentración geoquímica puede considerarse anómala.

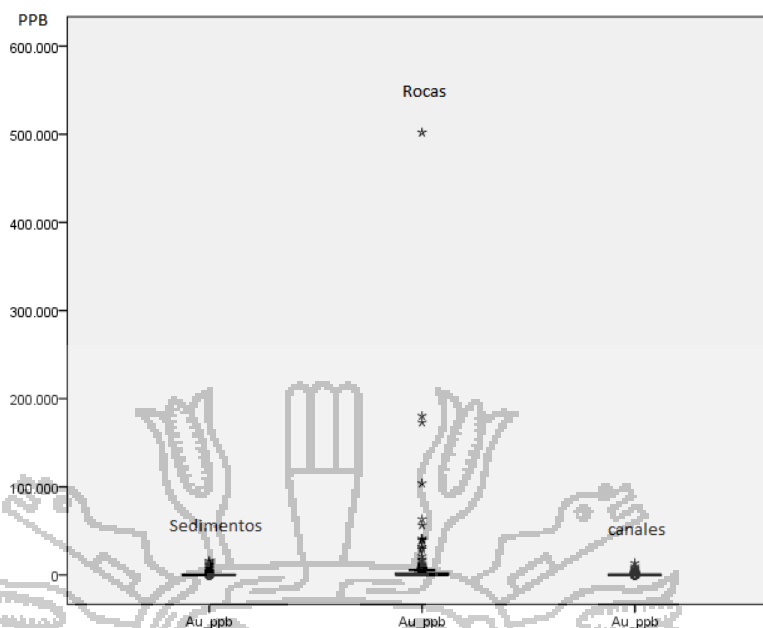
Antes de proceder con el análisis estadístico se revisó la base de datos con los resultados del laboratorio y se tomaron en cuenta los datos de los elementos cuyos valores estaban por debajo del límite de detección, estos fueron excluidos con la finalidad de encontrar un background más representativa para nuestro proyecto, ya que a más datos con valores mínimos de detección incrementan la desviación estándar y por lo tanto afecta los parámetros geoquímicos; al igual los valores altos que son aquellos lo más cercanos a una mineralización de un yacimiento de oro también fueron excluidos, ya que estos alterarían el valor original del background y la desviación estándar.

Para la evaluación de la distribución lognormal de los datos se hizo la evaluación por dos métodos visuales (Histogramas y recta de Henri) y la prueba de hipótesis nula de Kolmogorov-Smirnov.

Durante el tratamiento de datos se identificó que los datos mantienen comportamiento Log-normal para el oro; para una mejor representación de datos y valor de fondo se convirtieron los datos a base logarítmica de tal manera que los parámetros obtenidos sean más precisos.

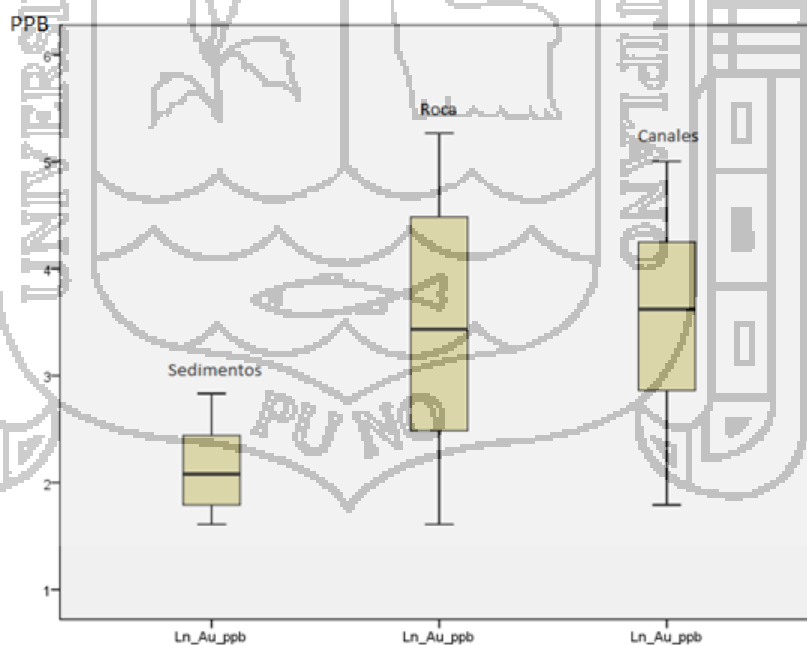
El análisis estadístico realizado fue solo para el elemento Oro, ya que otros elementos como: Ag, Cu, Zn, Pb, etc. En los resultados de los análisis dieron casi en su totalidad cerca a los límites de detección.





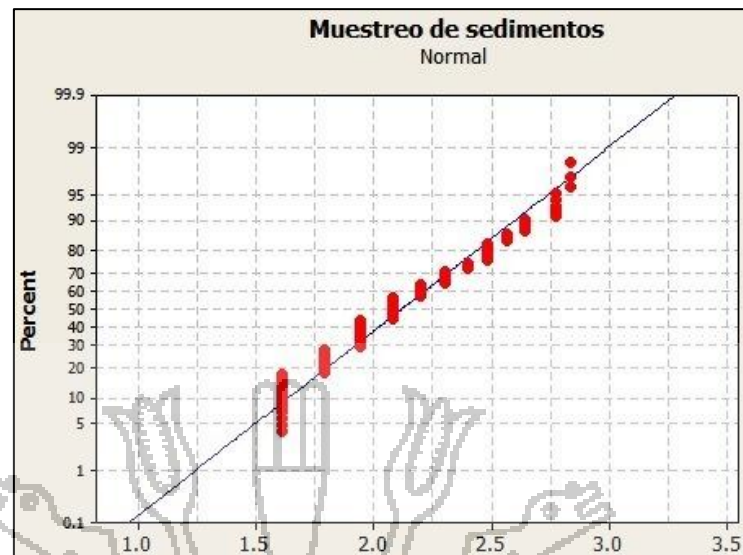
**Figura N° 08:** Diagrama de caja y bigotes, nos muestra que existen valores atípicos y valores extremadamente altos en las diferentes poblaciones de muestras tomadas en campaña de exploración; en estos casos la distribución indica que es no normal.

**Elaboración:** Propia del autor.



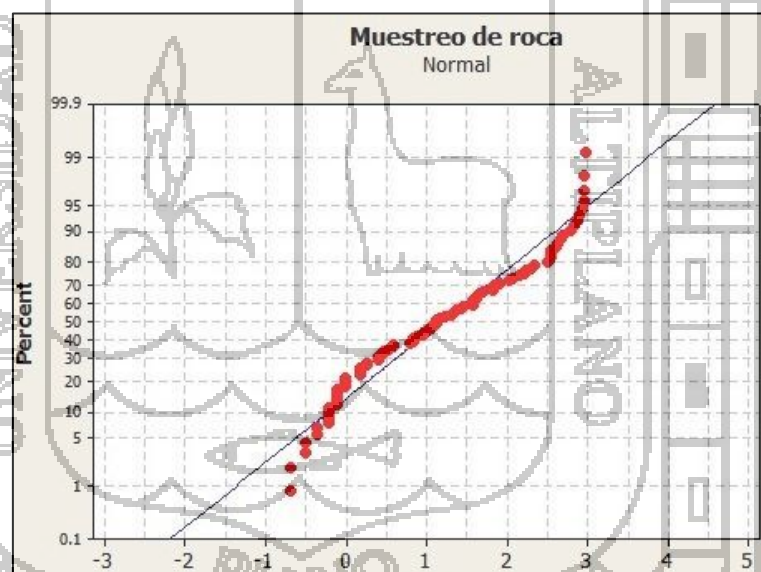
**Figura N° 09:** Diagrama de caja y bigote. Aquí datos fueron convertidos en base logarítmica y los datos atípicos fueron excluidos.

**Elaboración:** Propia del autor.



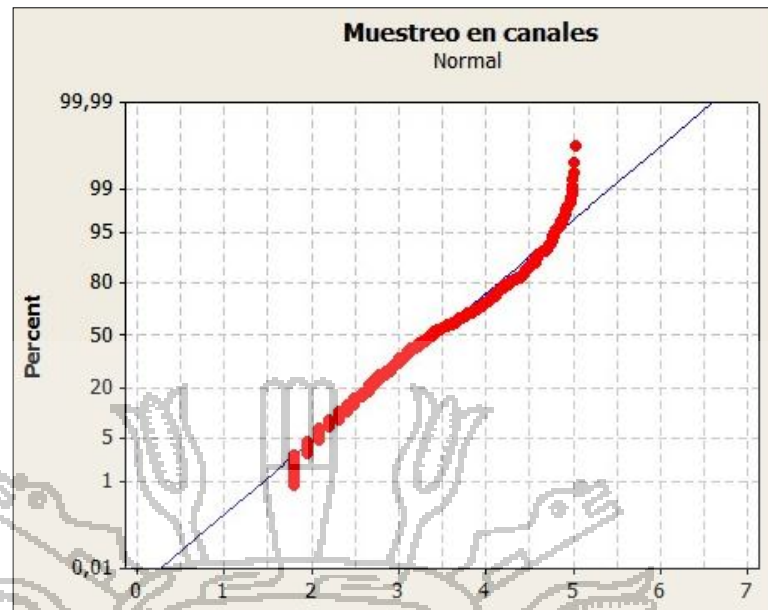
**Figura N° 10:** Gráfico de datos en papel semilogarítmico, véase que los datos se ajustan a la recta de probabilidad de Henry, típica de una distribución lognormal.

**Elaboración:** Propia del autor.

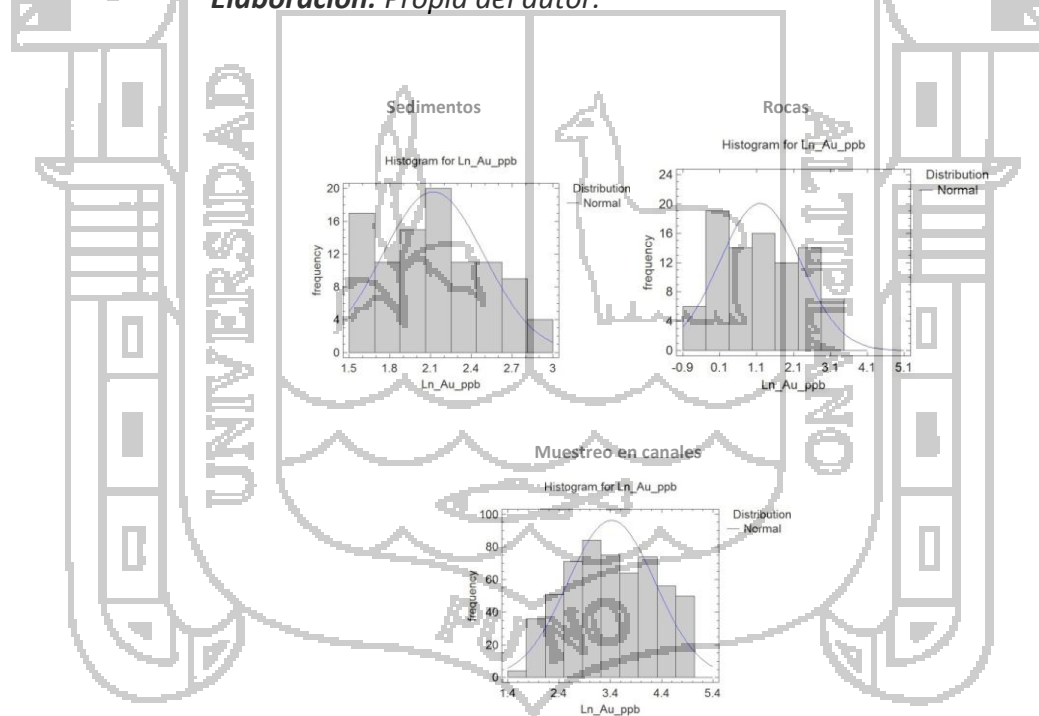


**Figura N° 11:** Método de la recta de Henry, indica que las muestras de roca tienen una distribución lognormal.

**Elaboración:** Propia del autor.



**Figura N° 12:** Gráfico de recta de Henry, indica que la distribución de muestras es lognormal para muestras tomadas en canales de muestreo.  
**Elaboración:** Propia del autor.



**Figura N° 13:** Histogramas de frecuencias con datos transformados a base logarítmica natural; muestran una distribución lognormal de datos de oro para las diferentes poblaciones de muestras.  
**Elaboración:** Propia del autor.

**Tabla N° 11:** Prueba de hipótesis nula ( $H_0$ ), según Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov ( Muestras de sedimentos)		Ln_Au_ppb
N		98
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	2,11946497255
	Desviación típica	7597 ,374131544884
Diferencias más extremas	Absoluta	355 ,117
	Positiva	,117
	Negativa	-,086
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,162
Sig. asintót. (bilateral)		,134

Para este caso de muestras de sedimentos fluviales en la prueba de hipótesis nula el sig. asintót. (Bilateral) es mayor al valor 0.05 (5 %), por tanto se acepta la hipótesis nula y por tal distribución es lognormal.

**Elaboración:** Propia del autor.

**Tabla N° 12:** Prueba de hipótesis nula ( $H_0$ ), según Kolmogorov-Smirnov

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras de rocas		Ln_Au_ppb
N		88
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	1,1930559967
	Desviación típica	1,09559229096
Diferencias más extremas	Absoluta	,087
	Positiva	,086
	Negativa	-,087
Z de Kolmogorov-Smirnov		,815
Sig. asintót. (bilateral)		,520

Las leyes logarítmicas de muestras de rocas en la prueba de hipótesis nula el sig. asintót. (bilateral) es 0.520 por tal es mayor al valor 0.05 (5 %), por tanto se acepta la hipótesis nula, como resultado la distribución es normal.

**Elaboración:** Propia del autor.

**Tabla N° 13:** Prueba de hipótesis nula ( $H_0$ ), según Kolmogorov-Smirnov.

**Prueba de Kolmogorov-Smirnov para muestras de canal**

		Ln_Au_ppb
N		565
Parámetros normales <sup>a,b</sup>	Media	3,42253431824
	Desviación típica	941,852031352201
Diferencias más extremas	Absoluta	400,055
	Positiva	,055
	Negativa	-,054
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,305
Sig. asintót. (bilateral)		,066

Las leyes logarítmicas de muestras de rocas en la prueba de hipótesis nula el sig. asintót. (bilateral) es 0.066 por tal es mayor al valor 0.05 (5 %), por tanto se acepta la hipótesis nula, como resultado la distribución es normal.

**Elaboración:** Propia del autor.

#### 4.2.5 PARAMETROS ESTADISTICOS

A continuación se presenta en tablas los valores de fondo (background) y umbrales (Thershold), encontrados para las diferentes poblaciones de muestras del proyecto Ollachea.

**Tabla N° 14:** Valores de fondo y umbral de muestras de sedimentos fluviales.

MEDIA (GEO) ppb	DESV. STNDR ppb	THRESHOLD (Umbral) ppb	VALOR MÍNIMO ppb	VALOR MÁXIMO ppb	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS BAJO LIMITE DE DETECCION	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS CON VALORES ALTOS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
8,32	3,50	15,32	5	15980	98	74	66	238

**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:** Cia Minera Kuri Kullu S.A.

**Tabla N° 15:** Valores de fondo y umbral en muestras de rocas.

MEDIA (GEO) ppb	DESV. STNDR ppb	THRESHOLD (Umbral) ppb	VALOR MÍNIMO ppb	VALOR MÁXIMO ppb	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS BAJO LIMITE DE DETECCION	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS CON VALORES ALTOS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
32,97	57,60	148,17	5	502000	88	45	140	273

**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:** Cia Minera Kuri Kullu S.A.

**Tabla N° 16:** Valores de fondo y umbral en muestras de rocas – muestreo en canales.

MEDIA (GEO) ppb	DESV. STNDR ppb	THRESHOLD (Umbral) ppb	VALOR MÍNIMO ppb	VALOR MÁXIMO ppb	NÚMERO DE MUESTRAS UTILIZADAS	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS BAJO LIMITE DE DETECCION	NÚMERO DE MUESTRAS SEPARADAS CON VALORES ALTOS	NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS
30,65	35,74	101,93	5	13430	565	44	171	780

**Elaboración:** Propia del autor.

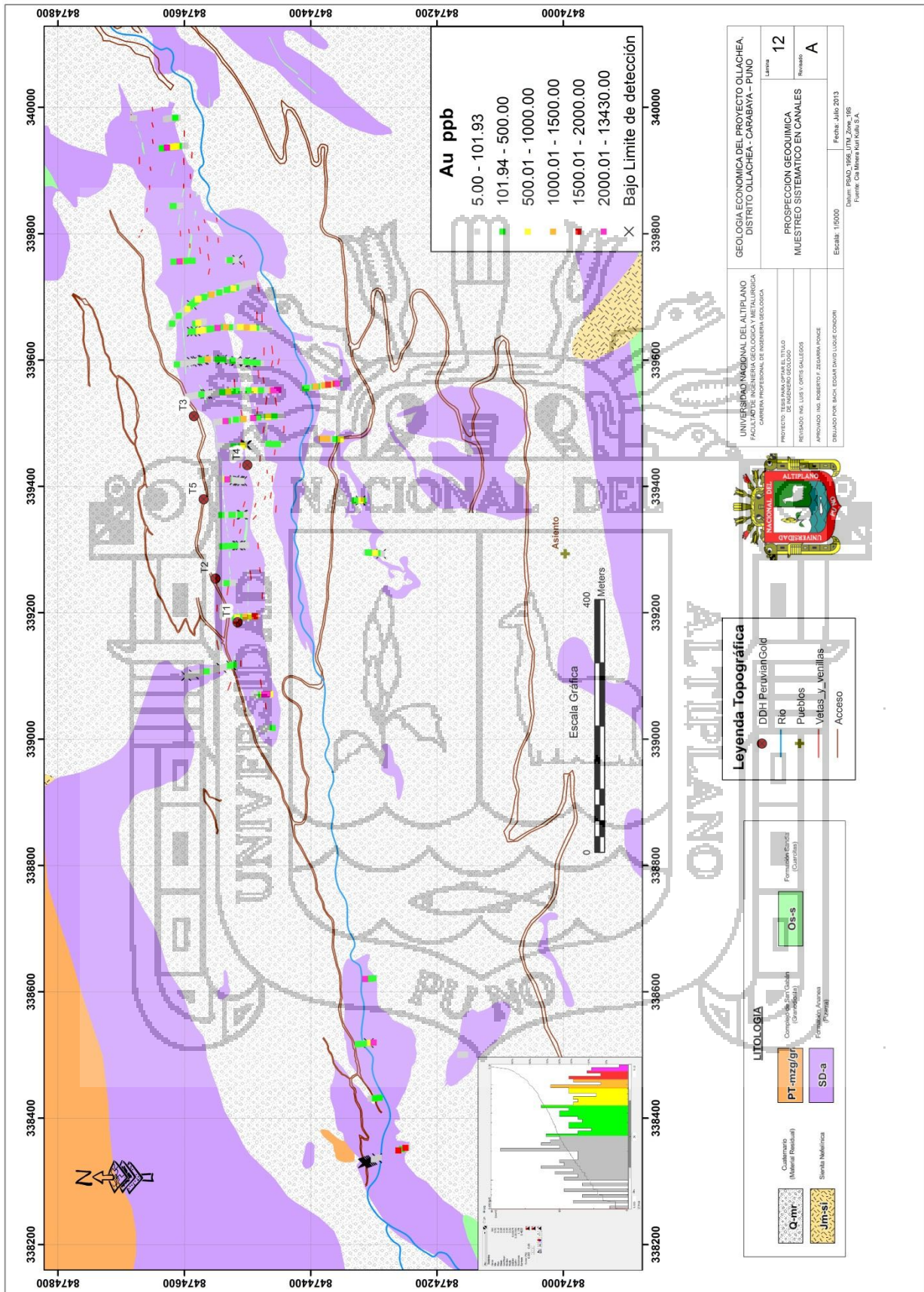
**Fuente:** Cia Minera Kuri Kullu S.A.

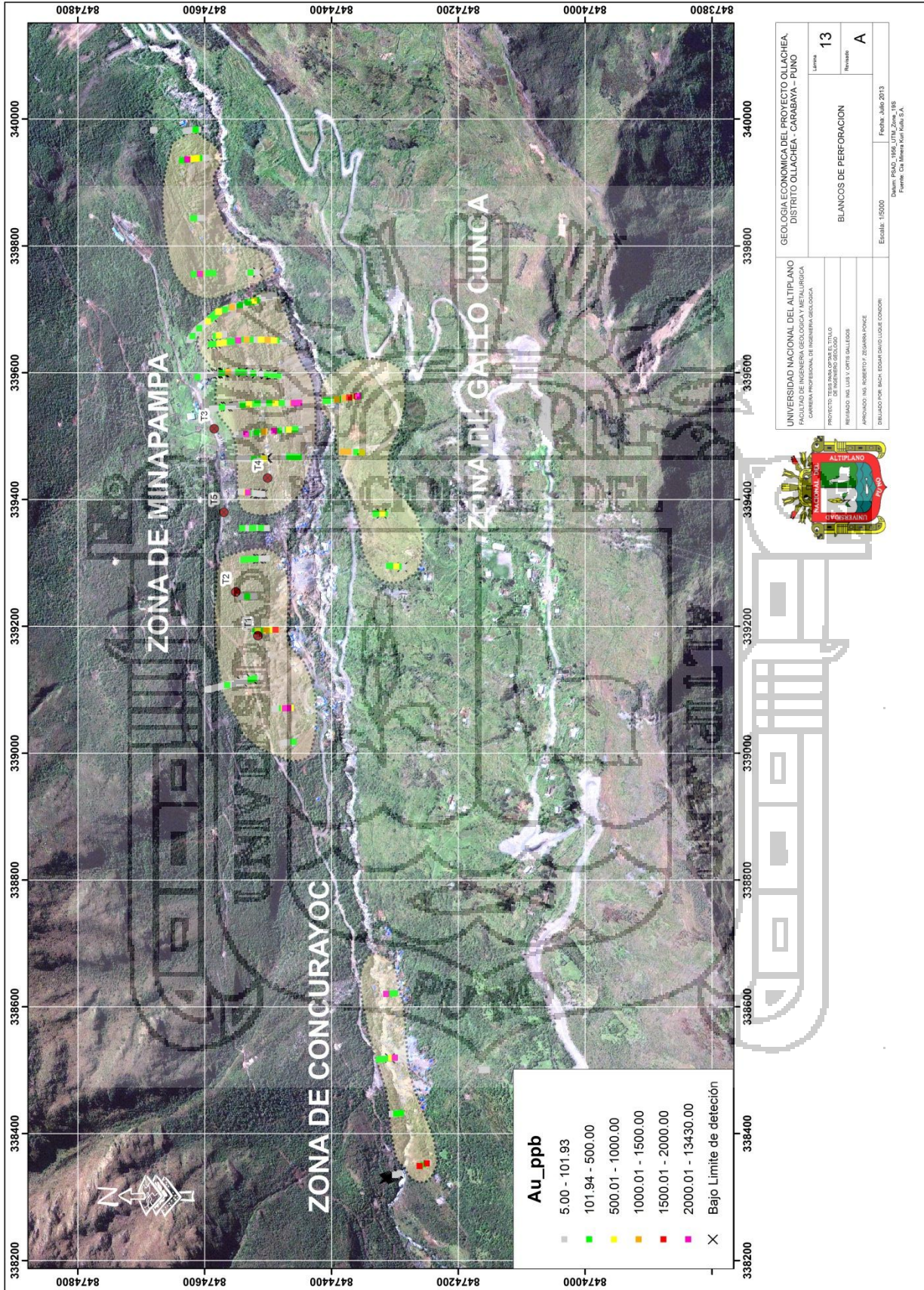
#### 4.2.6 ANALISIS DE CORRELACIONES DE MUESTRAS

El coeficiente de correlación de Pearson es un parámetro que se utiliza en prospección geoquímica para establecer la relación existente entre un par de factores (o dos grupos de valores), este puede tener valores entre -1 y +1.

Un valor 0 significa una distribución al azar sin ninguna relación entre los factores que están siendo comparados, mientras que +1 indica una relación directa y -1 indica una relación perfectamente inversa entre los factores comparados. (Rivera, M. 2001)

En el análisis de correlaciones se trabajó con los datos llevados a base logarítmica natural debido a que el histogramas del elemento oro presentan un comportamiento Lognormal.







**A) CASO DE MUESTRAS DE SEDIMENTOS**

La relación del oro con otros elementos en las muestras de sedimento asociados a este tipo de depósitos es nula, elementos como: Ag, As, Bi, Co, Hg, S, Sb y W.



**Figura N° 14:** Correlación de Pearson de oro con elementos relacionados a oro orogénico.

**Elaboración:** Propia del autor.

**B) CASO DE MUESTRAS DE ROCA**

La correlación del oro con el arsénico es débil (0.53) y con manganeso es muy débil (0.37). El tipo de correlación es directa. (Rivera, M. 2001).



**Figura N° 15:** Correlación de Pearson de oro con elementos relacionados a oro orogénico aplicados a muestras de rocas.

**Elaboración:** Propia del autor.

**C) CASO DE MUESTRAS DE CANALES**

La correlación de oro con el arsénico es débil (0.33) y directa, (Rivera, M 2001) y nula con otros elementos. Este tipo de análisis corresponde a muestras ubicadas sobre la mineralización principal aurífera del proyecto.



**Figura N° 16:** Correlación de Pearson de oro con elementos relacionados a oro orogénico aplicados a muestras de canal.

**Elaboración:** Propia del autor.

### 4.3 PROSPECCION GEOFISICA

De acuerdo a la prospección geoquímica realizada a escala 1/50000 y 1/5000. Anomalías de mineralización de oro se identificaron dentro del denuncia Oyaechea 3; exactamente en las zonas de Minapampa a 1.5 km, Gallo cunca 1.65 km y Concurayoc a 2.6 Km, del pueblo de Ollachea, todos al suroeste. Por tal, se hizo que realizar una evaluación geológica y mineralógica con más detalle para la utilización de una prospección geofísica, adecuada y rentable.

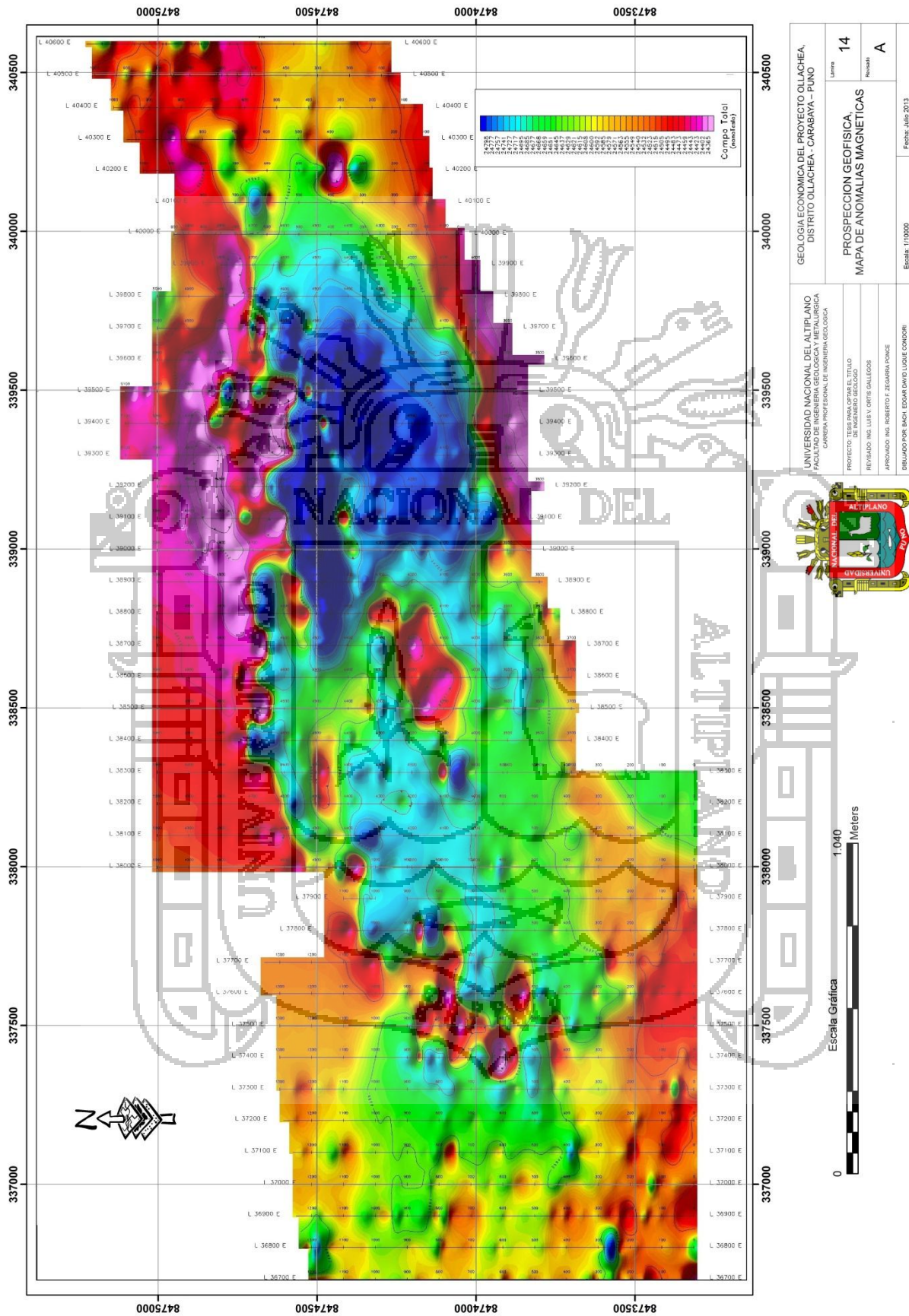
La litología en donde se encuentran estas anomalías se encuentra en la Formación Ananea, que está conformada principalmente por pizarras negras, semiesquistosas y bituminosas débilmente a moderada.

Y la mineralización de oro ocurre generalmente en vetas, venillas y microvetas del tipo boudinage e irregulares, de composición Qz gris-Po-Py y trazas de Sph, Gal, Arspy y Cpy. También estas estructuras van acompañadas con halos de sericita, clorita y en algunas zonas con carbonatos.

Debido a su asociación continua con la pirrotita y cuarzo gris y algunas veces de cuarzo blanco, se optó por la aplicación del método de magnetometría (MAG). (Ver lámina N° 14).

#### 4.3.1 TRABAJOS DE CAMPO – MAGNETOMETRIA

Este método se realizó a lo largo de una red de líneas equidistantes determinadas perpendiculares al rumbo de las estructuras con mineralización de oro. La cobertura del estudio comprendió el levantamiento de 21 líneas, con intervalos de 100 metros entre cada línea, haciendo un total de 24.08 km lineales, que fueron levantadas topográficamente por la compañía GEOFISICA CONSULTORES S.R.L.



GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA, DISTRITO OLLACHEA - CARABAYA - PUNO	
Lamina	14
Revisión	A
PROSPECCION GEOFISICA MAPA DE ANOMALIAS MAGNETICAS	
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA	
PROYECTO TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO GEOLOGICO REVISADO POR ING. LUIS V. ORTIZ GALLEGO	
APROBADO POR ING. ROBERTO F. ZECUARRA PONCE	
DESEÑADO POR BACH. EDGAR DAVID LUIQUE CONDORI	
Fecha:	Julio 2013
Escala:	1:10000



Datos: PMAO 1982, UTM, Zona 19S  
Fuente: Cia Minera Kuntuli S.A.



*Foto N° 35: Ubicación de puntos de inicio de líneas equidistantes.*

#### **4.3.2 INTERPRETACION DE DATOS MAGNETICOS**

Para el análisis se tuvo en cuenta el nivel de referencia del campo magnético de la zona que es de 24600 nT (GEOFISICA CONSULTORES S.R.L.).

Los mínimos magnéticos se asocian espacialmente con las fallas tectónicas y zonas de contactos litológicos. En la zona norte de la concesión Oyaechea 3, se pueden ver fallas transversales así como, fallas tectónicas con dirección E-W, casi junto a los contactos con la granodiorita del Complejo de San Gabán; además los cristales de andalucita en las pizarras en la Formación Ananea junto con los valores mínimos de magnéticos, indican que existe la presencia de intrusivos de granodiorita que no afloran en superficie. Al sur de la concesión en estudio ocurre algo similar entre los contactos de la Formación Ananea, Formación Sandia y el intrusivo sienítico nefelínico donde los valores magnéticos ocurren entre 24365 nT. y 24585 nT., indicando bajo contenido de minerales ferromagnéticos en los constituyentes de las rocas y además estos valores

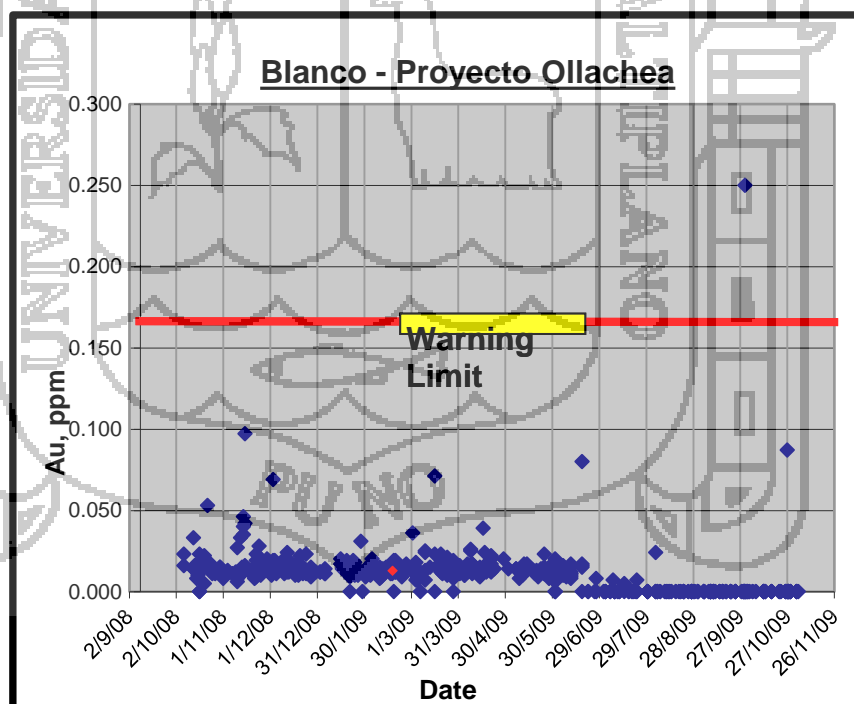
acompañan justo sobre la falla Paquillusí, que es una falla inversa de alto ángulo; este lineamiento anómalo sigue el rumbo de esta falla.

Los valores magnéticos mayores de 24600  $\eta$ T forman anomalías que revelan la presencia de grandes cuerpos de composición ferromagnética, producto de la presencia de pirrotita, sobre todo en la Formación Ananea y la Formación Sandia.

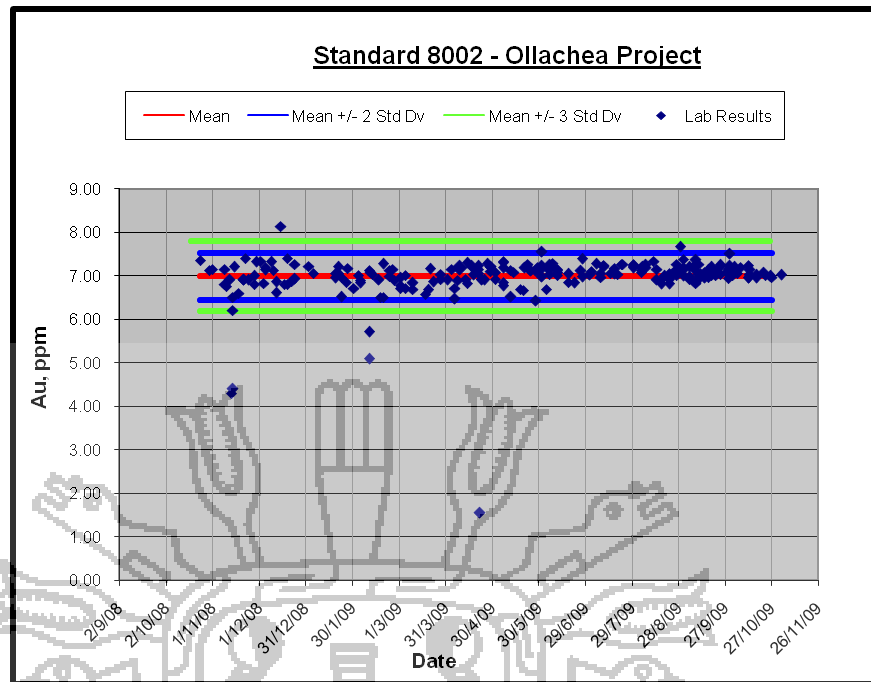
#### 4.4 CONTROL DE CALIDAD EN MUESTRAS DE TESTIGOS DE PERFORACION

##### 4.4.1 ANALISIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

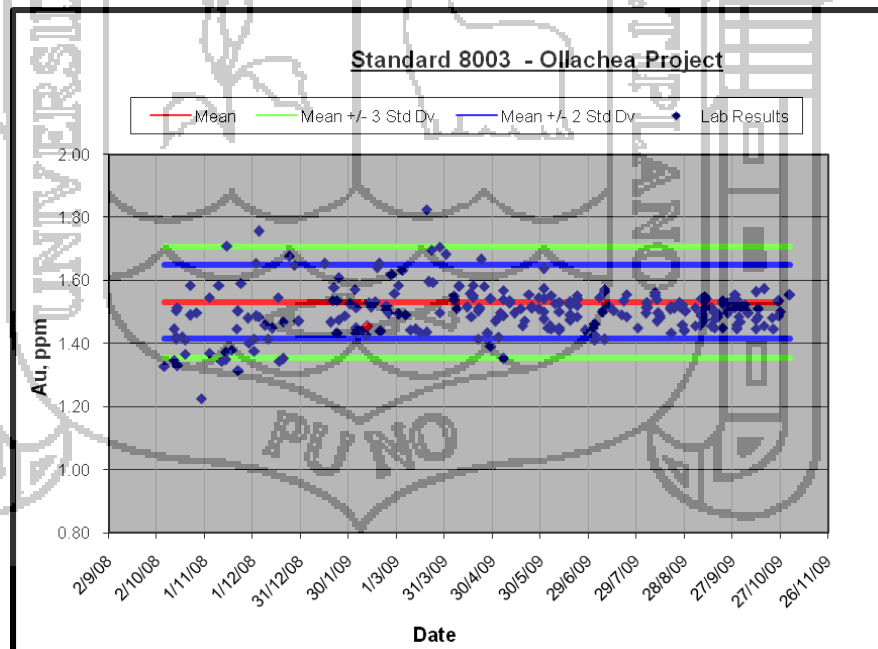
Para el análisis de resultados de las muestras después del tratamiento realizado en el laboratorio se utilizó gráficos generados por los softwares: Acquire y MS Excel 2013.



**Figura N° 17:** análisis a muestras de blancos por método de dispersión, se consideró como límite de contaminación 0.155 ppm. En el gráfico se observa que una muestra fue contaminada.

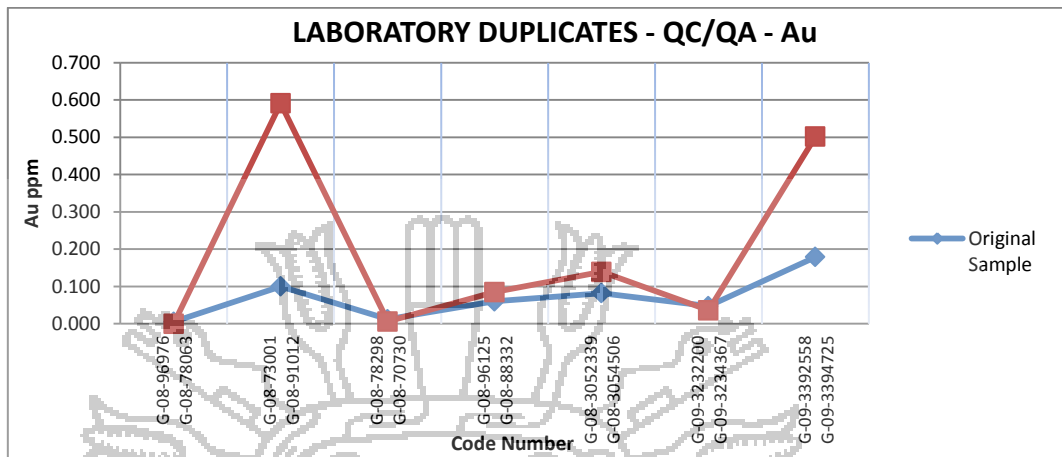


**Figura N° 18:** análisis de estándar 8002, mejor valor para esta muestra es 7ppm, se observa 6 análisis, superan al mejor valor +/- 3 desviaciones estándar. Se pidió su reanálisis de todo el lote de muestras al laboratorio primario.

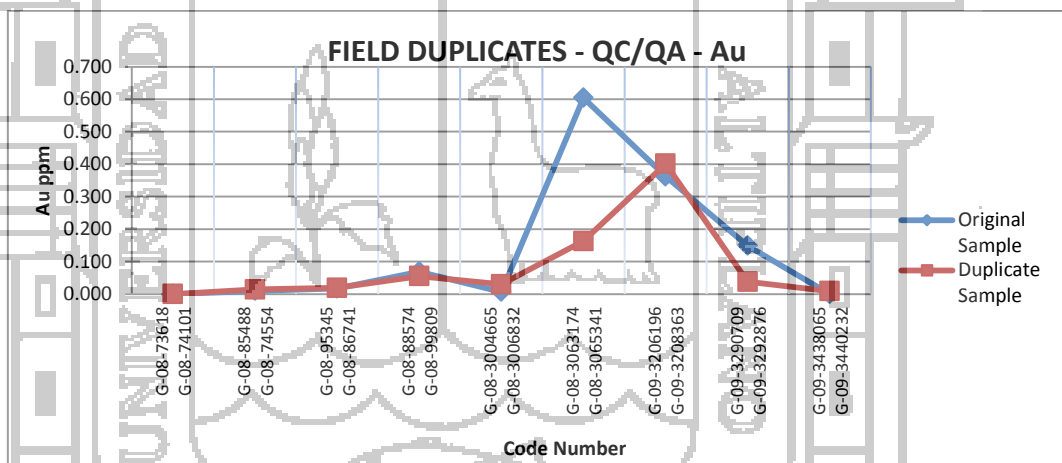


**Figura N° 19:** análisis de estándar 8003, mejor valor para esta muestra es 1.5 ppm, se observa 9 análisis que superan al mejor valor +/- 3 desviaciones estándar. Se pidió su reanálisis de lotes o envíos de muestra, al laboratorio primario.





**Figura N° 20:** En el gráfico se aprecia que los valores de las muestras gemelas y originales, no coinciden, este detalle se obvio por razones del efecto pepita.

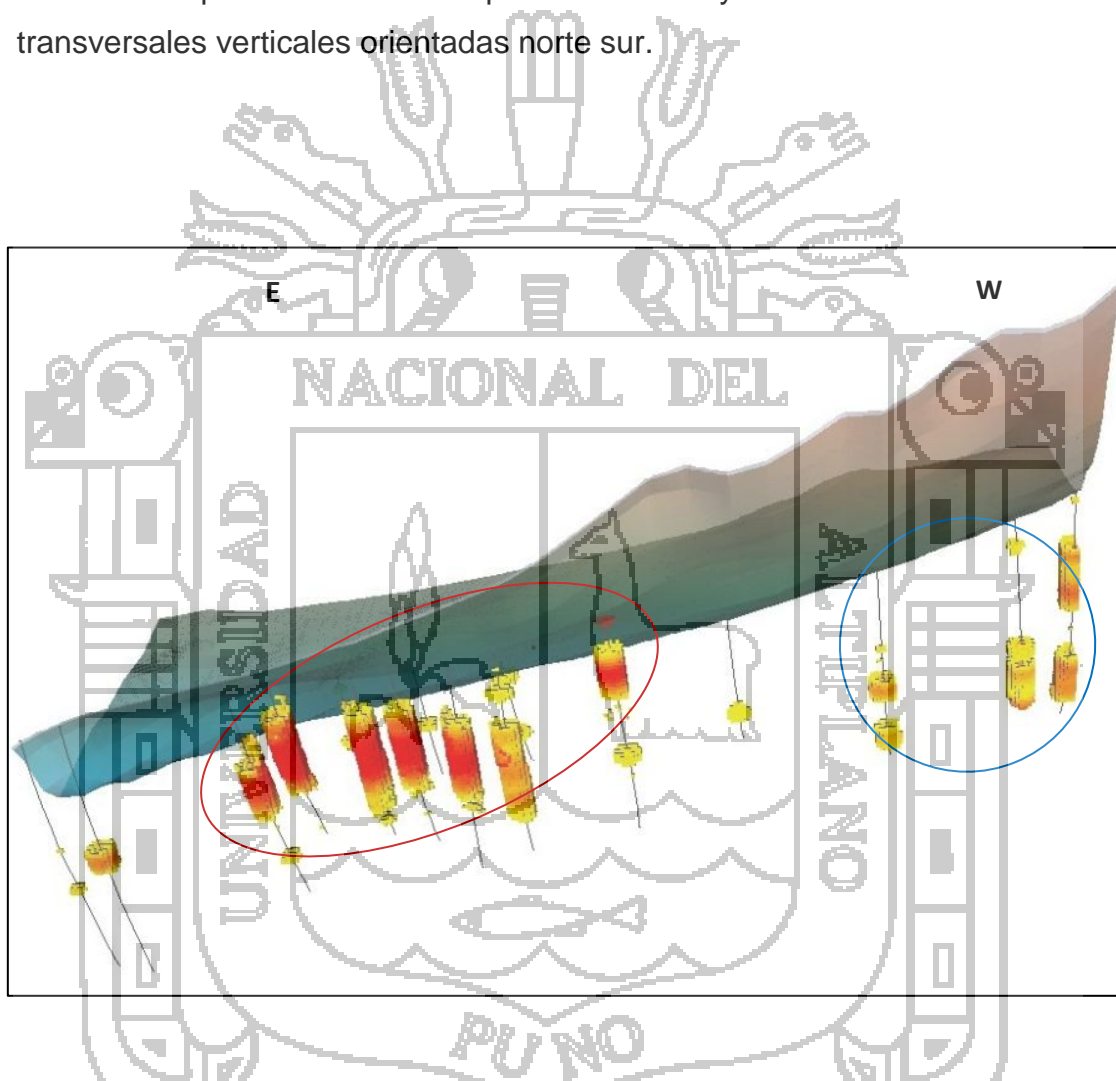


**Figura N° 21:** Análisis de muestras gemelas vs. originales indican el típico caso del efecto pepita en depósitos de oro orogénico.

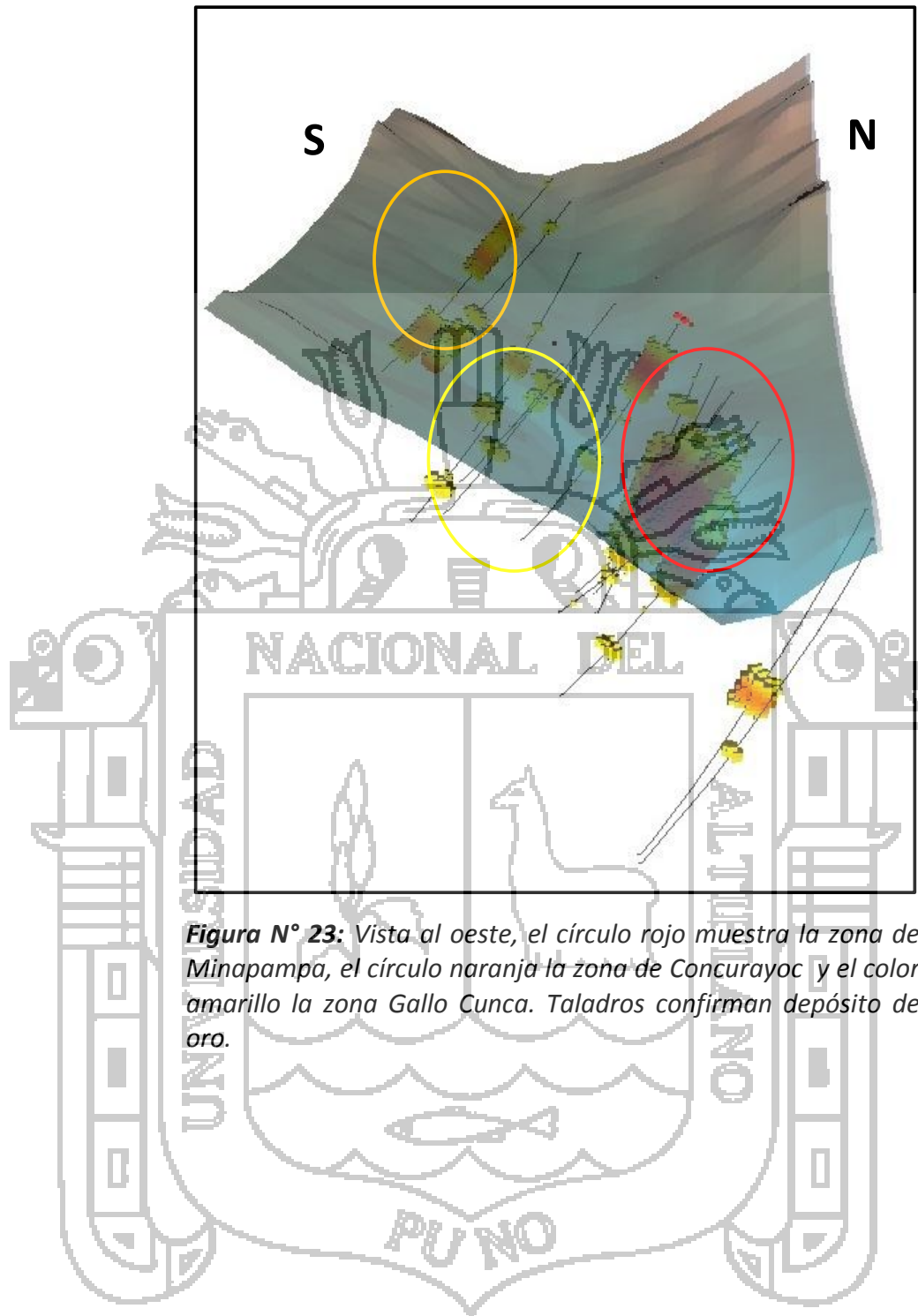
#### 4.5 MODELAMIENTO

Por medio de los trabajos realizados en los trabajos de perforación diamantina, resultados de análisis de muestras de testigo y los estudios de geología de campo; se confeccionó un modelo de cuerpo mineralizado (Ver lámina 17); se hizo en base a la interpretación geológica realizada, en secciones geológicas separadas cada 20m.

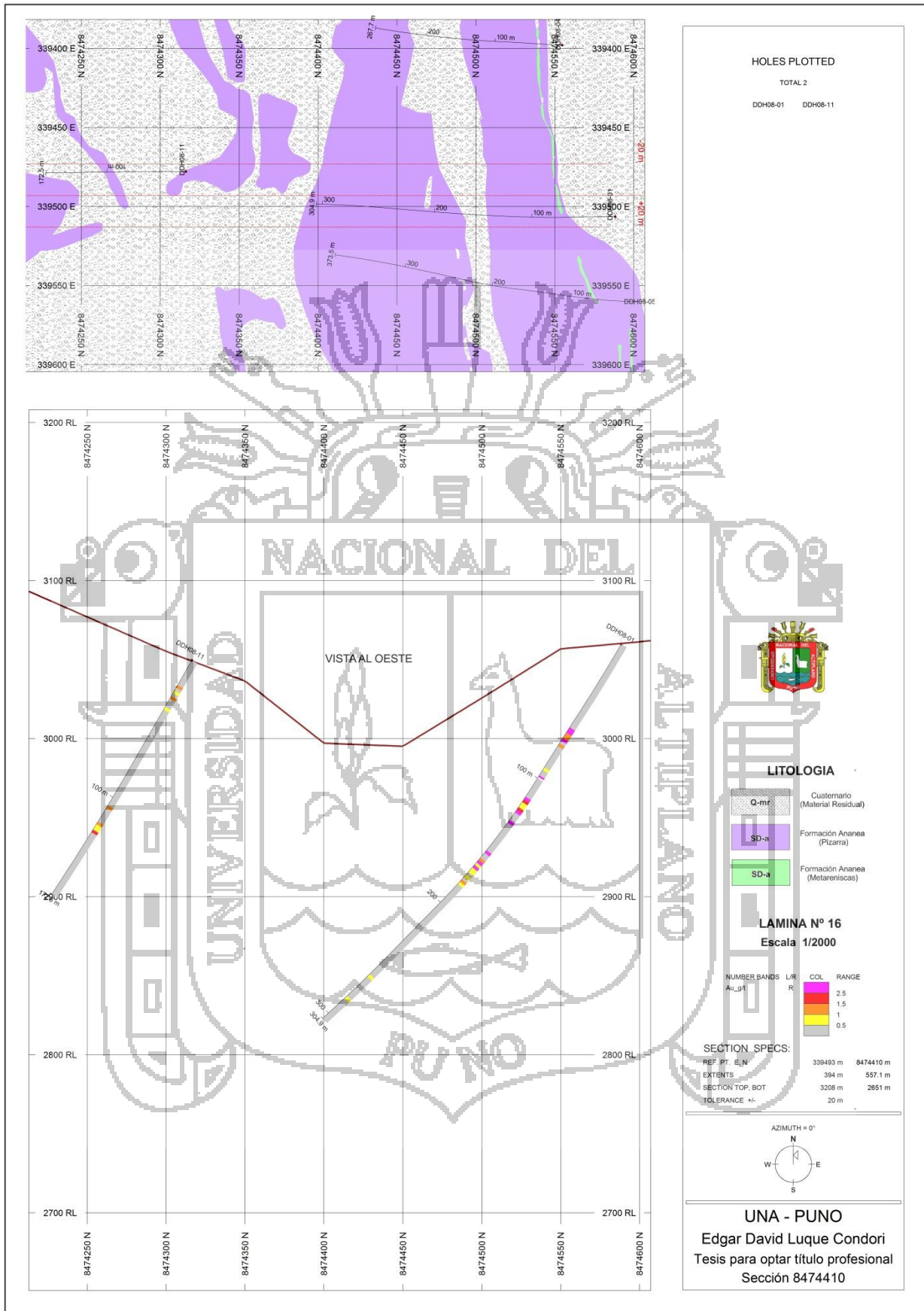
Se ha interpretado siete cuerpos de alta ley en las diferentes secciones transversales verticales orientadas norte sur.

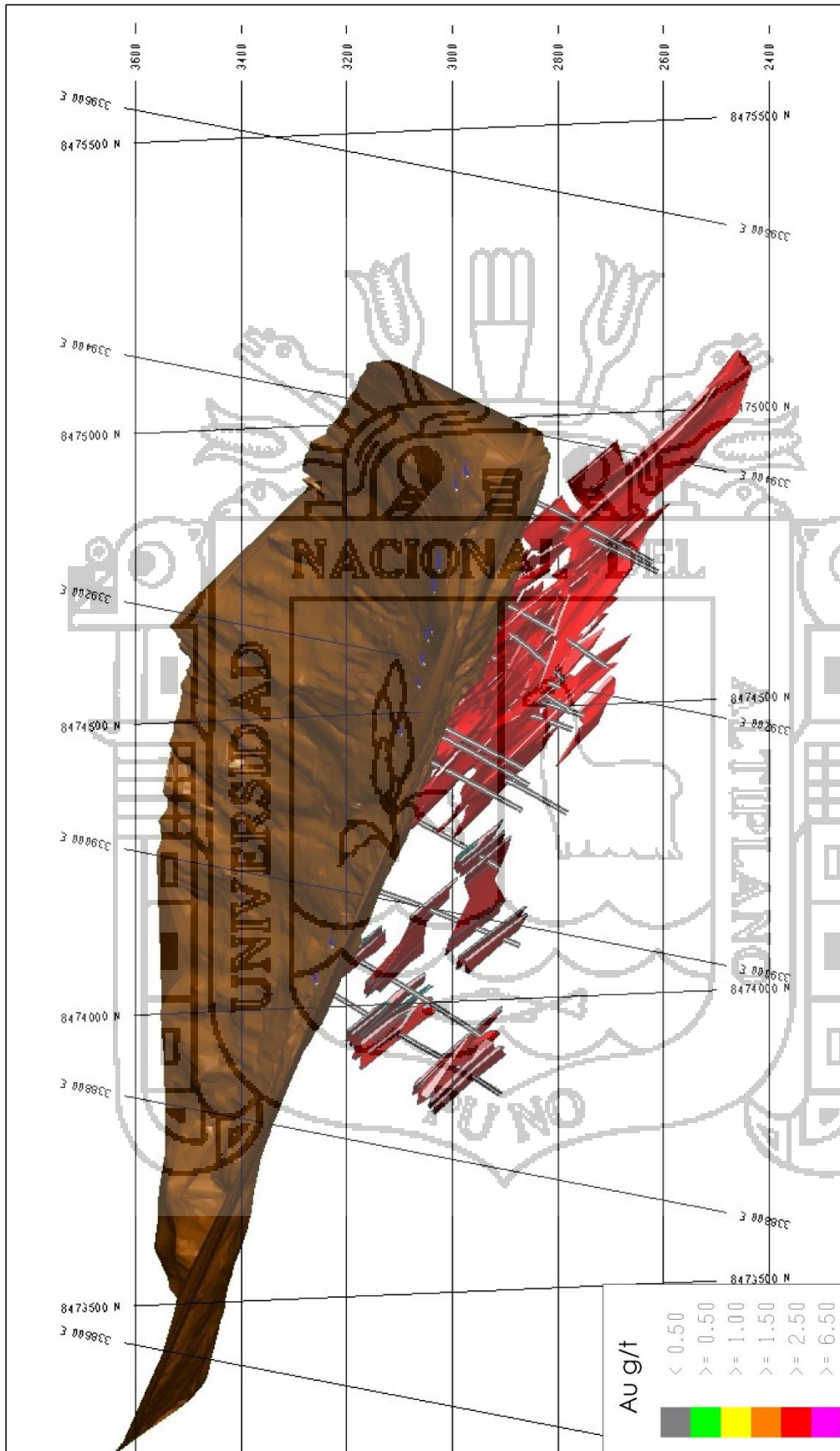


**Figura N° 22:** vista al sur; blancos de perforación confirman la ocurrencia de depósito de oro en profundidad. Véase al extremo este (Zona Minapampa) las anomalías de oro son más frecuentes y altas. Extremo oeste (Zona Concurayoc), las anomalías muestran también la presencia de mineralización de oro.



**Figura N° 23:** Vista al oeste, el círculo rojo muestra la zona de Minapampa, el círculo naranja la zona de Concurayoc y el color amarillo la zona Gallo Cunca. Taladros confirman depósito de oro.





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLOGICA	GEOLOGIA ECONOMICA DEL PROYECTO OLLACHEA - CARABAYA - PUNO DISTRITO OLLACHEA - CARABAYA - PUNO
PROYECTO: TESIS PROFESIONAL DEL TÍTULO DE INGENIERO GEOLOGO REVISADO: ING. LUIS V. ORTIZ CALLEGOS	Lamina: 17
APROBADO: ING. ROBERTO F. ZEGARRA PONCE DIBUJADO POR: BACH. EDGAR DAVID LUQUE CONDORI	Revisado: A
	MODELO 3D DE CUERPOS MINERALIZADOS
	Escala: 1:10000
	Fecha: Julio 2013

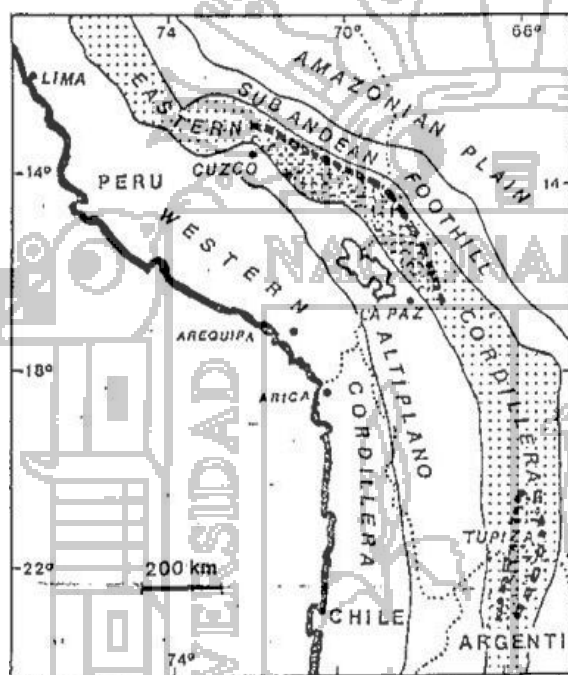


Datum: PSAD\_1956\_UTM\_Zone\_18S  
Fuente: Empresa Minera Kuri Kullu S.A.

#### 4.6 TIPO DE YACIMIENTO

El depósito de Ollachea, se encuentra dentro del tipo de yacimientos oro orogénico emplazado en rocas antiguas paleozoicas. Groves et al. (1998).

Las mineralizaciones de la Cordillera Oriental forman una provincia que se extiende más de 300 Km<sup>2</sup> de largo desde los alrededores de Cuzco (Cordilleras de Vilcabamba) en el Perú hasta el Este de La Paz en Bolivia (fig. 24) y la sierra de la Rinconada en Argentina.



**Figura N° 24:** Ubicación de la provincia aurífera en el Paleozoico inferior de la Cordillera Oriental de los Andes Centrales, (Sur Perú, Argentina y Bolivia).

**Fuente:** Michael Fornari. (Yacimientos de oro emplazados en el Ordovícico de las cordilleras de Apolobamba y Real: vetas de cuarzo asociada a sulfuros masivos).

En los Andes Centrales existen operaciones en pequeña escala sobre mineralizaciones conocidas desde épocas incaicas: Ananea en el sur del Perú y San Bernardino-Peterson, en la parte norte de Bolivia, este último depósito con reservas de 2,3 millones de onzas -1,4 g/ton Au (Arce y Guzmán, 2000).

Los depósitos consisten en vetas laminadas paralelas a la estratificación (ribbon quartz veins), vetas discordantes, vetas en zona de charnela (saddle reef) y oro diseminado en sedimentos con pirita y arsenopirita. La mineralización hidrotermal, en general simple, consiste esencialmente en cuarzo con cantidades subordinadas de carbonatos, feldespatos, micas, pirita, arsenopirita, oro nativo, y sulfuros de Sb, Cu, Pb y Zn (Boyle, 1986).

Ollachea tiene un depósito de relleno de fractura paralelas a la foliación y con mineralización de oro, sulfuros de hierro y trazas de Cpy, Gn, Sph y Arspy. Generalmente las estructuras mineralizadas tienen un comportamiento tipo boudinage, emplumadas y de estructuras escalonadas. El área mineralizada comprende de una parte en principal como es en la Formación Ananea.

#### 4.7 ESTIMACION DE RECURSOS

Coffey Mining ha estimado los recursos minerales indicados e inferidos para la zona de Minapampa del proyecto hasta el 29 de noviembre de 2012, con 155 sondajes diamantinos con un total 60306 m. Toda la estimación de leyes fue completada mediante el uso del Kriging Ordinario para oro.

La estimación de recursos de Ollachea se encuentra basada en la perforación diamantina. Los recursos para el proyecto se han clasificado como recursos minerales indicados e inferidos conforme con el código JORC, basados en niveles de confianza de los criterios claves que fueron considerados para la estimación de recursos. Ver tabla N° 17 y 18, donde se presenta el reporte ley tonelaje.

Al Este de Minapampa, en la zona de Concurayoc se tiene identificado mineralización de oro en calidad de recurso geológico, adicional de 10.4 millones de toneladas que clasifican 2.8 g/t que contienen 0.9 millones de onzas (encima de un 2.0 límite de Au g/t) (con fecha de vigencia del 31 de agosto de 2011). Concurayoc está localizado aproximadamente 400 m hacia el oeste a lo largo del de la zona Minapampa. No se han realizado en más estudios en esta área, y por lo tanto esto no tiene ninguna viabilidad económica demostrada.

**Tabla N° 17:** Recurso mineral indicado - Minapampa.

Zona	Toneladas metricas (millones)	Ley de oro g/t	Onzas Contenidas (millones)
Minapampa	10,8	3,9	1,4

**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:** Cia Minera Kuri Kullu S.A.

**Tabla N° 18:** Recurso mineral inferido - Minapampa.

Zona	Toneladas metricas (millones)	Ley de oro g/t	Onzas Contenidas (millones)
Minapampa	3,2	3,0	0,3

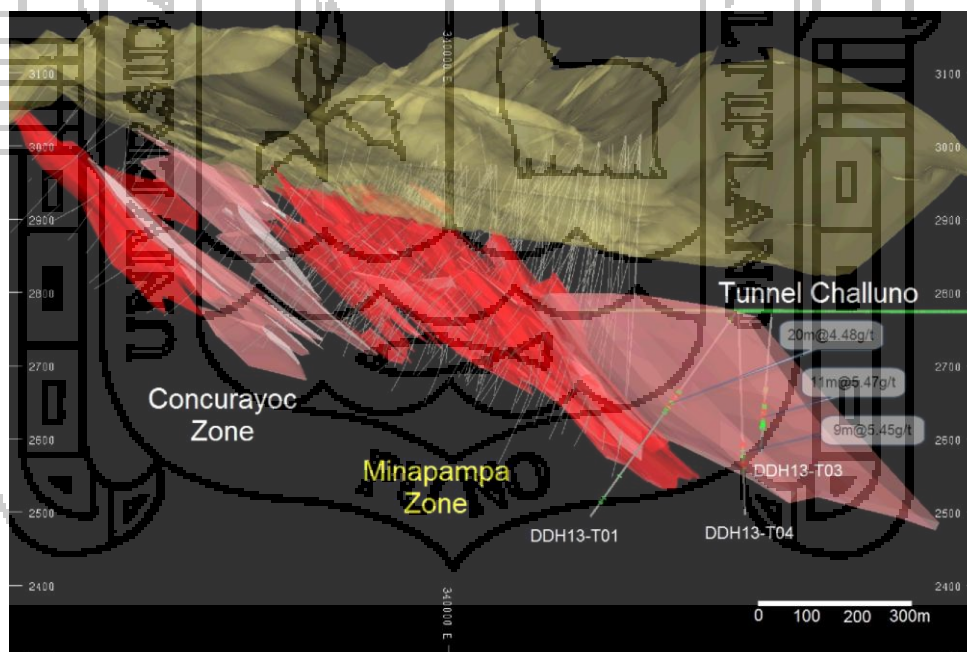
**Elaboración:** Propia del autor.

**Fuente:** Cia Minera Kuri Kullu S.A.

**Tabla N° 19:** Leyes promedio de cuerpos mineralizados - Minapampa.

CUERPO MINERALIZADO	NUMERO DE MUESTRAS	VALOR MINIMO (g/t)	VALOR MAXIMO (g/t)	LEY PROMEDIO (g/t)	DESVIACION ESTANDAR
1	226	0,019	42,55	3,092	15,719
2	915	0,01	153	5,071	103,699
3	418	0,012	118	3,981	61,282
4	80	0,116	23,84	3,121	11,749
5	587	0,003	121,45	3,469	52,309
6	172	0,013	51,29	3,348	48,955
7	57	0,063	17,04	2,596	6,448

**Fuente:** Cia Minera Kuri Kullu S.A.



**Figura N° 25:** Vista al nor- oeste, de zonas mineralizadas zona de Minapampa y zona de Concurayoc. 208 taladros y 81000 m. de perforación que fueron utilizados para estimar recursos.

**Fuente:** Internet – página principal de Minera IRL.



## CONCLUSIONES

1. El yacimiento minero de Ollachea es de tipo oro orogénico. Fue mineralizado por fluidos hidrotermales (mesotermiales) que rellenaron esquistosidades de fractura y de flujo sub paralelo con mineralización de cuarzo, sulfuros de Fe, Zn, Cu, Pb, As; los valores más altos están relacionados a vetas de cuarzo con sulfuros lo que indica el efecto pepita típico de los depósitos orogénicos mesotermiales.
2. La mineralización reconocida ocurre en su mayoría asociada a vetas y vetillas de cuarzo emplazadas en rocas metamórficas de la Formación Ananea, con pirrotita, pirita, siderita, calcita y trazas de calcopirita, esfalerita y galena. Y están relacionadas a zonas de cizalla como se pudo observar al norte de la quebrada Oscco Cachi, en la zona de Minapampa.
3. Vetas y vetillas tipo boudinage, con halos de alteración sericítica y playas de cloritas ocurren en la parte central del área mineralizada, son las que casi generalmente contienen leyes de oro.
4. Existe una buena correlación de valores entre las muestras de rocas y las muestras tomadas en canales de muestreo coincidiendo en su mayor parte para los elementos de Au, Cu, Pb y Zn, etc.
5. Estructuralmente la zona presenta pliegues simétricos de bajo ángulo, fallas transversales y zonas de cizallas de tipo frágil paralelas a las fallas regionales Ollachea y Paquillusi que controlan la mineralización en Ollachea.
6. Con la aplicación del método magnético se ha podido definir lineamientos magnéticos que se correlacionan con fallas geológicas, contactos geológicos y estructuras delgadas (Diques?), y la zona de Minapampa es la de mayor susceptibilidad magnética relacionada a los cuerpos de mineral.

7. Se ha considerado como recursos Indicados e Inferidos en el área Minapampa, con 1.4 millones de onzas (3.9 g/t) y 0.3 millones de onzas (3 g/t), respectivamente. Estimación realizada por Coffey Mining que fue culminada en el cuarto trimestre del 2012, con 155 sondajes diamantinos con un total 60306 m.



## RECOMENDACIONES

- Ampliar los estudios petrográficos con muestras de superficie y en perforaciones diamantinas, con el fin de determinar con mayor certeza los estilos de mineralización existentes y aumentar la confiabilidad de tipos de rocas encontrados en el depósito.
- Se recomienda que dentro de la metodología de muestreo de rocas, sea de manera sistemática o mallas de muestreo sobre áreas prospectivas y no de forma aleatoria; para obtener mejores resultados paramétricos en prospecciones geoquímicas.
- Se recomienda para el muestreo de sedimentos de corriente se tenga especial cuidado al tomar las muestras sobre todo en los meses de lluvia, deben ser de sedimentos móviles o activos que se deben extraer desde el centro de la corriente, para garantizar que el resultado analítico represente la composición real, ya que es frecuente en épocas de lluvia la probabilidad de contaminación por procesos naturales o deslizamientos.
- Efectuar estudios geofísicos para poder determinar zonas anómalas de mineral al oeste de la zona de Concurayoc para ver la continuación de la mineralización, combinando los métodos de magnetometría y polarización inducida. La polarización inducida (IP), permitirá obtener una buena respuesta de cargabilidad, ya que la mineralización está asociada a sulfuros.
- Realizar estudios de dataciones radiométricas en los diferentes tipos de cuarzo, para datar la edad de mineralización.
- Utilizar la perforación dirigida con recuperación de testigo en programas de pre-factibilidad o estudios conceptuales al oeste de Minapampa y en Concurayoc, con el fin de tener datos representativos que ayuden a una mejor estimación de recursos y se cumplan los objetivos de perforación.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1) BATEMAN, Alan (1982): Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico. Editorial Omega. Barcelona. España. 5ta Edición. 987 Pág.
- 2) BELOUSOV, V. V. (1974): Geología Estructural. Editorial MIR. Moscú 305 Pág.
- 3) BETEJTIN, A. (1975): Curso de Mineralogía. Segunda Edición. Editorial "MIR", Moscú, Rusia. 739 Pág.
- 4) BUSTILLO, M.; LOPEZ, C. (1999): Recursos Minerales. Madrid-España. 372 Pág.
- 5) BUSTILLO, M.; LOPEZ, C. (1998): Manual de Evaluación y Diseño de explotaciones Mineras. Madrid-España. 704 Pág.
- 6) CHAVEZ, A.; SALAS, G.; GUTIERRES, E.; CUADROS, J. (1997). Geología de los cuadrángulos de Corani y Ayapata (Boletín N° 90 Serie A INGEMMET). 136 Pág.
- 7) DALMAYRAC, B.; LAUBACHER, G.; MAROCCO, R. (1988). Caracteres generales de la evolución de los andes peruanos (Boletín N°12 Serie D INGEMMET).314 Pág.
- 8) DANA E. (1976): Tratado de Mineralogía. Editorial Continental. S.A. 564 Pág.
- 9) DAVILA BURGA, J. (1995): Diccionario Geológico. Talleres Gráficos Full Graphic. Lima. 846 Pág.
- 10) DAVILA BURGA, J. (1992): Principios de Fotogeología. Impreso en la UNMSM. Lima, 125 Pág.

- 11) DAVILA BURGA, J. (2006): Diccionario Geológico. Bilingüe español – inglés Lima. 696 Pág.
- 12) DEXTER PERKINS Y KEVIN R. HENKE. (2002) Minerales en Laminas Delgadas. Editorial autorizado de PEARSON EDUCACION. S.A. Madrid, 2002. 139 pág.
- 13) GONZALES, F. (1972): introducción a la Geoquímica. 141 Pág.
- 14) GAGLIUFFI, P.M. (1997) Alteraciones Hidrotermales. Sociedad Geológica USA. 85 Pág.
- 15) GORSHKOV – YAKUSHOVA (1970): Geología General. Editorial MIR. Moscú. 624 Pág.
- 16) GORSHKOV – YAKU SHOVA (1970): Geología General. Editorial MIR. Moscú. 624 pág.
- 17) DAVID I. GROVES; et al., (2000): Orogenic gold deposits: A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit. Editorial El sevier. 21 Pág.
- 18) DAVID I. GROVES; et al., (2000): Late-kinematic timing of orogenic gold deposits and significance for computer-based exploration techniques with emphasis on the Yilgarn Block, Western Australia. Editorial El sevier. 34 Pág.
- 19) HEINRICH, E (1970): Petrología Microscópica. Editorial Omega. 2da. Edición. España. 457 Pág.
- 20) HUANG, Walter (1991): Petrología. Editorial UTEHA. México. 1ra. Edición en español. 567 Pág.

- 21) KLAUS, S. (1999): Depósitos Metálicos en el Perú. (INGEMMET).
- 22) KREYTER, V. (1978): Investigación y Prospección Geológica. Editorial Paraninfo S.A. Madrid-España. 456 Pág.
- 23) MEGARD, F. (1979): Estudio Geológico de los Andes del Perú Central (Boletín N° 8 Serie D INGEMMET).
- 24) MENDOZA, J. (1995): Geología del Perú (Boletín N°55 Serie A INGEMMET). Lima-Perú. 143 Pág.
- 25) MEM, (2012): Boletín estadístico de minería, Reporte anual 2012. Lima-Perú.40 Pág.
- 26) Nicholls B.; et. al. (2010): National Instrument 43-101 Technical Report. Brazil. 145 Pág.
- 27) ORCHE GARCIA, E: (1999): Manual de evaluación de yacimientos Minerales.
- 28) ORCHE GARCIA, E: (2001): Manual de Geología y prospección de yacimientos Minerales. Madrid-España. 762 Pág.
- 29) PALACIOS MONCAYO, O. (1995): Geología del Perú. Boletín N° 55 Serie A. Primera Edición. Fimart S. A. Editores & Impresores. Lima 177 Pág.
- 30) PERALES CALDERON F: (1994): Glosario y tabla de correlación de las unidades estratigráficas del Perú. Lima, 177 Pág.
- 31) RIVERA, H. (2007): Introducción a la Geoquímica General y Aplicada. Editorial Grafica Retai S.A.C. 2da. Edición. 476 Pág.

- 32) SMIRNOV V.I. (1901): Geología de yacimientos minerales. Editorial MIR Moscú, 654 Pág.
- 33) TUMIALAN P. H. (2003) Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. INGEMMET, Boletín N 10 serie B, 619 Pág.
- 34) VALERA J. (1987). Geología de los depósitos de minerales metálicos, 449 Pág.

#### PAGINAS WEB CONSULTADAS

<http://biblioteca.unmsm.edu.pe>(Biblioteca de la Univ. Mayor de San Marcos Perú)

<http://www.ingemmet.com.pe> (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú)

<http://www1.universia.net/CatalogaXXI/C10010PPCLII1/E90691/index.html>

<http://plata.uda.cl/minas/apuntes/Geologia/Geoestructural/Intro01.htm>

[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/b\\_fdi\\_39-40/43422](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_39-40/43422).

[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/b\\_fdi\\_55-56/010021831.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_55-56/010021831.pdf)

<http://www.unige.ch/cyberdocuments/theses2001/HaeberlinY/these.html>

[http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/doc34-06/26132.pdf](http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-06/26132.pdf)

<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19217/Capitulo8.pdf>

<http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/YM14.html>

<http://www.geovirtual.cl/EXPLORAC/TEXT/01000i~1.htm>

<http://www.arcgis.com/home/item.html?id=333e1b8e4d0d4440ba70f11627e5ea6d>

<http://geologiaminera.jimdo.com/geoestadistica-minera/>

<http://www.unalmed.edu.co/~rrodriguez/Oro-orogenico-Colombia.pdf>

[http://arkisto.gtk.fi/m10/M10.2\\_2003\\_1.pdf](http://arkisto.gtk.fi/m10/M10.2_2003_1.pdf)

[http://www.google.com.pe/imgres?imgurl=http://imgv2-3.scribdassets.com/img/word\\_document/35691055/255x300/5be79b5191/1365822785&imgrefurl=http://es.scribd.com/doc/35691055/puno&h=300&w=255&sz=18&tbnid=alCzoUFtKOixdM:&tbnh=98&tbnw=83&prev=/search%3Fq%3DColumna%2Bestratigrafica%2Bde%2Bpuno%26tm%3Disch%26tbo%3Du&zoom=1&q=Columna+estratigrafica+de+puno&usg=\\_\\_f5WnmNNSnzIAjkgwZZRzbQvCe4=&docid=IBB\\_tVo8ZEBU3M&hl=es&sa=X&ei=zOeCUfWnM8T14APn\\_IHACQ&ved=0CEAQ9QEwBA&dur=616](http://www.google.com.pe/imgres?imgurl=http://imgv2-3.scribdassets.com/img/word_document/35691055/255x300/5be79b5191/1365822785&imgrefurl=http://es.scribd.com/doc/35691055/puno&h=300&w=255&sz=18&tbnid=alCzoUFtKOixdM:&tbnh=98&tbnw=83&prev=/search%3Fq%3DColumna%2Bestratigrafica%2Bde%2Bpuno%26tm%3Disch%26tbo%3Du&zoom=1&q=Columna+estratigrafica+de+puno&usg=__f5WnmNNSnzIAjkgwZZRzbQvCe4=&docid=IBB_tVo8ZEBU3M&hl=es&sa=X&ei=zOeCUfWnM8T14APn_IHACQ&ved=0CEAQ9QEwBA&dur=616)

[http://grupos.emagister.com/imagen/columna\\_estratigrafica\\_del\\_sur\\_peruano/1113-85955](http://grupos.emagister.com/imagen/columna_estratigrafica_del_sur_peruano/1113-85955)

<http://www.ign.gob.pe/?PG=Descargas>

<http://www.libro-s.com/yacimientos-minerales-de-rendimiento-economico/1/>

[http://www.aulados.net/GEMM/Libros\\_Manuales/index\\_libros.html](http://www.aulados.net/GEMM/Libros_Manuales/index_libros.html)

<http://www.youtube.com/watch?v=L42R8FhHFDk>

<http://www.youtube.com/watch?v=b0kxAtBxyqE>

<http://www.youtube.com/watch?v=L09xqdSoUFQ>

[http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/images/pdf/prospeccion\\_web.pdf](http://www.minas.upm.es/fundacion/jgs/images/pdf/prospeccion_web.pdf)

<http://www.libroos.es/libros-de-ciencia/geografia/geologia/>

<http://uploaded.net/file/j0mz4idm>

<http://www.general-files.com/download/source/gS62430062h32i0>

<http://www.elmetalurgista.comyr.com/index.php/libros/mineria-y-geologia/item/27-manual-de-muestreo-para-exploracion-mineria-subterranea-y-rajo-abierto>







**RESULTADOS DE ENSAYO POR ORO EN MUESTRAS DE TESTIGOS  
DE PERFORACION DIAMANTINA.**

**Finalidad:**

- Realizar estimación de recursos del yacimiento.



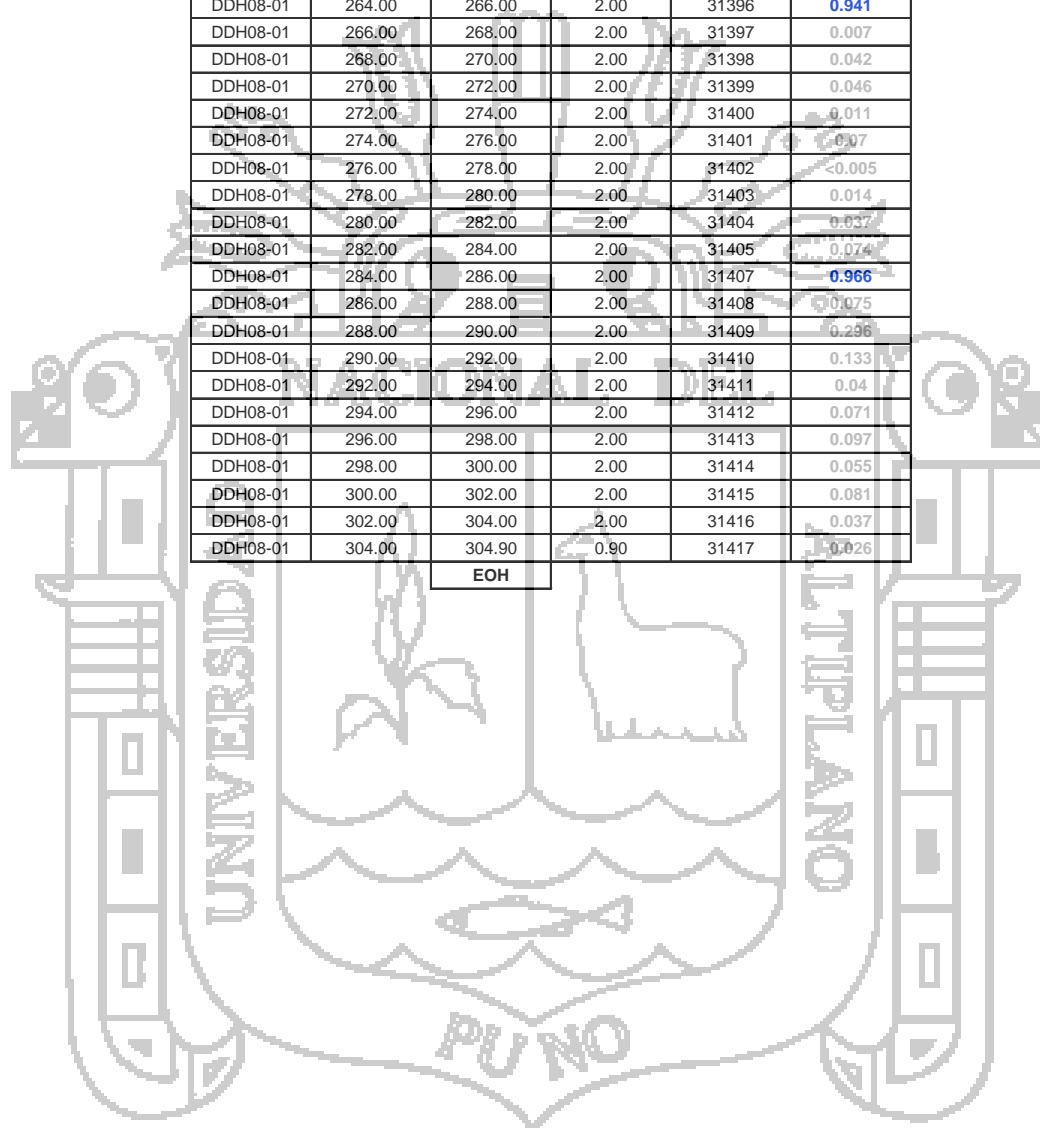
OLLACHEA PROJECT					
2008 SCOUT DIAMOND DRILLING PROGRAM					
DRILLHOLE DDH08-01 : Au Assays Results					
HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-01	0.00	2.00	2.00	30801	0.039
DDH08-01	2.00	4.00	2.00	30802	0.048
DDH08-01	4.00	6.00	2.00	30803	0.023
DDH08-01	6.00	8.00	2.00	30804	0.021
DDH08-01	8.00	10.00	2.00	30805	0.08
DDH08-01	10.00	12.00	2.00	30806	0.162
DDH08-01	12.00	14.00	2.00	30807	0.02
DDH08-01	14.00	16.00	2.00	30808	0.013
DDH08-01	16.00	18.00	2.00	30809	0.015
DDH08-01	18.00	20.00	2.00	30810	0.026
DDH08-01	20.00	22.00	2.00	30811	0.016
DDH08-01	22.00	24.00	2.00	30812	0.012
DDH08-01	24.00	26.00	2.00	30813	0.016
DDH08-01	26.00	28.00	2.00	30814	0.054
DDH08-01	28.00	30.00	2.00	30815	0.031
DDH08-01	30.00	32.00	2.00	30816	0.036
DDH08-01	32.00	34.00	2.00	30817	0.022
DDH08-01	34.00	36.00	2.00	30818	0.039
DDH08-01	36.00	38.00	2.00	30819	0.044
DDH08-01	38.00	40.00	2.00	30820	0.135
DDH08-01	40.00	42.00	2.00	30821	0.034
DDH08-01	42.00	44.00	2.00	30822	0.038
DDH08-01	44.00	46.00	2.00	30823	0.07
DDH08-01	46.00	48.00	2.00	30824	0.042
DDH08-01	48.00	50.00	2.00	30825	0.016
DDH08-01	50.00	52.00	2.00	30826	0.131
DDH08-01	52.00	54.00	2.00	30827	0.193
DDH08-01	54.00	56.00	2.00	30828	0.042
DDH08-01	56.00	58.00	2.00	30829	0.103
DDH08-01	58.00	60.00	2.00	30830	0.072
DDH08-01	60.00	62.00	2.00	30831	0.207
DDH08-01	62.00	64.00	2.00	30832	4.98
DDH08-01	64.00	66.00	2.00	30833	3.273
DDH08-01	66.00	68.00	2.00	30834	1.334
DDH08-01	68.00	70.00	2.00	30873	1.251
DDH08-01	70.00	72.00	2.00	30874	11.22
DDH08-01	72.00	74.00	2.00	30875	0.231
DDH08-01	74.00	76.00	2.00	30876	1.248
DDH08-01	76.00	78.00	2.00	30877	0.045
DDH08-01	78.00	80.00	2.00	30878	0.024
DDH08-01	80.00	82.00	2.00	30879	0.022
DDH08-01	82.00	84.00	2.00	30880	0.095
DDH08-01	84.00	86.00	2.00	30881	0.035
DDH08-01	86.00	88.00	2.00	30882	0.023
DDH08-01	88.00	90.00	2.00	30883	0.148
DDH08-01	90.00	92.00	2.00	30884	0.13
DDH08-01	92.00	94.00	2.00	30885	0.852
DDH08-01	94.00	96.00	2.00	30886	0.437
DDH08-01	96.00	98.00	2.00	30887	0.279
DDH08-01	98.00	99.05	1.05	30888	42.55
DDH08-01	99.05	100.10	1.05	NO RECOVERY	
DDH08-01	100.10	102.00	1.90	31310	0.033
DDH08-01	102.00	104.00	2.00	31311	0.099
DDH08-01	104.00	106.00	2.00	31312	0.159
DDH08-01	106.00	108.00	2.00	31313	0.215
DDH08-01	108.00	110.00	2.00	31314	0.148
DDH08-01	110.00	112.00	2.00	31316	0.046
DDH08-01	112.00	114.00	2.00	31317	0.465
DDH08-01	114.00	116.00	2.00	31318	4.8



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-01	116.00	118.00	2.00	31319	1.648
DDH08-01	118.00	120.00	2.00	31320	0.685
DDH08-01	120.00	122.00	2.00	31321	0.764
DDH08-01	122.00	124.00	2.00	31322	1.573
DDH08-01	124.00	126.00	2.00	31323	87.04
DDH08-01	126.00	128.00	2.00	31324	0.112
DDH08-01	128.00	130.00	2.00	31325	0.055
DDH08-01	130.00	132.00	2.00	31326	0.106
DDH08-01	132.00	134.00	2.00	31327	12.05
DDH08-01	134.00	136.00	2.00	31328	0.084
DDH08-01	136.00	138.00	2.00	31329	0.092
DDH08-01	138.00	140.00	2.00	31330	0.028
DDH08-01	140.00	142.00	2.00	31331	0.211
DDH08-01	142.00	144.00	2.00	31332	0.19
DDH08-01	144.00	146.00	2.00	31333	0.128
DDH08-01	146.00	148.00	2.00	31334	0.075
DDH08-01	148.00	150.00	2.00	31335	0.041
DDH08-01	150.00	152.00	2.00	31336	0.115
DDH08-01	152.00	154.00	2.00	31337	0.187
DDH08-01	154.00	156.00	2.00	31338	0.171
DDH08-01	156.00	158.00	2.00	31339	4.208
DDH08-01	158.00	160.00	2.00	31340	0.133
DDH08-01	160.00	162.00	2.00	31342	0.175
DDH08-01	162.00	164.00	2.00	31343	1.077
DDH08-01	164.00	166.00	2.00	31344	6.34
DDH08-01	166.00	168.00	2.00	31345	0.62
DDH08-01	168.00	170.00	2.00	31346	2.954
DDH08-01	170.00	172.00	2.00	31347	0.982
DDH08-01	172.00	174.00	2.00	31348	0.58
DDH08-01	174.00	176.00	2.00	31349	0.134
DDH08-01	176.00	178.00	2.00	31350	0.817
DDH08-01	178.00	180.00	2.00	31351	0.343
DDH08-01	180.00	182.00	2.00	31352	1.32
DDH08-01	182.00	184.00	2.00	31353	0.746
DDH08-01	184.00	186.00	2.00	31354	0.164
DDH08-01	186.00	188.00	2.00	31355	0.034
DDH08-01	188.00	190.00	2.00	31356	0.044
DDH08-01	190.00	192.00	2.00	31357	0.084
DDH08-01	192.00	194.00	2.00	31358	0.038
DDH08-01	194.00	196.00	2.00	31359	0.36
DDH08-01	196.00	198.00	2.00	31360	0.039
DDH08-01	198.00	200.00	2.00	31361	0.021
DDH08-01	200.00	202.00	2.00	31362	0.013
DDH08-01	202.00	204.00	2.00	31363	0.151
DDH08-01	204.00	206.00	2.00	31364	0.163
DDH08-01	206.00	208.00	2.00	31365	0.06
DDH08-01	208.00	210.00	2.00	31366	0.057
DDH08-01	210.00	212.00	2.00	31368	0.025
DDH08-01	212.00	214.00	2.00	31369	0.015
DDH08-01	214.00	216.00	2.00	31370	0.088
DDH08-01	216.00	218.00	2.00	31371	0.017
DDH08-01	218.00	220.00	2.00	31372	0.031
DDH08-01	220.00	222.00	2.00	31373	0.059
DDH08-01	222.00	224.00	2.00	31374	0.479
DDH08-01	224.00	226.00	2.00	31376	0.351
DDH08-01	226.00	228.00	2.00	31377	0.18
DDH08-01	228.00	230.00	2.00	31378	0.02
DDH08-01	230.00	232.00	2.00	31379	0.029
DDH08-01	232.00	234.00	2.00	31380	0.027
DDH08-01	234.00	236.00	2.00	31381	0.028
DDH08-01	236.00	238.00	2.00	31382	0.024
DDH08-01	238.00	240.00	2.00	31383	0.014



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-01	240.00	242.00	2.00	31384	0.009
DDH08-01	242.00	244.00	2.00	31385	0.018
DDH08-01	244.00	246.00	2.00	31386	0.012
DDH08-01	246.00	248.00	2.00	31387	0.047
DDH08-01	248.00	250.00	2.00	31388	0.019
DDH08-01	250.00	252.00	2.00	31389	0.107
DDH08-01	252.00	254.00	2.00	31390	0.025
DDH08-01	254.00	256.00	2.00	31391	0.018
DDH08-01	256.00	258.00	2.00	31392	0.042
DDH08-01	258.00	260.00	2.00	31393	0.008
DDH08-01	260.00	262.00	2.00	31394	0.492
DDH08-01	262.00	264.00	2.00	31395	0.096
DDH08-01	264.00	266.00	2.00	31396	0.941
DDH08-01	266.00	268.00	2.00	31397	0.007
DDH08-01	268.00	270.00	2.00	31398	0.042
DDH08-01	270.00	272.00	2.00	31399	0.046
DDH08-01	272.00	274.00	2.00	31400	0.011
DDH08-01	274.00	276.00	2.00	31401	0.007
DDH08-01	276.00	278.00	2.00	31402	<0.005
DDH08-01	278.00	280.00	2.00	31403	0.014
DDH08-01	280.00	282.00	2.00	31404	0.037
DDH08-01	282.00	284.00	2.00	31405	0.074
DDH08-01	284.00	286.00	2.00	31407	0.966
DDH08-01	286.00	288.00	2.00	31408	0.075
DDH08-01	288.00	290.00	2.00	31409	0.296
DDH08-01	290.00	292.00	2.00	31410	0.133
DDH08-01	292.00	294.00	2.00	31411	0.04
DDH08-01	294.00	296.00	2.00	31412	0.071
DDH08-01	296.00	298.00	2.00	31413	0.097
DDH08-01	298.00	300.00	2.00	31414	0.055
DDH08-01	300.00	302.00	2.00	31415	0.081
DDH08-01	302.00	304.00	2.00	31416	0.037
DDH08-01	304.00	304.90	0.90	31417	0.026
EOH					





OLLACHEA PROJECT					
2008 SCOUT DIAMOND DRILLING PROGRAM					
DRILLHOLE DDH08-02 : Au Assays Results					
HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-02	4.05	6.00	1.95	32361	0.016
DDH08-02	6.00	8.00	2.00	32362	0.017
DDH08-02	8.00	10.00	2.00	32363	0.029
DDH08-02	10.00	12.00	2.00	32364	0.3
DDH08-02	12.00	14.00	2.00	32365	0.162
DDH08-02	14.00	16.00	2.00	32366	0.036
DDH08-02	16.00	18.00	2.00	32367	0.028
DDH08-02	18.00	20.00	2.00	32368	0.061
DDH08-02	20.00	22.00	2.00	32370	0.058
DDH08-02	22.00	24.00	2.00	32371	0.06
DDH08-02	24.00	26.00	2.00	32372	0.137
DDH08-02	26.00	28.00	2.00	32373	0.066
DDH08-02	28.00	30.00	2.00	32374	0.014
DDH08-02	30.00	32.00	2.00	32375	0.026
DDH08-02	32.00	34.00	2.00	32376	0.028
DDH08-02	34.00	36.00	2.00	32377	0.05
DDH08-02	36.00	38.00	2.00	32378	0.012
DDH08-02	38.00	40.00	2.00	32379	0.028
DDH08-02	40.00	42.00	2.00	32380	0.014
DDH08-02	42.00	44.00	2.00	32381	0.101
DDH08-02	44.00	46.00	2.00	32382	0.038
DDH08-02	46.00	48.00	2.00	32383	0.009
DDH08-02	48.00	50.00	2.00	32384	0.038
DDH08-02	50.00	52.00	2.00	32385	0.025
DDH08-02	52.00	54.00	2.00	32386	0.106
DDH08-02	54.00	56.00	2.00	32388	0.077
DDH08-02	56.00	58.00	2.00	32389	0.03
DDH08-02	58.00	60.00	2.00	32390	0.277
DDH08-02	60.00	62.00	2.00	32391	0.17
DDH08-02	62.00	64.00	2.00	32392	0.676
DDH08-02	64.00	66.00	2.00	32393	0.477
DDH08-02	66.00	68.00	2.00	32394	0.729
DDH08-02	68.00	70.00	2.00	32395	0.024
DDH08-02	70.00	71.00	1.00	32396	0.012
DDH08-02	71.00	72.00	1.00	32397	0.036
DDH08-02	72.00	73.35	1.35	32398	0.118
DDH08-02	73.35	74.00	0.65	32399	0.02
DDH08-02	74.00	76.00	2.00	32400	0.005
DDH08-02	76.00	78.00	2.00	32401	0.044
DDH08-02	78.00	80.00	2.00	32402	0.207
DDH08-02	80.00	82.00	2.00	32403	0.265
DDH08-02	82.00	84.00	2.00	32404	0.113
DDH08-02	84.00	84.80	0.80	32405	0.187
DDH08-02	84.80	86.00	1.20	32406	0.064
DDH08-02	86.00	88.00	2.00	32407	0.842
DDH08-02	88.00	90.00	2.00	32408	1.043
DDH08-02	90.00	92.00	2.00	32409	0.657
DDH08-02	92.00	94.00	2.00	32410	0.958
DDH08-02	94.00	96.00	2.00	32411	1.903
DDH08-02	96.00	98.00	2.00	32412	0.492
DDH08-02	98.00	100.00	2.00	32413	0.268
DDH08-02	100.00	102.00	2.00	32414	0.776
DDH08-02	102.00	104.00	2.00	32415	0.199
DDH08-02	104.00	106.00	2.00	32416	0.235
DDH08-02	106.00	108.00	2.00	32417	0.227



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-02	108.00	110.00	2.00	32418	0.461
DDH08-02	110.00	112.00	2.00	32420	0.519
DDH08-02	112.00	114.00	2.00	32421	1.086
DDH08-02	114.00	116.00	2.00	32422	7.797
DDH08-02	116.00	118.00	2.00	32423	0.098
DDH08-02	118.00	120.00	2.00	32424	7.445
DDH08-02	120.00	122.00	2.00	32425	2.329
DDH08-02	122.00	124.00	2.00	32426	0.231
DDH08-02	124.00	126.00	2.00	32427	0.033
DDH08-02	126.00	128.00	2.00	32428	0.05
DDH08-02	128.00	130.00	2.00	32429	0.042
DDH08-02	130.00	132.00	2.00	32430	0.038
DDH08-02	132.00	134.00	2.00	32431	0.08
DDH08-02	134.00	136.00	2.00	32433	0.115
DDH08-02	136.00	138.00	2.00	32434	0.322
DDH08-02	138.00	140.00	2.00	32435	0.087
DDH08-02	140.00	142.00	2.00	32436	0.243
DDH08-02	142.00	144.00	2.00	32437	0.043
DDH08-02	144.00	146.00	2.00	32438	5.771
DDH08-02	146.00	148.00	2.00	32439	11.23
DDH08-02	148.00	150.00	2.00	32440	27.44
DDH08-02	150.00	152.00	2.00	32441	2.929
DDH08-02	152.00	154.00	2.00	32442	0.454
DDH08-02	154.00	156.00	2.00	32443	0.057
DDH08-02	156.00	158.00	2.00	32444	0.096
DDH08-02	158.00	160.00	2.00	32445	0.073
DDH08-02	160.00	162.00	2.00	32446	0.168
DDH08-02	162.00	164.00	2.00	32447	0.637
DDH08-02	164.00	166.00	2.00	32448	0.063
DDH08-02	166.00	168.00	2.00	32449	0.197
DDH08-02	168.00	170.00	2.00	32450	0.513
DDH08-02	170.00	172.00	2.00	32451	0.593
DDH08-02	172.00	174.00	2.00	32452	0.415
DDH08-02	174.00	176.00	2.00	32453	0.146
DDH08-02	176.00	178.00	2.00	32454	2.463
DDH08-02	178.00	180.00	2.00	32455	0.091
DDH08-02	180.00	182.00	2.00	32456	7.282
DDH08-02	182.00	184.00	2.00	32457	2.205
DDH08-02	184.00	186.00	2.00	32458	1.458
DDH08-02	186.00	188.00	2.00	32459	0.672
DDH08-02	188.00	190.00	2.00	32461	0.239
DDH08-02	190.00	192.00	2.00	32462	0.077
DDH08-02	192.00	194.00	2.00	32463	0.04
DDH08-02	194.00	196.00	2.00	32464	0.03
DDH08-02	196.00	198.00	2.00	32465	0.057
DDH08-02	198.00	200.00	2.00	32466	0.053
DDH08-02	200.00	202.00	2.00	32467	0.102
DDH08-02	202.00	204.00	2.00	32468	1.804
DDH08-02	204.00	206.00	2.00	32470	0.067
DDH08-02	206.00	208.00	2.00	32471	0.131
DDH08-02	208.00	210.00	2.00	32472	0.085
DDH08-02	210.00	212.00	2.00	32473	0.604
DDH08-02	212.00	214.00	2.00	32474	0.306
DDH08-02	214.00	216.00	2.00	32475	0.085
DDH08-02	216.00	218.00	2.00	32476	0.007
DDH08-02	218.00	220.00	2.00	32477	0.098
DDH08-02	220.00	222.00	2.00	32478	0.578
DDH08-02	222.00	224.00	2.00	32479	1.135



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-02	224.00	226.00	2.00	32480	1.177
DDH08-02	226.00	228.00	2.00	32481	0.236
DDH08-02	228.00	230.00	2.00	32482	0.299
DDH08-02	230.00	232.00	2.00	32483	0.26
DDH08-02	232.00	234.00	2.00	32484	0.073
DDH08-02	234.00	236.00	2.00	32485	0.032
DDH08-02	236.00	238.00	2.00	32486	0.154
DDH08-02	238.00	240.00	2.00	32487	0.012
DDH08-02	240.00	242.00	2.00	32488	0.025
DDH08-02	242.00	244.00	2.00	32489	0.008
DDH08-02	244.00	246.00	2.00	32490	0.03
DDH08-02	246.00	248.00	2.00	32491	0.021
DDH08-02	248.00	250.00	2.00	32492	0.084
DDH08-02	250.00	252.00	2.00	32493	0.061
DDH08-02	252.00	254.00	2.00	32494	0.758
DDH08-02	254.00	256.00	2.00	32495	0.968
DDH08-02	256.00	258.00	2.00	32496	0.619
DDH08-02	258.00	260.00	2.00	32498	0.286
DDH08-02	260.00	262.00	2.00	32499	0.115
DDH08-02	262.00	264.00	2.00	32500	0.044
DDH08-02	264.00	266.00	2.00	32501	0.047
DDH08-02	266.00	268.00	2.00	32502	0.048
DDH08-02	268.00	270.00	2.00	32503	0.032
DDH08-02	270.00	272.00	2.00	32504	0.028
DDH08-02	272.00	274.00	2.00	32505	0.03
DDH08-02	274.00	276.00	2.00	32506	0.032
DDH08-02	276.00	278.00	2.00	32507	0.069
DDH08-02	278.00	280.00	2.00	32508	0.354
DDH08-02	280.00	282.00	2.00	32509	0.309
DDH08-02	282.00	284.00	2.00	32510	0.021
DDH08-02	284.00	286.00	2.00	32511	0.016
DDH08-02	286.00	288.00	2.00	32512	0.156
DDH08-02	288.00	290.00	2.00	32513	0.104
DDH08-02	290.00	292.00	2.00	32514	0.297
DDH08-02	292.00	294.00	2.00	32515	0.12
DDH08-02	294.00	296.00	2.00	32516	0.007
DDH08-02	296.00	298.00	2.00	32517	0.005
DDH08-02	298.00	300.00	2.00	32518	0.006
DDH08-02	300.00	302.00	2.00	32519	0.113
DDH08-02	302.00	304.00	2.00	32520	0.253
DDH08-02	304.00	306.00	2.00	32521	0.754
DDH08-02	306.00	308.00	2.00	32522	0.358
DDH08-02	308.00	310.00	2.00	32523	0.054
DDH08-02	310.00	312.00	2.00	32525	0.112
DDH08-02	312.00	314.00	2.00	32526	0.153
DDH08-02	314.00	316.00	2.00	32527	0.164
DDH08-02	316.00	318.00	2.00	32528	0.402
DDH08-02	318.00	320.00	2.00	32529	0.019
DDH08-02	320.00	322.00	2.00	32530	0.066
DDH08-02	322.00	324.00	2.00	32531	0.005
DDH08-02	324.00	324.85	0.85	32532	0.005
		EOH			





OLLACHEA PROJECT					
2008 SCOUT DIAMOND DRILLING PROGRAM					
DRILLHOLE DDH08-03 : Au Assays Results					
HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-03	0.00	2.00	2.00	31901	0.007
DDH08-03	2.00	4.00	2.00	31902	0.03
DDH08-03	4.00	6.00	2.00	31903	0.033
DDH08-03	6.00	8.00	2.00	31904	0.139
DDH08-03	8.00	10.00	2.00	31905	0.077
DDH08-03	10.00	12.00	2.00	31906	0.319
DDH08-03	12.00	14.00	2.00	31907	0.152
DDH08-03	14.00	16.00	2.00	31908	0.032
DDH08-03	16.00	18.00	2.00	31909	0.053
DDH08-03	18.00	20.00	2.00	31910	0.025
DDH08-03	20.00	22.00	2.00	31911	0.08
DDH08-03	22.00	24.00	2.00	31912	1.661
DDH08-03	24.00	26.00	2.00	31913	0.024
DDH08-03	26.00	28.00	2.00	31914	0.184
DDH08-03	28.00	30.00	2.00	31915	0.073
DDH08-03	30.00	32.00	2.00	31916	0.171
DDH08-03	32.00	34.00	2.00	31917	0.054
DDH08-03	34.00	36.00	2.00	31918	0.973
DDH08-03	36.00	38.00	2.00	31919	0.095
DDH08-03	38.00	40.00	2.00	31920	0.09
DDH08-03	40.00	42.00	2.00	31921	0.196
DDH08-03	42.00	44.00	2.00	31922	0.306
DDH08-03	44.00	46.00	2.00	31923	0.133
DDH08-03	46.00	48.00	2.00	31924	0.224
DDH08-03	48.00	49.55	1.55	31925	0.25
DDH08-03	50.15	50.50	0.35	31926	0.395
DDH08-03	50.50	52.00	1.50	NO RECOVERY	
DDH08-03	52.00	54.00	2.00	NO RECOVERY	
DDH08-03	54.00	55.15	1.15	NO RECOVERY	
DDH08-03	55.15	56.00	0.85	31927	2.136
DDH08-03	56.00	58.00	2.00	31928	2.841
DDH08-03	58.00	60.00	2.00	31929	0.68
DDH08-03	60.00	62.00	2.00	31930	0.66
DDH08-03	62.00	64.00	2.00	31931	0.937
DDH08-03	64.00	66.00	2.00	31932	0.162
DDH08-03	66.00	68.00	2.00	31933	0.186
DDH08-03	68.00	70.00	2.00	31934	0.094
DDH08-03	70.00	72.00	2.00	31935	0.044
DDH08-03	72.00	74.00	2.00	31936	0.166
DDH08-03	74.00	76.00	2.00	31937	0.181
DDH08-03	76.00	78.00	2.00	31938	0.046
DDH08-03	78.00	80.00	2.00	31939	0.053
DDH08-03	80.00	82.00	2.00	31940	0.057
DDH08-03	82.00	84.00	2.00	31941	0.027
DDH08-03	84.00	86.00	2.00	31942	0.069
DDH08-03	86.00	88.00	2.00	31943	0.014
DDH08-03	88.00	90.00	2.00	31944	0.17
DDH08-03	90.00	92.00	2.00	31945	0.039
DDH08-03	92.00	94.00	2.00	31946	0.018
DDH08-03	94.00	96.00	2.00	31947	0.052
DDH08-03	96.00	98.00	2.00	31948	0.044
DDH08-03	98.00	100.20	2.20	31949	0.037
DDH08-03	100.20	102.00	1.80	32533	0.229
DDH08-03	102.00	104.00	2.00	32534	0.198
DDH08-03	104.00	106.00	2.00	32535	0.946
DDH08-03	106.00	108.00	2.00	32536	0.048
DDH08-03	108.00	110.00	2.00	32537	0.29
DDH08-03	110.00	112.00	2.00	32538	0.552
DDH08-03	112.00	114.00	2.00	32539	5.666

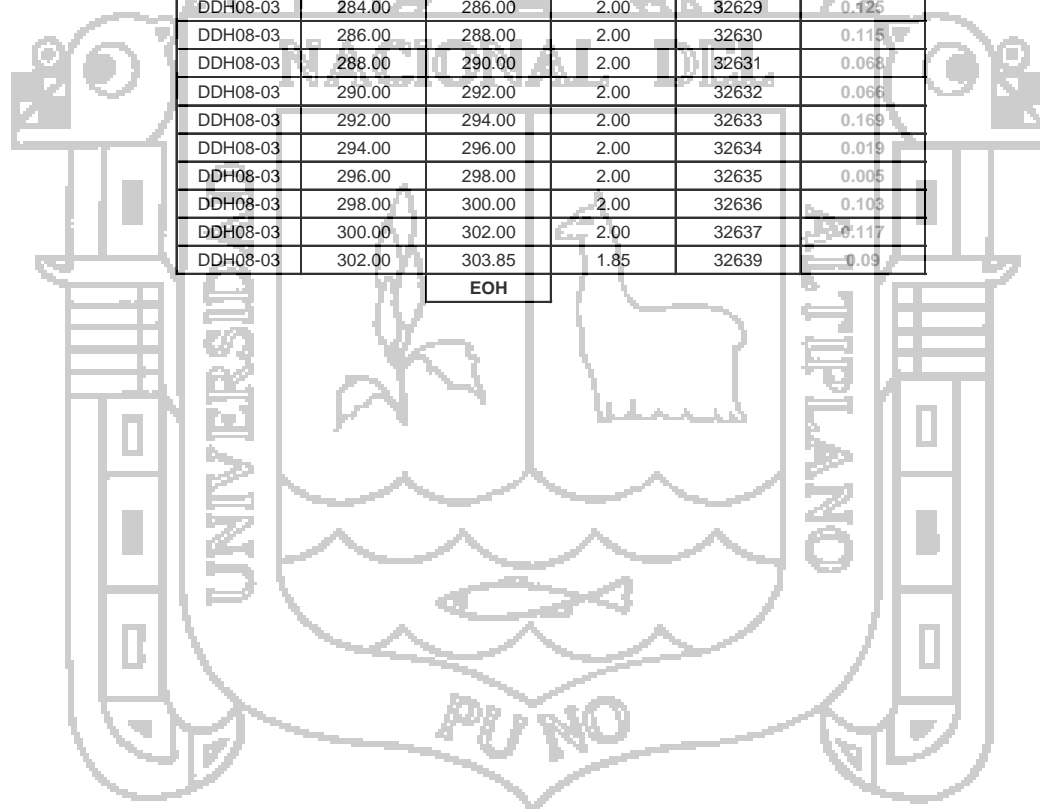


HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-03	114.00	116.00	2.00	32540	0.312
DDH08-03	116.00	118.00	2.00	32541	0.79
DDH08-03	118.00	120.00	2.00	32542	1.655
DDH08-03	120.00	122.00	2.00	32543	1.535
DDH08-03	122.00	124.00	2.00	32544	0.144
DDH08-03	124.00	126.00	2.00	32545	0.978
DDH08-03	126.00	128.00	2.00	32546	0.217
DDH08-03	128.00	130.00	2.00	32547	0.178
DDH08-03	130.00	132.00	2.00	32548	0.236
DDH08-03	132.00	134.00	2.00	32549	0.029
DDH08-03	134.00	136.00	2.00	32551	0.007
DDH08-03	136.00	137.00	1.00	32552	0.018
DDH08-03	138.20	140.00	1.80	32553	0.264
DDH08-03	140.00	142.00	2.00	32554	0.084
DDH08-03	142.00	144.00	2.00	32555	0.252
DDH08-03	144.00	146.00	2.00	32556	0.096
DDH08-03	146.00	148.00	2.00	32557	0.161
DDH08-03	148.00	150.00	2.00	32558	1.593
DDH08-03	150.00	152.00	2.00	32559	0.839
DDH08-03	152.00	154.00	2.00	32560	1.682
DDH08-03	154.00	156.00	2.00	32561	2.711
DDH08-03	156.00	158.00	2.00	32562	2.046
DDH08-03	158.00	160.00	2.00	32563	0.072
DDH08-03	160.00	162.00	2.00	32564	0.036
DDH08-03	162.00	164.00	2.00	32565	0.196
DDH08-03	164.00	166.00	2.00	32566	0.072
DDH08-03	166.00	168.00	2.00	32567	0.015
DDH08-03	168.00	170.00	2.00	32568	0.036
DDH08-03	170.00	172.00	2.00	32569	2.668
DDH08-03	172.00	174.00	2.00	32571	4.828
DDH08-03	174.00	176.00	2.00	32572	1.55
DDH08-03	176.00	178.00	2.00	32573	0.417
DDH08-03	178.00	180.00	2.00	32574	0.256
DDH08-03	180.00	182.00	2.00	32575	0.457
DDH08-03	182.00	184.00	2.00	32576	0.501
DDH08-03	184.00	186.00	2.00	32577	3.796
DDH08-03	186.00	188.00	2.00	32578	0.018
DDH08-03	188.00	190.00	2.00	32579	0.019
DDH08-03	190.00	192.00	2.00	32580	0.057
DDH08-03	192.00	194.00	2.00	32581	0.449
DDH08-03	194.00	196.00	2.00	32582	0.091
DDH08-03	196.00	198.00	2.00	32583	0.372
DDH08-03	198.00	200.00	2.00	32584	0.113
DDH08-03	200.00	202.00	2.00	32585	0.068
DDH08-03	202.00	204.00	2.00	32586	0.009
DDH08-03	204.00	206.00	2.00	32587	0.141
DDH08-03	206.00	208.00	2.00	32588	0.16
DDH08-03	208.00	210.00	2.00	32589	8.25
DDH08-03	210.00	212.00	2.00	32591	1.137
DDH08-03	212.00	214.00	2.00	32592	2.037
DDH08-03	214.00	216.00	2.00	32593	0.696
DDH08-03	216.00	218.00	2.00	32594	1.324
DDH08-03	218.00	220.00	2.00	32595	0.205
DDH08-03	220.00	222.00	2.00	32596	0.408
DDH08-03	222.00	224.00	2.00	32597	0.85
DDH08-03	224.00	226.00	2.00	32598	0.386
DDH08-03	226.00	228.00	2.00	32599	0.334
DDH08-03	228.00	230.00	2.00	32600	0.053
DDH08-03	230.00	232.00	2.00	32601	0.202
DDH08-03	232.00	234.00	2.00	32602	0.201
DDH08-03	234.00	236.00	2.00	32603	0.013
DDH08-03	236.00	238.00	2.00	32604	0.182



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-03	238.00	240.00	2.00	32605	0.069
DDH08-03	240.00	242.00	2.00	32606	2.271
DDH08-03	242.00	244.00	2.00	32607	0.808
DDH08-03	244.00	246.00	2.00	32608	2.765
DDH08-03	246.00	248.00	2.00	32610	0.07
DDH08-03	248.00	250.00	2.00	32611	0.08
DDH08-03	250.00	252.00	2.00	32612	0.173
DDH08-03	252.00	254.00	2.00	32613	0.609
DDH08-03	254.00	256.00	2.00	32614	0.119
DDH08-03	256.00	258.00	2.00	32615	0.148
DDH08-03	258.00	260.00	2.00	32616	0.017
DDH08-03	260.00	262.00	2.00	32617	0.034
DDH08-03	262.00	264.00	2.00	32618	0.021
DDH08-03	264.00	266.00	2.00	32619	0.011
DDH08-03	266.00	268.00	2.00	32620	0.031
DDH08-03	268.00	270.00	2.00	32621	0.038
DDH08-03	270.00	272.00	2.00	32622	0.019
DDH08-03	272.00	274.00	2.00	32623	0.005
DDH08-03	274.00	276.00	2.00	32624	0.007
DDH08-03	276.00	278.00	2.00	32625	0.013
DDH08-03	278.00	280.00	2.00	32626	0.028
DDH08-03	280.00	282.00	2.00	32627	0.08
DDH08-03	282.00	284.00	2.00	32628	0.111
DDH08-03	284.00	286.00	2.00	32629	0.125
DDH08-03	286.00	288.00	2.00	32630	0.115
DDH08-03	288.00	290.00	2.00	32631	0.068
DDH08-03	290.00	292.00	2.00	32632	0.068
DDH08-03	292.00	294.00	2.00	32633	0.165
DDH08-03	294.00	296.00	2.00	32634	0.019
DDH08-03	296.00	298.00	2.00	32635	0.005
DDH08-03	298.00	300.00	2.00	32636	0.103
DDH08-03	300.00	302.00	2.00	32637	0.117
DDH08-03	302.00	303.85	1.85	32639	0.09

EOH





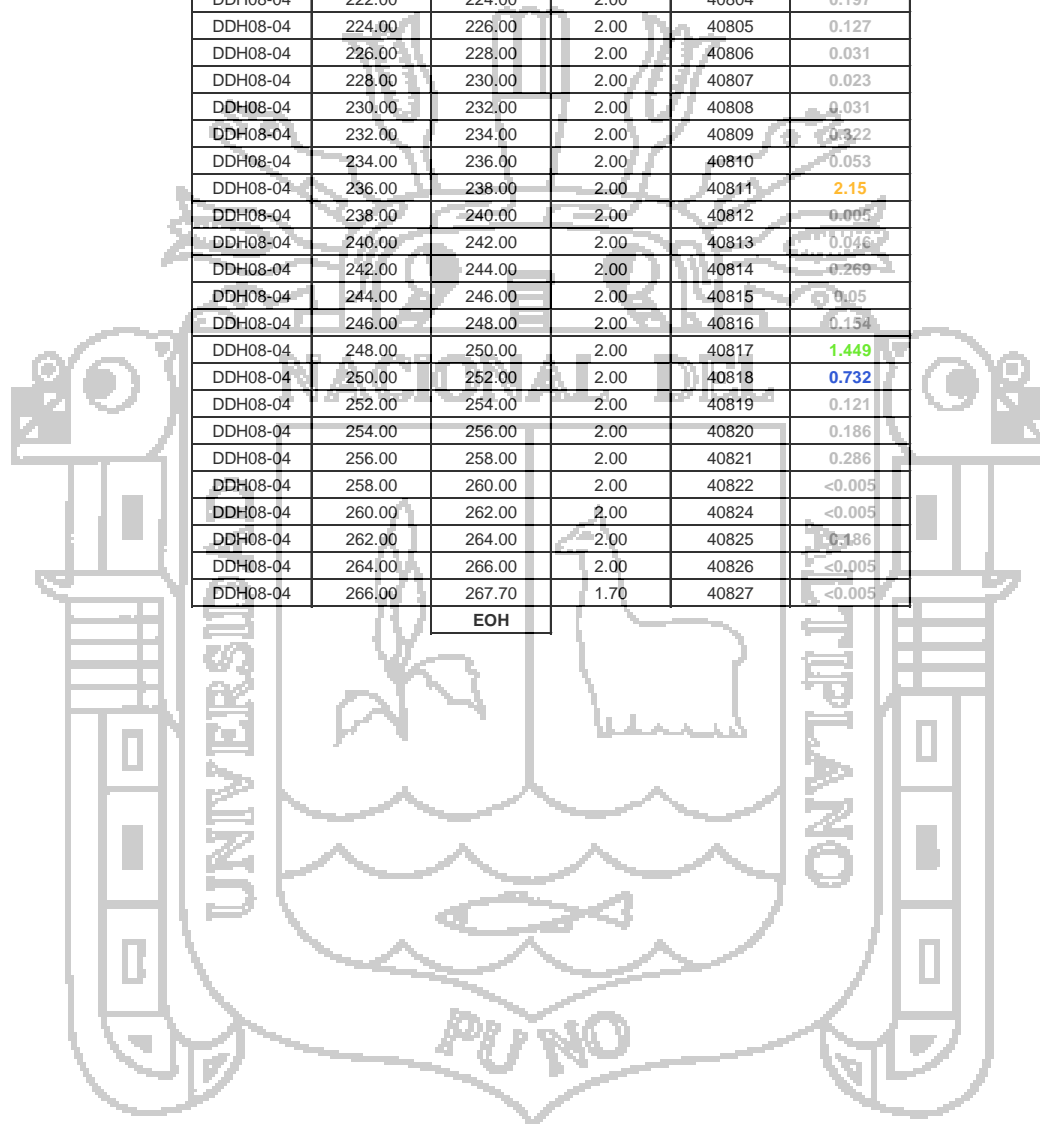
OLLACHEA PROJECT					
2008 SCOUT DIAMOND DRILLING PROGRAM					
DRILLHOLE DDH08-04 : Au Assays Results					
HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-04	0.00	2.00	2.00	31951	0.018
DDH08-04	2.00	4.00	2.00	31952	0.023
DDH08-04	4.00	6.00	2.00	31953	0.062
DDH08-04	6.00	8.00	2.00	31954	0.038
DDH08-04	8.00	10.00	2.00	31955	0.07
DDH08-04	10.00	12.00	2.00	31956	0.028
DDH08-04	12.00	14.00	2.00	31957	0.02
DDH08-04	14.00	16.00	2.00	31958	0.027
DDH08-04	16.00	18.00	2.00	31959	0.034
DDH08-04	18.00	20.00	2.00	31960	0.044
DDH08-04	20.00	22.00	2.00	31961	0.453
DDH08-04	22.00	24.00	2.00	31962	0.677
DDH08-04	24.00	26.00	2.00	31963	0.143
DDH08-04	26.00	28.00	2.00	31964	0.028
DDH08-04	28.00	30.00	2.00	31965	0.021
DDH08-04	30.00	32.00	2.00	31966	0.129
DDH08-04	32.00	34.00	2.00	31967	0.005
DDH08-04	34.00	36.00	2.00	31968	0.009
DDH08-04	36.00	38.00	2.00	31969	0.03
DDH08-04	38.00	40.00	2.00	31970	0.025
DDH08-04	40.00	42.00	2.00	31971	0.043
DDH08-04	42.00	44.00	2.00	31972	0.029
DDH08-04	44.00	46.00	2.00	31973	0.005
DDH08-04	46.00	48.00	2.00	31974	0.005
DDH08-04	48.00	50.00	2.00	31975	0.012
DDH08-04	50.00	52.00	2.00	31976	0.009
DDH08-04	52.00	54.00	2.00	31977	0.012
DDH08-04	54.00	56.00	2.00	31978	0.043
DDH08-04	56.00	58.00	2.00	31979	2.518
DDH08-04	58.00	60.00	2.00	31980	1.041
DDH08-04	60.00	62.00	2.00	31981	0.492
DDH08-04	62.00	64.00	2.00	31982	0.14
DDH08-04	64.00	66.00	2.00	31983	0.314
DDH08-04	66.00	68.00	2.00	31984	0.452
DDH08-04	68.00	70.00	2.00	31985	0.262
DDH08-04	70.00	70.60	0.60	31986	1.002
DDH08-04	70.60	72.00	1.40	31987	2.542
DDH08-04	72.00	74.00	2.00	31988	0.312
DDH08-04	74.00	76.00	2.00	31989	2.104
DDH08-04	76.00	78.00	2.00	31990	0.106
DDH08-04	78.00	80.00	2.00	31991	1.242
DDH08-04	80.00	82.00	2.00	31992	2.556
DDH08-04	82.00	84.00	2.00	31993	0.424
DDH08-04	84.00	86.00	2.00	31994	0.989
DDH08-04	86.00	88.00	2.00	31995	0.088
DDH08-04	88.00	90.00	2.00	31996	8.721
DDH08-04	90.00	92.00	2.00	31997	0.518
DDH08-04	92.00	94.00	2.00	31998	2.102
DDH08-04	94.00	96.00	2.00	31999	0.624



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-04	96.00	98.00	2.00	32000	0.294
DDH08-04	98.00	100.00	2.00	32001	1.566
DDH08-04	100.00	102.00	2.00	32002	2.437
DDH08-04	102.00	104.00	2.00	32003	1.762
DDH08-04	104.00	106.00	2.00	32004	0.954
DDH08-04	106.00	108.00	2.00	32005	4.855
DDH08-04	108.00	110.00	2.00	32006	0.34
DDH08-04	110.00	112.00	2.00	32007	5.115
DDH08-04	112.00	114.00	2.00	32008	2.515
DDH08-04	114.00	116.00	2.00	32009	2.74
DDH08-04	116.00	118.00	2.00	32010	35.69
DDH08-04	118.00	120.00	2.00	32011	0.178
DDH08-04	120.00	122.00	2.00	32012	0.2
DDH08-04	122.00	124.00	2.00	32013	0.07
DDH08-04	124.00	126.00	2.00	32014	1.485
DDH08-04	126.00	128.00	2.00	32015	4.645
DDH08-04	128.00	130.00	2.00	32016	0.476
DDH08-04	130.00	132.00	2.00	32017	0.03
DDH08-04	132.00	134.00	2.00	32018	0.845
DDH08-04	134.00	136.00	2.00	32019	0.071
DDH08-04	136.00	138.00	2.00	32020	0.452
DDH08-04	138.00	140.00	2.00	32021	7.76
DDH08-04	140.00	142.00	2.00	32022	19.94
DDH08-04	142.00	144.00	2.00	32023	0.504
DDH08-04	144.00	146.00	2.00	32024	1.762
DDH08-04	146.00	148.00	2.00	32025	0.057
DDH08-04	148.00	150.00	2.00	32026	1.452
DDH08-04	150.00	152.00	2.00	32027	0.137
DDH08-04	152.00	154.00	2.00	32028	1.95
DDH08-04	154.00	156.00	2.00	32029	2.463
DDH08-04	156.00	158.00	2.00	32030	2.258
DDH08-04	158.00	160.00	2.00	32031	2.587
DDH08-04	160.00	162.00	2.00	32032	2.449
DDH08-04	162.00	164.00	2.00	32033	0.1
DDH08-04	164.00	166.00	2.00	32034	0.124
DDH08-04	166.00	168.00	2.00	32035	0.355
DDH08-04	168.00	170.00	2.00	32036	0.09
DDH08-04	170.00	172.00	2.00	32037	0.065
DDH08-04	172.00	174.00	2.00	32038	0.458
DDH08-04	174.00	176.00	2.00	32039	2.149
DDH08-04	176.00	178.00	2.00	32040	2.448
DDH08-04	178.00	180.00	2.00	32041	0.958
DDH08-04	180.00	182.00	2.00	32042	0.852
DDH08-04	182.00	184.00	2.00	32043	0.377
DDH08-04	184.00	186.00	2.00	32044	0.16
DDH08-04	186.00	188.00	2.00	32045	0.06
DDH08-04	188.00	190.00	2.00	32046	0.024
DDH08-04	190.00	192.00	2.00	32047	0.05
DDH08-04	192.00	194.00	2.00	32048	0.409
DDH08-04	194.00	195.20	1.20	32049	0.38
DDH08-04	195.20	196.00	0.80	40789	0.719
DDH08-04	196.00	198.00	2.00	40790	0.03



HOLE_ID	FROM	TO	INTERVAL	SAMPLE	Au_g/t
DDH08-04	198.00	200.00	2.00	40792	0.035
DDH08-04	200.00	202.00	2.00	40793	0.019
DDH08-04	202.00	204.00	2.00	40794	0.071
DDH08-04	204.00	206.00	2.00	40795	1.91
DDH08-04	206.00	208.00	2.00	40796	5.071
DDH08-04	208.00	210.00	2.00	40797	1.206
DDH08-04	210.00	212.00	2.00	40798	0.047
DDH08-04	212.00	214.00	2.00	40799	0.013
DDH08-04	214.00	216.00	2.00	40800	0.035
DDH08-04	216.00	218.00	2.00	40801	0.066
DDH08-04	218.00	220.00	2.00	40802	0.398
DDH08-04	220.00	222.00	2.00	40803	0.232
DDH08-04	222.00	224.00	2.00	40804	0.197
DDH08-04	224.00	226.00	2.00	40805	0.127
DDH08-04	226.00	228.00	2.00	40806	0.031
DDH08-04	228.00	230.00	2.00	40807	0.023
DDH08-04	230.00	232.00	2.00	40808	0.031
DDH08-04	232.00	234.00	2.00	40809	0.322
DDH08-04	234.00	236.00	2.00	40810	0.053
DDH08-04	236.00	238.00	2.00	40811	2.15
DDH08-04	238.00	240.00	2.00	40812	0.005
DDH08-04	240.00	242.00	2.00	40813	0.046
DDH08-04	242.00	244.00	2.00	40814	0.269
DDH08-04	244.00	246.00	2.00	40815	0.05
DDH08-04	246.00	248.00	2.00	40816	0.154
DDH08-04	248.00	250.00	2.00	40817	1.449
DDH08-04	250.00	252.00	2.00	40818	0.732
DDH08-04	252.00	254.00	2.00	40819	0.121
DDH08-04	254.00	256.00	2.00	40820	0.186
DDH08-04	256.00	258.00	2.00	40821	0.286
DDH08-04	258.00	260.00	2.00	40822	<0.005
DDH08-04	260.00	262.00	2.00	40824	<0.005
DDH08-04	262.00	264.00	2.00	40825	0.186
DDH08-04	264.00	266.00	2.00	40826	<0.005
DDH08-04	266.00	267.70	1.70	40827	<0.005
EOH					





**FORMULARIO DE SOLICITUD DE ANALISIS DEL LABORATORIO  
CIMM PERU**

**Finalidad:**

- Solicitar el tipo de análisis a realizar a las muestras del Proyecto Ollachea.





## INVENTARIADO DE MUESTREO SISTEMÁTICO EN SUPERFICIE

### Finalidad:

- Indicar el nombre del proyecto.
- Indicar la nomenclatura o nombre del canal muestreado.
- Indicar las coordenadas de cada muestra.
- Indicar lugar donde se realizó el muestreo.
- Fecha que fue muestreado cada intervalo.
- Describir la información geológica de intervalos muestreados.
- Codificar cada muestra.
- Indicar las leyes de oro por intervalo de muestra.
- Indicar geólogo a cargo del muestreo.



**SAMPLE INVENTORY OLLACHEA**

CANAL 01 - 02



Project: **OLLACHEA**

ITEMS	DATE	SAMPLER	SAMPLE	DATUM	ZONE	EASTING	NORTHING	ALTITUDE	LOCATIONI	DESCRIPTION	Au g/t	Ag g/t	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
1	2/25/2008	Edgar Luque	25115	PSAD56	19	339864	8474610	2917	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, foliación N85°W/62° NE, débil oxidación, trz sulfuros, 02 villas irregulares de Qz-OxSFe-Mn, pot. 0.5 cm. Fract. al inicio de muestra Rb: N45°E. Profundidad 0.5m	0,065	<0.2	22,9	40	67,4
2	2/25/2008	Edgar Luque	25116	PSAD56	19	339984	8474612	2918	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, foliación mod. Cps: N85°W/ 62° NE, débil oxidación. 03 villas Qz-OxSFe-Mn de 0.3 - 5 cm. Trz sulfuros. Prof. 0.4m	0,072	<0.2	15,6	14	69,6
3	2/25/2008	Edgar Luque	25117	PSAD56	19	339984	8474614	2919	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, foliación mod. Cps: N85°W/62° NE, foliación N75°W/ 50° Ne, débil oxidación, trz de sulfuros, 03 villas Qz-OxSFe-Mn de 0.3 - 3.5 cm., halo de alt. Cl débil. Prof. 0.5m	0,133	<0.2	61,1	11	76,6
4	2/25/2008	Edgar Luque	25118	PSAD56	19	339983	8474616	2920	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, débilmente dura, foliación mod. Cps: N85°W/ 62° NE, débil oxidación. 03 villas irregulares de Qz de 1-3 cm., con OxSFe-Mn, mgéodas con xls Qz. Prof. 0.6m	0,071	<0.2	24,1	20	68,6
5	2/25/2008	Edgar Luque	25119	PSAD56	19	339983	8474618	2921	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, débilmente lustrosa, foliación mod. Cps: N85°W/ 62° NE, débil oxidación. 02 villas Qz gris pot. 0.4 y 1.5 cm., A + 1.5m de muestra, presencia de falla N285° Prof. 1-10m	0,097	<0.2	8,2	10	67,2
6	2/25/2008	Edgar Luque	25120	PSAD56	19	339983	8474620	2922	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, foliación mod., cps: N85°W/62° NW, débil OxSFe-Mn, SFTs supergenos. 05 villas irregulares de Qz de 0.1 - 1.5 cm, fract. al final de muestra, falla N285°, Prof. 0.7m	0,056	<0.2	46,4	21	72
7	2/26/2008	Edgar Luque	25121	PSAD56	19	339983	8474622	2922	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura a negra, mod. dura, foliación mod. Capas: N85°/85° NE, falla sub/ a cps N178°/ 79° NE, vils milimétricas de Qz transversal a la foliación, vils de 0.5 a 2 cm pot. macular con débil porosidad con OxSFe-Mn. Prof. 0.8m	0,074	<0.2	48,9	12	78,7
8	2/26/2008	Edgar Luque	25122	PSAD56	19	339982	8474626	2916	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, mod. dura, lustrosa, planos de foliación con Py dics. Fract sub/ls a planos de foliación con relleno de Py-OxSFe-Mn y Cl. 02 villas Qz blanco de 2-3 cm. pot. mgrenular con bordes y fract. con diss. Py-Apy > 0.7%. OxSFe > 0.5%. Halo de alt. delgado de Ser. Cl	0,057	<0.2	52,4	16	68,1
9	2/26/2008	Edgar Luque	25123	PSAD56	19	339878	8474627	2916	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, mod. dura, lustrosa con Py en planos de foliación. 01 vill de Qz blanco microgranular con bordes y fracturas rellenos con diseminación Py - Apy > 0.7%. OxSFe > 0.5%. Halo de alt. delgada de Ser. Cl. muestra de cajas + vils.	0,022	<0.2	84,2	14	126
10	2/26/2008	Edgar Luque	25124	PSAD56	19	339971	8474629	2916	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra dura, lustrosa, trz de Py-Apy diss en planos de foliación. OxSFe < 0.5%. 02 villas irregulares de Qz con pot. 0.5 - 4 cm., vill de 4 cm., con Py fina diss y Chrellenado frac. tipo bandas. Ser? a los bordes. Qz blanco grisáceo al techo de St. vill de Qz 0.5 cm. - transversal	0,078	<0.2	44,2	12	78,3
11	2/28/2008	Edgar Luque	25163	PSAD56	19	339983	8474679	2927	Ollachea - Carabaya - Puno	Capas de Pizarra negra N70°/ 45° NW, con niveles de meta arenisca de grano fino, color gris verdoso mod. cloritzada, OxSFe-Mn, Py en planos de fract., halo débil de Ser.	0,006	<0.2	18,5	13	84,1
12	2/28/2008	Edgar Luque	25164	PSAD56	19	339983	8474681	2930	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra con horizontes de meta arenisca Cloritzada. 01 vill de Qz de 5 cm., cavidades con relleno de OxSFe (jar), Mn > 0.3%	0,016	0,2	20,9	27	81,2
13	2/26/2008	Edgar Luque	25125	PSAD56	19	339940	8474612	2942	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura a negra, débilmente dura, lustrosa diss débil de Py en planos de foliación de orientación: N65°W/ 25° NE. 13 villas irregulares de Qz de 0.1 a 1cm. pot. Qz blanquecino y gris con diss. Py < 0.3%. OxSFe 1%. OxMn 0.3%. halo de alt. mod. Ser. y Cl débil.	0,79	<0.2	49,4	23	96
14	2/26/2008	Edgar Luque	25151	PSAD56	19	339941	8474613	2942	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura a negra, poca dureza, lustrosa con diss débil Py asociada a planos de foliación, cps con orientación: N295°W/ 25° NE. 10 villas irregulares de Qz blanquecino a gris de 0.1 - 3cm. pot., diss fina de Py < 0.7%, Apy débil, OxSFe 0.8% relleno cavidades, halo de alt. débil a mod. de Cl y Ser.	0,725	0,4	71,1	100	129
15	2/26/2008	Edgar Luque	25152	PSAD56	19	339941	8474617	2942	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra compactas y lustrosas, fuertemente foliadas, capas: N70°W/45° NE, cerca a planos de foliación vills de Py fina, 03 vills de 0.3 a 5 cm., vills de 0.3 cm de Qz - Py-OxSFe. vnil de 5 cm de Qz bxd. lixiviado con OxSFe > 1%, Py 0.2%, halos de alt. débiles de OxSFe.	0,847	4,1	38,5	1766	146
16	2/26/2008	Edgar Luque	25153	PSAD56	19	339931	8474606	2932	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra capas: E-W/ 57°N, mod. dura, lustrosa y foliada, fract. con relleno débil de OxSFe. Tramo de intenso villo de Qz (> 20 vils ), pot. 0.2 - 1 cm., slice gris-blanquecina, comp. y lixiviada con OxSFe > 0.7%, trz de sulfuros, OxMn > 0.7%, villas de Qz de comportamiento lenticular en tramos de 3 cm.	0,297	<0.2	49,4	91	112



**SAMPLE INVENTORY OLLACHEA**

CANAL 01 - 02

Minera Kuri Kollu S.A.  
MINERÍA DE COBRE

Project: OLLACHEA

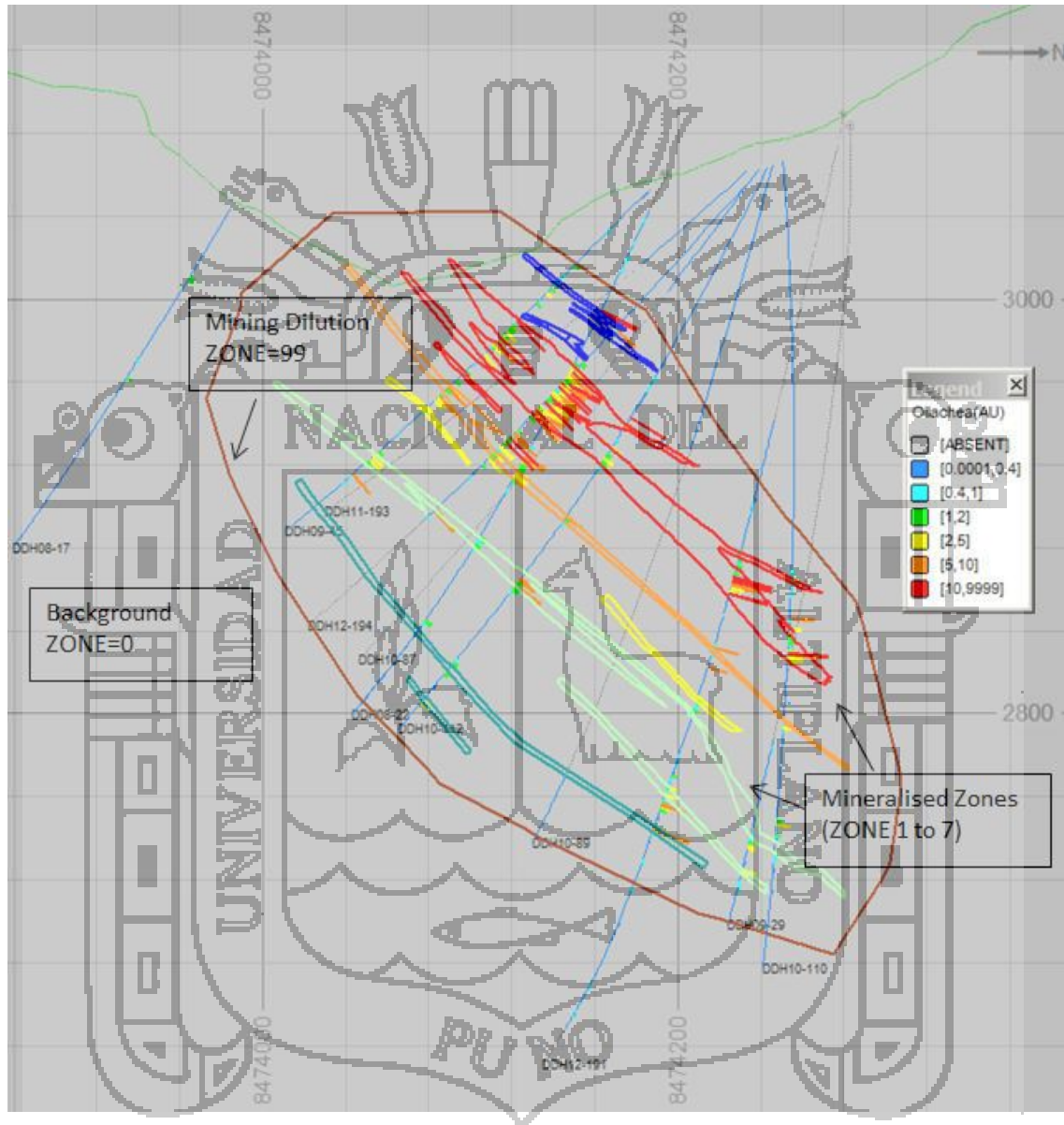
ITEMS	DATE	SAMPLER	SAMPLE	DATUM	ZONE	EASTING	NORTING	ALTITUDE	LOCATION	DESCRIPTION	Au g/t	Ag g/t	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
17	2/26/2008	Edgar Luque	25154	PSAD56	19	339931	8474611	2936	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, capas: E-W/57°N, mod: dura; lustrosa y foliada; fract. con relleno débil de OXsFe (jar<sup>0.2%</sup>), vills de Qz de 0.2 - 0.7 cm. pot. silice microgranular comp., Qz gris liviavado con OXsFe-Mn 0.3%, bordes de vetillas con débil Ser.	0,008	<0.2	18.5	17	75.5
18	2/26/2008	Edgar Luque	25155	PSAD56	19	339931	8474611	2936	Ollachea - Carabaya - Puno	Muestra selectiva de vetillas hospedadas en pizarras negras Rb: E-W/57°N, mod. comp., lustrosas y foliada; fract. con relleno de OXsFe débil. Triango de intenso vetillo de Qz (>20) de 0.2 a 1 cm pot. silice gris-blanquecina, compacta y liviavada con OXsFe > 0.7%, trz de sulfuros, OXsMn > 0.7%; vetillas de Qz de comportamiento lenticular en tramos de 3 cm.	0,067	<0.2	55	98	79.5
19	2/27/2008	Edgar Luque	25156	PSAD56	19	339936	8474627	2934	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra carbonosa gris oscura, dureza y brillo débil, mod. foliación, Rb: E-W/85° N, 13 vills irregulares de Qz-Py de 0.2 - 1 cm., Py fina y cristalizada, Qz mgranular y poroso, OXsFe 0.3%, trz. Gv. débil halo de alt. de Ser. Cl.	0,042	<0.2	36.9	22	125
20	2/27/2008	Edgar Luque	25157	PSAD56	19	339930	8474627	2938	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, lustrosa y foliada débil a mod. Orientación de cps: E-W/57°N, A + 1.8 m. falla sub// a la foliación N75°/50° NW de 0.6 m. de pot. con plano. Dirección de foliación N280°/70° NE. Más de 10 vills irregulares de Qz-Lms de 0.2 - 2 cm. de pot. con trz de sulfuros, OXsFe-muestra); 12 vills irregulares de Qz de 0.2 - 2 cm. pot. Qz gris a blanquecino microgranular y débilmente poroso. diss de Py 0.2%; Apy 0.1%. OXsFe-Mn 0.5%; halos finos de Cl-Ser.	0,082	<0.2	35.7	17	107
22	2/27/2008	Edgar Luque	25159	PSAD56	19	339912	8474603	2923	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra mod. compacta y foliada, orientación: N68°E/59° NW, 07 vills irregulares de Qz-Py > 0.5%, marcasita, Apy, Cl, fract/cav rellenas de OXsFe > 0.7%, silice blanquecina y gris mgranular de 0.1 - 1 cm. pot. Halo débil de Ser. Fracturamiento paralelo N310°/70° SW.	0,008	0.3	35.4	58	79.7
23	2/27/2008	Edgar Luque	25160	PSAD56	19	339912	8474605	2923	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra moderadamente compacta y débilmente lustrosa, vills irregulares y lenticulares de Qz de 0.1 - 2 cm. pot. Con Py > 1%, marcasita, trz. Covelina, Cl reemplaz. Py. Halo débil Cl. Ser.	0,008	<0.2	25.2	39	88.2
24	2/27/2008	Edgar Luque	25161	PSAD56	19	339912	8474607	2923	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra mod. compacta y foliada, débil lustre. 11 vills irregulares y lenticulares de Qz-Py - Apy de 0.1-0.3 cm. pot.; Py oxidándose. Cl reemplaz. Py. Silice microgranular con diss. de sulfuros; halo fino de Cl. Fracturamiento al inicio de muestra N330°/70° SW, falla N290°/60° NE.	0,02	<0.2	31.1	29	114
25	2/27/2008	Edgar Luque	25162	PSAD56	19	339912	8474609	2923	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra mod. compacta, lustre y foliación débil a mod. 05 vills irregulares de Qz de 0.3-1.0 cm. pot. Py > 0.3% diss y en nodulos, OXsFe débil, 02 vills de sulfuros de 0.2 - 0.5 cm., marcasita en planos de foliación, halos de alt. Cl débil. Orientación de foliación N280°/65° NE.	0,041	<0.2	36.3	25	100
26	2/28/2008	Edgar Luque	25165	PSAD56	19	339899	8474613	2950	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, fuertemente foliada, plegada y lustrosa, moderadamente compacta, capas: N60°/60° NW, 13 vills irregulares de Qz - Py - Apy - OXsFe-Mn de 0.3 - 3 cm. pot., silice mgranular, fract. con cristales y diss Py > 0.2%, Apy y OXsFe > 0.5%, halo débil a moderado de Cl y Ser.	0,023	<0.2	51.6	16	69.8
27	2/28/2008	Edgar Luque	25166	PSAD56	19	339898	8474618	2950	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra gris oscura, foliación, lustre y dureza débil a moderada, 13 vills de Qz gris a blanquecino de 0.2 - 1 cm. pot., porosidad mod., relleno de OXsFe y trz Py, halo de alt. Fina, débil de Cl y Ser.	0,596	<0.2	55.2	28	120
28	2/28/2008	Edgar Luque	25167	PSAD56	19	339895	8474621	2952	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra; foliación, lustre y compactación débil a mod., azimut: N80°/59° NW, intercalación de horizonte de 10 cm. de meta arenisca con débil oxidación, diss Py. 12 vills de Qz - OXsFe-Mn, de 0.2 a 2 cm. - silice gris, granular, fract. con relleno de OXsFe > 0.7%, Mn > 0.8%, halo de alteración, débil a muy débil de Cl y Ser.	0,047	<0.2	37.4	11	108
29	2/28/2008	Edgar Luque	25168	PSAD56	19	339897	8474623	2955	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra comp., lustre y foliación mod a fuerte. Orientación: N280°/65°NE. 30 vills irregulares de Qz gris ahumado de 0.1 - 1 cm, silice fracturada y porosa con relleno de OXsFe > 1%. Cl. trz de sulfuros; halo de alteración mod., cps de Cl.	0,261	<0.2	49.5	18	94
30	2/28/2008	Edgar Luque	25169	PSAD56	19	339898	8474626	2956	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, lustre mod., comp. y foliación mod., cps de Cl. Orientación: N280°/60° NE. 15 vills de Qz de 0.2 - 2.5 cm. pot. Zona mixta Py > 0.3%, Apy 0.2%, OXsFe > 0.3% relleno de cavidades y fracturas, halo débil de Cl y Ser.	2,56	<0.2	48.7	12	65.8
31	2/28/2008	Edgar Luque	25170	PSAD56	19	339892	8474630	2956	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra con diss Py fina en planos de foliación mod., comp. y lustrosidad mod.; Rb: E-W/50°N, 13 vills irregulares de Qz de 0.2 - 1 cm, zona mixta con mineralización de Py > 0.5%, trz. Apy, OXsFe-Mn > 0.7%, halo débil de Cl.	0,24	<0.2	51.2	12	73.5
32	2/28/2008	Edgar Luque	25171	PSAD56	19	339896	8474604	2949	Ollachea - Carabaya - Puno	Pizarra negra, débil lustre (brillo), comp.-foliación mod.; cps Az: N280°/65°NE. 09 vills de Qz gris a blanco mgranular de 0.2 - 3 cm. pot.; OXsFe-Mn relleno de cavidades y fract. > 0.3%. Halo de alteración débil Ser. Cl.	0,015	<0.2	36.2	16	57



## SECCION VERTICAL

### Finalidad:

- Interpretar cuerpos mineralizados.
- Modelamiento de cuerpos mineralizados en 3D.
- Estimación de recursos minerales.



Sección vertical – 339,160 E



