

**UNIVERSIDAD NACIONAL “JORGE BASADRE GROHMANN”-TACNA**

**Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia**

**Escuela Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia**

**"ESTUDIO GEOLÓGICO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE LA  
MINERALIZACIÓN DE TUNGSTENO EN EL YACIMIENTO DE  
LA UNIDAD MINERA PASTO BUENO, PROVINCIA  
DE PALLASCA, REGIÓN ANCASH"**

**Tesis**

**Presentado por:**

**BACH. WILLIAM HENRY QUISPE GARCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO GEÓLOGO-GEOTÉCNICO**

**Tacna – Perú**

**2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"-TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

"ESTUDIO GEOLÓGICO Y EVALUACIÓN DE RECURSOS DE LA  
MINERALIZACIÓN DE TUNGSTENO EN EL YACIMIENTO DE LA  
UNIDAD MINERA PASTO BUENO, PROVINCIA  
DE PALLASCA, REGIÓN ANCASH"

Tesis sustentada y aprobada el día 27 de noviembre del 2015,  
estando integrado el jurado calificador por:

PRESIDENTE : .....  
M.Sc. Conrado Bedoya Jaen

1er. MIEMBRO : .....  
SECRETARIO Ing. Fredy Cabrera Olivera

2do. MIEMBRO : .....  
Ing. Jonathan Zavaleta Curasi

ASESOR : .....  
Ing. Pio Coila Valdez

## DEDICATORIA

*Este trabajo va dedicado:*

***A mis padres:***

*Víctor Hugo y Eleuteria  
Quienes con su amor y  
paciencia me han inculcado  
buenos valores, enseñándome  
a luchar por lo que más quiero.*

***A mi hermano y hermanas:***

*Héctor, Susy y Roxana de  
quienes nunca me ha faltado su  
apoyo.*

***Y a todos aquellos:***

*Quienes de alguna manera me  
apoyaron en la realización de  
este estudio.*

## AGRADECIMIENTOS

En primer término agradezco a la Empresa Dynacor Exploraciones SAC, quien auspició el proyecto de investigación "*Estudio geológico y evaluación de recursos de la Mineralización de Tungsteno en el Yacimiento de la Unidad Minera Pasto Bueno, Provincia de Pallasca, Región Ancash*". Así mismo, agradezco al Ing. Alonso Sánchez Torres quien en ese tiempo fue gerente de exploraciones, quien brindó las facilidades para la realización de este estudio y por su valiosa asesoría en varios aspectos de carácter geológico, en el desarrollo de esta tesis.

Agradezco al Ing. Pio Coila Valdés docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica- Geotécnica de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, quien fue revisor y asesor de esta tesis, durante su desarrollo.

Mi agradecimiento también al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), sobre todo a las personas, Ing. Jorge Acosta Ale y la Ing. Dina Huanacune, quienes inicialmente me proporcionaron su apoyo incondicional con su asesoría en temas relacionados al trabajo, además, con la interpretación petrográfico y mineragráfico necesarios para la concreción de esta investigación.

Finalmente, agradezco a la UNJBG por haberme permitido ser parte de ella y porque estoy seguro que será para siempre, de manera muy especial a toda mi plana docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Geológica- Geotécnica, quienes durante cinco años me supieron compartir sus experiencias y conocimientos.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	<b>12</b>
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema	13
1.3. Justificación	14
1.4. Hipótesis	14
1.5. Variables	15
1.5.1. Indicadores independientes	15
1.5.2. Indicadores dependientes	16
1.6. Objetivos	16
1.6.1. Objetivos generales	16
1.6.2. Objetivos específicos	16
1.7. Metodología de trabajo	17
1.7.1. Etapa recopilación y preparación	17
1.7.2. Etapa de campo	18
1.7.3. Etapa de análisis e interpretación	18
1.8. Ubicación de distrito minero Pasto Bueno	19
1.8.1. Accesibilidad	21
1.9. Propiedad del distrito minero Pasto Bueno	21
1.10. Antecedentes históricos	24
1.10.1. De 1910 a inicio de 1990	24
1.10.2. De 1995 al 2006	26
1.10.3. Del 2005 al presente	26
1.11. Trabajos anteriores	29
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>31</b>
2.1. Definiciones básicas	31
2.2. El Tungsteno en la corteza terrestre	38
2.3. Principales minerales del Tungsteno	39
2.4. Clasificación de los yacimientos del Tungsteno	41
2.4.1. Yacimientos del grupo plutónico	41
2.4.2. Yacimientos del grupo vulcano-plutónico (sobre todo filonianos)	42
2.4.3. Yacimientos ligados a los estratos	42
2.4.4. Yacimiento del tipo placer, derivados sobre todo de tipo filonianos	43

2.5.	Comportamiento del Tungsteno dentro de los procesos magmáticos e hidrotermales _____	43
2.6.	Greisen _____	45
2.6.1.	Petrogénesis _____	46
2.6.2.	Facies de alteración _____	46
2.6.3.	Ambientes greisen _____	47
<b>CAPÍTULO III: ASPECTO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO</b> _____		<b>49</b>
3.1.	Geología regional _____	49
3.1.1.	Geomorfología _____	53
3.1.2.	Estratigrafía _____	57
3.1.3.	Rocas intrusivas _____	63
3.1.4.	Marco tectónico _____	64
3.2.	Geología local _____	66
3.2.1.	Estratigrafía _____	71
3.3.	Geología estructural _____	78
3.4.	Geología económica _____	82
3.4.1.	Vetas y mantos mineralizados _____	82
3.4.2.	Principales minerales _____	86
3.5.	Alteraciones _____	89
3.6.	Paragénesis y zoneamiento _____	90
3.7.	Observaciones petrográficas - mineralógicas y clasificación del tipo de yacimiento _____	92
<b>CAPÍTULO IV: TRABAJOS DE EXPLORACIÓN</b> _____		<b>98</b>
4.1.	Antecedentes _____	98
4.2.	Evaluación geológica superficial _____	99
4.2.1.	Área Consuzo (zona 1) _____	99
4.2.2.	Área Huaura ( zona 2 ) _____	108
4.2.3.	Área Huayllapon (zona 3) _____	112
4.3.	Perforación _____	114
<b>CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE DATOS</b> _____		<b>120</b>
5.1.	Antecedentes _____	120
5.2.	Mapeo geológico _____	120
5.3.	Muestreo por canales en labor subterránea _____	123
5.4.	Perforación diamantina _____	123
5.5.	Preparación de muestras y análisis de seguridad _____	126

5.6.	Estimación de reserva mineral en U.M. Pasto Bueno _____	127
<b>CAPÍTULO VI: ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS _____</b>		<b>128</b>
6.1.	Antecedentes _____	128
6.2.	Consideraciones y normas de cubicación _____	134
6.2.1.	Muestreos _____	134
6.2.2.	Peso específico _____	134
6.2.3.	Bloques de cubicación _____	135
6.2.4.	Cálculo de leyes _____	136
6.2.5.	Potencia de la veta _____	136
6.2.6.	Tonelaje _____	136
6.2.7.	Reservas y recursos _____	137
6.3.	Reservas de mena y recursos minerales en la U.M. Pasto Bueno _____	139
6.3.1.	Estimación del recurso mineral _____	139
6.3.2.	Estimación de reserva mineral en u.m. Pasto Bueno_	147
6.4.	Descripción geológica de las vetas, sus reservas y recursos	153
6.4.1.	Veta Consuelo _____	153
6.4.2.	Veta manto Alonso Fenix _____	154
6.4.3.	Veta Candela _____	155
6.4.4.	Veta Chabuca _____	155
6.4.5.	Veta Violeta _____	156
6.4.6.	Veta Luz elena _____	157
6.4.7.	Veta María Ofelia _____	157
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____</b>		<b>162</b>
7.1.	Conclusiones _____	162
7.2.	Recomendaciones _____	165
<b>BIBLIOGRAFÍA _____</b>		<b>166</b>
<b>ANEXOS</b>		
ANEXO I	: Normas, procedimientos y estándares	
ANEXO II	: Análisis petrográfico mineragráfico	
ANEXO III	: Planos y secciones	

## LISTA DE ILUSTRACIONES

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Concesiones mineras del distrito Pasto Bueno	22
Figura 2: Mapa geológico simplificado del sur oeste de Perú	51
Figura 3: Mapa de unidades geomorfológicas del Perú	55
Figura 4: Ocurrencia de depósitos minerales en el Perú.	65
Figura 5: Geología simplificada de Pasto Bueno	67
Figura 6: Sección A-A´, rumbo NNW-SSE anticlinal formado por el stock Consuzo	69
Figura 7: Sección B-B´, sección Este –Oeste sector Huaura y Huyallapón	70
Figura 8: Columna estratigráfica idealizada para el distrito minero	71
Figura 9: Paragénesis y zoneamiento de depósitos de vetas de Wolframio	92
Figura 10: Diagrama Q-A-P	96
Figura 11: Diagrama Qz-Ab-Or	96
Figura 12: Sección transversal W-E Veta Chabuca y Santa Isabel	113
Figura 13: Sección Compósito Huaura Consuzo.	117
Figura 14: Plano geológico Nivel 8 Veta Chabuca	121
Figura 15 : Relación entre información de exploración, recursos minerales mena	133
Figura 16: Consideraciones Geométricas para la estimación de recursos y reservas	138
Figura 17: Estadística de Reservas y recursos indicados por veta	159

### LISTA DE FOTOS

Foto 1: Geomorfología zona Huaura - quebrada La Plata	56
Foto 2: Geomorfología de cañones profundos zona Consuzo.	57
Foto 3: Pizarra de la formación Chicama, Zona Huaura, vista al NE	72
Foto 4: Afloramientos de cuarcitas Fm Chicama	74
Foto 5: Calizas de la formación Santa, zona de Consuzo	74
Foto 6: Afloramientos de monzonita cuarcífera y diques andesíticos biotíticos, Huayllapon.	75
Foto 7: Zona María Ofelia, Intrusivo cuarzo Monzonítico y diques Aplíticos.	76
Foto 8: Stock Intrusivo cuarzo monzonítico (cerro Consuzo),	77
Foto 9: Fallamiento con Componente inverso en pizarra con brechas hidrotermales.	79
Foto 10: Distribución aleatoria de cristales idiomórficos de hubnerita, manto Alonso	84
Foto 11: Cristales centimétricos de hubnerita	85
Foto 12: Veta Consuelo con hubnerita concentrado en el centro	86
Foto 13: Principales minerales de interés económico	87
Foto 14: Minerales de ganga presentes en veta del yacimiento de Pasto Bueno	88
Foto 15: Estructuras en cerro Consuzo	100
Foto 16: Manto Maciste	101

Foto 17: Vista Manto Santa al sur oeste y noreste _____	103
Foto 18: Pequeño socavón antiguo sobre la veta 2006 _____	104
Foto 19: Manto Consuzo II _____	105
Foto 20: Zona de Santa Rosa _____	107
Foto 21: Vista al norte de María Ofelia. Área Huaura ( zona 2 ) _____	108
Foto 22: Vista de la Veta Miguel Iglesias _____	109
Foto 23: Veta Milagro _____	110
Foto 24: Afloramiento de la veta Consuelo _____	111
Foto 25: Vista al NE, veta Chabuca y Santa Isabel _____	112

### **LISTA DE PLANOS**

Plano 1. Ubicación y Accesos _____	20
Plano 2: Franja de Cu Mo (Au-W) del mioceno _____	50
Plano 3: Plano geológico Pasto Bueno 3 _____	59
Plano 4: Plano geológico de fallas y diaclasas _____	81

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1: Accesibilidad y distancias _____	21
Tabla 2: Lista de concesiones del distrito minero Pasto Bueno _____	23
Tabla 3: Producción de Tungsteno de 2009-2013, mina de Tungsteno Pasto Bueno, Fuente: Dirección General de Minería _____	28
Tabla 4: Edad geológica de las formaciones en Pasto Bueno _____	58
Tabla 5: Relación de temporaneidad (Paragenesis), relativa entre los minerales de estructuras mineralizadas _____	91
Tabla 6: Relación de muestras Manto Santa _____	102
Tabla 7: Relación de muestras veta 2006 _____	104
Tabla 8: Relación de muestras Manto Consuzo II _____	105
Tabla 9: Relación de muestras manto Candelaria _____	106
Tabla 10: Relación de muestras manto Gossan _____	106
Tabla 11: Resumen de sondajes diamantinos 2007-2011 _____	114
Tabla 12: Sondajes. Perforación en las principales estructuras y extensión de vetas. Fuente U.M. Pasto Bueno _____	115
Tabla 13: Sondajes exploratorios con anomalía de molibdeno. Fuente Dynacor Exploraciones U.M. Pasto Bueno _____	118
Tabla 14: Resultado de sondajes realizados en los mantos (Zona Consuzo). Fuente U.M. Pasto Bueno _____	119
Tabla 15: Código para el logueo litológico _____	124
Tabla 16: Código para el logueo de alteraciones _____	125
Tabla 17: Definición de ley para el Cut-off, en la U.M. Pasto Bueno _____	140
Tabla 18: Recursos por vetas y categorías, U.M. Pasto Bueno _____	144

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Producción de Tungsteno 2009-2014 Mina Pasto Bueno	30
Gráfico 1: Tenor de Tungsteno en la corteza Turekian y Wedepohl	39
Gráfico 2: Tenor de Tungsteno en la corteza Turekian y Wedepohl	39

## **ÍNDICE ANEXOS**

### **ANEXOS I: NORMAS, PROCEDIMIENTOS Y ESTÁNDARES**

- Anexo 1.1: Reportes técnicos ni 43-101
- Anexo 1.2: Procedimiento de mapeos geológicos en labores horizontales
- Anexo 1.3: Muestreo de interior mina
- Anexo 1.4: Consideraciones para muestreo de testigos
- Anexo 1.5: Consideraciones para la toma de densidad
- Anexo 1.6: Análisis de muestras en los laboratorios
- Anexo 1.7: QA&QC para los laboratorios

### **ANEXO II: ANÁLISIS PETROGRÁFICO MINERAGRÁFICO**

- Anexo 2.1 Tabla De Muestras
- Anexo 2.1 Fotos

### **ANEXO III: PLANOS Y SECCIONES**

- Plano geológico
- Veta Consuelo
- Veta Alonso Fénix
- Veta Candela
- Veta Violeta
- Veta Chabuca
- Veta María Ofelia
- Veta Loreto

## RESUMEN

Pasto Bueno se localiza en el extremo norte del batolito de la Cordillera Blanca, dentro de la franja metalogenética de Cu-Mo (Au, W) del Mioceno. Comprende diversas vetas, sub verticales asociadas al stock Cuarzo monzonítico datado como Terciario superior, intruye a las pizarras de la formación Chicama y cuarcitas de la formación Chimú.

Desde 1940, la mina ha producido alrededor de 2 300 000 TM de mineral de Tungsteno con una ley media de 0,65%  $WO_3$ . Estudios petrográficos y mineragráficos muestran una alteración fílica. El greisen, es un evento local de poca expresión y que no es directamente relacionado con la formación de mineral, y que mejor se ajusta a un modelo de depósitos vetas y filones con cuarzo y hubnerita.

El cálculo de R&R de la mina se realizó con método tradicional, los datos evaluados en este trabajo con fecha diciembre de 2012 indicaron que la producción fue de 365 TMF, con reservas (probado +probables) en mena y marginal de 96 732 TM con 0,61%. Recursos indicados más inferidos 5 843 307 TM con 0,85%. Interceptos en la veta Loreto con perforación HDD en la parte más profunda del yacimiento, mostraron mineralización a 184 m por debajo de las antiguas operaciones. Estos resultados sugieren que el depósito puede ser aún más profundo y requiere una mayor exploración para un futuro cercano y así pasar los recursos a reservas y ampliar la vida útil de la mina.

## **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El Tungsteno o Wolframio es un metal escaso en la corteza terrestre, se encuentra en forma de óxido y de sales en ciertos minerales, es un material estratégico y ha estado en la lista de productos más codiciados desde la Segunda Guerra Mundial. Sin este metal y/o elemento no se obtendría a un costo económico las máquinas que nos rodean y las que se pueden producir con ellas como por ejemplo: Filamentos de lámparas incandescentes, los alambres en hornos eléctricos, producción de aleaciones de acero (duras y resistentes), también se utiliza en la fabricación de bujías de encendido, contactos eléctricos, herramientas de corte y placas en tubos de rayos X, entre otros.

Pasto Bueno es la única mina de Tungsteno en el Perú; en el 2007 con el reinicio de las actividades de explotación de sus principales vetas (Consuelo, Alonso y Chabuca) e inicio de un plan exploración, se ha obtenido nueva información geológica y todas estas actividades permitirán entender mejor el yacimiento.

Por lo antes expuesto, los trabajos de mapeo geológico de las principales estructuras y el trabajo de muestreo en superficie como interior mina, nos permitirá conocer mejor los aspectos geológicos y así

poder realizar una mejor evaluación de recursos y reservas de la mineralización de Tungsteno del Yacimiento Pasto Bueno.

- ¿Cuáles son los métodos en mapeo geológico para las estructuras mineralizadas de Tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, en la provincia de Pallasca, región Ancash?
- ¿Cuáles son los controles de la mineralización del Tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, región Ancash?
- ¿Cómo se desarrolla el muestreo para estructuras mineralizadas de Tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, región Ancash?
- ¿Cuáles son los recursos y reservas estimadas de Tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, región Ancash y como se estiman?

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Lo expuesto línea arriba nos da lugar a plantearnos la siguiente interrogante:

¿Qué características geológicas influenciaron en la formación del depósito minero de Pasto Bueno? y ¿cuál es el potencial de recursos y reservas?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo permitirá conocer los aspectos geológicos y realizar una evaluación geológica de recursos y reservas de la mineralización que caracteriza el único yacimiento de Tungsteno en el Perú considerando, mapeos geológicos y muestreo de estructuras mineralizadas, así como los aspectos mineragráficos entre otros.

Este trabajo servirá a los alumnos, profesores y sociedad involucrada al estudio de yacimientos minerales.

### **1.4. HIPÓTESIS**

El yacimiento Pasto Bueno es considerado un Greisen, este concepto soporta la probabilidad de encontrar mayor volumen y mineralización a profundidad, con mayores leyes de Tungsteno asociado al Estaño.

Realizando el cartografiado a detalle, muestreo de estructuras mineralizadas, análisis petrográfico y mineragráfico, nos permitirá obtener el modelo geológico y permitirá realizar una mejor evaluación de recursos y reservas de la mineralización de Tungsteno del yacimiento

Pasto Bueno identificando la probabilidad de tener más recursos y reservas en profundidad.

## **1.5. VARIABLES**

Independiente: Estudio Geológico del Tungsteno

Dependiente: Evaluación de Recursos y Reservas

### **1.5.1. INDICADORES INDEPENDIENTES**

- Mapeo geológico
- Rasgos fisiográficos, flora y fauna
- Muestreo por canales en labor subterránea
- Perforación diamantina
- Preparación de muestras y análisis de seguridad
- Unidades geomorfológicas
- Geología regional
- Geología local
- Geología estructural
- Geología económica
- Análisis petro- minerográfico
- Alteraciones
- Paragénesis y zoneamiento

### **1.5.2. INDICADORES DEPENDIENTES**

- Análisis y validación de datos
- Cálculo de ley mínima
- Consideraciones y normas de cubicación
- Recursos minerales
- Reservas minerales
- Procedimiento y cálculos
- Descripción geológica de las vetas : sus reservas y recursos
- Inventario de reservas mina Pasto Bueno

### **1.6. OBJETIVOS**

#### **1.6.1. OBJETIVOS GENERALES**

- Realizar el estudio geológico y evaluación de recursos y reservas de la mineralización de Tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, región Ancash.

#### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Entender la geología mediante trabajos de mapeo geológico, muestreo en superficie y en interior mina de

las principales estructuras mineralizadas, estudios petrográficos y minero gráficos.

- Revisión y validación de la data de trabajos de exploración y de mina, como son: Litología, alteración, leyes entre otra información.
- Realizar estimación de recursos y reservas de Tungsteno en el yacimiento de la unidad minera Pasto Bueno, provincia de Pallasca, región Ancash.

## **1.7. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

El desarrollo de la tesis es un trabajo del tipo exploratorio - descriptivo y se divide en tres etapas:

### **1.7.1. ETAPA RECOPIACIÓN Y PREPARACIÓN**

En esta primera etapa se establece el área de investigación, comprende básicamente una fase de gabinete y consistió en:

- Recopilación y evaluación de información geológica existente en informes de la empresa, boletines del INGEMMET, de la Sociedad Geológica y material bibliográfico diverso.

- Generación de la base de datos con la ubicación y características geológicas del depósito minero de Pasto Bueno.
- Preparación de mapas preliminares para muestreo y mapeo geológico.

### **1.7.2. ETAPA DE CAMPO**

Levantamiento de información, la misma que permitió complementar la primera etapa mediante la obtención de datos en campo, la misma que incluye los siguientes aspectos:

- Recolección de muestras de mano para estudios petro-minerográficos.
- Cartografiado geológico en superficie a escala 1/2000
- Cartografiado en interior mina a escala 1/500 de las principales estructuras.
- Logueo de sondajes diamantinos y recolección de muestras para su análisis geoquímico.

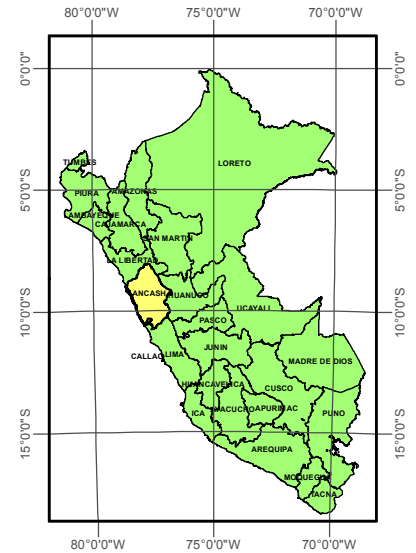
### **1.7.3. ETAPA DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN**

En esta etapa se procede al procesamiento e interpretación de la información, obtenida en campo y laboratorio:

- Generación de mapas litológicos, estructurales, secciones geológicas.
- Selección de muestras de mano para análisis minero gráfico, estudio petro-minerográfico.
- Análisis y validación de la data para su uso en la estimación de recursos y reservas.
- Elaboración del Informe Final.

#### **1.8. UBICACIÓN DE DISTRITO MINERO PASTO BUENO**

El área de interés para el estudio está ubicada en Pasto Bueno en la comunidad de Consuzo, distrito de Pampas, provincia de Pallasca, Región de Ancash. Pasto Bueno está en la extensión norte de la Cordillera Blanca de los Andes centro-norte, al oeste de la divisoria continental, a unos 90 km al este de la costa del Pacífico en línea recta. Entre los 3 300 y 4 200 msnm, longitud 77° 41,5' W y latitud 8° 7,5' S.



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA			
Asesor : Ing. Pio Coila Valdez		<b>PLANO DE UBICACION Y ACCESOS</b>	
Dibujo: Bach. William H. Quispe Garcia			
Fecha: Septiembre 2015	Proyección: Datum UTM WGS 84 Zone 18S	Plano N° <b>P-01</b>	
Escala: 1 / 2 000 000	Fuente: Dynacor Exploraciones Tomado de Quiroz et al.(2007)		

### 1.8.1. ACCESIBILIDAD

Pasto Bueno está ubicado a 650 km al noreste de Lima, puede ser accesible desde Trujillo o desde Chimbote tal como se muestra en la Tabla 1, ver también Plano 1, (Ubicación y acceso).

Tabla 1: Accesibilidad y distancias

Origen	Ciudades y poblados	Total km
Trujillo	Trujillo, Huamachuco, Quesquenda, Huaura.	275
Chimbote	Chimbote, Santa, Chuquicara, la Galgada, Pallasca Pampas Consuzo, Huaura.	160

### 1.9. PROPIEDAD DEL DISTRITO MINERO PASTO BUENO

Comprende tres zonas: Huaura, Huayllapón y Consuzo, con un total de 200,00 Hectáreas, consta de 33 concesiones mineras, ver Figura 1

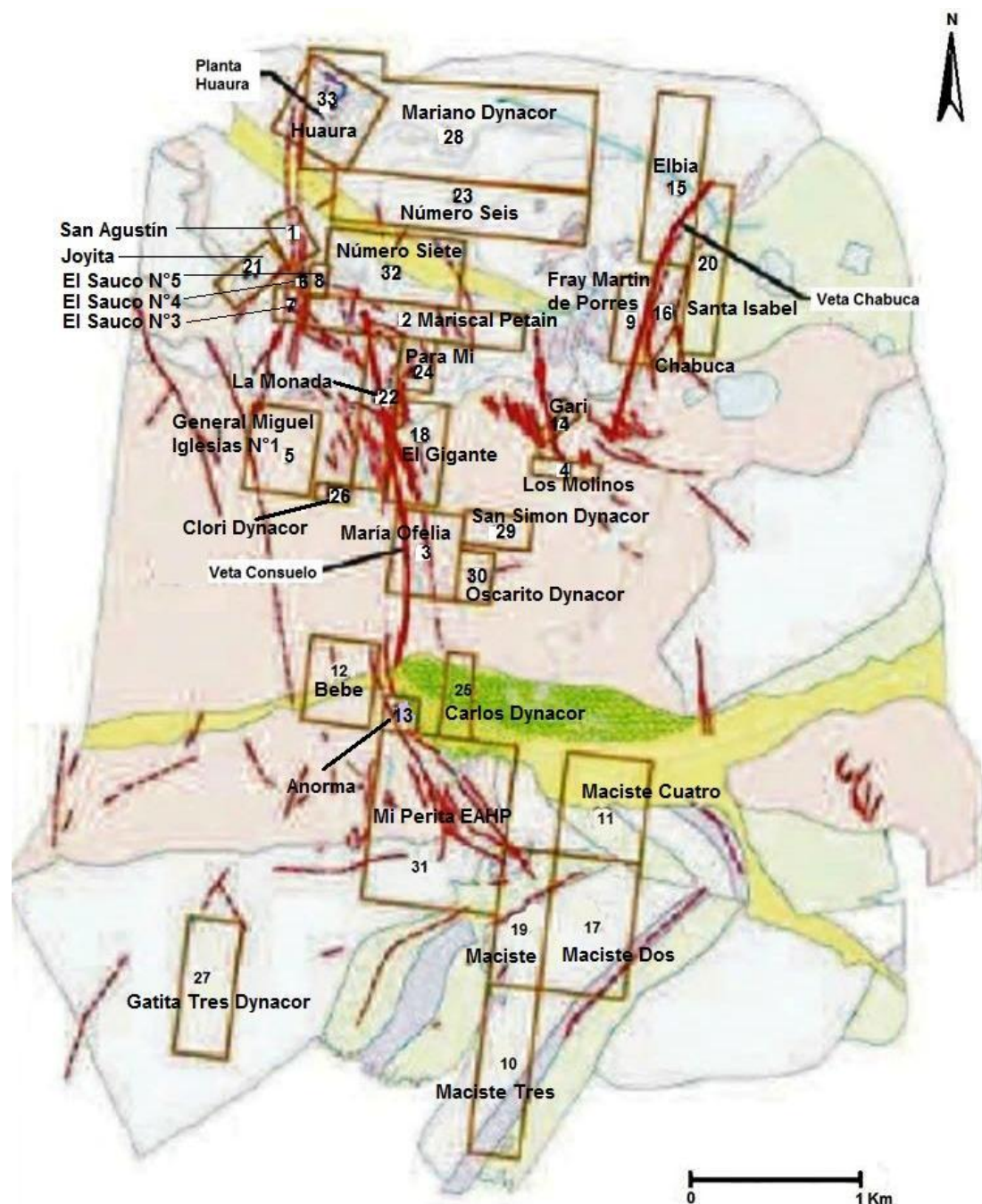


Figura 1 : Concesiones mineras del distrito Pasto Bueno  
 Fuente: Dynacor exploraciones Área Geología Exploraciones  
 UM Pasto Bueno

Tabla 2: Lista de concesiones del distrito minero Pasto Bueno  
Fuente: Dirección General de Minería

N°	Concesión	Numero de Concession	Hectarea
1	San Aoustit	46087	6,00
2	Marisca Petan	164109	26,01
3	Mali3 Ofela	6141	20,01
4	Los ladinos	11127	4,00
5	General Miguel Iglesias N° 1	198143	20,03
6	El Sauco le 4	12080	1,00
7	El Sauco te 3	12080	4,01
8	El Sauco N° 5	224019	2,00
9	Fray Martín de Pocas	1141	10,00
10	Macste Tres	166409	30,01
11	Yaciste Cuatro	166419	30,01
12	Bebe	35457	20,01
13	Anoma	9463	4,00
14	Gary (6048)	16297	2,55
15	Elbia	192477	30,01
16	Chabuca	44215	12,00
17	Macitste Dos	133093	40,02
18	El Gigante	11195	18,01
19	Macete	41251	24,01
20	Santa Isabel	44221	20,00
21	Joyita	133053	8,00
22	La Monada	9475	18,01
23	Numero Seis	175353	45,02
24	Para mí	11115	6,00
25	Carlos Dymacor	01-02571-05	8,68
26	Clori Dymacor	01-02572-05	2,00
27	Gatita tres Dymacor	01-02574-05	24,01
28	Mariano Dymacor	01-02575-05	102,18
29	San Simon Dymacor	01-02577-05	7,89
30	Oscarito Dymacor	01-03364-06	6,00
31	Mi Perita EAHP	01-03078-04	80,06
32	Numero Siete	03-03163-03	31,68
33	Huasa	P0201283	25,00
	<b>Total</b>		<b>688,22</b>

## **1.10. ANTECEDENTES HISTÓRICOS**

La larga historia de las operaciones de Pasto Bueno se puede dividir en tres períodos diferentes. El primero desde 1910 a principios de 1990 y fue operado por Minera Málaga Santolalla. El segundo operador a finales de 1990 fue Avocet Resources desde 1995 a 1998 aproximadamente. La propiedad en general estuvo inactiva desde 1998 hasta 2005 cuando fue adquirido por Dynacor Exploraciones.

El depósito de Pasto Bueno fue descubierto en el año 1900 y puesto en producción en 1910. Ha estado activo, más o menos continuamente durante más de 100 años produciendo según reportes, seis millones de toneladas de mineral y 42 000 tn de concentrado con el 75% de  $WO_3$ . Esto se traduce en una calificación general recuperado de poco más de 0,50% de  $WO_3$ . Como no se tiene idea de cuáles fueron las recuperaciones históricas en planta, no es posible especular sobre las leyes de cabeza históricas. Los relaves antiguos han sido arrasados por las inundaciones del río Pelagatos.

### **1.10.1. De 1910 a inicio de 1990**

Pasto Bueno fue operado por Minera Málaga Santolalla como una mina exitosa y rentable durante un período considerable. La producción de concentrados alcanzó su punto máximo en 1972

con la producción de 2 000 tn de concentrado de Tungsteno (75%  $WO_3$ ) y 645 tn de concentrado de cobre. Los detalles de la producción histórica se pueden encontrar en un informe de febrero de 2009 (Vector, 2009).

A comienzos de 1985, la operación cayó en tiempos difíciles por varias razones. El gobierno chino entra con el Tungsteno al mercado desde finales de 1980 hasta 1990 reduciendo gravemente los precios de Tungsteno.

Problemas graves como el terrorismo durante los inicios de la década de 1990 también afectaron a las operaciones de la mina. La influencia del terrorismo obstaculizó gravemente la capacidad de la administración de la operación de la mina y el control del personal.

Las condiciones políticas y económicas en el Perú también inhibieron las inversiones. El resultado de estos problemas en la década de 1990 fue que la operación se redujo a una condición de cuidado y mantenimiento. Una operación a muy pequeña escala (10 tn por día), de alto grado en ley, se llevó a cabo para ayudar a pagar los costos y mantener al personal ocupado.

### **1.10.2. De 1995 al 2006**

A partir de 1995, “Avocet Mining” invirtió tiempo y dinero para tratar de reiniciar la operación. Completaron el desarrollo del nivel 12 a lo largo de la veta Consuelo y construyeron la nueva planta Huaura cerca del nivel 12, sin embargo, en 1998, Avocet, no satisfecho con los resultados y con los bajos precios de Tungsteno, decidió devolver la propiedad de la mina a Minera Málaga Santolalla.

La propiedad se encontraba inactiva hasta 2005, cuando Málaga, Inc., adquirió la propiedad, Avocet no reportó ningún tipo de producción.

### **1.10.3. Del 2005 al presente**

En el 2005, Dynacor Exploraciones compró la mayoría de la propiedad (24 concesiones) a Minera Málaga. Dynacor Exploraciones SAC, filial de Málaga Inc., también ya había comprado un adicional de nueve concesiones teniendo un total de concesiones que abarcan cerca de 688 hectáreas, (ver, Figura 1 y Tabla 2).

Dynacor Exploraciones modificó la planta Huaura, construida por Avocet, y comenzó la pre-producción en planta con mineral proveniente de varias vetas. El objetivo inicial de las operaciones de pre-producción fue de 250 tn/día, que se logró a principios de 2007. Para octubre de 2012 problemas en la Hidroeléctrica perjudicaron la producción; desde esa fecha la mina prácticamente estuvo paralizada, la Tabla 3 y el Gráfico 1 muestran la producción de Tungsteno en la mina Pasto Bueno en los últimos 5 años actualizado al 2014.

Tabla 3: Producción de Tungsteno de 2009-2013, mina de Tungsteno Pasto Bueno, Fuente: Dirección General de Minería

<b>Producción de Tungsteno mina Pasto Bueno en TMF</b>						
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Enero</b>	68,97	63,50	58,60	46,45	4,54	0,00
<b>Febrero</b>	49,91	49,11	54,01	38,96	4,03	0,00
<b>Marzo</b>	37,14	59,96	62,32	44,77	4,28	0,00
<b>Abril</b>	45,86	65,80	46,94	42,70	4,21	12,88
<b>Mayo</b>	54,18	66,67	40,67	44,10	4,51	7,37
<b>Junio</b>	49,31	60,73	35,37	39,32	3,95	5,49
<b>Julio</b>	56,46	67,23	41,22	38,82	3,57	12,88
<b>Agosto</b>	56,22	65,82	45,36	33,06	3,21	2,49
<b>Septiembre</b>	59,08	54,19	46,45	23,13	1,61	
<b>Octubre</b>	57,31	48,52	47,90	4,54	1,25	
<b>Noviembre</b>	39,25	54,03	41,27	4,54	0,00	
<b>Diciembre</b>	59,88	60,85	25,72	4,54	0,00	
<b>Total anual</b>	<b>633,57</b>	<b>716,40</b>	<b>545,82</b>	<b>364,94</b>	<b>35,18</b>	<b>41,13</b>



- Benavides- Petersen (1952), E. Bellido B. (1953) con un estudio realizado en la zona norte (Pallasca, Santiago de Chuco) con la comisión de Cooperación Técnica formado por el INIFIM y los Miembros del Geological Survey U.S. Departament of The Interior.
- Gary P. Landis y Robert O. Rye (1974), inclusiones fluidas y estudio de isótopos estables en el depósito minero de Pasto Bueno, indica la participación de aguas meteóricas y probablemente aguas connatas en la composición de los fluidos hidrotermales.
- Norma & Landis (1983), estudio sobre isótopos de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  de minerales y de inclusiones fluidas en el depósito Minero de Pasto Bueno.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. DEFINICIONES BÁSICAS

**Depósito Mineral** <sup>(1)</sup>: Es una ocurrencia mineral (concentración anómala de un mineral o elemento metálico) de tamaño (volumen) y ley suficiente para que en circunstancias favorables, sea considerado con potencial económico.

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

Acumulación mineral que ha sido examinada y ha probado tener suficiente tamaño, ley y accesibilidad, como para ser puesto en producción y ser rentable (producir ganancia económica). La rentabilidad de un depósito depende de sus características intrínsecas (como tonelaje y ley), pero a veces depende de condiciones ajenas al cuerpo mineral, como las tasas de impuesto, precio de metales, etc.

**Epigenética**<sup>1</sup>: Mineralización que ha sido introducida con posterioridad a la formación de la roca caja. Ej. Una veta.

---

<sup>(1)</sup> *Diccionario de Geología. Dávila Burga J. (2005).*

**Época Metalogenética:** Es una unidad de tiempo geológico favorable para el depósito de menas o caracterizada por una agrupación particular de depósitos minerales. En una misma área pueden estar representadas varias épocas metalogenéticas. Maksaev J.Victor (2001).

**Franja Metalogenética (id. Faja, cinturón):** Término utilizado en Chile por varios autores (incluyendo este trabajo) debido a un factor de escala. Las franjas metalogenéticas existentes en Chile se ajustan a la definición de provincia metalogenética, pero en trabajos previos se ha considerado a Los Andes como una provincia metalogenética dominada por yacimientos cupríferos. Esto ha llevado a definir en detalle ya sea sub-provincias o franjas metalogenéticas. Maksaev J.Victor (2001).

**Hipógena o Primaria:** Mineralización endógena, es decir, producida por procesos internos de la tierra. Maksaev J.Victor (2001).

**Ganga:** Sustancias minerales presentes en la mena que, al carecer de valor o utilidad, son eliminadas de acuerdo a especificaciones de mercado, con los medios técnicos disponibles. (cuarzo, calcita, baritina). Maksaev J.Victor (2001).

**Ley:** La concentración de cada metal de mena en una muestra de roca, usualmente expresado en porcentaje en peso, Ej. 1,2% de cobre (Cu). Si las concentraciones son muy bajas, como las de oro (Au), plata (Ag),

platino (Pt) y otros, la concentración puede expresarse como gramos por tonelada (g/t). La ley promedio de un depósito se calcula sobre la base del promedio ponderado de ensayos de un gran número de muestras recolectadas en el depósito (superficie, canales, sondajes, etc.) y a menudo usando procedimientos estadísticos sofisticados (geoestadística) y su estimación será más exacta y confiable a mayor densidad de muestreo. Maksaev J.Victor (2001).

**Ley Media:** Es la concentración que presenta el elemento químico de interés minero en el depósito. Se expresa como tantos por ciento, o como gramos por tonelada (g/t) u onzas por tonelada (oz/t). Maksaev J.Victor (2001).

**Ley de Corte (Cut-off grade):** Es la ley más baja, definida arbitrariamente (en términos económicos), con la cual puede explotarse un depósito mineral y generalmente define el límite del mismo. Por ejemplo, si la ley promedio de un pórfido cuprífero es de 1,2 % de cobre (Cu), la ley de corte puede ser 0,4 % de cobre (Cu), de modo que para los efectos mineros toda roca bajo 0,4 % será considerada estéril e irá a botadero. Maksaev J.Victor (2001).

**Magmatismo:** Incluye los procesos implicados en la génesis y evolución de los magmas, es decir, de masas de roca fundida que se originan en

regiones profundas del planeta y ascienden, pudiendo llegar hasta la superficie, hay una serie de apartados que permiten una subdivisión más completa de las rocas y depósitos originados en relación con este proceso. Maksaev J.Victor (2001).

**Mapa Metalogenético:** Mapa a escala regional que muestra la distribución de los depósitos minerales (metálicos o no-metálicos) sobre una base geológica adecuada para destacar características relevantes de la mineralización y con una simbología apropiada para indicar la forma, tipo de mineralización y magnitud de cada depósito (el tamaño de los depósitos se muestra independiente del nivel de explotación; no es un mapa de recursos mineros). El propósito de los mapas metalogenéticos es proveer una base o punto de partida sólido para exploraciones mineras regionales. Maksaev J.Victor (2001).

**Metalogénesis:** Término derivado del griego “metaleion” que significa “mina”, el cual se refiere al estudio de la génesis de depósitos minerales (metálicos o no-metálicos), con énfasis en sus relaciones espaciales y temporales (espacio-tiempo) con los rasgos geológicos regionales (tectónicos, petrográficos, etc). Es decir, el estudio de la relación de los depósitos minerales con su entorno geológico regional. Maksaev J.Victor (2001).

**Metalotecto:** Término que se refiere a una determinada característica geológica que se cree que ha jugado un rol en la concentración de uno o más elementos (o sustancias minerales) y ha contribuido a la formación de depósitos minerales; puede ser estructural, estratigráfico, litológico, geomorfológico, etc. y puede combinar espacio y tiempo. Ej. Orógeno Andino, una caldera volcánica, rocas volcánicas jurásicas, una falla regional, etc. Maksaev J.Victor (2001).

**Orógeno Andino:** una caldera volcánica, rocas volcánicas jurásicas, una falla regional, etc.

**Mena:** Las masas de agregados minerales o rocas de las que se puede extraer uno o varios metales con beneficio económico. En general, es un término que se refiere a minerales metálicos y que designa al mineral del que se extrae el elemento de interés. Para poder aprovechar mejor la mena, suele ser necesario su tratamiento, que en general comprende dos etapas: el tratamiento a pie de mina para aumentar la concentración del mineral en cuestión (procesos hidrometalúrgicos, flotación, etc.), y el tratamiento metalúrgico final, que permita extraer el elemento químico en cuestión (tostación, electrolisis, etc.). Maksaev J.Victor (2001).

**Mineralización:** Término general el cual se refiere usualmente a minerales de mena, pero que a menudo se utiliza para referirse a otros

minerales metálicos como pirita. El término se usa en dos sentidos (1) referido al proceso por el que se producen concentraciones de minerales de mena y (2) referido a los cuerpos de mena mismos. Para evitar confusiones, se recomienda su uso exclusivamente para designar el proceso de formación de menas. Maksaev J.Victor (2001).

**Ocurrencia mineral:** Es una concentración anómala de un mineral que se considera valiosa por alguien en alguna parte o que es de interés científico o técnico. Maksaev J.Victor (2001).

**Petrografía:** La petrografía se dedica a la descripción y clasificación sistemática de rocas. Se realiza con secciones delgadas de rocas que son estudiadas bajo luz transmitida con un microscopio de polarización. La petrografía, por lo general, extrae la información geológica de una muestra en forma de su composición mineralógica, su paragénesis, su tipo de alteración y de facies, que representan datos que pueden ser usados tanto para mapeos geológicos como en la exploración. La microscopía con luz transmitida también sirve para obtener información microscópica sobre materiales transparentes como la cerámica, los materiales refractarios etc. Maksaev J.Victor (2001).

**Provincia Metalogenética:** es un área caracterizada por una agrupación de depósitos minerales o por uno o más tipos característicos

de depósitos. Una provincia metalogenética puede contener más de un episodio de mineralización. Maksaev J.Victor (2001).

**Reservas:** La porción o volumen de un recurso mineral en el que se han efectuado estudios técnicos y económicos (muestreo sistemático, sondajes, evaluación económica) para demostrar que este mineral puede justificar extracción minera rentable en el momento de la determinación y bajo condiciones económicas específicas. La planificación de operaciones mineras requieren que las reservas de mineral estén definidas garantizando que su extracción sea con beneficio económico. El volumen y ley de las reservas minerales permiten establecer la vida del depósito y determinar el respectivo flujo de caja. Maksaev J.Victor (2001).

**Roca Huésped:** La roca dentro de la cual se presenta el depósito mineral. Maksaev J.Victor (2001).

**Roca de Caja:** La roca que rodea al depósito, por ejemplo las rocas a ambos lados de una veta. Maksaev J.Victor (2001).

**Singenética:** Mineralización que se deposita simultáneamente con sus rocas huéspedes. Ej. Depósitos de placeres, cuerpos de sulfuros masivos de origen exhalativo, calizas, etc. Maksaev J.Victor (2001).

**Subproductos (by-products):** Suelen ser minerales de interés económico, pero que no son el objeto principal de la explotación, si bien aumentan el valor económico de la producción: por ejemplo, el cadmio (Cd) o el mercurio (Hg) contenido en depósitos de sulfuros, o el manganeso contenido en los pórfidos cupríferos. Maksaev J.Victor (2001).

**Supérgena o Secundaria:** Mineralización o efectos exógenos sobre cuerpos mineralizados, como meteorización, oxidación, descomposición de minerales y formación de nuevos minerales estables en el ambiente supérgeno. Maksaev J.Victor (2001).

## **2.2. EL TUNGSTENO EN LA CORTEZA TERRESTRE**

El Tungsteno, W (Wolframio  $Z=74$ ) tiene 5 isótopos  $^{181}$  (0,12 %),  $^{182}$  (25,80 %)  $^{183}$  (14,26%),  $^{184}$  (30,74%),  $^{186}$  (29,22%). No existe separación isotópica apreciable dentro de los procesos naturales a causa de la débil diferencia relativa de masa atómica entre los isótopos.

El tenor de Tungsteno dentro de la corteza terrestre ha sido estudiado por Turekian y Wedepohl (1961), quienes informan cifras de acuerdo al tipo de roca, (ver Gráfico 2 y 3).

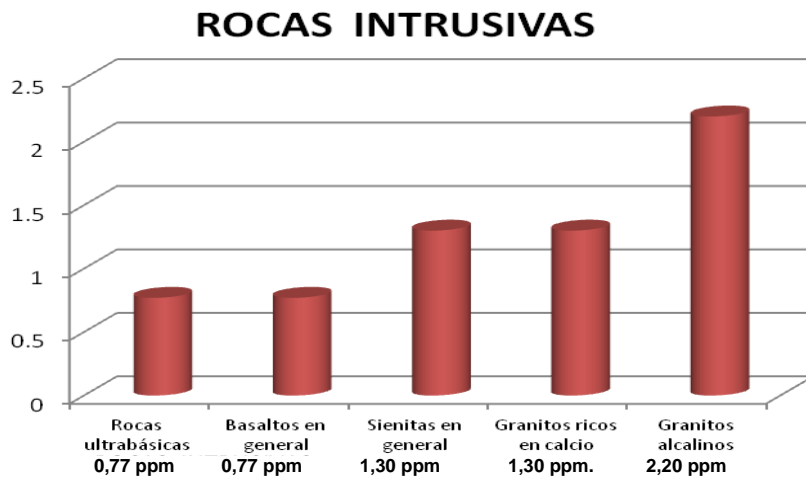


Gráfico 2: Tenor de Tungsteno en la corteza Turekian y Wedepohl (1961) intrusiva

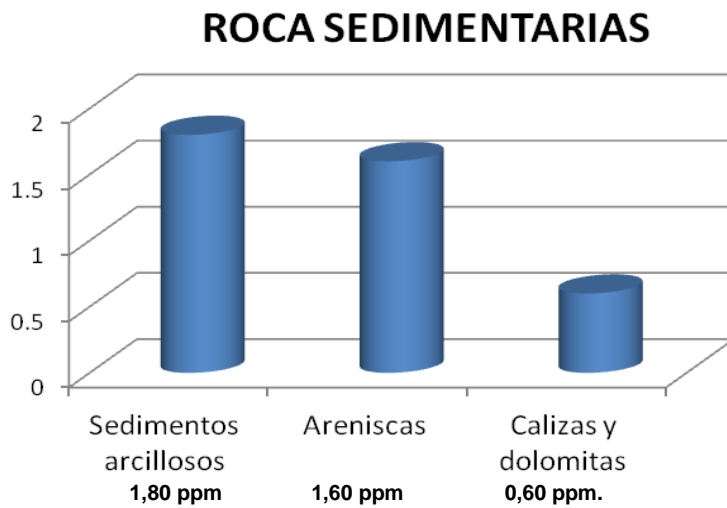


Gráfico 3: Tenor de Tungsteno en la corteza sedimentaria Turekian y Wedepohl (1961)

### 2.3. PRINCIPALES MINERALES DEL TUNGSTENO

El Tungsteno es un elemento litófilo, todos sus minerales son formados a partir del óxido de  $WO_3$  excepto la Tungstenita ( $WS_2$ ).

La Scheelita y los minerales de la serie de la Wolframita (ferberita, hubnerita) son económicamente importantes.

A menudo estos últimos se reparten de manera preferencial en los diferentes tipos de yacimientos.

Grupo Scheelita **CaWO<sub>4</sub>**

Grupo de la Wolframita **(Mn, Fe)WO<sub>4</sub>**

- Ferberita, Fe WO<sub>4</sub>            0 -20 % átomos de Mn
- Hubnerita, Mn WO<sub>4</sub>            40- 20 % átomos de Fe

De otra parte existen minerales de Tungsteno dentro de la alteración superficial. El tipo de alteración supérgena está determinado por el cuadro climático.

Bajo la influencia del clima semiárido se forma los tungstos de fierro la ferrotungstita; de aluminio la antónita y de cobre la cuprotungstita.

Bajo el clima cálido -húmedo y en presencia de sulfuros, se forma la tungstita y la hidrotungstita.

## **2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS YACIMIENTOS DEL TUNGSTENO**

La característica fundamental de los yacimientos de Tungsteno está representada por la asociación casi constante con las rocas ígneas especialmente de composición ácida como las rocas plutónicas (granito, granodiorita y monzonita) y menos frecuentes con rocas volcánicas (riolita, andesita etc.).

La mayor parte de las clasificaciones existentes sobre los yacimientos de Tungsteno, están siempre en relación con la presencia de Estaño. Se tiene una clasificación propia del Tungsteno propuesta por V.K. Denisenko (1975), la cual toma en cuenta la morfología del depósito (relación espacial entre unidades que lo conforman) y la paragénesis.

En la clasificación general se distingue cuatro tipos, realizado por L. Burol et al 1978:

### **2.4.1. Yacimientos del grupo plutónico**

- Pegmatitas
- De contacto (skarn, exclusivamente de Scheelita)
- Diseminación en cúpulas graníticas (greisen)
- Filonianos y en stockwork

#### **2.4.2. Yacimientos del grupo Vulcano-Plutónico (sobre todo filonianos)**

- Yacimientos V-P polimetálicos de W, Sn y sulfuros abundantes.
- Yacimiento de W–Sn diseminados emplazados en riolitas.
- Yacimientos Vulcano plutónicos sin Estaño.
- Yacimientos filonianos de cuarzo, hubnerita, sulfuro y sulfosales (tipo Peruano).
- Yacimientos de cuarzo, ferberita (scheelita) y estibina (tipo Boliviano).
- Yacimientos filonianos de cuarzo ferberita sin estibina (Tipo Boulder EE.UU.).

#### **2.4.3. Yacimientos ligados a los estratos (“sedimentos metamórficos de Demisenko”)**

Corresponde mayormente a las llamadas “capas de Tungsteno” por lo cual no se tiene evidencias de una derivación a partir de la intrusiones ácidas.

#### **2.4.4. Yacimiento del tipo placer, derivados sobre todo de tipo filonianos**

Lomonosov fue uno de los primeros científicos que reconoció que los placeres resultan de la fracturación, meteorización y transporte de yacimientos primarios, y que se concentran a lo largo de los sistemas aluviales. En el caso de la mineralización de Tungsteno debido a su gran estabilidad química, elevado peso específico y dureza, forman yacimientos detríticos o de placer.

### **2.5. COMPORTAMIENTO DEL TUNGSTENO DENTRO DE LOS PROCESOS MAGMÁTICOS E HIDROTERMALES**

El comportamiento del Tungsteno dentro de los procesos magmáticos no es muy bien conocido, porque este elemento prácticamente no subsiste dentro de las rocas intrusivas a las cuales son asociadas en ciertos distritos mineralizados (Ivanova 1963, Barsumown1964). Pero existen algunos casos particulares donde las evidencias son lógicas tal es el caso de los yacimientos de Barruecos – España, el yacimiento masivo central francés de L. Bournol , y el yacimiento de la India de Decate.

El rol de los halógenos F- o Cl- a menudo han sido presentados en razón a la asociación frecuente wolframita - casiterita y la constante presencia

de fluoruros dentro de los minerales de ganga (topacio y fluorita). El rol de los halógenos parece estar bien establecido con respecto al Estaño (Burnol 1974), en lo que respecta al Tungsteno actualmente sigue siendo discutido.

Los compuestos volátiles de Tungsteno ( $WF_6$  y  $WOCl_4$ ) sometidos a los cálculos termodinámicos y a las experiencias sobre reacciones tipo  $WF_6 + 3H_2O$ ,  $W_3O + 6 HF$ , nos muestra que se necesitaría reacciones muy elevadas en ácidos halógenos, por lo tanto, estos compuestos tendrían más importancia en el transporte del Tungsteno.

Por otra parte, la solubilidad de ciertos compuestos del Tungsteno podría ser suficientemente grandes como para explicar su transporte dentro de las condiciones de formación de los yacimientos.

Dentro del agua pura, la solubilidad del  $WO_3$ ,  $Ca WO_4$  y  $(Fe, Mn) WO_4$  es muy débil y parece que fuera igual su comportamiento a temperatura de los fluidos hidrotermales.

Pero como se conocen otros constituyentes de los fluidos tardíos o post-magmáticos que pueden incrementar el grado de solubilidad ya sea en función de la  $T^o$ , Ph, tenor de la sílice y de otros cationes presentes dentro de la solución. Los compuestos solubles son  $H_2 WO_4$ ,  $Na_2 WO_4$ , ácido sílico tungstínicos, en particular  $H_8 Si (W_2O_7)_6$  y quizá los

oxicloruros complejos (cuando la concentración de  $F^-$  es particularmente elevada). Se ve un eventual rol que no es del todo excluido. Este último fue fortificado por los trabajos de D.O. Ontoev (1976) en los yacimientos de Transbaikalie.

Por otra parte, las experiencias de Gundlanch y Thorman (1960) sobre el ácido sílico tungsténico  $H_8 Si (W_2O_7)_6$  ha mostrado que la neutralización de soluciones ácidas de este compuesto dieron a una temperatura ambiente un precipitado de  $FeWO_4$  a Ph 5,9 de  $MnWO_4$  a un Ph 6,7 y de  $CaWO_4$  a Ph 7,3 la existencia de este compuesto ha sido experimentalmente probado hasta 300 °C.

A temperaturas más elevadas, Brizagalin (1958) ha mostrado que la scheelita puede precipitar por reacción entre una solución conteniendo  $Na_2 WO_4$  y una plagioclasa cálcica. Este hecho importante para una cristalización en presencia de gneis como también en las rocas graníticas cálcicas.

## **2.6. GREISEN**

La greisenización fue estudiada y definida por numerosos autores, entre los que se pueden mencionar a Shcherba (1970), Burt (1981), Smirnov (1982) y Pirajno (1992). Es una roca granítica o pegmatítica altamente

alterada. Greisen está formado por alteración autogénica de un granito y es una clase de endoskarn (Evans, A.M., 1993).

Los Greisen aparecen como rocas altamente alteradas, parcialmente gruesas, granito cristalino, parcialmente vuggy con cavidades miarolíticas, minerales de haluros diseminados como la fluorita y ocasionalmente óxidos metálicos y sulfuros económicos, boratos (turmalina) y fases accesorias como esfena, berilio, topacio, etc.

### **2.6.1. Petrogénesis**

Los Greisen son formados por alteración endoskarn del granito durante las etapas de descenso de temperatura del emplazamiento. Los fluidos greisen están formados por granitos como las últimas fases altamente ricas en gases y agua de la cristalización completa de fundidos de granito. Este fluido es impuesto dentro de los espacios intersticiales del granito y charcos en márgenes superiores, donde la ebullición y la alteración ocurren.

### **2.6.2. Facies de alteración**

- Greisen incipiente (granito): muscovita ± clorita, turmalina y fluorita.

- Granito greisenizado: cuarzo-muscovita-topacio-fluorita, ± turmalina (textura original de granitos conservados).
- Greisen masivo: cuarzo-muscovita-topacio ± fluorita ± turmalina (típicamente las texturas no están preservadas). La turmalina puede ser ubicua como disseminaciones, concentrados o manchas difusas, o rellenos posteriores de fracturas. Greisen puede formar en algún ambiente de la roca caja, típicos ensamblajes desarrollados en aluminosilicatos.

### **2.6.3. AMBIENTES GREISEN**

Los greisenes parecen estar restringidos a intrusiones que tienen alto emplazamiento en la corteza, generalmente a profundidades entre 0,5 y 5 km, con aureolas superiores que están bien selladas para prevenir el escape de fluidos. Esto es generalmente requerido, como la ebullición para producir greisenización no puede ocurrir a profundidad de casi 5 km.

Ellos están además, generalmente, asociados solo con rocas ígneas potásicas; granitos tipo S, no granodioritas tipo I o dioritas. Los Greisens son prospectivos para la mineralización porque los últimos fluidos de la cristalización del granito tienden a concentrar elementos incompatibles tales como estaño, tungsteno, molibdeno

y flúor, así como metales tales como oro, plata y ocasionalmente cobre.

Tectónicamente, los granitos greisen están generalmente asociados con la generación de lechos tipo S de granitos en franjas plegadas gruesas de arco y back-arco donde rocas sedimentarias subductadas y rocas félsicas son fundidas.

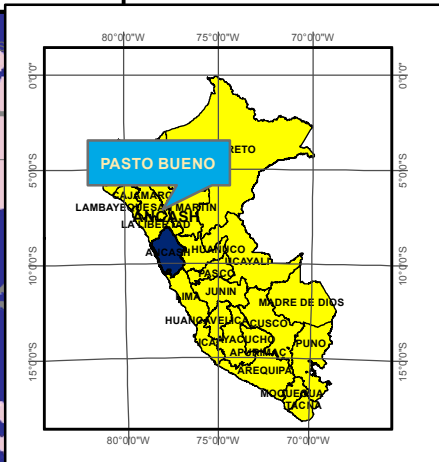
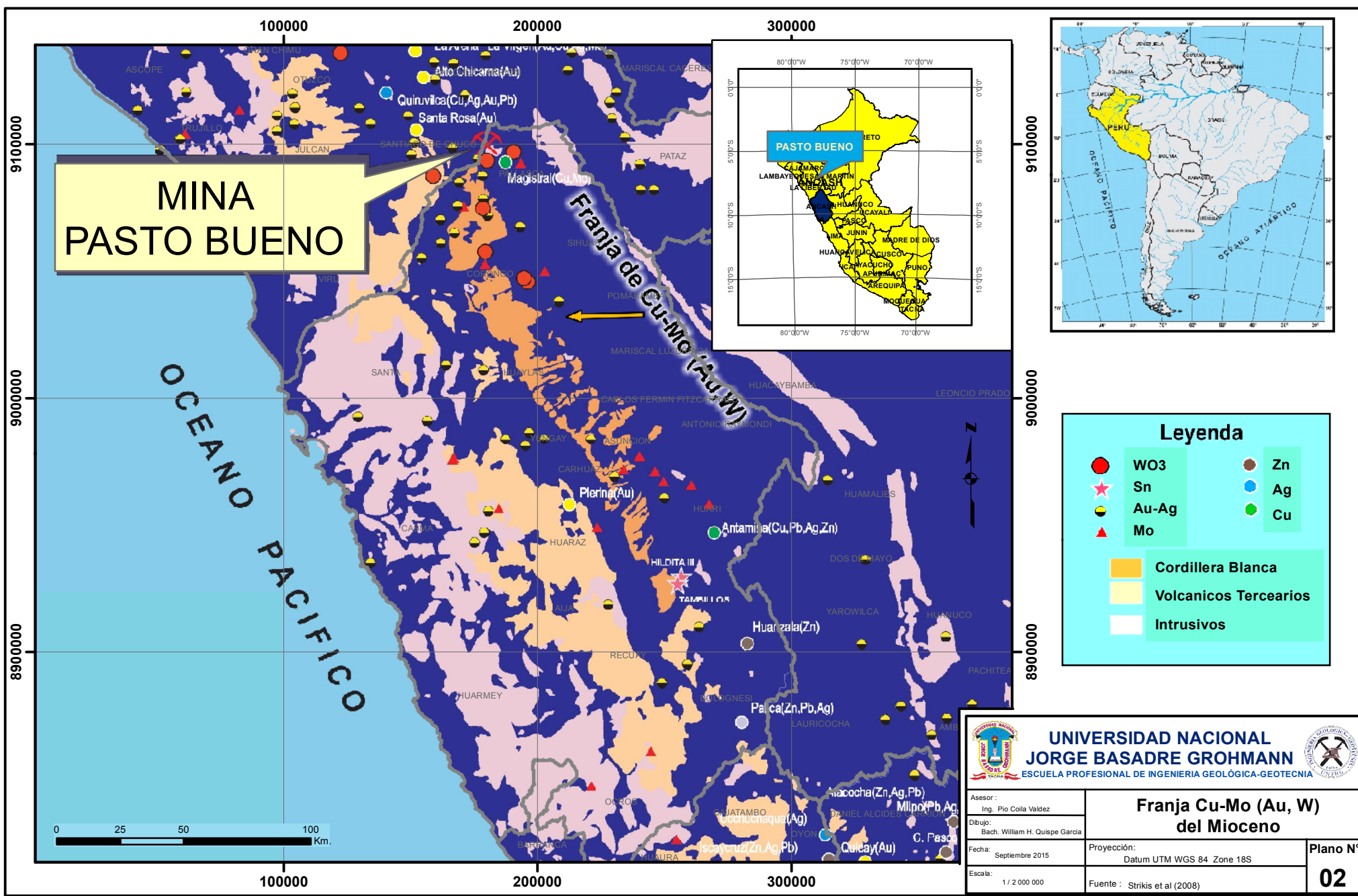
## **CAPÍTULO III: ASPECTO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **3.1. GEOLOGÍA REGIONAL**

El depósito de Pasto Bueno se encuentra dentro de la franja de pórfidos de Cu-Mo (Au, W) del Mioceno, cuya mineralización está asociada con el emplazamiento de intrusivos subvolcánicos del batolito de la Cordillera Blanca (Giletti y Day, 1968) del Mioceno. Ver Plano 2, Franja de Cu Mo (Au-W).

Asociados con el batolito de la Cordillera Blanca ocurren aún otros depósitos importantes de skarn polimetálicos (Magistral, Antamina, Contonga), las vetas de Estaño (Tambillos), las vetas Tungsteno (Nuevo Mundo y Tamboras), vetas polimetálicas con Ag y algo de wolframio (Pusajirca), pórfido de Cu (Águila, Melchor) y pórfido Mo-W (Compaccha, California, y Jacabamba).

Los depósitos metálicos muestran una distribución paralela a los márgenes de la Cordillera de los Andes. Estas franjas son conocidas como Provincias Metalogenéticas. Las edades de la mineralización en esta franja están entre 16 Ma y 9 Ma aproximadamente (Giletti y Day, 1968).



<p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN</b> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA</p>		<p><b>Franja Cu-Mo (Au, W) del Mioceno</b></p>	<p>Plano N° <b>02</b></p>
<p>Asesor: Ing. Pio Coila Valdez</p> <p>Dibujo: Bach. William H. Quispe Garcia</p> <p>Fecha: Septiembre 2015</p> <p>Escala: 1 / 2 000 000</p>	<p>Proyección: Datum UTM WGS 84 Zone 18S</p> <p>Fuente : Strikis et al (2008)</p>		

Edades cada vez más reciente, hacia el sur, fueron obtenidos por Gilles & Day (1968) para los cuerpos intrusivos de composición cuarzo monzonítico de Yauricocha y Exito, muestran edades K-Ar de  $7,7 \pm 0,4$  Ma y  $6,5 \pm 0,4$  Ma, respectivamente.

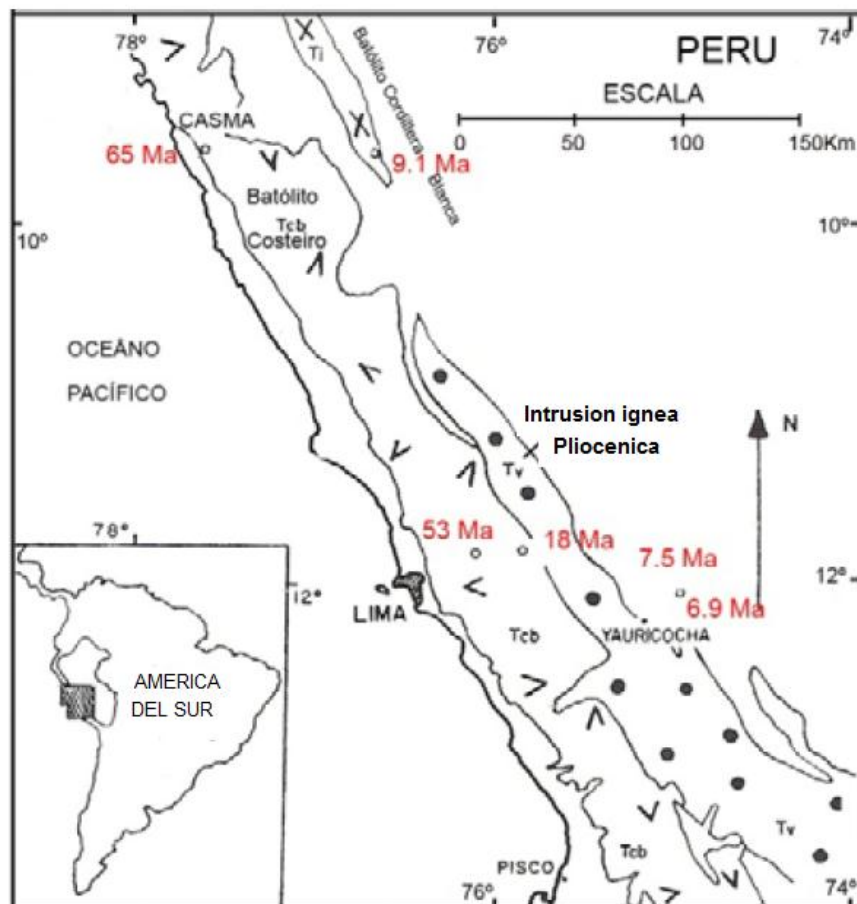


Figura 2: Mapa geológico simplificado del sur oeste de Perú. Muestra la distribución de edades de los intrusivos obtenidas por Gilletti & Day (1968) Tcb Batolito Costero, Ti intrusión Terciaria; Tv Volcánicos del Terciario.

La parte occidental, representada por el batolito de la costa, tienen edades K-Ar más antiguas, con 65 Ma al igual que en la parte oriental

formado por el batolito de la Cordillera Blanca, contrastando con el Stock Cuarzo Monzonítico de Yauricocha, con edades más jóvenes, que oscilan entre 53 y 18 Ma (ver Figura 2).

La determinación de la edad por rasgo de fisión en esfenoides (C. Naeser, 1972 apud Landis & Centeno, 1974) datan en el stock Consuzo,  $9,5 \pm 0,2$  Ma. Esta edad es coherente con la edad K-Ar en biotita por Gillet y Day (1968) para una unidad granodiorítica en la parte sur del batolito de la Cordillera Blanca de aproximadamente  $1^{\circ} 38'$  al sur de Pasto Bueno.

Este Plutón ha aprovechado probablemente para emplazarse la existencia de dos fallas longitudinales paralelas de rumbo E-W que representan una zona de debilidad. Hay claros indicios que estas fallas se han reactivado después de la intrusión.

La formación Chicama, más antigua, constituida por pizarras negras carbonosas, afloran al sur del nevado Pelagatos, en un lugar denominado Pampas, en donde alcanza su mayor distribución de la formación Chimú de edad Valanginiana, reconocida en el área de Magistral, Pelagatos y más al norte en el abra de Tres Ríos, encima de estas cuarcitas se sitúan las calizas de color gris con intercalaciones de pizarras de las formaciones Santa y Carhuaz, cuyas edades fluctúan

entre el Aptiano y el Bajociano , estas afloran al SE de Pasto Bueno en Magistral, Pelagatos y también al NE de Huayllapón. Se ha reconocido paquetes de cuarcitas blancas de grano fino intercalado con lutitas de la formación Farrat al SE de la zona. Toda ésta secuencia sedimentaria se halla intruída por el stock granítico de edad Terciaria inferior que ha determinado pliegues orientados de NO a SE, según el rumbo general de la Cordillera Blanca.

La magnitud de la intrusión se manifiesta por la gran amplitud y número de afloramientos que no solo se encuentran en la vecindad de Pasto Bueno, sino que también aparecen al S y SE a más de 30 km, en el camino entre Cabana y Conchucos.

Las rocas volcánicas ocurren como diques y sills en su mayoría andesitas, aflorando en Mundo Nuevo y al NE de Huayllapón.

### **3.1.1. GEOMORFOLOGÍA**

El paisaje regional presenta una variedad de geoformas que albergan quebradas profundamente encajonadas (depresiones interandinas) como resultado de la erosión fluvio-glaciaria y lagunas. Se encuentra cortado por numerosos valles transversales que alojan a grandes torrentes, que drenan sus

aguas a los principales ríos de la región (Río Tablachaca, Río Santa).

En la región existen unidades geomorfológicas muy variables, producidas por agentes geotectónicos, deposicionales y erosivos, ocurridos a lo largo de la historia geológica del Norte del Perú. El origen de estas unidades geomorfológicas están muy ligadas al proceso de levantamiento andino, que es el resultado del levantamiento de la placa Sudamericana por la subducción de la placa de Nazca que se introduce bajo esta, asociado al vulcanismo y a los eventos de glaciación y desglaciación (ver Figura 3).

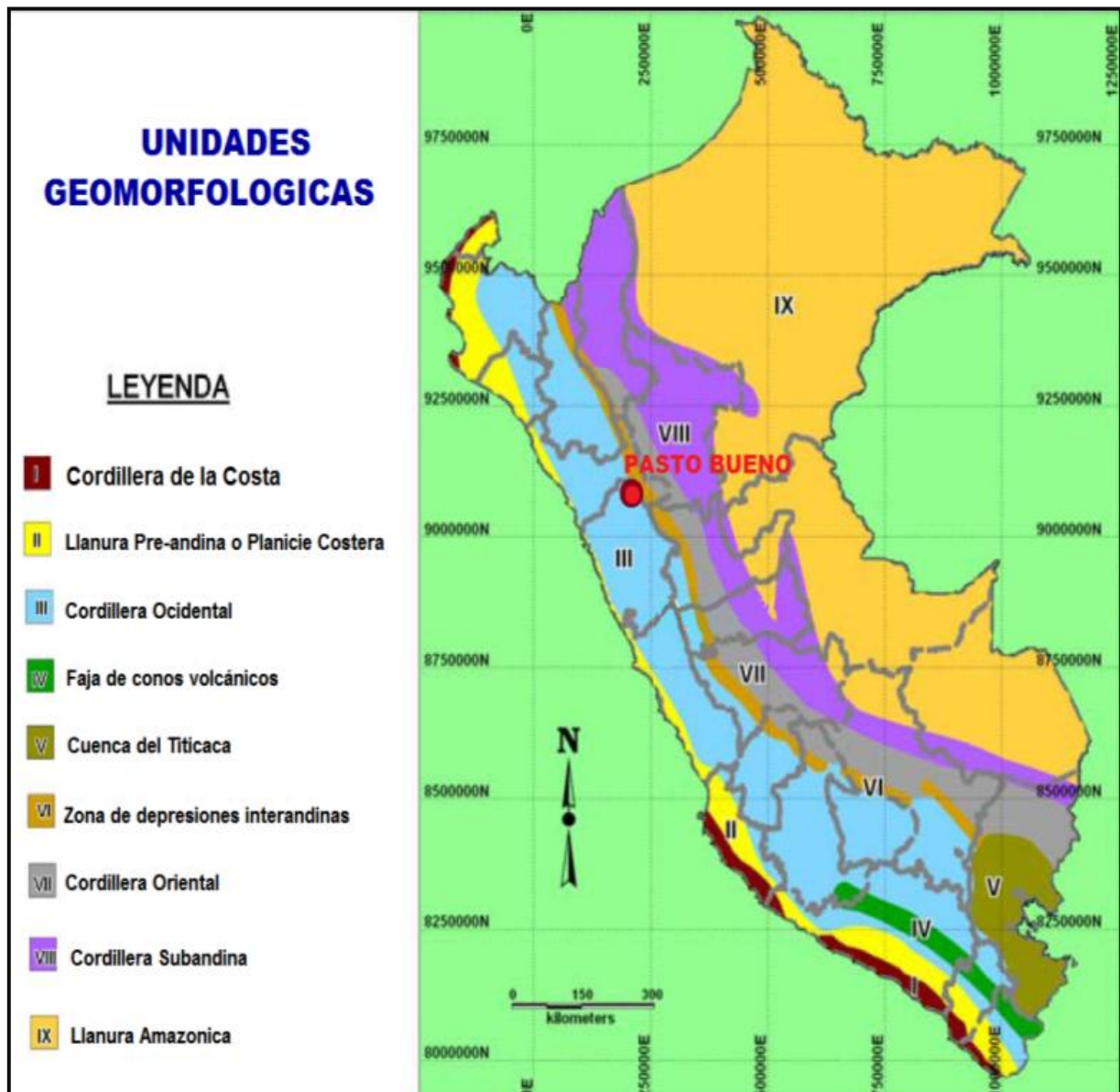


Figura 3: Mapa de unidades geomorfológicas del Perú  
Fuente: INGEMMET

Pasto Bueno se encuentra en el declive occidental de los Andes y la región Suni donde se aprecia los desfiladeros y pendientes más pronunciadas, (ver Foto 1).



Foto 1: Geomorfología zona Huaura - quebrada La Plata

Hacia el lado sur, zona de Conzuso se observa el Río Pelagatos (ver Foto 2) que muestra la falla Pelagatos de rumbo E–W, en el bloque sur.



Foto 2: Geomorfología de cañones profundos zona Consuzo.

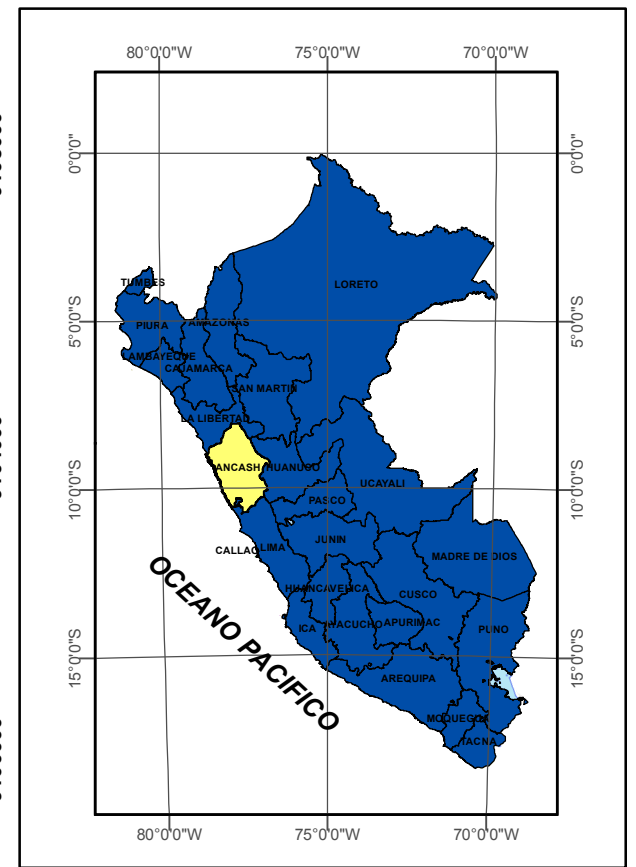
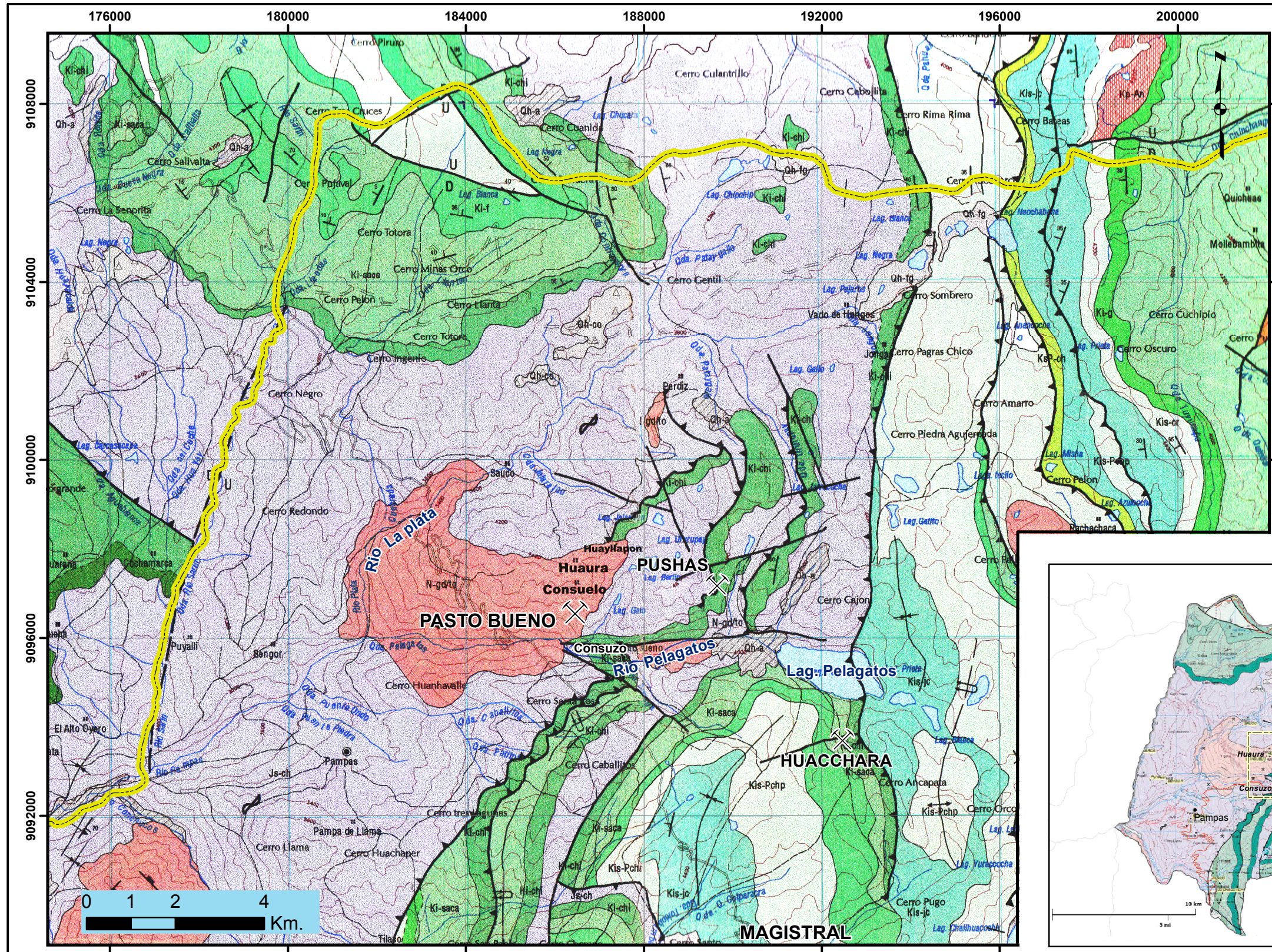
### 3.1.2. ESTRATIGRAFÍA

Estratigráficamente el área de estudio corresponde a secuencias sedimentarias del Jurásico y Cretácico, las rocas metamórficas están intruidas por el stock monzonítico del Terciario, la secuencia estratigráfica se muestra en la Tabla 4, Ver Plano 2, (Geología Regional).

<b>SERIE</b>	<b>EDAD</b>	<b>FORMACIÓN</b>	<b>ROCA</b>
<b>Mioceno</b>	Tortonense a Messiniense	Stock granítico	Monzonita cuarcifera
<b>Cretáceo inferior</b>	Valanginiano medio a superior	Santa	Caliza
<b>Cretáceo inferior</b>	Valanginiano inferior a medio	Chimú	Cuarcita
<b>Jurásico superior</b>	Titoniano	Chicama	Pizarra

Tabla 4: Edad geológica de las formaciones en Pasto Bueno

La secuencia estratigráfica que corresponde a la geología de la mina Pasto Bueno ha sido efectuada por el INGEMMET y publicada en el cuadrángulo de Pallasca ( 17-h ); el plano local corresponde al área de geología- exploraciones de la Unidad Minera Pasto Bueno.



**LEYENDA**

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS	
MESOZOICA	CRETACEO	Superior	Fm. Jumasha, Celendin Fm. Pariahuanca, Chulec, Pariatambo
		Inferior	Fm. Farrat Fm. Santa Carhuaz Fm. Chimu Fm. Oyon
	JURASICO	Superior	Fm. Chicama
	TRIASICO		

SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
CUATERNARIO	HOLOCENA	Depositos Fluviales
		Depositos Aluviales
NEOGENO	PALEOGENO	Depositos Coluviales
		Discont. angular
		Granodiorita Tonalita
		Andesita
		Discont. angular

- SIMBOLOGIA**
- Rumbo y buzamiento de estratos
  - Rumbo y buzamiento de estratos invertidos
  - Rumbo e inclinacion de esquistocidad
  - Rumbo fotointerpretado de estratos con buzamiento suave
  - Contacto geologico
  - Contacto geologico inferido
  - Eje de sinclinal acostado
  - Eje de anticlinal

- Eje de sinclinal
- Falla Normal
- Falla interida
- Lineamiento
- Sobreescurreimiento
- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Camino carrozable

Fuente : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, mapa geológico del cuadrángulo de Pallasca (17-h)

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

Asesor : Ing. Pio Coila Valdez

Dibujo: Bach. William H. Quispe Garcia

Fecha: Septiembre 2015

Escala: 1 / 100 000

**GEOLOGIA REGIONAL ESTRATIGRAFIA**

Proyección: Datum UTM WGS 84 Zone 18S

Fuente: INGENET mapa geológico del cuadrángulo de Pallasca (17-h)

Plano N° **03**

### **FORMACIÓN CHICAMA Js-chi (Jurásico Superior)**

La formación consiste en secuencias considerables de lutitas y areniscas finas que afloran regionalmente en la zona de estudio, está conformada de pizarras negras y ocasionalmente marrones, con presencia de pirita, por intemperismo intenso las rocas son rojizas. En la sección Consuzo la formación contiene margas negras. La secuencia tiene rumbos variables que van desde los 42° ,63° y 70° NE / SW y buzamientos entre 49° y 65° SE

**Edad y correlación:** Edad es del Jurásico Superior (Titoniano) contiene especies de amonites y perisphimetes, que indican esta edad. Se le correlaciona con el grupo Yura del sur del Perú.

**Ambiente de sedimentación:** la fauna pelágica bien desarrollada y la ausencia de especies bentónicas, sugieren el depósito en cuencas reductoras, apoyada por la abundancia de pirita.

### **FORMACIÓN CHIMU Ki-chi (Cretáceo Inferior)**

Consiste en dos miembros: El inferior, que consiste de arenisca y cuarcitas con intercalaciones de arcillitas con presencia de mantos de carbón; el miembro superior que está compuesto de capas macizas de cuarcitas blancas-grisáceas con escasas capas

de arcillita. En la zona del proyecto se aprecian las cuarcitas blancas y gris-marrón, bien clasificadas, de grano medio del miembro superior que sobreyacen en discordancia a la formación Chicama. La secuencia tiene rumbos variables que van desde los 20° a 45° NE / SW y buzamientos entre 30° y 35° SE y NW

**Edad y correlación:** en esta zona sobreyace a la formación Chicama e infrayace a la formación Santa (Valanginiano Superior), y por lo tanto, representa su edad al Valanginiano inferior a medio, correlacionable con la Formación Salto del Fraile y la Herradura (Lima), Huancane y Muni del sur del país.

### **FORMACIÓN SANTA Ki-sa (Cretáceo Inferior)**

Consiste de calizas y arcillitas calcáreas; en la carta geológica esta formación ha sido cartografiado junto a la Formación Carhuaz, como Santa-Carhuaz dado a su grosor restringido y en muchos casos, con litología rumbos y buzamientos similares.

**Edad y correlación:** La Formación Santa contiene especímenes de Buchottrigonas, Paraglacunia, Strumbimorfis, Schloteim, no siendo diagnósticos de edad precisa, no obstante se le atribuye una edad Valanginiana en base a los fósiles diagnósticos de la formación Carhuaz.

### **FORMACIÓN CARHUAZ Ki-c (Cretáceo Inferior)**

Areniscas y cuarcitas finas, marrones, con abundantes intercalaciones de lutitas y pizarras negras, así como de caliza y yeso que son comunes cerca de la base de la formación. La secuencia tiene rumbos y buzamientos similares a la Fm. Santa

**Edad y correlación:** V. Benavides (1956), encontró Valanginites Brogii, fósil característico del Valanginiano Superior, en la parte inferior de la formación Carhuaz.

### **FORMACIÓN FARRAT Ki-f (Cretáceo Inferior)**

Está predominantemente conformada por cuarcita blanca de grano fino interestratificado con lutitas rojas. Esta formación continúa hasta la parte central del país, con espesores de 30-50 m (Wilson, 1963). La secuencia mantiene el mismo rumbo y buzamiento de las Formaciones Chimú, Santa y Carhuáz, que se encuentran en discordancia erosional y plegadas

**Edad y correlación:** La formación Farrat, infrayace a secuencias fosilíferas del Albiano inferior, por lo tanto, se le asigna su edad al Aptiano.

**Ambiente de sedimentación:** El grupo Gollarisquizga al cual pertenece la formación Farrat se ha depositado mayormente en un ambiente continental- transicional, compuesto por sedimentos fluviales y deltaicos con escasas intercalaciones marinas (facies de la cuenca: Santa-Carhuaz). Las Buchotrinias indican ambientes someros; la Paraglauconia indica un cambio de condiciones de cuenca salobre.

Los bancos de yeso y caliza de la formación Farrat indican incursiones marinas, el resto del grupo, representa depósitos fluviales y deltaicos.

### **DEPÓSITOS CUATERNARIOS (Q-al)**

Sobreyaciendo a todas las unidades descritas, se encuentran depósitos cuaternarios, siendo las más importantes los fluvio-glaciares, alcanzan su desarrollo máximo en los alrededores de la Codillera Blanca, incluso a los grupos de morrenas, y extensos mantos de arenas y gravas.

#### **3.1.3. ROCAS INTRUSIVAS**

**Batolito de la Costa:** su litología predominante consiste en granodioritas y tonalitas, afectando a secuencias del Cretáceo

superior, Según Wilson y Reyes (1967), este intrusivo ha ejercido poco efecto estructural sobre las rocas encajonantes, suponiendo que mecanismos de "stopping" y asimilaciones jugaron un papel importante en el emplazamiento del magma.

**Batolito de la Cordillera Blanca:** alcanza una longitud de 200 km y anchuras ente 12-15 km su litología predominante, es granodiorita / tonalita de grano grueso, con desarrollo de foliaciones en algunos sectores.

En ciertas aéreas, este intrusivo pasa gradualmente a una anfibolita producida por la contaminación del magma con el material derivado de la Fm. Chicama, aunque es común encontrar estas anfibolitas en muchas partes del batolito.

#### **3.1.4. MARCO TECTÓNICO**

Pasto Bueno se encuentra emplazado en la Cordillera Blanca de los Andes. La Cordillera de los Andes se formó por efecto de fuerzas de compresión de la placa Sudamericana (corteza continental) y de la placa de Nazca (corteza oceánica) ambas placas están ubicadas sobre la astenosfera. La placa de Nazca migra de oeste a este y se sumerge paulatinamente debajo de la placa sudamericana, la corteza de la placa sudamericana migra

de este a oeste y por la resistencia que ofrece la placa de Nazca a esta migración, se formó la Cordillera de los Andes (Figura 4).

Los cuerpos intrusivos que componen estos batolitos cortan unidades de rocas sedimentarias del Jurásico-Cretácico, metamorfoseándolos a estos en bajo grado. En el área de estudio se registran por lo menos dos fases principales de deformación. La primera fase puede estar relacionada con la tectónica Perú y se han producido durante el Cretácico inferior, seguido de la tectónica Inca durante el Terciario Medio (Egeler & DeBooy, 1957).

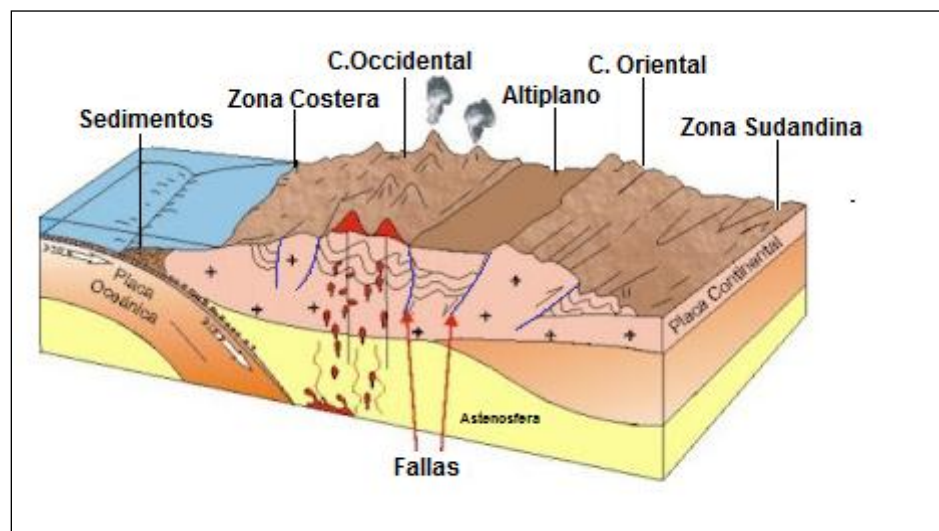


Figura 4: Ocurrencia de depósitos minerales en el Perú. Tiene relación directa con la Orogenia Andina que es el resultado de la colisión de placas.

Fuente: <http://www.profesorenlinea.cl/biografias/WegenerAlfred.htm>

El máximo desarrollo de la actividad ígnea del Batolito de la Cordillera y sus stocks se le asigna una edad del Mioceno Superior, pudiendo llegar al Plioceno.

Wilson, Reyes, Garay (1967), concluyen que el mecanismo de emplazamiento del batolito fue por Stoping-asimilación y que la intrusión a presión habría sido el más importante.

### **3.2. GEOLOGÍA LOCAL**

El yacimiento Pasto Bueno se encuentra en el extremo norte del batolito de la Cordillera Blanca, a 6 km al Oeste del Nudo de Pelagatos, en una provincia geológica de tectónica muy compleja, caracterizada por el desarrollo de numerosos sobre-escurrimientos.

El depósito de Pasto Bueno localmente está constituido por la intrusión de un stock, de composición cuarzo monzonítico denominado Stock Consuzo en unidades metamórficas sedimentarias. En la Figura 5 se puede observar el mapa geológico simplificado, donde el stock cuarzo monzonítico, intruye a las pizarras de la fm. Chicama y cuarcitas de la fm. Chimú, al lado sur estas dos formaciones suprayacen a las calizas de la fm. Santa. Las principales vetas discurren con dirección N-S cortando al stock, aunque también existen sistemas NE-SW así como NW-SE encajados sobre las rocas metamórficas.

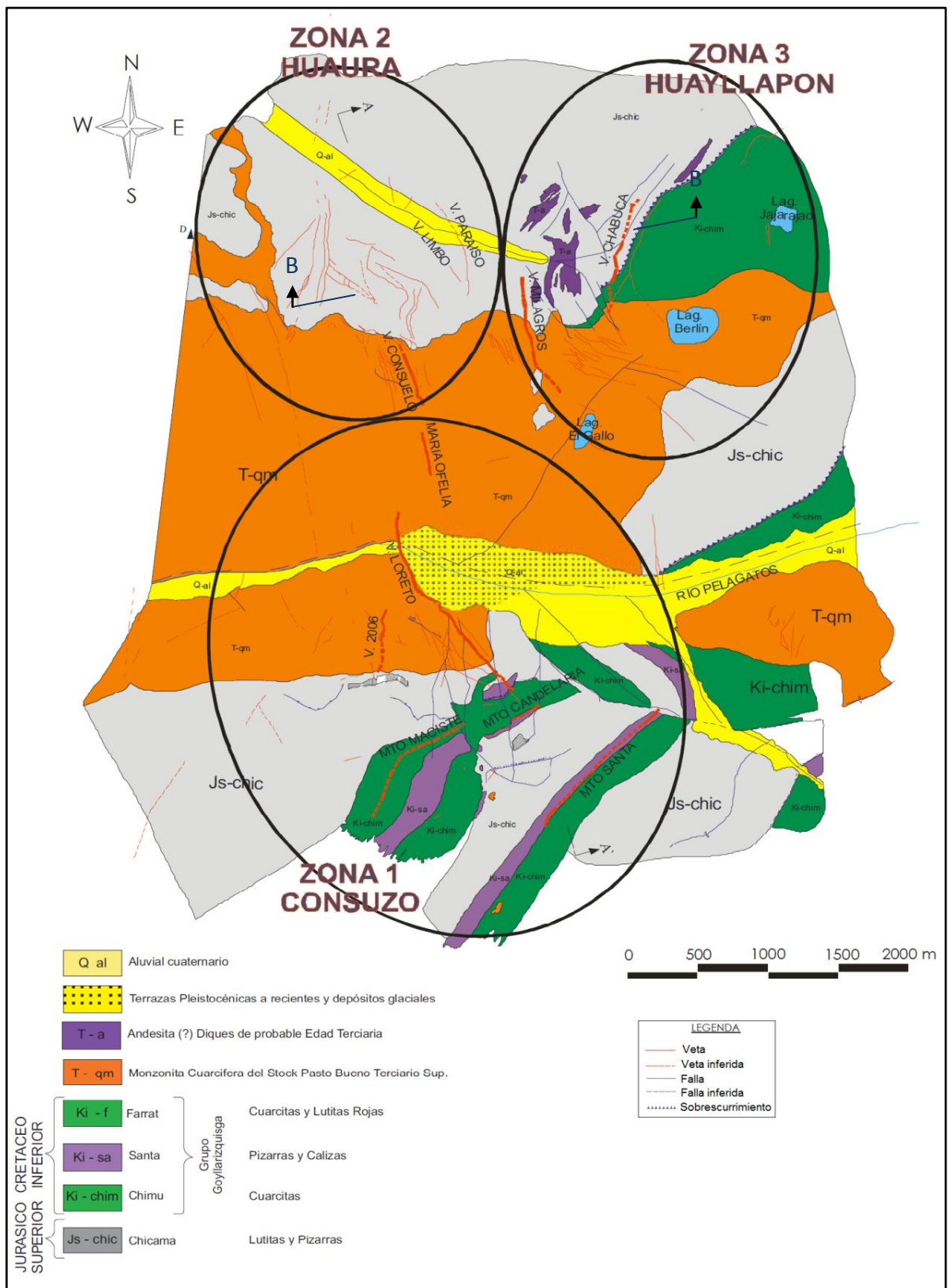


Figura 5: Geología simplificada de Pasto Bueno

Fuente : Dynacor Exploraciones, área de geología exploraciones

La mineralogía de mena reconocida comprende hubnerita, tetraedrita/tennantita, esfalerita y galena, en una ganga de cuarzo, fluorita, sericita, pirita y carbonatos.

La estructura más importante en el área es el anticlinal Consuzo, con un eje de rumbo aproximado E - W, formada por la intrusión del stock cuarzo monzonítico en unidades metamórficas sedimentaria Jurásico-Cretácico (Ver Figura 6). La erosión del anticlinal iniciado por el río Pelagatos expuso el intrusivo promoviendo su intemperización; además, ha cortado el stock granítico a lo largo de su eje mayor, en una profundidad que alcanza aproximadamente los 1 000 m, ver Figura 6. Sección A-A'.

En la sección B-B' Huaura - Huayllapón, (Ver Figura 7), al noreste de Consuzo, la formación Chicama se superpone sobre la formación Chimú, indicando claramente un área de sobre-escurrimiento debido a fallas de bajo ángulo.

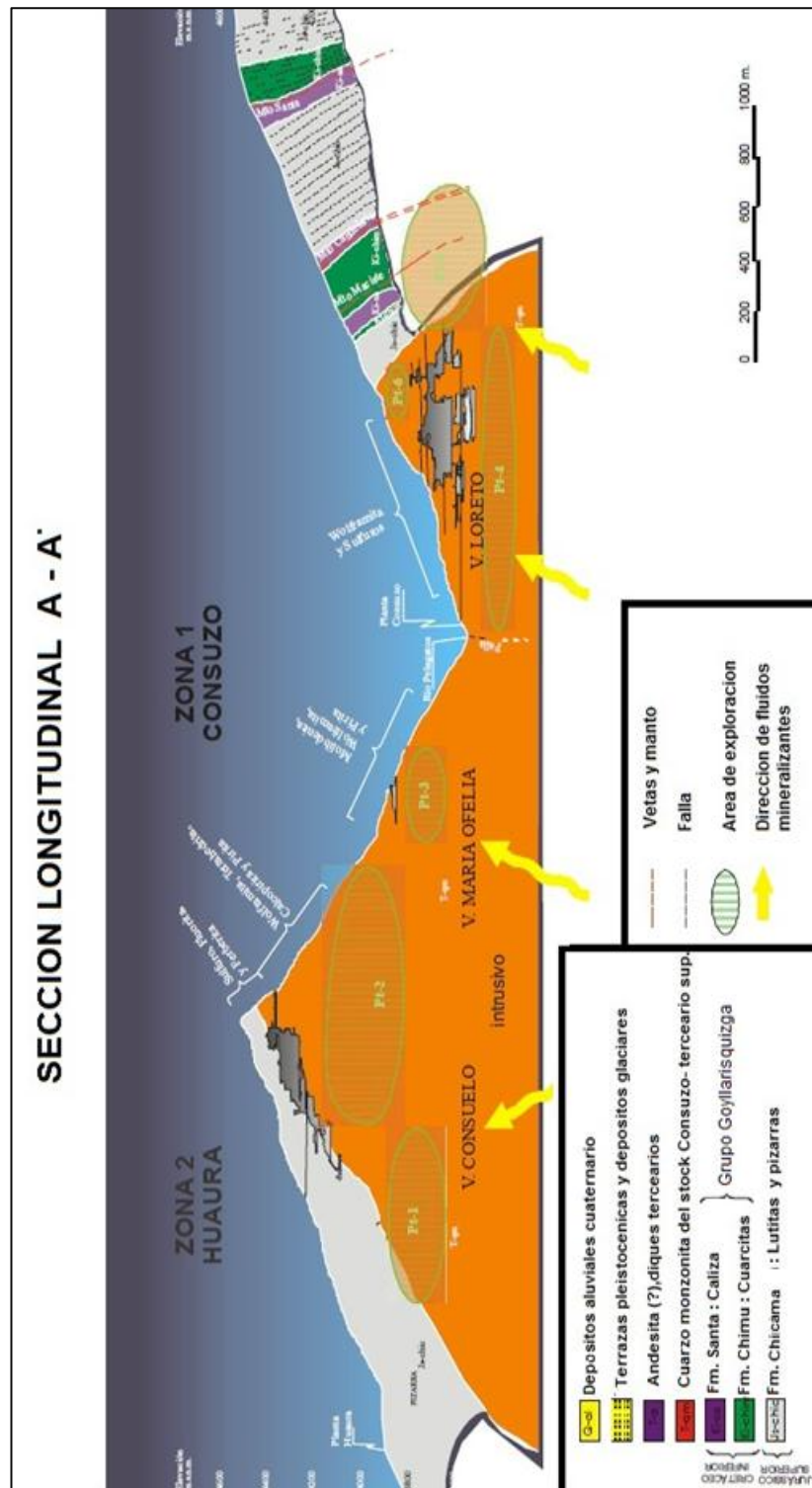


Figura 6: Sección A-A', rumbo NNW-SSE anticlinal formado por el stock Consunzo  
Fuente : Dynacor Exploraciones, Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno .

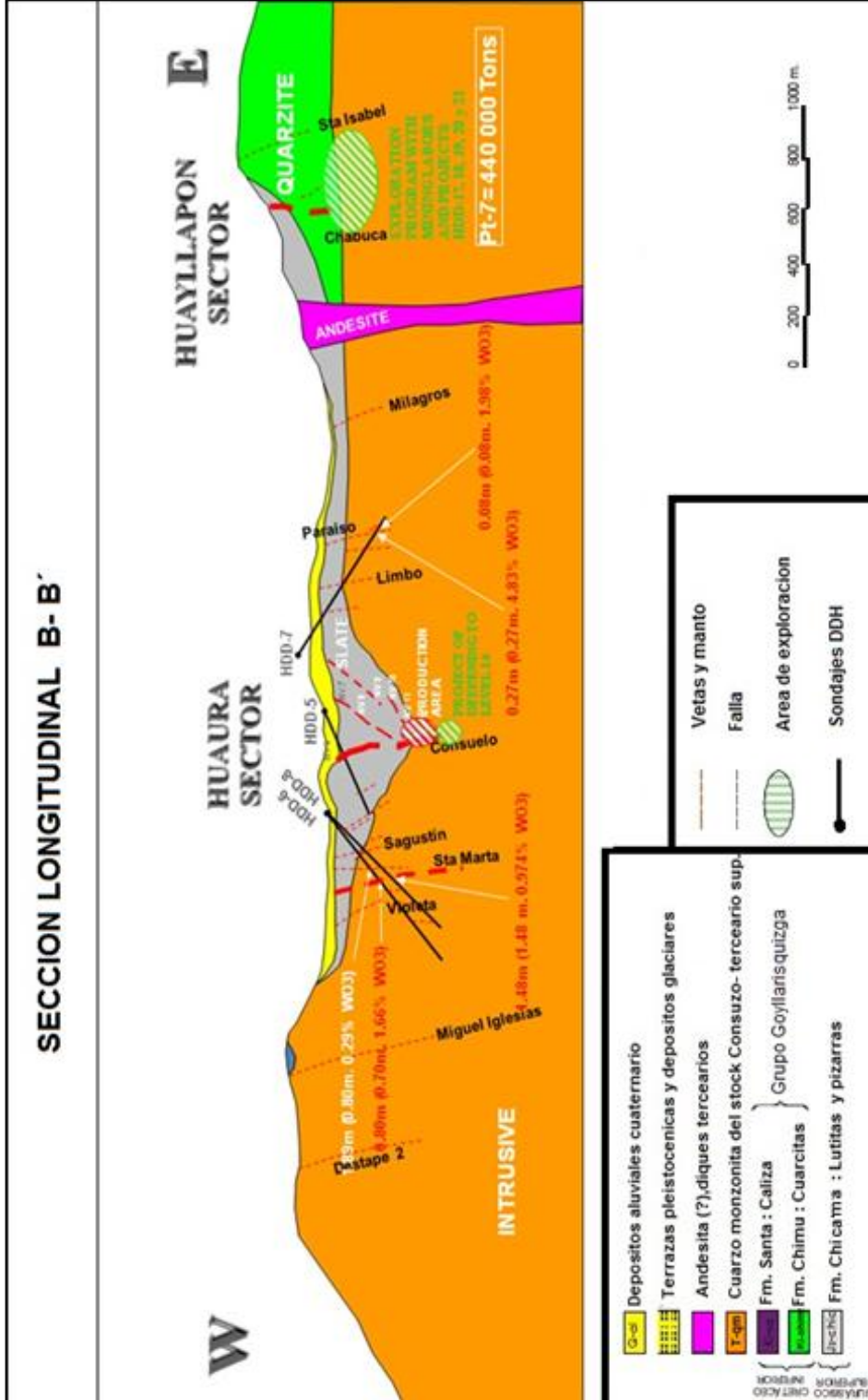


Figura 7: Sección B-B', sección Este –Oeste sector Huaura y Huayllapón  
Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

### 3.2.1. ESTRATIGRAFÍA

En la zona de estudio afloran rocas metasedimentarias que forman parte de una secuencia estratigráfica que va desde el Jurásico al Cretácico, que consiste en pizarra, cuarcita y caliza. Esta secuencia metamórfica está diferenciada por tres unidades litoestratigráficas superpuestas de abajo hacia arriba, ver Figura 8, estas son las formación: Chicama (pizarra), Chimú (cuarcitas) y Santa (caliza).

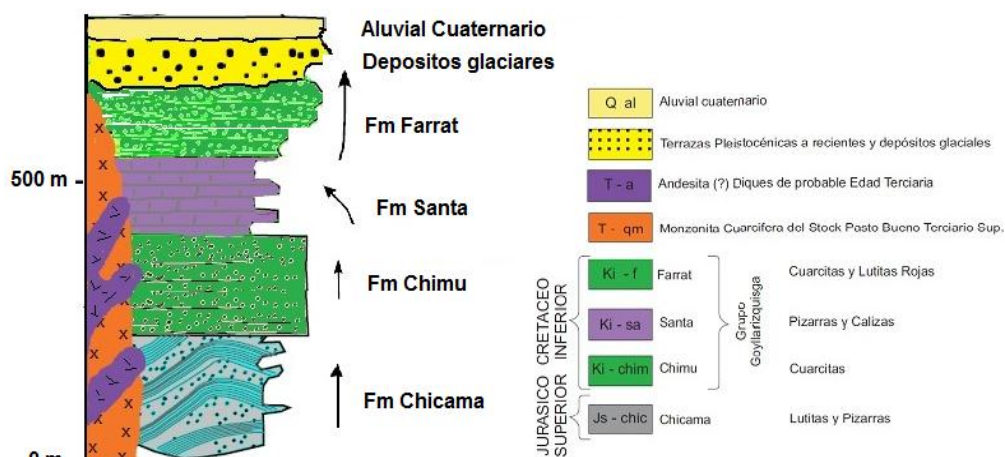


Figura 8: Columna estratigráfica idealizada para el distrito minero de Pasto Bueno

Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

- **FORMACIÓN CHICAMA**

De mayor extensión en Pasto Bueno se puede apreciar grandes afloramientos de esta unidad al lado norte de la mina,

en la zona de Huaura, donde la pizarra presenta foliaciones, desarrollo de dos foliaciones S1 y S2, en algunos tramos se observa una pizarra quiastolítica, en algunos casos silicificada. Asociado al contacto con el intrusivo se puede observar pizarra con pirita y muscovita fina, (ver Foto 3).

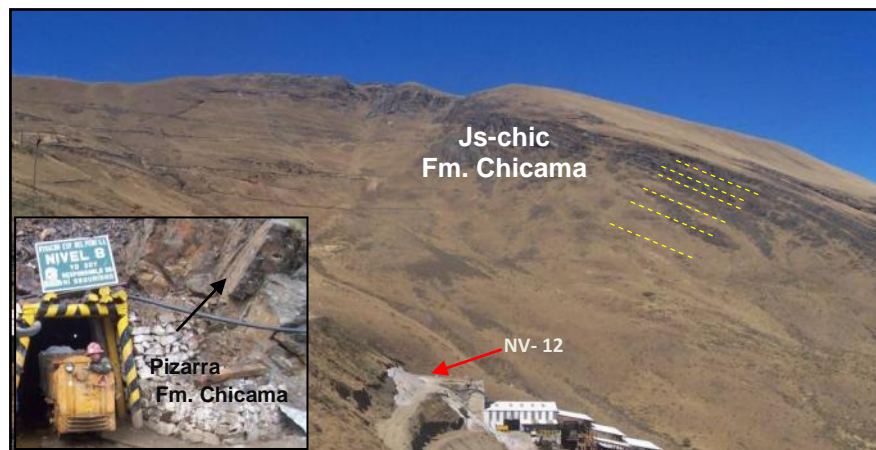


Foto 3: Pizarra de la formación Chicama, Zona Huaura, vista al NE

La presencia de pirita aumenta significativamente en las zonas adyacentes al plutón intrusivo, probablemente asociado a la efusión de fluidos hidrotermales. Sin embargo, como se observó durante el trabajo de campo, la presencia de pirita se extiende incluso después de 8 km de los bordes del plutón, menos del 1%, lo que indica que no es sólo un mineral hidrotermal, sino también es propia de la unidad.

La foliación S1 registra una principal fase de deformación tectónica, asociada a metamorfismo de bajo grado compuesto por moscovita, cuarzo y opacos. La foliación S2 en microscopio petrográfico fue registrada como una incipiente crenulación de la foliación anterior, marcada por el incipiente desarrollo de arcos poligonales.

Una fase de deformación (pre-S1), se caracteriza por porfiroblastos de andalucita con el desarrollo de sombra presión generando deformación de la foliación en todo el cristal antiguo.

A lo largo de planos de estratificación de la pizarra, es posible observar las inyecciones de vetas hidrotermales clasificados estructuralmente como mantos.

- **FORMACIÓN CHIMU**

Esta formación es apreciable en gran magnitud en la zona de Huayllapón. Consiste en areniscas cuarcíticas blancas y gris-marrón, bien clasificadas, de grano medio, que sobreyacen en discordancia a la formación Chicama. Su edad es del Valanginiano inferior al medio, (ver Foto 4).



Foto 4: Afloramientos de cuarcitas Fm Chicama

- **FORMACIÓN SANTA**

Esta formación es apreciable en el cerro Consuzo, consiste de calizas masivas de color gris parduzco con lentes de sílice negra, intercalados con pizarras grises que a menudo se oxidan a un rojo parduzco, (ver Foto 5)

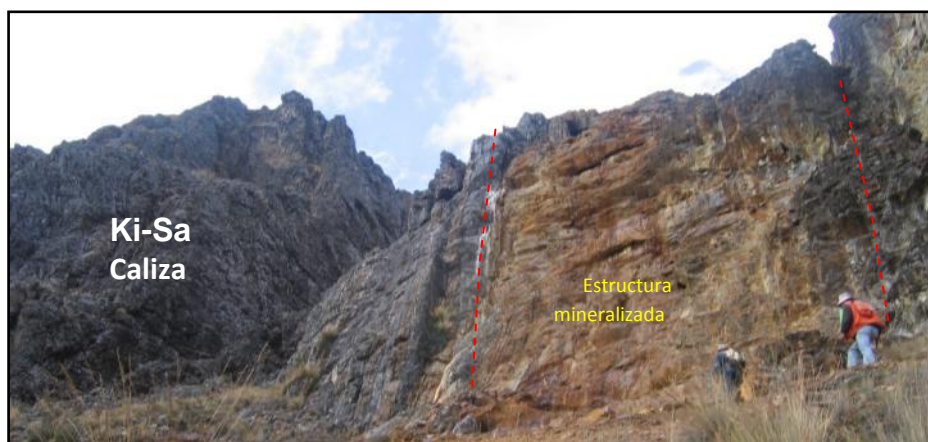


Foto 5: Calizas de la formación Santa, zona de Consuzo

- **ROCAS INTRUSIVAS**

Las rocas ígneas observadas en el área consisten en diques y sills volcánicos, el Intrusivo stock cuarzo monzonítico de Consuzo y diques aplíticos.

Los sills y diques andesíticos se presentan débilmente alrededor, se les observa en las secciones Huayllapón, como intrusivos sub volcánicos de roca andesítica de color gris oscuro algo verdoso, presenta fenocristales de biotita. (ver Foto 4 y Foto 6 ).

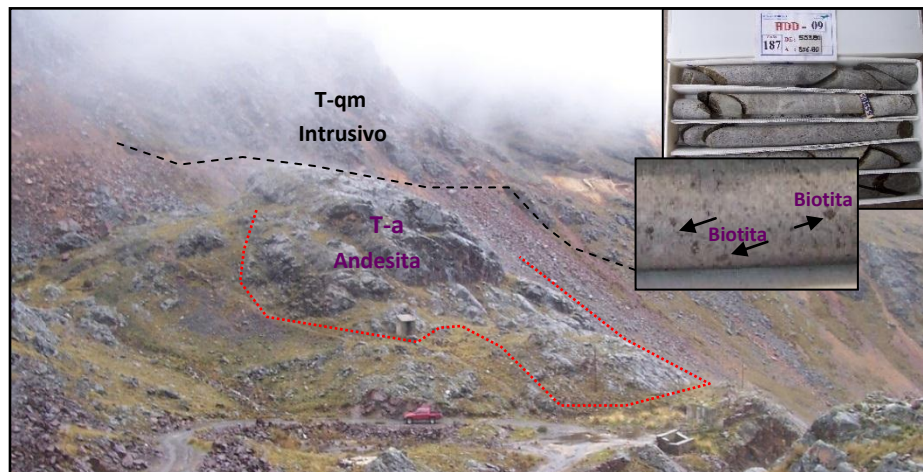


Foto 6: Afloramientos de monzonita cuarcífera y diques andesíticos biotíticos, Huayllapón.

Los diques aplíticos se observan en la zona de Consuzo; estos también se han interceptado en algunos sondajes

diamantinos de exploración realizados en el lado norte de Consuzo (zona sur de la zona María Ofelia), ver Foto 7. Los diques aplíticos de similar composición que la monzonita cuarcífera son comagmáticos con el Stock Consuzo

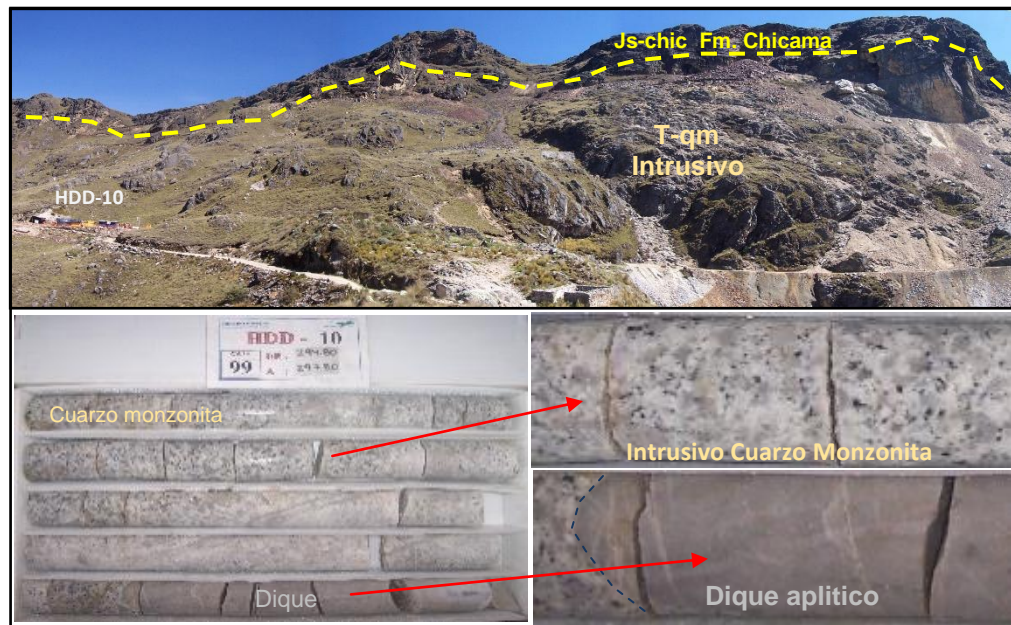


Foto 7: Zona María Ofelia, Intrusivo cuarzo Monzonítico y diques Aplíticos.

El “Stock Consuzo” es una monzonita cuarcífera biotítica porfirítica, que consiste de cuarzo, plagioclasa sódica, ortoclasa, microclino y biotita, y minerales accesorios como: apatita, esfena, magnetita y zircón. Los fenocristales de microclino en su mayoría son más pequeños cerca del contacto stock con rocas sedimentarias.

Egeler y Booy 1956, y Coney, 1971; quienes han estudiado el Batolito de la Cordillera Blanca, manifiestan que la fase cuarzo monzonita se emplazó después de las fases de tonalitas y granodioritas. C. Naeser, 1972 (comunicación personal a G. Landis, 1972), determinó una edad de  $9,5 \pm 0,2$  Ma (fisión de la esfena) para el stock Consuzo (Foto 8), que concuerda aproximadamente con una edad K–Ar de 9,1 Ma obtenida por Giletti y Day, 1968, para una granodiorita al Sur del Batolito de la Cordillera Blanca, por lo que al Stock Consuzo se le asigna una edad del Mioceno superior. La granodiorita porfirítica observada en la cortada Santa Isabel (Nivel 2 de Chabuca) sería comagmática con el complejo del Batolito de la Cordillera Blanca.



Foto 8: Stock Intrusivo (T-qm) cuarzo monzonítico (cerro Consuzo),

### **3.3. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

La estructura más importante en la zona, es el anticlinal Consuzo cuyo eje tiene un rumbo aproximado de este a oeste, formada por la intrusión del stock cuarzo monzonítico en unidades metasedimentaria Jurásico-Cretácico. Se puede observar sobre-escurrimientos en la zona de Huayllapón debido a fallas de bajo ángulo.

En la mayoría de los casos el contacto entre los cuerpos mineralizados, sean estos vetas o mantos, ocurren sobre una superficie de falla generalmente rectilínea y en el desarrollo de conspicuos espejos de falla que indican un fallamiento normal. Los espejos de falla se observan tanto en la superficie de la roca encajonante como en la veta, indicando que ese fallamiento es posterior al alojamiento de los cuerpos mineralizados. A lo largo del contacto veta/roca caja, una fina capa sericitica, generalmente de espesor milimétrico, se forma relacionado a la alteración de los materiales triturados a lo largo de la superficie del plano de falla.

Otra evidencia de actividad tectónica posterior al emplazamiento de las vetas es caracterizada por la ocurrencia de fallas con movimiento normal y transcurrente, observada en vetas hidrotermales (Foto 9) condicionado a la formación del valle del río Pelagatos, que representa una

importante falla, paralelo al eje el anticlinal, formando un profundo valle incisivo en el stock Consuzo. Divide en dos bloques a Pasto Bueno teniendo el bloque sur hundido respecto al bloque norte, Sin embargo, el verdadero carácter de esa falla no fue apreciado en este trabajo, ni en estudios anteriores, ya que necesita profundizar con un estudio netamente estructural.



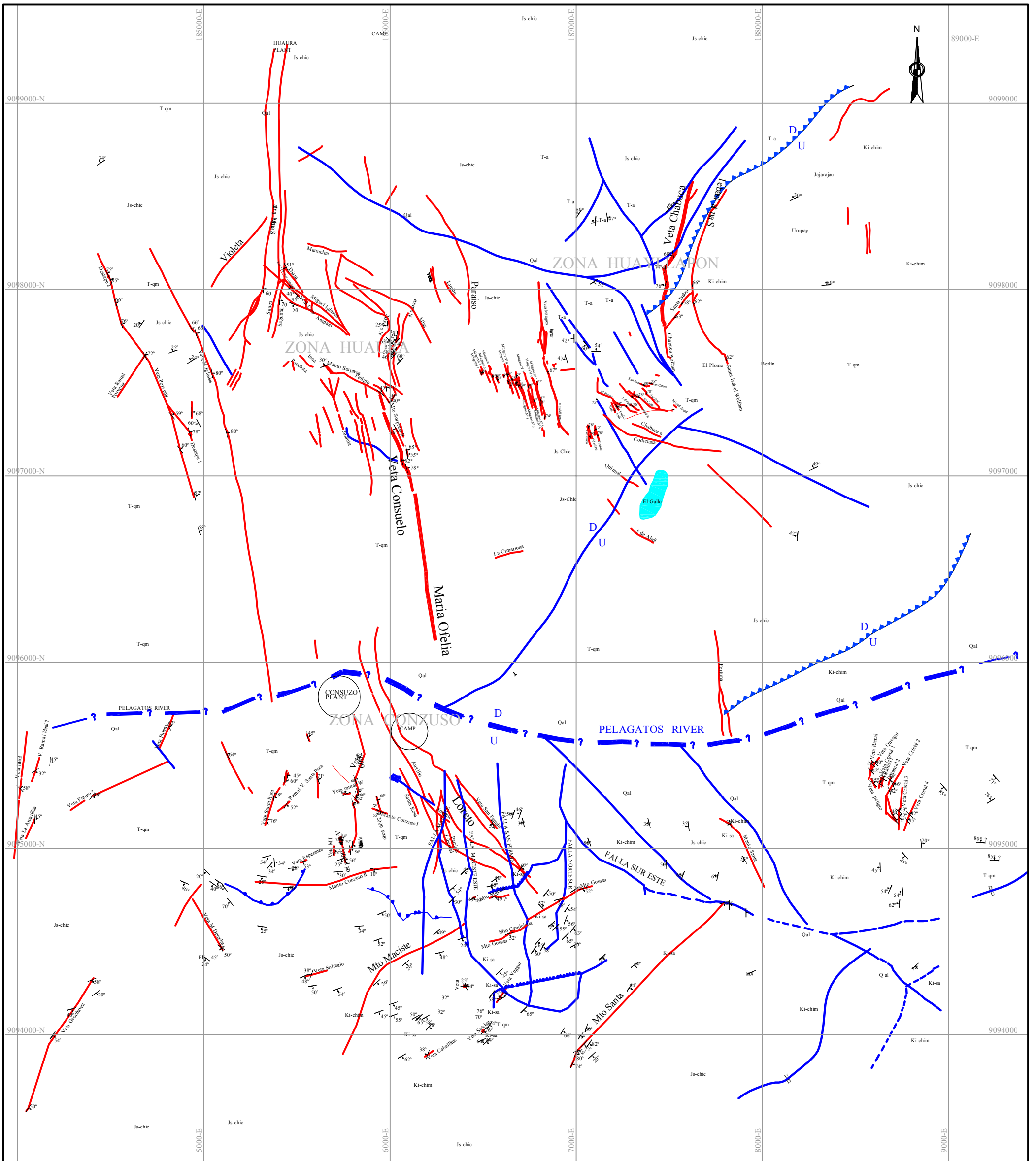
Foto 9: Fallamiento con Componente inverso en pizarra con brechas hidrotermales.

Las vetas y mantos presentan preferencialmente una dirección N-S perpendicular al eje del anticlinal, se puede apreciar claramente en el Plano 4 (estructural), por tanto, es razonable imaginar que el emplazamiento de estos cuerpos debe haber ocurrido a lo largo de las

superficies de las discontinuidades preexistentes, condicionadas por un evento tectónico cualquiera. Durante las actividades de campo, no fue posible realizar un análisis estructural preciso, que pudiese determinar la naturaleza de formación de las vetas hidrotermales, dejando como sugerencia para trabajos futuros en la región.

En Pasto Bueno las estructuras mineralizadas se agrupan en tres principales sistemas, ver estructura en el plano P-4 (Mapa estructural).

- A. El primer sistema,** Está formado por vetas de movimiento normal con rumbo N-S y buzamiento que varía desde  $55^{\circ}$  a  $75^{\circ}$  al E. Las vetas que pertenecen a este sistema son: Chabuca (en el Cerro Huayllapón), Consuelo (Huaura), Tres de Mayo (en la Concesión Los Milagros), El Chorro, Loreto y Santa Rita.
- B. El Segundo Sistema** está formada por un mayor número de vetas que tienen una dirección N  $35^{\circ}$  a  $45^{\circ}$  O y buzamiento entre  $55^{\circ}$  a  $80^{\circ}$  hacia el NE. Pertenecen a este sistema las vetas: El Cable, El Plomo, San José, San Juan, Pedro, Kuki, Emilio, Vicente y Feliciano.
- C. El Tercer Sistema** es transversal a los dos anteriores y tienen dirección N  $40^{\circ}$  a  $55^{\circ}$  E y buzamientos de  $55^{\circ}$  a  $75^{\circ}$  al NO, como por ejemplo las vetas de Jajarajao, La estrella, Maciste N° 1-2-3-4-5, La Blanca y Manto Alonso Fénix.



**LEGEND**

- |  |                          |  |   |
|--|--------------------------|--|---|
|  | 4729 Triangulation Point |  | Geological Contact                                  |
|  | .4260 Elevation          |  | Vein  |
|  | Base O Oeste Base        |  | Fault [relative movement U = up D = down direction] |
|  | Base E Este Base         |  | Inferred Fault                                      |
|  | Road                     |  | Sobresurrimiento [Indicating the movement]          |
|  | Bridge                   |  | 48 Direction and Dip of sedimentary units           |
|  | Camp                     |  | 48 Joint  |
|  | Rail                     |  | 9F - 124 Locations of samples                       |
|  | Hydroelectric Channel    |  | Direction of vertical strata                        |
|  | Direction and dip Vein   |  | 9F - 125 Locations of sampleveins                   |
|  | Mine                     |  |   |



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JORGE BASADRE GROHMANN**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA



Asesor:	Ing. Pio Coila Valdez	<b>MAPA ESTRUCTURAL Pasto Bueno</b>	Plano N° <b>4</b>
Dibujado:	Bach. William H. Quispe Garcia		
Fecha :	Septiembre -2015	Fuente:	Dynacor Exploraciones- Geologia de Exploraciones
Escala	1/ 20 000	Proyección :	Datum UTM WGS 84 Zona 18S

### **3.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA**

El depósito de Pasto Bueno espacialmente está dividido en tres zonas o frentes de explotación: Zona 1 (Consuzo), Zona 2 (Huaura) y Zona 3 (Huayllapón), ver Figura 09 y plano geológico.

Por el momento las actividades de explotación se concentran en la zona de Huaura y Huayllapón, estando las demás zonas en fase de rehabilitación, programando su operación a partir del 2012.

La evaluación del depósito hasta la fecha muestra más de 25 estructuras entre vetas y mantos, con anchos que varían entre 1m y 15m, Las vetas se presentan sub-verticales con dirección NNE a NNW y los mantos con dirección NE-SW. La distribución espacial de las vetas y los mantos es asociado a un sistema de fallas normales que se producen en paralelo a la estratificación de las unidades metasedimentarias, principalmente en la pizarra de la formación Chicama (Sánchez & Mendoza, 2007).

#### **3.4.1. VETAS Y MANTOS MINERALIZADOS**

Durante los trabajos de campos se realizaron visitas a los principales cuerpos mineralizados del depósito. Algunas

características importantes que se encuentran en común para todos los cuerpos se destacan a continuación:

Las vetas mineralizadas están presentes en espacios encajonados en el granito, así como en las rocas metasedimentarias, donde puede ocurrir que sea concordante o discordante con el plano de esquistocidad de las rocas metasedimentarias. Cuando son concordantes, se llaman mantos.

A lo largo de las zonas mineralizadas es común la ocurrencia de zonas de brechamiento de vetas; se observa en galerías, y en las muestras retiradas de los testigos de perforación, puede atribuirse a varias razones, desde los eventos tectónicos, a la sobre presión de los fluidos.

La mineralización de Tungsteno ocurre exclusivamente en vetas de hübnerita-cuarzo donde el cuarzo, puede llegar hasta un 98 % entre los minerales constituyentes, con hübnerita que puede incluso alcanzar el 10% y hasta un 5% de tetraedrita y subordinadamente sericita y muscovita (juntas = 1%), fluorita (hasta 1%), la galena subordinada intercrecida con tetraedrita, pirita y esfalerita (menos del 1%) en vetas estériles la pirita se

presenta como el mineral metálico predominante. Los minerales indicadores de hubnerita son fluorita y tetraedrita.

La hubnerita es el mineral de mina más importante, ocurre con manifestaciones variables en vetas exploradas. Comúnmente forman mega cristales que llegan a tener más de 20 cm a lo largo del eje c, distribuyéndose localmente en agregados radiales en forma de abanico y también diseminado (Foto N° 10 y 11).



Foto 10: Distribución aleatoria de cristales idiomórficos de hubnerita, manto Alonso



Foto 11: Cristales centimetricos de hubnerita

Con tamaños de 20 cm idiomórficos, próximo a la base se puede observar una formación de pequeñas venas de cuarzo cortando perpendicularmente a la hubnerita, Manto Alonso.

En algunas vetas, como es el caso de la veta Consuelo, es claro observar la concentración de hubnerita en la parte central, disminuyendo drásticamente en dirección a los bordes formando un bandeamiento paralelo a la pared de la veta que posiblemente indica aberturas de la veta con mineralización subsecuentes durante estas fases.(Foto N°12).

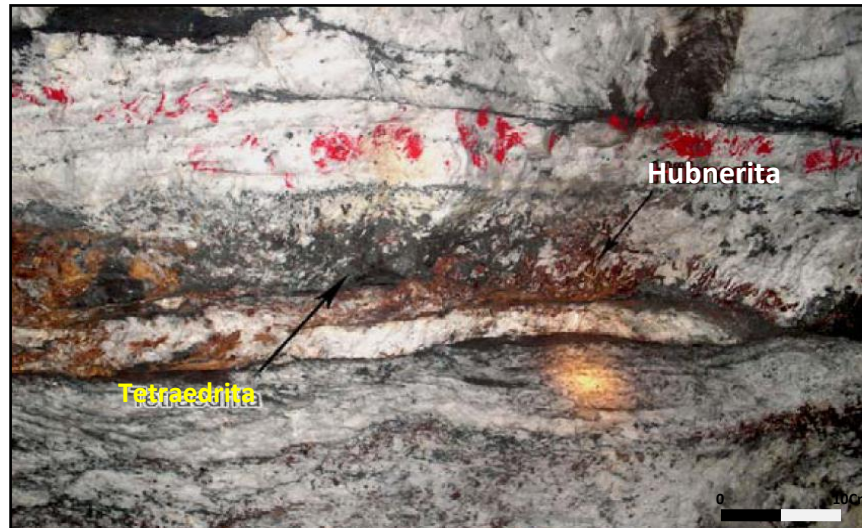


Foto 12: Veta Consuelo con hubnerita concentrado en el centro separados por bandas.

La ocurrencia de megacristales parece ser más comunes en mantos. Cortando perpendicularmente los cristales de hübnerita ocurren venas de cuarzo subcentimétricas asociadas a una generación posterior, mejor detallada en estudios petrográficos.

### 3.4.2. PRINCIPALES MINERALES

Los principales minerales de interés económico presentes en las vetas son: Wolframatos como hubnerita ( $\text{MnWO}_4$ ) y ferberita ( $\text{FeWO}_4$ ); Sulfuros como tetraedrita/tennantita ( $\text{Cu}_9\text{Fe}_3\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ), esfalerita ( $\text{ZnS}$ ) y galena ( $\text{PbS}$ ). Ver Foto N° 13

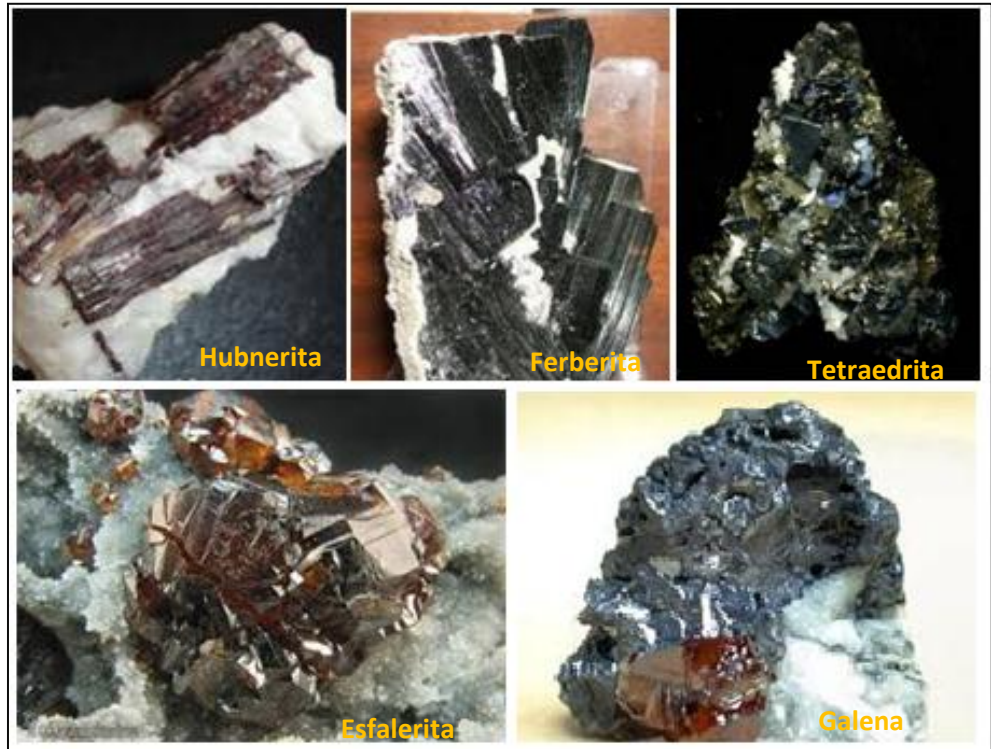


Foto 13: Principales minerales de interés económico en vetas de yacimiento de Pasto Bueno

Los minerales de ganga se componen de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), fluorita ( $\text{CaF}_2$ ), sericita ( $((\text{K},\text{H}_3\text{O})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}[(\text{OH})_2,(\text{H}_2\text{O})])$ ), pirita ( $\text{FeS}_2$ ) y carbonato como; siderita ( $\text{FeCO}_3$ ), rodocrosita( $\text{MnCO}_3$ ), calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), ver Foto N° 14



Foto 14: Minerales de ganga presentes en veta del yacimiento de Pasto Bueno

Se presentan además minerales en menor cantidad según Landis & Centeno (1974) : Molibdenita ( $\text{MoS}_2$ ), calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ), bornita ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ), arsenopirita ( $\text{FeAsS}$ ), enargita ( $\text{Cu}_3(\text{As,Sb})\text{S}_4$ ), stolzita ( $\text{PbWO}_4$ ), scheelita ( $\text{CaWO}_4$ ) zinwaldita ( $\text{K}_2(\text{Fe,Li,Al})_2(\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{20})(\text{F,OH})_4$ ), topacio ( $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{OH,F})_2$ ), tungstita ( $\text{WO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) y arsénico nativo (Landis & Centeno, 1974, Sánchez & Mendoza, 2007).

### 3.5. ALTERACIONES

La alteración hidrotermal, relacionada a la mineralización, es localizada alrededor de las vetas y raramente se extienden más de 3 m en las cajas. Esta alteración es muy intensa, variando de acuerdo a la naturaleza de la caja. Como productos tenemos la sericita y montmorillonita-caolinita (menos extendida esta última). Los aspectos texturales, localmente son obliterados o granos muy finos de sericita arcilla-pirita-fluorita. La piritización y silicificación son comunes cuando las cajas son lutitas y cuarcitas.

- **Greisen:** En Pasto Bueno se tipifica por la presencia de fluorita, turmalina, wolframita y calcopirita, extensamente distribuida en cuarzo, sericita y pirita.
- **Potásica:** El metasomatismo alcalino produjo un ensamble de feldespato potásico, biotita, cuarzo, sericita y plagioclasa.
- **Argílica:** Los productos de la alteración argílica son minerales arcillosos, clorita, sericita, fluorita, pirita y cuarzo.
- **Propilítica:** Esta alteración involucra en la roca, adición de agua meteórica y CO<sub>2</sub>. La clorita, epidota y albita son productos minerales comunes. La alteración es confinada a la zona del borde de la mineralización.

### 3.6. PARAGÉNESIS Y ZONEAMIENTO

La secuencia paragenética de Pasto Bueno es dividida en cuatro principales periodos: Greisen (Greisen incipiente), vetas y actividad hidrotermal (Fase hidrotermal 1, Fase hidrotermal 2, Fase hidrotermal 3).

Los hechos específicos de la paragénesis en orden cronológico aproximado son como sigue:

- **Greisen Incipiente:** Megacristales de cuarzo, Pirita, Pirrotita, Fluorita temprana, Muscovita I.
- **Fase hidrotermal 1:** cuarzo, fluorita II, pirita.
- **Fase hidrotermal 2:** cuarzo, pirita, tetraedrita, galena, esfalerita, muscovita, covelina.
- **Fase hidrotermal 3:** cuarzo, esfalerita, muscovita, carbonatos (rodocrosita, siderita y calcita).

El periodo greisen representa alteración tardía del stock antes de la formación de vetas estériles de cuarzo tempranas. Específicamente, este estadio incluye el desarrollo de mineralización diseminada y patrones de alteración greisen restringidos y la formación de pods masivos de adularia y fluorita temprana. Muchos de los procesos comenzaron durante el periodo greisen (greisen incipiente) y continuaron dentro del periodo de vetas y actividad hidrotermal. El periodo de geoda

fue una fase tardía de depositación de veta que produjo minerales característicos de la fase final de geoda en la roca caja.

Tabla 5: Relación de temporaneidad (Paragenesis), relativa entre los minerales de estructuras mineralizadas

Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

Mineral	Greisinización Incipiente	Fase Hidrotermal 1	Fase Hidrotermal 2	Fase hidrotermal 3
Cuarzo	-----	-----	-----	-----
Hubnerita	----(¿)----	---		
Fluorita	-----	-----		
Pirita	----(¿)----	-----	-----	
Tetraedrita			-----	
Galena			-----	
Esfalerita			-----	-----
Muscovita	-----	-----	-----	-----
Covelina			-----	

La zonación y alteración se comporta de similar manera con algunos depósitos de wolframio tal es el caso de Chicote Grande y Xihuashan, ver Figura 9.

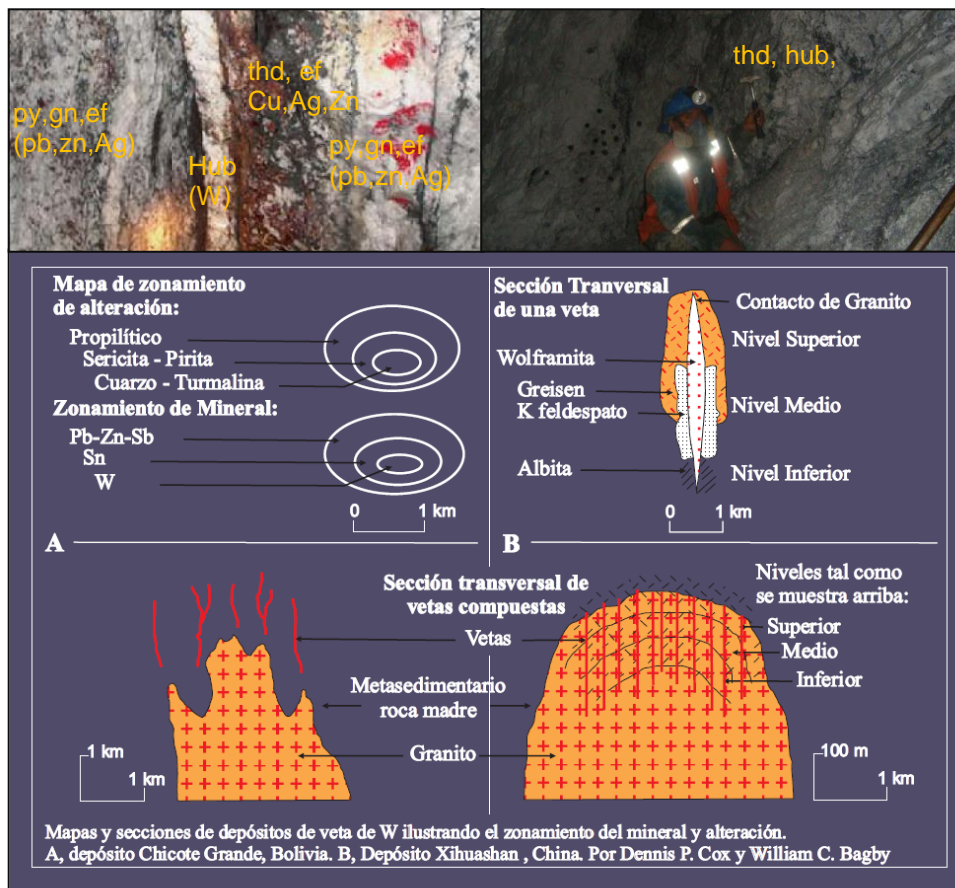


Figura 9: Paragénesis y zoneamiento de depósitos de vetas de Wolframio  
 Fuente : Dennis P. Cox y William C. Bagby

### 3.7. OBSERVACIONES PETROGRÁFICAS - MINERALÓGICAS Y CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE YACIMIENTO

De acuerdo con el trabajo desarrollado y junto con los informes internos producidos por la compañía minera, la mina de Tungsteno Pasto Bueno tiene como principal metal de interés económico el wolframio, la hubnerita constituye la mayor parte de la mena y la ferberita se encuentra

subordinada. Sin embargo, en este estudio no se observó la ocurrencia considerable de ferberita, tanto en las muestras colectadas en las vetas Consuelo durante las actividades de campo, que en un principio fue tomada como ferberita, lo que lleva a la conclusión de que ferberita aquí debe ocurrir como mineral traza, siendo este irrelevante en la constitución de la formación de mineral.

La mineralización está constituida por vetas y filones de cuarzo (95%) con hubnerita, tetraedrita, muscovita, fluorita, galena esfalerita y minerales que componen el volumen restante en proporciones variables. Fue posible diagnosticar por lo menos tres eventos de mineralización llamada Fase 1, 2 y 3. , formando cristales idiomorfos<sup>2</sup> de varios tamaños así como cristales hipidiomórficos<sup>3</sup>, que van desde subcentimétricas al decímetrica, dispuestas caóticamente o irradiados, ver Anexos II (Foto 26 a Foto 29.), en paragénesis estable con cuarzo y fluorita idiomórficos de grano grueso y moscovita. Los eventos subsecuentes son responsables de la mineralización de la ganga de tetraedrita, pirita, galena, esfalerita y de cuarzo de grano fino, formada casi en su totalidad durante el segundo evento. Ver Anexos II foto (30-31). La tercera fase muestra la formación de tetraedrita con menor dimensión sub-milimétricas contenidas en todas las vetas que corta la paragénesis mineral anterior, como se muestra en el

---

<sup>2</sup> Idiomorfos: Cuando la mayoría de los cristales tiene su forma cristalina

<sup>3</sup> Hipidiomórficos: cuando solo se mantiene parte de las caras cristalinas

Anexo II Foto N° 32, se puede observar la poca expresión en la composición mineralógica de las vetas, manifestándose mediante la generación de microfisuras generando cuarzo y moscovita fina con removilización de tetraedrita. Ver anexo II (Foto 33), Cuarzo y moscovita son formados en todos los eventos.

El depósito de Pasto Bueno está considerado del tipo Greisen (Landis & Centeno 1974), teniendo como base criterios muy específicos sobre la base de algunas observaciones de Shcherba (1970). Según los autores, en un sentido más estricto, definido por Shcherba (1970), una alteración tipo greisen se registra en las rocas ígneas por un enriquecimiento anómalo en Li, B, Be y P, en tierras raras y metales raros, criterios añadidos a la ocurrencia, en Pasto Bueno, de las vetas de cuarzo con fluorita, zinwaldita, topacio, hübnerita, turmalina, berilo y apatito fueron factores suficientes para clasificar el depósito como del tipo greisen, siendo el topacio y zinwaldita no observados en estudios petrográficos para este trabajo.

A pesar de la aparición de procesos metasomáticos típico de un sistema hidrotermal que encamina hacia el desarrollo de un Greisen, no fue observado un metasomatismo selectivo que pudiese generar importantes volúmenes de metasomatismo, como se esperaría para un depósito tipo greisen. Casi todo el proceso de alteración hidrotermal que se produce en

la cuarzo monzonita, se resume en una alteración fílica, caracterizada por silicificación con aporte de cuarzo secundario sustituyendo feldespatos, sericitización de feldespatos subordinados con sericitización de plagioclasa formando clinzoisita, sericita, carbonatos y cloritización de biotita seguido de sustitución por moscovita. Ver anexo II Foto 34 -35.

Si se compara la evolución de la composición de cuarzo monzonita cerca de las zonas de mayor alteración hidrotermal, se verá que la lixiviación de álcali no sigue lo esperado para depósitos tipo greisen, lo que justifica la falta de muscovita en las vetas. En la Figura 10 se ploteó los puntos de la composición modal estimada de los granitos alterados. Si se compara estas composiciones a su comportamiento durante una greisenización, caso de Figura 11, se verá que la formación de Greisen está localizada y es una recta dentro del depósito, estando las muestras de greisen sometidas a una alteración fílica más notable.

En general, la alteración hidrotermal se manifiesta por la inyección de fluidos ácidos con alta actividad de flúor, generando una lixiviación de álcalis, especialmente de sodio y sílice, caracterizado por la formación de fluorita y moscovita, a expensas de cuarzo y plagioclasa. Ver Anexo II Foto 36. Un período regresivo, post greisenización, se desarrolla en un proceso de dirección inversa sobre un gradiente decreciente de acidez debido al aumento del contenido de álcali, cambiando a una

microclinización tardía con la formación de venillas de microclina en fracturas de la fluorita, ver Anexo II foto 37.

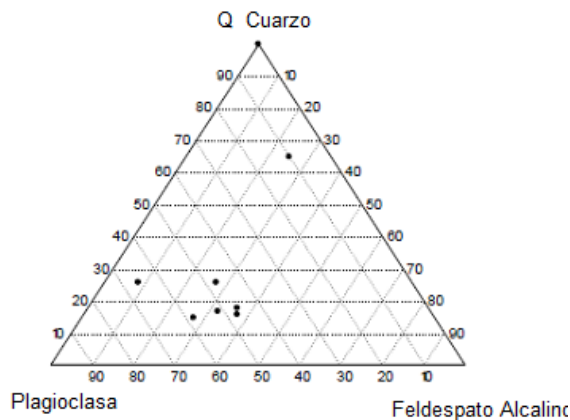


Figura 10: Diagrama Q-A-P

Se muestra el medio para muestras alteradas de cuarzo monzonita, tomadas a lo largo de las zonas de contacto. Como se puede observar la evolución no sigue una recta, para una composición esperada durante una greisinización con lixiviación de álcali en comparación con el gráfico de la Figura 11  
 Fuente : (De Hall, 1971, modificado de Biondi, 1986).

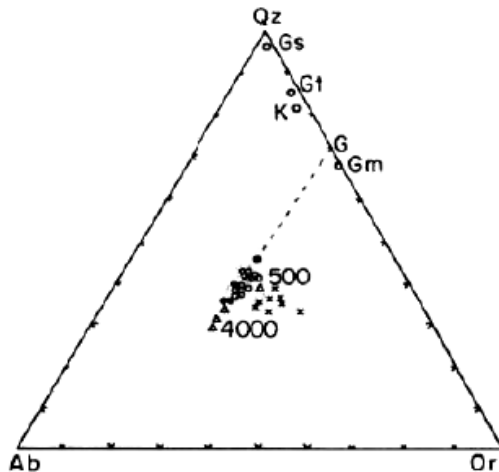


Figura 11: Diagrama Qz-Ab-Or

Muestra una situación de leucogranitos de diversos orígenes en relación a mínimos de 4 Kb y 0,5 Kb en una posición de greisens ideal (G), micáceos naturales (Gm), greisens topacio natural (Gt) y cuarzo greisens naturales (Gs).  
 Fuente : (De Hall, 1971, modificado de Biondi, 1986).

Esto lleva a creer que la greisenización puede haber ocurrido como un evento precoz, de poca expresión en sus etapas iniciales, pero no fue un factor decisivo en la constitución del depósito, que mejor se encuadra en una clasificación de depósito de vetas y filones de cuarzo en un régimen de presión y temperatura de los depósitos epitermales.

## **CAPÍTULO IV: TRABAJOS DE EXPLORACIÓN**

### **4.1. ANTECEDENTES**

Desde 1940, la mina ha producido aproximadamente 2 300 000 tn de mineral de Tungsteno con 0,65% de  $WO_3$ . A fines de los 90, debido a los bajos precios del Tungsteno, las operaciones fueron suspendidas y las instalaciones sufrieron actos de vandalismo.

La primera fase de este trabajo consistió en la recolección de información, no se ha encontrado ni un registro sobre trabajos de exploración anteriores al año 2006, como podría ser trabajos de geofísica o sondajes diamantinos. Durante el 2006, Dynacor Exploraciones inició la rehabilitación de las labores mineras del yacimiento, también sus instalaciones industriales con el objetivo de producir y procesar para junio de 2007, 6 500 tn mensuales de mineral con una ley de 1,1% de  $WO_3$ . Simultáneamente, se da inicio a un programa de exploraciones con el objetivo de incrementar las reservas, que a la fecha eran de 223 570 tn de mineral probado con 2,04 % y  $WO_3$  mineral prospectivo de 2 252 700 tn con 1,0%  $WO_3$ .

## **4.2. EVALUACIÓN GEOLÓGICA SUPERFICIAL**

El mapeo a escala 1/5000 del yacimiento ha permitido mejorar el plano geológico e identificar otras estructuras importantes, inventariándose en esta etapa alrededor de 25 estructuras, dentro y fuera de las concesiones de la empresa. En esta etapa se realizó el trabajo de evaluación geológica en las 3 zonas que compone la U. M. Pasto Bueno: Área Consuzo (Zona 1), área Huaura (Zona 2) y área Huayllapón (Zona 3)

### **4.2.1. ÁREA CONSUZO (ZONA 1)**

El área se ubica al sur del distrito minero, teniendo como límite norte al contacto intrusivo - pizarra en la zona más alta de la mina (María Ofelia), solamente se ha trabajado en las vetas Loreto y Auxilio. En Consuzo, al igual que en todo el distrito, la exploración fue muy limitada. Existen muchas evidencias de mineralización, vetas importantes que merecen ser inmediatamente exploradas para incrementar las reservas a mediano plazo, ver Foto 15

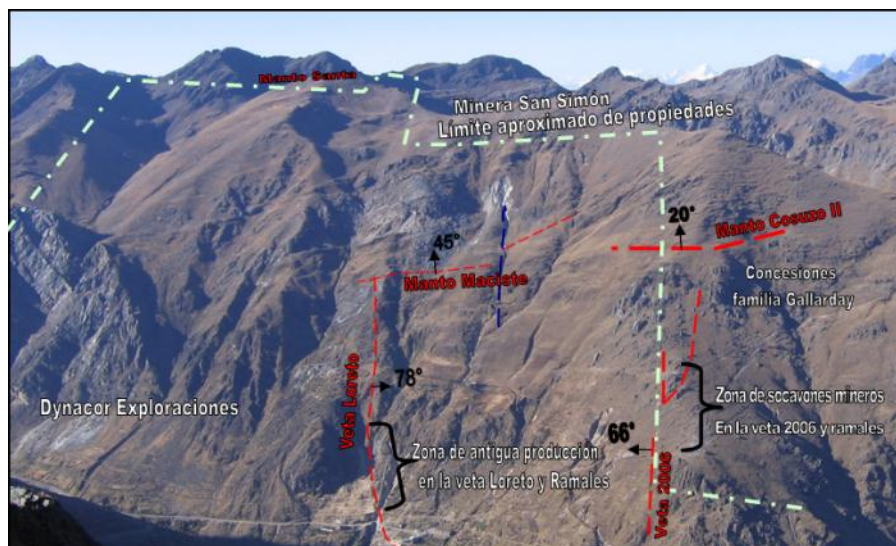


Foto 15: Estructuras en cerro Consuzo  
 Vista al Sur, cerro Consuzo, vista de la propiedad y algunas estructuras  
*Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno*

Estas estructuras principales encontradas en la zona de Consuzo se describen a continuación:

**MANTO MACISTE:** Su mineralogía está constituida de: hubnerita, cuarzo brechado y pirita fina. El rumbo del manto es de N 40° E con buzamiento 49° SW y con 1,30 m de potencia. Se han efectuado muestreo por canales que reportan valores interesantes de Tungsteno y anómalos en oro (ver foto 16), así mismo, se han sacado muestras referenciales en su posible proyección NE.



Foto 16: Manto Maciste

Con qz, hub, py diseminada con manchas de óxidos de Fe.

*Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno*

**MANTO SANTA:** Estructura reconocida en 100 m de longitud, parte de esta se puede observar en la propiedad de la Cía. Minera San Simón .Se encuentra emplazada concordantemente a la estratificación de la caliza Santa, su rumbo promedio es N 25° E y buzamiento 84° SE con 6,80 m de ancho (ver Foto 17).

Su mineralogía está compuesta por pirita, calcopirita, cuarzo blanco, escaza calcita, óxidos de fierro y posiblemente wolframita muy fina; sus extensiones NE y SW pasan por las propiedades de la

empresa, y se encuentran cubiertas por material cuaternario, la Tabla 6 muestra los resultado de análisis de los valores muestreados en esta estructura.

Tabla 6: Relación de muestras Manto Santa

Nro de Muestra	Coordenada		Cota (msnm)	Ancho (m.)	Au-AA23 ppm	WO3 %
	Este	Norte				
55795	187041	9093950	4504	0,65	<0,005	0,010
55796	187041	9093950	4504	0,65	<0,005	0,147
55797	187041	9093950	4504	0,65	<0,005	0,032
55798	187041	9093950	4504	0,60	<0,005	0,025
55621	186979	9093844	4451	0,80	0,006	0,848
55622	186979	9093844	4451	0,60	<0,005	0,605
55623	186979	9093844	4451	0,45	0,007	1,156
55624	186979	9093844	4451	0,50	0,010	0,702
55625	186979	9093844	4451	0,60	0,008	0,091
55620	186979	9093844	4451	0,80	0,013	0,662



Foto 17: Vista Manto Santa al sur oeste y noreste

*Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno*

**VETA 2006:** Reconocida en 180 m de longitud emplazada en el stock Consuzo, aflora en el límite SW donde colinda con la propiedad de la Familia Gallarday, (Ver Foto 18). En su afloramiento existen pequeños socavones antiguos en cuyas canchas se observan fragmentos de cuarzo con hubnerita, sericita y pirita fina. Su rumbo promedio es N 20° W y buzamiento 66° NE, con 0,50 m de ancho los resultados de análisis de muestreo se ven en la Tabla 7.

Tabla 7: Relación de muestras veta 2006

Nro de Muestra	Coordenada		Cota (msnm)	Ancho (m.)	Au-AA23 ppm	WO3 %
	Este	Norte				
55785	185819	9095412	3874	1,30		13,399
55786	185809	9095346	3884	0,30		5,436
55787	185786	9094992	4078	0,55		0,196
55615	185815	9095266	3969	0,50		0,006
55616	185819	9095286	3956	0,60		0,041
55617	185827	9095302	3940	0,40		0,013
55618	185812	9095370	3898	0,50		0,138



Socavón antiguo sobre la veta 2006, se observan tramos con mineralización de tungsteno cuyos muestreos de algunos canales reportaron hasta **13,4% WO<sub>3</sub>** para 1,30 m de ancho.

Foto 18: Pequeño socavón antiguo sobre la veta 2006  
Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

**MANTO CONSUZO II:** Es una estructura del sistema Maciste, con rumbo N 80° W y buzamiento 20° SW. Se observan antiguos trabajos mineros que evidencian mineralización de Tungsteno y se encuentran en la propiedad de la Compañía San Simón (ver Foto 19), en su extensión sur-este dentro de la propiedad de Dynacor, se localiza un pequeño cateo cuyo muestreo reportó 0,803% WO<sub>3</sub> (ver Tabla 8 ).

Tabla 8: Relación de muestras Manto Consuzo II

Nro de Muestra	Coordenada		Cota (msnm)	Ancho (m.)	Au-AA23 ppm	WO3 %
	Este	Norte				
55649	185918	9094888	4128	0,80		0,803

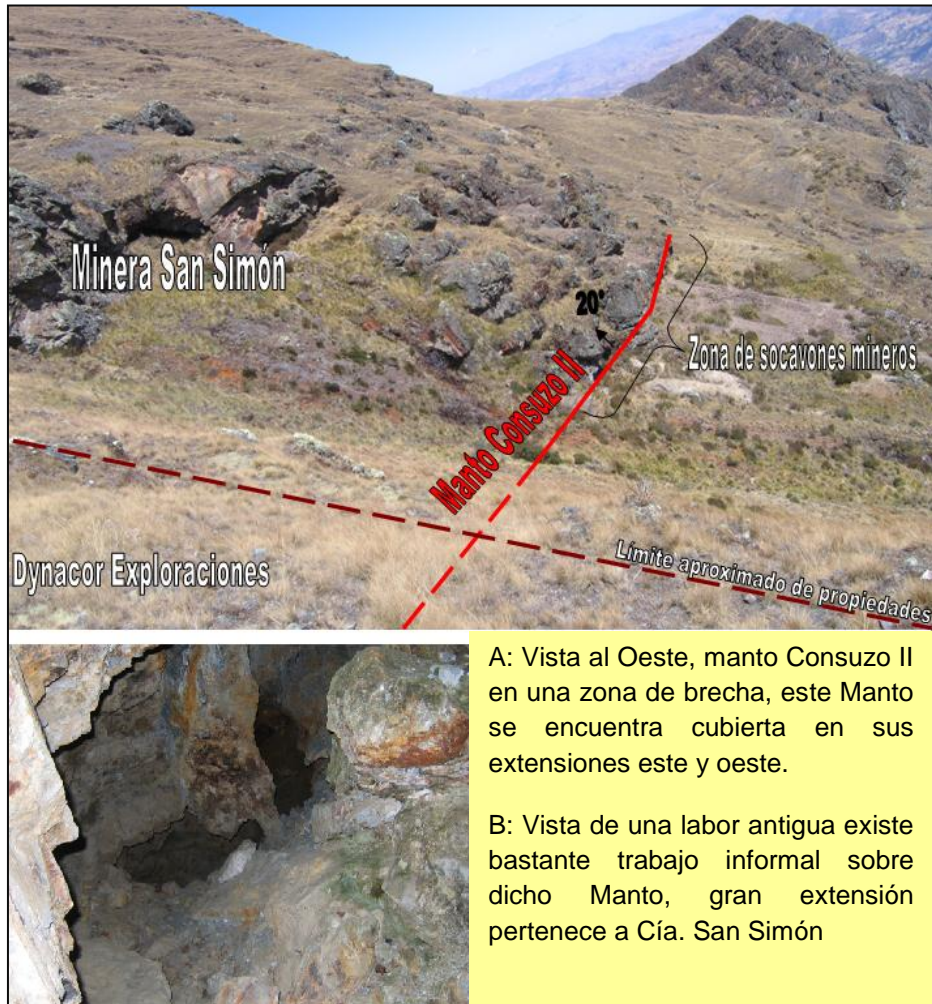


Foto 19: Manto Consuzo II

Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

**MANTO CANDELARIA:** Estructura de menor continuidad, se emplazada en las cuarcitas de la formación Chimú, con rumbo N 15° E y buzamiento de 52° SW y 0,40 m de ancho; su mineralización está constituida de cuarzo, wolframita y pirita, cuyas leyes de muestreo de un canal reportaron 0,329% WO<sub>3</sub>, tal como se ve en la Tabla 9.

Tabla 9: Relación de muestras manto Candelaria

Nro de Muestra	Coordenada		Cota (msnm)	Ancho (m.)	Au-AA23 ppm	WO3 %
	Este	Norte				
55784	186661	9094556	4302	0,40	<0,052	0,329

**MANTO GOSSAN:** Estructura reconocida en 20 m de afloramiento, con mineralización de óxidos (Hematita, limonita, jarosita), pirita, posible wolframita fina; su rumbo promedio es de N 15° E y buzamiento 52° SW con 1,80 m de ancho, está emplazado en el contacto entre las cuarcitas y las pizarras que se encuentran intercaladas con calizas. Se sacó una muestra de canal que reportó 0,22 % WO<sub>3</sub>, tal como se ve en la Tabla 10. Su continuidad en sus dos extremos se encuentra cubierta por material cuaternario.

Tabla 10: Relación de muestras manto Gossan

Nro de Muestra	Coordenada		Cota (msnm)	Ancho (m.)	Au-AA23 ppm	WO3 %
	Este	Norte				
55802	186699	9094558	4296	0,40	<0,005	0,215

**OTRAS OCURRENCIAS EN CONSUZO:** También se han reconocido otras tres áreas donde dan evidencia de mineralización de Tungsteno, estas son las zonas de Santa Rosa (Foto 20), Geo Chávez y Quesgar, lamentablemente, todas estas muy alejadas de nuestras propiedades, sería recomendable explorar dichas zonas en profundidad en una siguiente etapa en coordinación con nuestros vecinos ( Compañía. San Simón y Familia Gallarday ).



Foto 20: Zona de Santa Rosa

*Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno*

#### 4.2.2. ÁREA HUAURA ( ZONA 2 )

Se encuentra al norte del distrito minero y tiene como límite sur al contacto Intrusivo-Pizarras en la cumbre más alta de la mina. Actualmente está en producción y prácticamente todas las reservas a la fecha se encuentran localizadas en esta zona. También en esta área se observan muchas estructuras del sistema de la Veta Consuelo que no han sido exploradas, algunas se encuentran en las propiedades de terceros, (Foto 21). En esta zona se está programando una campaña de exploración con una mayor cantidad de perforaciones dirigidas a estructuras ubicadas dentro de la propiedad.

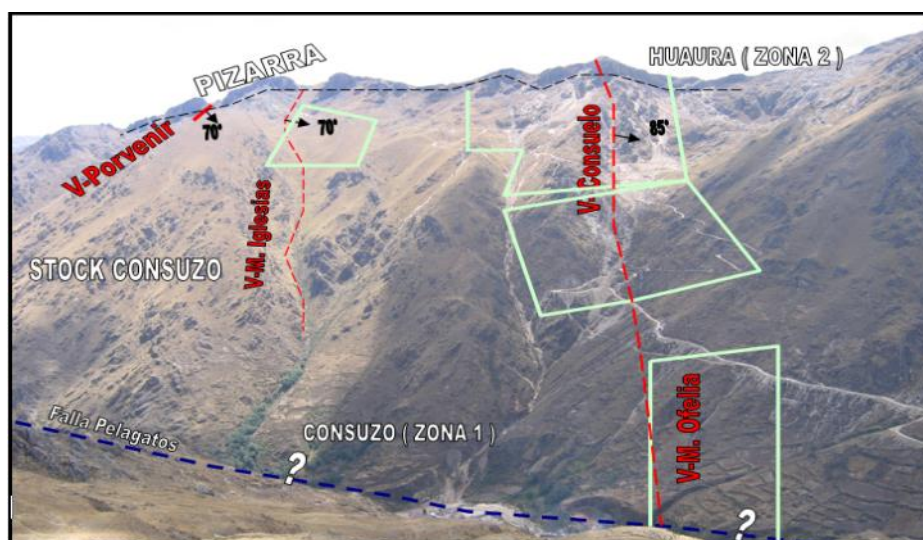


Foto 21: Vista al norte de María Ofelia. Área Huaura ( zona 2 )

Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

**VETA MIGUEL IGLESIAS:** Estructura reconocida en 250 m de afloramiento en las propiedades de Minera San Simón, su mineralización está constituida de cuarzo, chispas de wolframita, sericita y ligera oxidación, su rumbo promedio es de N 20° W, buzamiento 66° NE y 1,00 m de ancho, se encuentra emplazada en el Stock Consuzo y las pizarras de la formación Chicama (ver Foto 21 y Foto 22). Gran parte de esta veta se encuentra fuera de las propiedades de Dynacor.



Foto 22: Vista de la Veta Miguel Iglesias

*Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno*

**VETA PORVENIR:** Estructura reconocida aproximadamente en aproximadamente 300 m de afloramiento, su mineralización es de cuarzo, chispas de wolframita, sericita y ligera oxidación, el rumbo

promedio es de N 30° W con 70° NE de buzamiento y ancho 0,60 m, también se encuentra emplazada en roca intrusiva y pizarras (ver Foto 21). Toda la veta se encuentra fuera y un poco alejada de las propiedades de la empresa.

**VETA MILAGRO:** Esta veta del sistema de la Veta Consuelo se encuentra cerca de la zona de Huayllapón y prácticamente el 90% de esta veta se encuentra fuera de las propiedades de la empresa (ver Foto 23), su extremo norte se encuentra en el límite y lamentablemente por la dirección del buzamiento ésta no se ubicaría en nuestras propiedades.

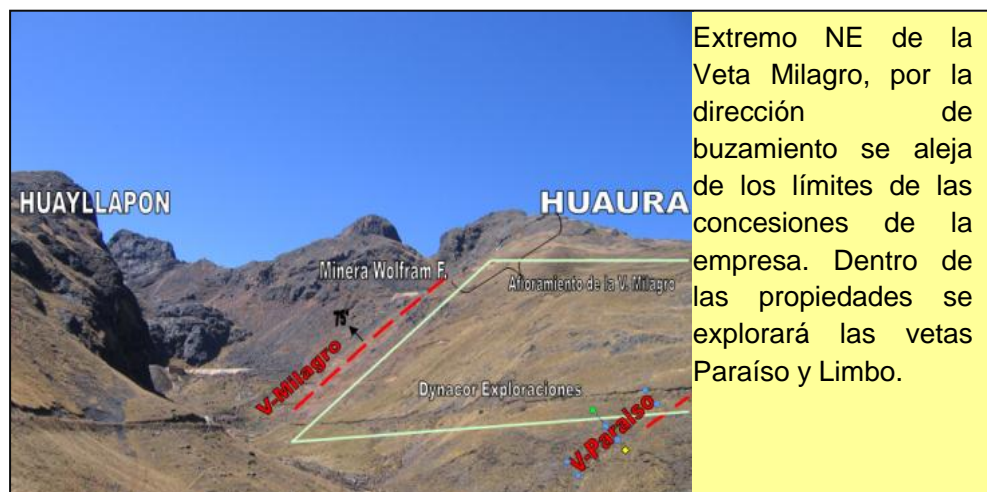


Foto 23: Veta Milagro

*Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno*

**VETAS LIMBO Y PARAÍSO:** Estas vetas, también del Sistema Consuelo, afloran débilmente en las pizarras, se encuentran localizadas entre Huaura y Huayllapón (ver Foto 23). Los afloramientos de cuarzo son evidencias importantes de posible mineralización en profundidad, para confirmar dicha hipótesis se recomendó realizar perforaciones desde superficie.

**VETA CONSUELO - MARÍA OFELIA:** En el límite de Huaura y Consuzo aflora en el Stock Consuzo , la veta Consuelo en la zona de María Ofelia , donde experimenta un mejor desarrollo estructural en comparación con las pizarras. Debajo de este afloramiento se tiene el potencial Pt-2 (ver Figura 6) a la altura del nivel 12. Con el desarrollo de esta veta en profundidad se podría integrar las zonas de Consuzo y Huaura. ( ver Foto 24 )



Foto 24: Afloramiento de la veta Consuelo

#### 4.2.3. ÁREA HUAYLLAPON (ZONA 3)

Se encuentra localizada al noreste del distrito minero, en esta zona solamente se trabajó la veta Chabuca hasta el Nivel seis antes del reinicio de las operaciones, (Cota 4 152 msnm) y muy poco trabajo en la Veta Santa Isabel. La veta Chabuca (Ver foto 25) cuenta con un gran potencial en profundidad y en su extensión sur, a la fecha ya se ha realizado el desarrollo y exploraciones con un crucero y galería en el Nivel ocho, y profundizando hasta el Nivel nueve con un pique.



Foto 25: Vista al NE, veta Chabuca y Santa Isabel

Fuente: Propia.

**VETA CHABUCA:** Importante veta en el área de Huayllapón, con rumbo promedio N 10° E, buzamiento 80° SE y 1,50 m de

potencia. De esta veta se han explotado 459,000 tn de mineral con 0,80 %  $WO_3$  hasta el nivel seis, existiendo un importante potencial en profundidad la cual está siendo explorada y explotada en el Nivel ocho, (Ver Figura 12).

**VETA SANTA ISABEL:** muestra similares características con la veta Chabuca, con un rumbo promedio de N 10° E, buzamiento 75° SE y 1,00 m de potencia, (Ver Figura 12).

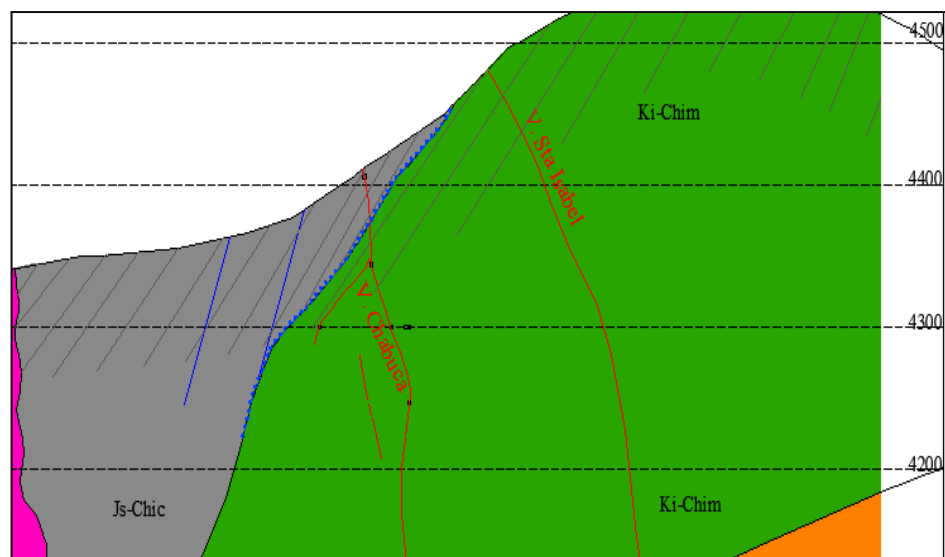


Figura 12: Sección transversal W-E Veta Chabuca y Santa Isabel  
Fuente : Área de Geología exploraciones U.M. Pasto Bueno

### 4.3. PERFORACIÓN

En Pasto Bueno del 2007 al 2011 se han realizado 48 sondajes diamantinos, en los años 2010 al 2011 se realizaron 18 sondajes diamantinos, con objetivo de explorar el potencial en profundidad. Finalmente, se realizó sondajes dirigidos a los mantos ubicados al sur de la propiedad. La Tabla 11 presenta un resumen de los sondajes realizados desde 2007 al 2011.

Tabla 11: Resumen de sondajes diamantinos 2007-2011

Año	N° Sondajes	Longitud (m)	Targets	Zona
2007	7	3 205,10	Consuelo, Consuelo Split, Sauco, Santa Marta, Paraíso	Consuzo, Huaura
2008	10	4 546,95	Santa Marta, Chabuca, Ana, Consuelo, Santa Marta, Violeta, Consuelo , Split .	Huaura, Huayllapón, Consuzo,
2009	13	1 944,05	Consuelo, Candela, Alonso-Fénix, Sarita	Huaura
2010	8	1 869,45	Consuelo, Cordero, Sorpresa, Loreto Ramal, Ana, Santa Isabel, Chabuca, Alemana, María Ofelia, Vetilla , Vetilla 2	Huaura, Consuzo, Huayllapón, María Ofelia
2011	10	2 504,15	V. Loreto V. , Fermín ,Manto. Gossan , Manto Candelaria, Manto. Santa	Consuzo

Los interceptos de estructuras y resultados de análisis de laboratorios son mostrados en la Tabla 12.

Tabla 12: Sondajes. Perforación en las principales estructuras y extensión de vetas. Fuente U.M. Pasto Bueno

Veta	Hole ID	Area	Longitud	Intersection Depth (m)		Potencia Verdadera		Leyes de Mineralización						Descripción	
						Estructura (m)	Mineralización (m)	W03%	Cu %	Pb %	Zn %	Ag (oz/tn)	Mo (ppm)		
Consuelo	HDD 01-10 1	Huaura	680,35	330,35	-	338,05	7,15	1,63	0,18	0,02	0,05	0,93	0,21	11,74	Veta de qz lechoso, py, gn, thd y WO3
Consuelo Split	HDD 01-10 2	Huaura		388,85	-	394,05	0,36	0,36	<b>3,63</b>	0,15	0,11	>1,00	0,61	294,00	Veta de qz, fluo, ser/musc, py, thd, cc y WO3
Cordero	HDD 01-10 3	Huaura		559,05	-	560,18	0,79	0,63	0,18	0,19	0,61	0,76	3,29	38,43	Veta de qz, fluo verde, py, sph, thd y WO3
Sorpresa	HDD 01-10 4	Huaura		634,20	-	637,60	2,35	0,15	<b>0,81</b>	0,03	0,07	>1,00	0,45	5,00	Veta de con abundante py, fl y WO3
Loreto	HDD 02-10 2	Consuzo		334,12	-	335,85	1,03	1,03	<b>1,83</b>	0,14	0,16	0,34	0,99	43,00	Veta de qz muy fracturado con puntos de WO3 y py
Loreto Ramal	HDD 02-10 3	Consuzo		336,51	-	335,71	0,16	0,16	0,38	0,02	0,06	0,07	0,28	53,00	Veta de qz muy fracturado con puntos de WO3 y py
Ana	HDD 01-10-IM 1	Huayllapon	259,20	166,25	-	166,72	0,47	0,47	0,01	0,24	>1,00	0,11	0,80	15,00	Veta qz, cristales de py
Sta Isabel	HDD 01-10-IM 2	Huayllapon		205,70	-	206,12	0,42	0,42	0,34	0,05	0,22	>1,00	0,36	5,00	Veta de qz-fl-ser/musc-py-WO3
Chabuca	HDD 02-10-IM 1	Huayllapon	57,30	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	No se concluyó factor terreno a perforar
Chabuca	HDD 03-10-IM 1	Huayllapon	350,20	292,62	-	295,70	2,39	0,28	0,15	1,38	0,67	0,36	6,27	<2,00	Veta qz lechoso, py, tnn, gn
Alemana	HPS 01-10 1	María Ofelia	30,80	25,95	-	26,50	0,55	0,55	0,11	0,01	0,03	0,03	0,16	<2,00	Veta de qz blanco con diss WO3, thd y py.
Alemana	HPS 02-10 1	María Ofelia	35,00	28,10	-	28,80	0,70	0,70	0,15	0,10	0,07	0,13	0,43	51,00	Veta de qz con diss de WO3, thd y py
María Ofelia	HPS 03-10 1	María Ofelia	19,30	10,06	-	11,31	1,25	1,25	<b>0,65</b>	0,08	0,03	0,68	0,20	4,97	Veta de qz con banda mineralizada de WO3. 15%
Vetilla 1	HPS 04-10 1	María Ofelia	46,50	20,74	-	20,78	0,04	0,04	<b>2,98</b>	0,03	0,00	0,01	0,04	<2,00	Veta de qz blanco c/ diss WO3
Vetilla 2	HPS 04-10 2	María Ofelia		21,69	-	21,71	0,02	0,02	<b>0,73</b>	0,02	0,01	0,01	0,03	<2,00	Veta de qz blanco c/ diss WO3
Alemana	HPS 04-10 3	María Ofelia		39,72	-	39,76	0,04	0,04	0,06	0,02	0,01	0,06	1,10	14,00	Veta de qz c/ py en fracturas
V. Loreto	HDD-01-11	Consuzo	673,05	350,35	-	351,40	0,90	0,90	0,02	0,05	0,01	0,49	0,08	67,00	Veta de qz, con py diss, py masiva, ser, fl morada, nódulos de intrusivo
Veta	HDD-01-11 - 1			441,20	-	441,50	0,20	0,20	0,01	0,00	0,02	0,00	0,02	1,00	Veta de qz, con py diss, py masiva, fl morada, fl verde, ser. en microgeodas, thd, mo
Veta	HDD-01-11 - 2			606,35	-	609,85	1,90	1,90	0,01	0,00	0,04	0,05	0,07	12,00	Veta de qz, con py diss, fl morada, pto WO3 fino.
V. Fermín	HDD-02-11	Consuzo	425,00	134,00	-	139,20	3,30	3,30	0,02	0,13	0,06	0,06	0,35	11,00	Veta de qz con, Ser 2%, py diss 1%, WO3 (Cristales de 1cm - 0,2cm), Thd.
Veta	HDD-02-11 - 1			143,25	-	146,90	2,40	0,56	<b>0,17</b>	0,02	0,02	0,04	0,09	16,00	
V. Loreto	HDD-02-11 - 2			202,60	-	203,80	6,40	1,32	<b>1,05</b>	0,17	0,11	0,09	<b>0,70</b>	20,00	Veta de qz con, ser 3%, fl verde 10%, py diss 5%, cpy, mo, Cristal de WO3 6mm*6mm
				203,80	-	206,40		2,26	0,03	0,03	0,02	0,03	0,13	10,00	
				206,40	-	209,40		2,82	<b>1,06</b>	<b>0,72</b>	0,14	0,24	<b>1,87</b>	5,00	
V. Fermín	HDD-03-11	Consuzo	364,60	147,35	-	152,90	4,40	4,40	0,02	0,07	0,02	0,06	0,17	3,00	Veta de qz con, Ser 3%, fl verde 2%, py masivo 5% fl morada, 2% WO3, puntos de mo.
Veta	HDD-03-11 - 1			231,25	-	237,45	4,05	4,05	0,00	0,03	0,01	0,12	0,05	30,00	Veta de qz con, ser 10%, fl verde 8%, py diss 5%, py masiva 3% puntos de cpy, mo y esf.
Veta	HDD-03-11 - 2			242,20	-	249,50	4,60	4,60	0,00	0,04	0,00	0,27	0,03	4,00	Veta de qz con ser, py diss, py masiva, fl verde, con puntos de cpy y mo.
V. Loreto	HDD-03-11 - 3			317,30	-	325,30	6,90	6,90	0,01	0,04	0,13	0,20	<b>0,65</b>	87,00	Veta de qz con sericita, py diss 6%, fl verde 8%, fl morada, puntos de cpy, mo y esf y puntos de WO3

Lo más resaltante de estos interceptos se muestra en los sondajes HDD-02-10, HDD-02-11 y HDD-03-11, estos tres sondajes fueron dirigidos a profundidad en la veta Loreto debajo del río Pelagatos. Estos interceptos se muestran en la Figura 13, donde se muestra la continuidad de la mineralización de Tungsteno en la veta Loreto por debajo de las labores actuales de explotación.

El intercepto más bajo en el DDH-02 está aproximadamente sobre los 3 320 m, el nivel más bajo en Huaura es el nivel 12, que está sobre la cota de los 3 933 msnm. La distancia vertical es de un poco más de 600 m. La distancia horizontal entre el intercepto en el HDD 02-10 y los trabajos hacia el sur de Huaura en la veta Consuelo es alrededor de 2,6 km. Cabe mencionar que la veta Loreto y Consuelo pertenecen a una misma estructura que fue fallado por una o más fallas. El potencial de esta área es muy importante, posiblemente 3 a 4 veces mayor que la producción total durante los 100 años transcurridos en la mina Pasto Bueno.

Un sondaje realizado en la extensión de la veta en la zona Consuzo mostró valores anómalos en molibdeno. Los resultados de este sondaje se muestran en la Tabla 13.

Se realizaron ocho sondajes en los mantos como son: el manto Santa, Gossan y Candelaria. Los resultados de este sondaje se muestran en la Tabla14.

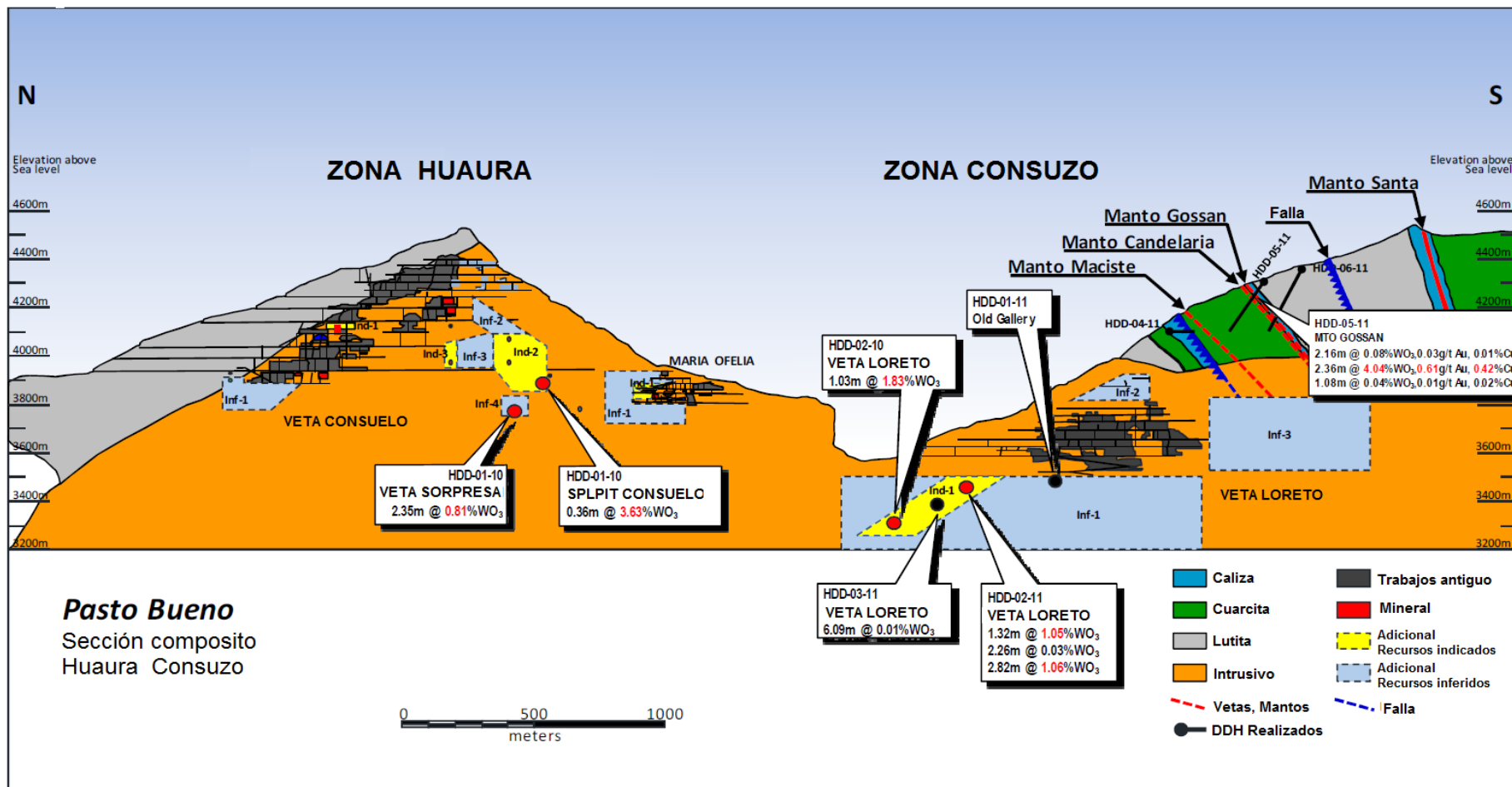


Figura 13: Sección Compósito Huaura Consuzo. Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

Tabla 13: Sondajes exploratorios con anomalía de molibdeno. Fuente Dynacor Exploraciones U.M. Pasto Bueno

Veta	Hole ID	Intersection Depth (m)		Potencia Verdadera		Leyes de Mineralización						Descripción	
				Estructura (m)	Mineralización (m)	WO3 (%)	Au (g/tn)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (oz/tn)		Mo (ppm)
Anomalías Mo	HDD 022-10-1	291,1	- 291,4	0,25	0,25	<0,01		0	0,02	0,01	0,12	2909	Intrusivo propilitizado con diseminación de molibdenita y pirita

Tabla 14: Resultado de sondajes realizados en los mantos (Zona Consuzo). Fuente U.M. Pasto Bueno

Veta	Hole ID	Intersection Depth (m)			Potencia Verdadera		Leyes de Mineralización						Descripción	
					Estructura (m)	Mineralización (m)	WO3 (%)	Au (g/tn)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (oz/tn)		Mo (ppm)
Manto Gossan	HDD-05-11	43,20	-	45,40	5,60	2,16	0,080	0,031	0,011	0,000	0,021	<0,020	<1	Manto con presencia de Scheelite, cpy, py, oxfe.
Manto Gossan	HDD-05-11	45,40	-	47,80		2,36	<b>4,040</b>	<b>0,610</b>	<b>0,420</b>	0,000	0,011	<0,020	<1	Manto con presencia de Scheelite, cpy, py, po, oxfe.
Manto Gossan	HDD-05-11	47,80	-	48,90		1,08	0,040	<0,010	0,018	0,000	0,013	<0,020	1,0	Manto con presencia de Scheelite, cpy, py, po, oxfe.
Manto Candelaria	HDD-05-11	56,60	-	60,60	4,00	4,00	0,065	0,006	0,047	0,006	0,101	0,053	1,0	Manto con presencia de Scheelite, cpy, py, po, oxfe.
Manto Santa	HDD-07-11	64,50	-	66,80	13,00	2,30	<b>0,221</b>	0,005	0,140	0,001	0,046	<0,030	472,0	
Manto Santa	HDD-07-11	68,45	-	69,25		0,80	<b>0,200</b>	0,005	0,124	0,000	0,030	<0,030	203,0	Veta de qz, ser10%, fl verde 8% Py diss 5% Py masiva 3%, Puntos de cpy, mo, ef
Manto Santa	HDD-07-11	75,70	-	77,50		1,80	<b>0,178</b>	0,005	<b>0,335</b>	0,000	0,056	0,079	82,0	
Split Manto Santa	HDD-07-11	98,90	-	100,00	1,10	1,10	<b>0,480</b>	0,008	<b>0,666</b>	0,002	0,299	0,193	44,0	

## CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE DATOS

### 5.1. ANTECEDENTES

El desarrollo del trabajo se realizó considerando los procedimientos, estándares y protocolos, implementados para la mina Pasto Bueno por los señores Alain Beauregard (QP<sup>4</sup>) y Alonso Sánchez (gerente de exploraciones), quienes desarrollaron protocolos para los trabajos en la mina, como son: Trabajos de mapeo, muestreo y protocolos de QA/QC, para que los trabajos en especial el muestreo de mina esté dentro de los estándares de industria y reúna los requisitos de la normativa **NI 43-101**<sup>5</sup> que incluyeron la definición de las técnicas de muestreo, seguridad de las muestras, y un sistema de comprobación de ensayos utilizando blancos, estándares y duplicados.

### 5.2. MAPEO GEOLÓGICO

Es la representación gráfica de las características geológicas de una determinada zona, en Pasto Bueno se realizó trabajos de mapeo y remapeo geológico de superficie a escala 1/10 000, para la

---

<sup>4</sup> **QP (quality person)**: persona calificada para preparar informes compatibles con NI 43-101.

<sup>5</sup> **NI 43-101**: Esta abreviatura significa Instrumento Nacional 43-101: Normas de Información para Compañías Mineras, Para mas referencias ver el Anexo 1.1

elaboración de mapas geológicos de labores horizontales. La escala de mapeo fue de 1/500, revisar Anexo 1.2 para ver los procedimientos. En la cartografía se registró los datos necesarios con simbología de gráficos y colores (litología, alteración y mineralización, fallas) y anotaciones concretas que detallen los aspectos geológicos que se observan en la labor minera, tal como se observa en la figura

Figura 14:

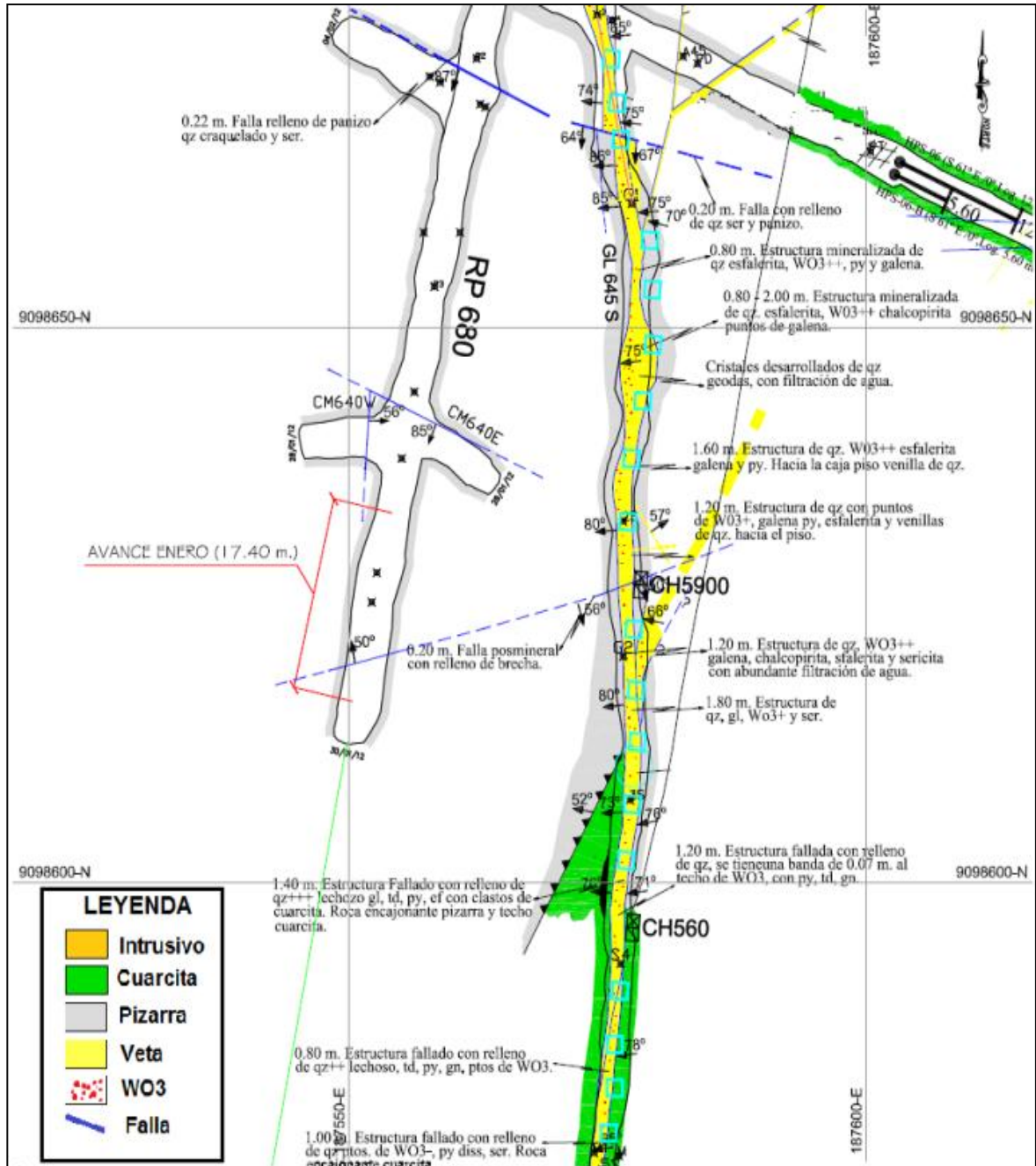


Figura 14: Plano geológico Nivel 8 Veta Chabuca

Fuente : Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno

### **5.3. MUESTREO POR CANALES EN LABOR SUBTERRÁNEA**

En Pasto Bueno, el “ Muestreo por Canales “ es realizado en todas las labores de exploración y desarrollo como son: galerías, subniveles, chimeneas y tajos; el muestreo por canales en labores subterráneas es llevado en forma sistemática con espaciamiento de 2 m a partir de un punto de referencia (ver anexo 1.3). Al reinicio de las operaciones en el 2006 no se contaba con un buen registro de datos de muestreos en lo que se refiere a su ubicación espacial; hasta el desarrollo de la tesis aún se estaba trabajando en la ubicación espacial de cada muestra. El no tener las muestras ubicados en sus tres ejes nos limita el trabajo para la evaluación de recursos y reservas limitando la evaluación al uso de métodos convencionales por el método de polígonos modificados en secciones, no pudiendo aplicar los modelos de bloques 3D.

### **5.4. PERFORACIÓN DIAMANTINA**

Es importante tener un buen registro de base de datos de la información obtenida por los sondajes de perforación diamantina, como son: Collar, Survey, Litología, Alteración, RQD, Assay.

El trabajo consistió en la revisión y validación de la información de la base de datos y demás registros relacionados a los sondajes, en



algunos casos se han corroborados con el relevo y revisión de las hojas de registro físico; datos como son:

**Collar:** Nombre del sondaje, ubicación de sondajes en coordenadas UTM, azimut e inclinación de sondaje.

**Survey:** Nombre de sondaje, azimut, inclinación y longitud final de sondaje.

**Litológicos;** Son registrados los distintos tipos litológicos, los tramos de veta y las zonas de alteración pervasiva. La codificación de estos tipos litológicos es mostrada en la Tabla 15.

Tabla 15: Código para el logueo litológico  
Fuente : U.M. Pasto Bueno

Nombre	Código Geológico	Código Color
Cuaternario	Q-al	255,255,0
Intrusivo	T-qm	227,108,10
Andesita	T-a	255, 0, 255
Pizarra	Js	128,128,128
Caliza	Ki Chim	0,176, 240
Cuarcita	Ki Chim	0,176,80
Veta	V	
Falla	F	

**Alteraciones;** Se registran los distintos tipos de alteraciones con sus respectivas intensidades. Los tipos de Alteraciones son mostrados en Tabla 16.

Tabla 16: Código para el logueo de alteraciones

Nombre	Código geológico	Código Color
Propilítico	Prop	255,255,0
Argílico	Arg	227,108,10
Silicificación	Sil	255, 0, 255
Potásico	K	128,128,128
Greisen	Grs	0,176, 240
Roca fresca	Rf	0,176,80

**RQD<sup>6</sup>**; se define como el porcentaje de recuperación de testigos de más de 10 cm de longitud (en su eje) sin tener en cuenta las roturas frescas del proceso de perforación respecto de la longitud total del sondeo.

**Mineralización;** Esta información es registrada en porcentaje de abundancia en el tipo de mineralización encontrado, se toman los

<sup>6</sup> RQD: Del inglés Rock Quality Designation, designación de la calidad de roca

datos de las observaciones principalmente de Hubnerita, y otro mineral existente principalmente observado en vetas y roca caja contigua.

## **5.5. PREPARACIÓN DE MUESTRAS Y ANÁLISIS DE SEGURIDAD**

Como se mencionó en mina se hace el muestreo de estructuras en labores subterráneas, para el control de la ley y la estimación de recursos y reservas; también se generan muestras de perforación diamantina subterráneo, y en superficie (Exploraciones), y en muestreo superficial explorando algunos target.

Una revisión de la preparación de muestra, la seguridad, los procedimientos analíticos y el protocolo de QA/QC en toda las todas facetas del muestreo, satisface los estándares de **NI 43-101** con lo cual se valida la información para la estimación de recursos y reservas, ver Anexo 1.5 Análisis de Muestras.

Hay datos de QA/QC para el laboratorio de Pasto Bueno, para las muestras de mina y datos de QA/QC para las muestras de exploración. Todos los datos de QA/ QC incluyen la inserción de blancos, estándar y duplicados para cada uno de las áreas. Ver Anexos1.6 QA/QC para los laboratorios.

## 5.6. ESTIMACIÓN DE RESERVA MINERAL EN U.M. PASTO BUENO

Las reservas para la mina Pasto Bueno se basan en los datos de costos. Los datos de costos son los costos reales de operación para 2011 y el 2012 y los costos de operación estimados para el año 2013.

El rango del Cut -off se define basado en costos. Los precios de los productos utilizados en el cálculo son el precio promedio estimado para el próximo año que recibe la mina Pasto Bueno, que es un porcentaje del precio LME<sup>7</sup> citado por ATP<sup>8</sup> para el mes de la venta. Este precio pronosticado por U. M. Pasto Bueno para el año 2013 es de \$ 336 por tonelada métrica (TM) de WO<sub>3</sub>. Se ajusta el Cu-off para reflejar los costos actualizados y los precios sobre una base anual. Estos puntos de corte se calculan usando los ingresos previstos de la venta del producto que representa de la recuperación en planta por gravedad y los separadores magnéticos.

---

<sup>7</sup> LME: London Metal Exchange o la Bolsa **de Metales de Londres**, es el centro mundial del comercio con metales industriales.

<sup>8</sup> ATP: Es el precio de referencia para la venta del concentrado de tungsteno (Paratungstato de Amonio)

## **CAPÍTULO VI: ESTIMACIÓN DE RECURSOS Y RESERVAS**

### **6.1. ANTECEDENTES**

El crecimiento del ritmo de extracción y utilización de la materia prima mineral han ocasionado una revolución científico-técnica en la geología y la minería. Por tal motivo, los trabajos de búsqueda, exploración y evaluación geológica-económica de yacimientos minerales útiles, constituyen una de las tareas más importantes en las empresas mineras y el cálculo de reservas y recursos minerales útiles en una mina es un papel fundamental.

La estimación de reservas y recursos es una operación de alta responsabilidad para los profesionales pues se determina en gran medida el valor industrial de un yacimiento mineral. Este cálculo puede ser realizado por métodos clásicos o modernos. En los primeros se utilizan valores medios o medias ponderadas para la estimación de bloques definidos convenientemente, por lo que su uso ha estado relacionado con problemas de precisión. En los segundos predominan los métodos geoestadísticos, los cuales consisten en el uso de técnicas de regresión, teniendo como premisa fundamental la realización de las estimaciones a partir de

las características de variabilidad y correlación espacial de los datos originales.

Para desarrollar y evaluar activos mineros es necesario una plataforma común de conceptos claros y una nomenclatura estándar sobre criterios y prácticas que respalden los prospectos de exploración y explotación.

Dada la dificultad de establecer un modelo geológico para los yacimientos minerales y como su ley es de naturaleza variable, debe establecerse un límite por debajo del cual la sustancia de interés no puede explotarse con provecho. Este límite depende de los avances de la ciencia, y por ello se dice que los recursos pueden sólo ser definidos en términos de una tecnología definida.

Hay sin embargo, quienes consideran que las posibilidades tecnológicas son ilimitadas y por tanto, cualquier ley o contenido podrían hacer posible se clasificara una sustancia mineral como recurso.

Los términos, recursos y reservas minerales son a menudo confundidos, pero desde un punto de vista geológico se entiende por recursos a un material que se sabe existe en la corteza

terrestre o que de inferencia geológica bien documentada se considera probable que exista.

Las reservas se definen como una cantidad mucho más pequeña, que los recursos, de un material que puede ser producido con la tecnología actual y a los precios presentes. Se define las reservas como un material mineral que se considera explotable bajo las condiciones existentes incluyendo costo, precio, tecnología y circunstancias locales.

De esta manera, la definición queda aceptable a las economías dirigidas, mixtas y a las de libre empresa. La conversión de recursos en reserva requiere ya sea de mejoras en la tecnología o de precios más altos o de ambos.

Para que una propiedad que se examina tenga algún valor, es preciso que contenga unas reservas mínimas de mena y la sustancia mineral pueda ser extraída y beneficiada hasta un producto útil. Por ello, es indispensable tener un conocimiento adecuado del tamaño, forma, posición y tenor del depósito que contiene la sustancia mineral.

Tradicionalmente, se han clasificado las reservas siguiendo unas veces criterios geométricos y otras, criterios que tienen en cuenta las relaciones espaciales; aspectos geológicos tales como hábito, tipo y mineralogía del depósito; fuente de los datos, grado de conocimiento geológico; y finalmente, el tipo de razonamiento, inductivo o deductivo que ha sido utilizado en el análisis de los datos.

Para evitar la propagación de reportes geológicos sin sustento técnico, la comunidad especializada ha creado reglas de juego precisas para hacer la estimación de recursos y reservas mineras de manera aceptable para el mercado internacional principalmente bursátil con la aplicación del Código JORC (ver Fig. 15), y el uso de los servicios de profesionales calificados para la elaboración de dichos reportes.

Se denomina Recursos Minerales a aquellos volúmenes de mineral con su respectiva ley o contenido metálico que han sido estimados por medio de procesos de muestreo superficial y subterráneo, trincheras, cortes, calicatas o perforaciones que pueden representar geoestadísticamente a un cuerpo mineralizado.

Los recursos inferidos son aquellos que tienen un bajo grado de confianza pues han sido inferidos a base de muestreo superficial y subterráneo, trincheras, cortes, calicatas o perforaciones puntuales y aisladas que no pueden ser confirmadas en continuidad geológica y contenido mineral con los lugares más próximos, cercanos y en profundidad.

Los recursos indicados son aquellos que tienen un aceptable grado de confianza sobre la base de muestreo superficial y subterráneo, trincheras, cortes, calicatas o perforaciones cuyo geoespaciamento es de naturaleza considerable, por lo que puede asumirse, pero no confirmarse su continuidad geológica y contenido mineral.

Los recursos medidos son aquellos que tienen un alto grado de confianza sobre la base de muestreo superficial y subterráneo, trincheras, cortes, calicatas o perforaciones cuyo geoespaciamento es lo bastante cercano para concluir continuidad geológica y contenido mineral.

Además, en este contexto se denomina reserva probable a la fracción de los recursos indicados que es económicamente minable luego de la incorporación de restricciones técnicas, ambientales, económicas, sociales y operacionales.

De igual forma se denomina reserva probada a la fracción de los recursos medidos que es económicamente minable luego de la incorporación de restricciones técnicas, ambientales, económicas, sociales y operacionales.

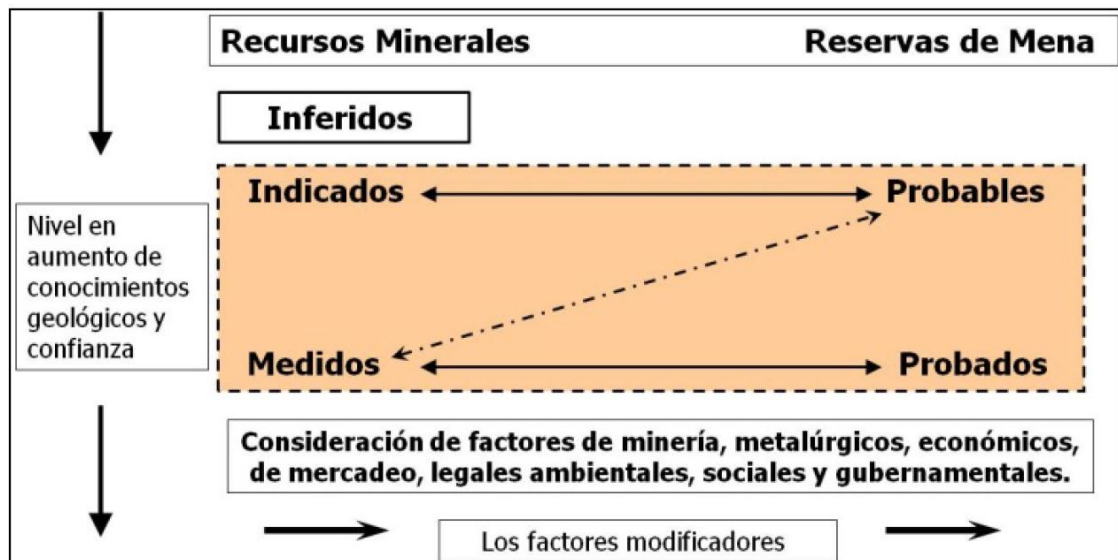


Figura 15 : Relación entre información de exploración, recursos minerales y reservas de mena.

(Fuente: Australasian code for reporting of identified mineral resources and ore reserves, "Código Jorc (2004)").

## **6.2. CONSIDERACIONES Y NORMAS DE CUBICACIÓN**

Para el desarrollo de esta tesis se emplearon las siguientes normas y criterios para el cálculo de reservas (cubicación):

### **6.2.1. MUESTREOS**

El muestreo en vetas han sido realizados en forma sistemática realizando canales a intervalos de 2,00 m, Las muestras fueron tomadas selectivamente cubriendo la parte mineralizada de la veta, pero en algunos casos también se ha incluido brechas y zonas de alteración, *Ver procedimientos Anexo 1.3.*

En ciertas zonas por razones de seguridad no se pudo muestrear a intervalos seguidos. Por lo cual, los valores de esos intervalos se calcularon como la media del valor anterior y posterior.

### **6.2.2. PESO ESPECÍFICO**

Al no ser las vetas homogéneas en su contenido mineral, se tomaron muestras de mineral en los diferentes niveles para realizar ensayos de peso específico. Los resultados dieron

un peso específico promedio de 2,8: además se tomó la densidad en muestras de sondajes, Ver *procedimientos en Anexo 1.5*.

### **6.2.3. BLOQUES DE CUBICACIÓN**

La mina Pasto Bueno ha estado operando desde sus inicios como minería convencional. En el reinicio de sus operaciones en el año 2006 se ha encontrado labores como en la veta María Ofelia donde las chimeneas no comunican las galerías, hay labores abandonadas en todos los niveles y no se cuenta con estándares de preparación, así como, chimeneas principales cada 50 m, todos estos inconvenientes hacen que el cálculo de reservas no se pueda realizar de manera convencional para este tipo de labores, se tuvo que ajustar los criterios de cálculo para estos casos en particular. Los bloques de cubicación se han definido considerando el área encerrada entre galerías, piques o chimeneas. El perfil de la veta se ha idealizado, y se han formado figuras geométricas sin las irregularidades de piso-techo y los desniveles que existen en las galerías,

para ello se ha trazado un promedio entre el punto más alto y bajo.

#### **6.2.4. CÁLCULO DE LEYES**

Las leyes altas de ensayo se corrigen por erraticidad, de tal manera que los valores que excedan los 3% de  $WO_3$ , tomarán el valor de 3%. Después se castigó a todas las leyes con el 20% por los errores que se pudieron cometer desde el muestreo “in situ” hasta el análisis.

El método de estimación es un “Método de Polígonos Modificados”. Luego de definidos los bloques se determinó la ley promedio de las vetas. Ver Anexos III, secciones longitudinales de vetas.

#### **6.2.5. POTENCIA DE LA VETA**

La potencia media de la veta se calcula como la media de las potencias en los tramos de los bloques.

#### **6.2.6. TONELAJE**

El tonelaje resulta de multiplicar el área del bloque por la potencia de la veta y el peso específico. A este resultado se

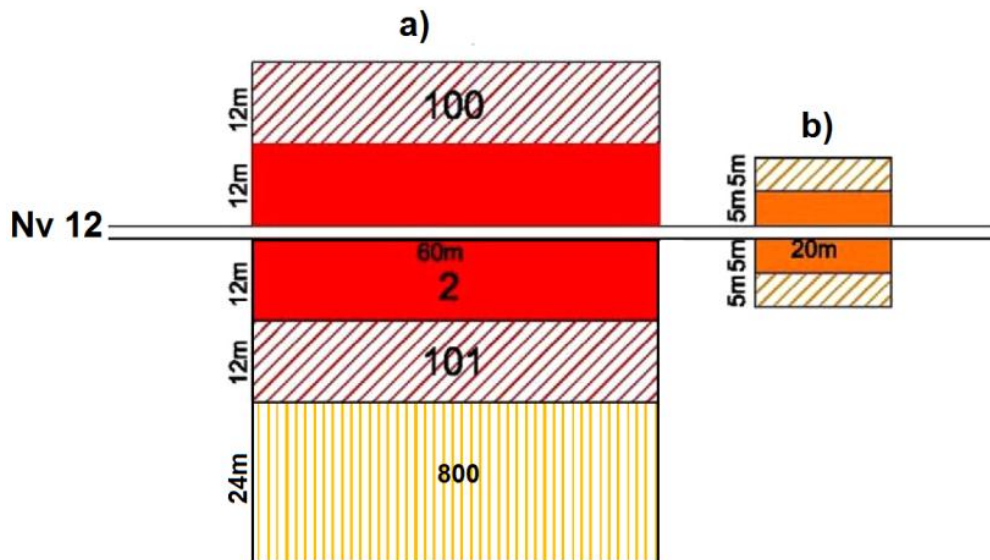
le castiga con un 10% por los puentes que se dejan y los pequeños tramos empobrecidos.

#### **6.2.7. RESERVAS Y RECURSOS**

Para la estimación de reservas y recurso, primero se revisó la información existente en antiguos informes, planos geológicos y muestreo de los diferentes niveles de las veta, luego se muestreó las zonas accesibles que faltaban en los bloques.

En la cubicación se ha tenido en cuenta la guía estándar del Código JORC Australiano (Figura 15).

Las consideraciones en los bloques para la clasificación de reservas de mena o recursos minerales se muestran en la Figura 16. Sin embargo, se adicionó un bloque de Mineral Potencial definido como Indicado o Inferido para recursos debajo de los bloques de mineral probable o Inferido como dato de futuro interés.



- a). Longitud de mineral entre 25m y 100m, la altura será 20% de la longitud de dicha longitud. En este caso para 60m es 12m
- b). Longitud de mineral entre 10m y 25m , la altura será de 5m.

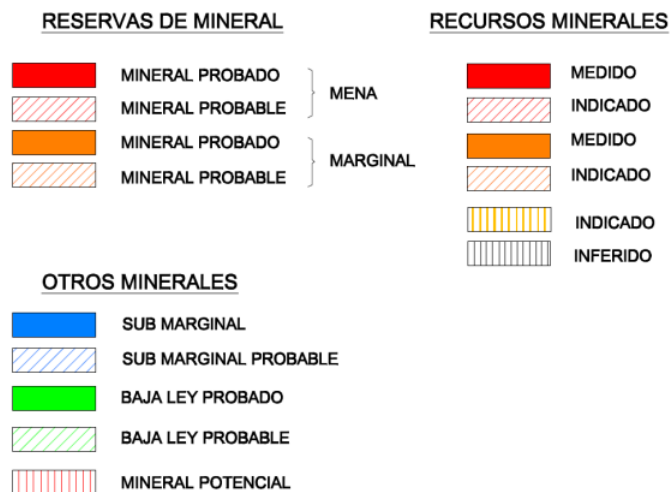


Figura 16: Consideraciones Geométricas para la estimación de recursos y reservas

Fuente: Área de Geología Exploraciones U.M. Pasto Bueno (Jorc Australiano)

### **6.3. RESERVAS DE MENA Y RECURSOS MINERALES EN LA U.M. PASTO BUENO**

#### **6.3.1. ESTIMACIÓN DEL RECURSO MINERAL**

El recurso mineral para la mina Pasto Bueno ha sido estimado usando las categorías de recursos inferidos, recursos indicados y recursos medidos según la definición de la norma **NI 43-101**; algunos bloques inferidos se han considerado como indicados conociendo la tendencia de la mineralización según las interpretaciones geológicas y el entendimiento de la mineralización en las vetas, ver secciones longitudinales en el Anexo III.

La estimación de recursos minerales está hasta el 25 de noviembre de 2012. Para Pasto Bueno se define un rango de Cut-off basado en costos (ver tabla 17), donde se muestra cuatro categorías de costos asociados utilizados para el cálculo de leyes de corte. Los precios utilizados en el cálculo son el precio promedio estimado para el próximo año, que es un porcentaje de la cotización del precio en LME por ATP para el mes de venta.

Tabla 17: Definición de ley para el Cut-off, en la U.M. Pasto Bueno

Fuente : U.M. Pasto Bueno

Ley Mínima (%)	Tipo de Mineral	Base de costos
0,53%	Mineral	Todos los costos operativos y administrativos y depreciación y amortización
0,44%	Mineral Marginal	Costos sin depreciación y amortización (Cut-off para reserva )
0,37%	Mineral sub marginal	Costos sin depreciación, amortización, administración y ventas de gastos
0,36%	Bajo grado	Costos de operación sólo (Cut-off de Recursos)

Las muestras de mineral y resultados que da soporte a esta estimación de recursos fue analizada por el laboratorio de la mina, en el Anexo I se muestran los métodos de muestreo y análisis de los resultados. Se concluye que los procedimientos de muestreo y QA/QC en la mina están bien documentados, de acuerdo con las normas industriales y los requisitos de **NI 43-101** siendo representativos en el contenido de Tungsteno de las vetas. Los recursos se estimaron utilizando una ley de corte mínima de 0,36 % de  $WO_3$ .

La ley de los recursos es estimado utilizando el muestreo de galerías y chimeneas. El método de estimación es un método de polígonos modificados. Los bloques (polígonos) fueron dibujados usando el programa AutoCad, por el personal de geología mina y apoyo de mi persona en base a criterios que se resumen a continuación:

- El bloque tiene un máximo de 50 m de altura o 20% de la longitud de la galería de exploración, si está en el rango de 25 a 100 m, dado solo por una sola cara donde se han tomado muestras.
- Si en una segunda cara se han tomado muestras en el bloque, entonces, la altura del bloque se incrementa en un máximo de 50% de la altura de la segunda cara más allá de los límites de la toma de muestras.
- El ancho del bloque es el ancho promedio de todas las muestras sacadas de ese bloque.
- Bloques adyacentes a recursos medidos que se definen como recursos indicados, pero sin trabajos de muestreo, son dibujados para reflejar el tamaño de los bloques medidos adyacentes, para no exceder los 50 m. en altura.
- Los límites de los bloques definidos como recursos inferidos son dibujados como dato de futuro interés en un plan general de minado geología

Las categorías de recurso para los diferentes bloques mineralizados definidos por la mina fueron clasificadas según los siguientes criterios:

- Bloques definidos en al menos dos lados con trabajos de muestreo, se clasificaron como recursos medidos.
- Bloques definidos en al menos uno lado, pero con trabajos internos, se clasificaron como recursos medidos.
- Bloques definidos en una cara por una galería o chimenea, se clasificaron como recursos indicados.
- Bloques con más de un intercepto de taladros encima de grado de mineral y de ancho minable, se clasifican como recursos indicados.
- Bloques adyacentes a los recursos medidos, pero sin toma de muestras se clasifican como recursos indicados.
- Los bloques que estaban a lo largo de las proyecciones de estructuras o las tendencias conocidas que se sabe contienen mineralización de buena ley, y muestreo subterráneo, o muestreo de superficie se clasifican como recursos inferidos.
- Aquellos bloques con una calificación de al menos 0,36% de  $WO_3$  fueron incluidos en las categorías indicadas y medidas.

La ley o grado de mineralización para los bloques inferidos se estimó a partir de muestreo limitado dentro del bloque o de la ley de los bloques

adyacentes del que se conoce su ley. Si no se dispone de otros datos para los bloques inferidos, el promedio de la ley de mina fue asignado al bloque inferido.

Los recursos indicados y medidos fueron estimados para cada veta que está siendo minado y explorado por galería o por perforación diamantina. Los recursos inferidos incluyen, además de las vetas en producción, vetas que estaban en operación en el pasado, pero no puede ser actualmente explorados o explotados. Los detalles de los recursos para cada veta por bloques y secciones longitudinales se muestran en los Anexos III Secciones longitudinales. Como se puede ver en las secciones longitudinales en el Anexo III existen trabajos históricos significativos. Si los bloques de recursos adyacentes a estos trabajos antiguo se convierten en reservas, el acceso para el minado podrían convertirse en un problema; por la experiencia y conocimiento de estos creemos que el impacto será mínimo.

El Factor de Tonelaje de  $2,8 \text{ t/m}^3$  es un valor histórico. Pruebas de densidad de mineral realizadas ha demostrado que la densidad es una función del grado de mineral de Tungsteno en la veta como sería de esperar. El valor de  $2,8 \text{ t/m}^3$  es la densidad del material de la veta que contiene aproximadamente 0,50% de  $\text{WO}_3$ . No se encontró data histórica,

disponibles donde se pueda examinar la relación exacta de la densidad respecto al grado de mineral, no se sabe por lo que se desconoce cualquier estimación de error introducido en los recursos y reservas por la densidad, se estimó un promedio real ligeramente mayor que 2,8 t/m<sup>3</sup> por lo que el uso de 2,8 t/m<sup>3</sup> es conservador.

En la Tabla 18 se muestra los recursos por vetas y categorías (Medido e indicados), incluye la ley promedio sin diluir tal como se define por los muestreos de galerías y chimeneas.

Tabla 18: Recursos por vetas y categorías, U.M. Pasto Bueno  
Fuente : U.M. Pasto Bueno

VETA	MEDIDOS		INDICADOS		INDICADOS + MEDIDOS	
	TM	% W03	TM	% W03	TM	% W03
CONSUELO			4 469	0,65	4469	0,65
CONSUELO			178 122	0,80	178122	0,80
CONSUELO			9 936	0,65	9936	0,65
LUZ ELENA			6 216	0,62	6216	0,62
CANDELA			8 526	0,67	8526	0,67
CHABUCA			167 597	0,83	167597	0,83
CHABUCA			16 901	0,75	16901	0,75
CHABUCA			22 243	0,76	22243	0,76
CHABUCA			28 862	0,80	28862	0,80
VIOLETA			15 766	0,70	15766	0,70
MARIA OFELIA			10 136	0,67	10136	0,67
LORETO			233 352	0,75	233352	0,75
GOSSAN			73 850	1,20	73850	1,20
<b>TOTAL</b>			<b>775 975</b>	<b>0,82</b>	<b>775975</b>	<b>0,82</b>

Para el presente trabajo todos los recursos medidos pasaron a reservas, por lo que no se incluye los datos en la Tabla.

En La Tabla 19 se muestra los recursos inferidos por vetas y Niveles. y su ubicación se puede observar en el Anexos III, donde se adjunta las secciones longitudinales respectivas para las principales vetas.

Tabla 19: Recursos Inferidos U.M. Pasto Bueno

Fuente: U.M. Pasto Bueno

VETA	NIVEL	AREA (m2)	POTENCIA (m)	LEY %W03	DENSIDAD t/m3	TM
CONSUELO	14	26 570	1,20	0,65	2,80	89 275
CONSUELO	9	13 160	1,20	0,66	2,80	44 218
CONSUELO	12	17 140	1,20	0,66	2,80	57 590
CONSUELO	15	8 000	2,00	0,65	2,80	44 800
LUZ ELENA	12	9 690	1,20	0,62	2,80	32 558
ALONSO FENIX	9	7 330	1,00	0,75	2,80	20 524
CHABUCA	14	318 400	1,20	0,83	2,80	1 069 824
VIOLETA	13	38 760	0,94	0,70	2,80	102 016
MARIA OFELIA	14	44 140	1,00	0,67	2,80	123 592
LORETO	20	169 830	2,00	0,80	2,80	951 048
LORETO	Ponce	20 870	1,00	0,70	2,80	58 436
GOSSAN	7	143 450	2,50	1,20	2,80	1 004 150
SANTA	1	119 900	2,50	0,75	2,80	839 300
MACISTE	14	150 000	1,50	0,75	2,80	630 000
<b>RECURSOS INFERIDOS</b>			<b>1,85</b>	<b>0,86</b>		<b>5 067 332</b>

En la tabla 20 se muestra el inventario de recursos para la Mina Pasto

Bueno, como se observa todo los recursos medidos pasaron a reservas.

Tabla 20: Inventario de recursos Mina Pasto Bueno Fuente : U.M. Pasto Bueno

RECURSOS MINA PASTO BUENO								
RECURSOS MEDIDOS								
VETA	ZONA	BLOCK	NIVEL	AREA (m2)	POTENCIA (m)	LEY % WO3	DENSIDAD (Tn/m3)	TM
RECURSOS MEDIDOS					0,00	0,00		0,00
RECURSOS INDICADOS								
VETA	ZONA	BLOCK	NIVEL	AREA (m2)	POTENCIA (m)	LEY % WO3	DENSIDAD (Tn/m3)	TM
Consuelo	Huaura	Ind -1	9	130	1,20	3,55	2,80	4 469,00
Consuelo	Huaura	Ind-2	12	42410	1,50	0,80	2,80	178 122,00
Consuelo	Huaura	Ind-3	12	2357	1,20	0,85	2,80	9 936,00
Luz Elena	Huaura	Ind-1	12	1850	1,20	0,82	2,80	6 216,00
Candela	Huaura	Ind-1	12	2333	1,50	0,67	2,80	8 526,00
Chabuca	Huayllapon	Ind-1	10	49880	1,20	0,83	2,80	167 597,00
Chabuca	Huayllapon	Ind-2	8	5030	1,20	0,75	2,80	16 901,00
Chabuca	Huayllapon	Ind-3	7	320	1,20	0,78	2,80	22 243,00
Chabuca	Huayllapon	Ind-4	6	8590	1,20	0,80	2,80	28 862,00
Violeta	Huaura	Ind-1	11	5393	0,94	0,70	2,80	15 766,00
Maria Ofelia	Consuzo	Ind-1	14	3520	1,00	0,87	2,80	10 136,00
Loreto	Consuzo	Ind-1	20	41870	2,00	0,75	2,80	233 352,00
Gossan	Consuzo	Ind-1	7	10553	2,50	1,23	2,80	73 850,00
INDICATED RESOURCES					1,63	0,82		775 976,00
RECURSOS INFERIDOS								
VETA	ZONA	BLOCK	NIVEL	AREA (m2)	POTENCIA (m)	LEY % WO3	DENSIDAD (Tn/m3)	TM
Consuelo	Huaura	Inf -1	14	26 570	1,20	0,88	2,80	89 275
Consuelo	Huaura	Inf-2	9	13 150	1,20	0,55	2,80	44 218
Consuelo	Huaura	Int-3	12	17 140	1,20	0,13	2,80	57 590
Consuelo	Huaura	Int-4	15	8 003	2,00	0,85	2,80	44 800
Luz Elena	Huaura	Inf-1	12	9 593	1,20	0,82	2,80	32 558
Alonso Fénix	Huaura	Inf-1	9	7 330	1,00	0,75	2,80	20 524
Chabuca	Huayllapon	Inf-1	14	318 400	1,20	0,83	2,80	1 069 824
Violeta	Huaura	Int -1	13	38 780	0,94	0,70	2,80	102 016
Maria Ofelia	Consuzo	Inf-1	14	44 140	1,00	0,67	2,80	123 592
Loreto	Huayllapon	Inf-1	20	189 830	2,00	0,80	2,80	951 048
Loreto	Consuzo	Inf-2	Ponce	20 870	1,00	0,70	2,80	58 436
Gossan	Consuzo	Inf-1	7	143 450	2,50	1,20	2,80	1 004 150
Manto Santa	Consuzo	Inf-1	1	119 903	2,50	0,75	2,80	839 300
Maciste	Consuzo	Int-1	14	150 000	1,50	0,75	2,80	630 000
RECURSOS INFERIDOS					1,85	0,86		5 067 331,00
TOTAL RECURSOS PASTO BUENO					1,82	0,85		5 843 307,00

### **6.3.2. ESTIMACIÓN DE RESERVA MINERAL EN U.M. PASTO**

#### **BUENO**

Las reservas para la mina Pasto Bueno se basan en los datos de costos. Los datos de costos son los costos reales de operación para 2011 y el 2012 y los costos de operación estimados para el año 2013.

El rango del Cut-off se define basado en costos. Los precios de los productos utilizados en el cálculo son el precio promedio estimado para el próximo año que recibe la mina Pasto Bueno, que es un porcentaje del precio LME citado por ATP para el mes de la venta. Este precio pronosticado por U. M. Pasto Bueno para el año 2013 es de \$ 336 por MTU de  $WO_3$ . Se ajusta el Cut-off para reflejar los costos actualizados y los precios sobre una base anual. Estos puntos de corte se calculan usando los ingresos previstos de la venta del producto que representa de la recuperación en planta por gravedad y los separadores magnéticos.

La mina Pasto Bueno está procesando mineral y mineral marginal, se arma pilas para almacenar mineral sub-

marginal y de baja calidad cuando tiene que ser retirado de la mina.

### **BASE PARA LA ESTIMACIÓN DE RESERVAS**

A continuación se describe las consideraciones utilizadas para delimitar el volumen del bloque:

- El ancho mínimo de minado es de 0,75 m, la mina ha comprado el equipo para minar en el ancho mínimo. La veta Violeta es de unos 0,5 m de espesor, pero lleva suficiente ley para llevar a un ancho de minado de 0,75 m. El promedio de las otras vetas están cerca de un metro de espesor antes de la dilución por minado.
- La ley de corte de 0,53 % de  $WO_3$  se ha establecido como la ley mínima de mineral y una ley de 0,43% de  $WO_3$  de mineral marginal. El mineral marginal se transporta al molino y se procesa cuando está presente, pero no se utiliza para establecer bloques mineros.

Para el cálculo de reservas se requieren la toma de muestras en al menos una cara (típicamente en una galería, a veces una chimenea) según el procedimiento. Las

reservas se estimaron utilizando un método de polígonos modificado. Los polígonos o bloques, como se muestra en la Figura 16, fueron dibujadas por el personal de la geología en la mina, con apoyo de mi persona en base a los resultados del muestreo recogidos cada 2 m a lo largo de la galería de exploración en cada nivel o en las chimeneas cuando están presentes. Generalmente, el muestreo de galería se utiliza para definir el bloque inicial y luego su altura se extiende por muestreo de las chimeneas. Los bloques se definen adicionalmente como se describe en recursos estimados en las pág. 139 a la pág. 141. Una vez que un bloque de mineral ha sido definido por las galerías, las chimeneas son llevadas sobre intervalos de 50 m al siguiente nivel superior. La veta expuesta en la chimenea se muestrea cada 2 m a lo largo de ambas paredes.

Para el cálculo de reservas se incluyen la dilución de un 20% para las vetas con potencias mayores de un metro de ancho. Para vetas de menos de un metro de ancho, se diluyen hasta un espesor de un metro de minado. Toda dilución es con grado cero. En Pasto Bueno se observa que no se cuenta con un programa de reconciliación para

determinar la dilución de minado o recuperación en minado y los 20 cm es una estimación utilizado para diluir los recursos al convertir a las reservas.

Para cada ubicación de muestra, un ancho de veta es tomado junto al ancho de mineralización y sus leyes respectivas. Los ensayos de muestras y las anchos de la veta se combinan en un promedio ponderado para dar un ancho de veta y ley promedio para cada bloque. El área del bloque se calcula a partir de su longitud conocida a lo largo del afloramiento de la veta y la altura. Esta área se multiplica por el ancho promedio de la veta para determinar el volumen del bloque en metros cúbicos. El volumen del bloque se multiplica por el factor de tonelaje de  $2,8 \text{ t/m}^3$  para obtener las toneladas de roca mineralizada en el bloque.

Las categorías de reservas para los diferentes bloques mineralizados definidos por la mina fueron clasificadas por el autor de acuerdo con los siguientes criterios:

- Todos los recursos medidos se clasifican como reservas probadas, excepto los que no cumplan los criterios de corte de mineral.

- Bloques definidos de un lado por una galería o chimenea y que fueron clasificados como recursos indicados se clasifican como una reserva probable.
- Sólo los recursos clasificados como medidos e indicados se incluyen en la base de reservas, siempre que la ley de mineral diluido es mayor que el Cut-off de minado.

Los resultados resumidos de reserva se muestran en la Tabla 21. Las reservas están al día al 25 de noviembre de 2012.

Tabla 21: Reservas por vetas (mineral y mineral marginal), U.M. Pasto Bueno . Fuente : U.M. Pasto Bueno

VETA	PROBADO		PROBABLE		PROBADO +	
	TM	%WO3	TM	%WO3	TM	%WO3
CONSLELO	3 098,00	0,61	0,00	0,00	3 098,00	0,61
ALONSO-FENIX	854,00	0,55	434,00	0,55	1 288,00	0,55
CANDELA	1 100,00	0,57	0,00	0,00	1 100,00	0,57
CHABUCA	52 789,00	0,63	21 374,00	0,64	74 163,00	0,63
VIOLETA	2 621,00	0,54	2 203,00	0,55	4 825,00	0,54
LUZ ELENA	7 796,00	0,55	1 448,00	0,61	9 243,00	0,56
MARIA OFEUA	2 772,00	0,55	242,00	0,54	3 014,00	0,55
<b>TOTAL</b>	<b>71 030,00</b>	<b>0,61</b>	<b>25 702,00</b>	<b>0,63</b>	<b>96 732,00</b>	<b>0,61</b>

En la Tabla 22 se muestra el inventario de reservas para la Mina Pasto Bueno, como se observa se incluye probado más probable de mena y marginal.

Tabla 22: Inventario de reservas Mina Pasto Bueno

Fuente : U.M. Pasto Bueno

<b>RE SUMEN DE INVENTARIO DE RESERVAS MINA PASTO BUENO AL 30 DE JUNIO 2012</b>			
<b>LABORATORIO PASTO BUENO</b>			
<b>MINERAL PROBADO + PROBABLE (MENA Y MARGINAL)</b>			
<b>VETA</b>	<b>TM</b>	<b>ANCHO</b>	<b>%W03</b>
CONSUELO	3 098,00	1,49	0,61
ALONSO FENIX	1 288,00	1,28	0,55
CANDELA	1 100,00	1,88	0,57
CHABUCA	74 163,00	1,43	0,63
VIOLETA	4 825,00	1,04	0,54
LUZ ELENA	9 243,00	1,78	0,56
MARK OFELIA	3 015,00	1,30	55,00
<b>TOTAL MINERAL MENA-MARGINAL</b>	<b>96 732,00</b>	<b>1,44</b>	<b>0,61</b>
<b>TOTAL MINERAL PROBADO + PROBABLE (MENA-MARGINAL)</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>TM</b>	<b>ANCHO</b>	<b>%W03</b>
PROBADO	71 030,00	1,44	0,61
PROBABLE	25 702,00	1,43	0,63
<b>TOTAL RESERVA MINA PASTO BUENO</b>	<b>96 732,00</b>	<b>1,44</b>	<b>0,61</b>
<b>TOTAL MINERAL ACCESIBLE + EVEN. ACCES. + INACCESIBLE (MENA-MARGINAL)</b>			
<b>CATEGORIA</b>	<b>TM</b>	<b>ANCHO</b>	<b>%W03</b>
ACCESIBLE	44 190,00	1,44	0,57
EVENTUALMENTE ACCESIBLE	46 429,00	1,49	0,67
INACCESIBLE	6 113,00	1,09	0,55
<b>TOTAL RESERVA MINA PASTO BUENO</b>	<b>96 732,00</b>	<b>1,44</b>	<b>0,61</b>

## **6.4. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LAS VETAS, SUS RESERVAS Y RECURSOS**

### **6.4.1. VETA CONSUELO**

En esta veta se cubicó mineral de mena y marginal 3 098 TM con 0,61% de  $WO_3$ , representa un 3,2% de reserva total, mineral sub marginal 2 371 TM con una ley de 0,41% de  $WO_3$  y los recursos como indicado 192 526 TM con una ley de 0,79% de  $WO_3$  y recurso inferido 235,883 TM con una ley de 0,65% de  $WO_3$ .

La mineralogía de la veta Consuelo está constituido de Cuarzo, Tetraedrita, Tennantita, Pirita, bandas de Hubnerita hacia el techo de la estructura; estas bandas económicas presentan anchos que varían hasta 2,00 m en zonas de enriquecimiento. Las potencias reales de esta veta varían hasta 16,00 m en tramos de mayor desarrollo estructural encajonado por el intrusivo (Cuarzo monzonítico).

Esta veta en su proyección Norte está encajonada por pizarras, es donde pierde su desarrollo estructural y

mineralógico, manifestándose en ramales tipo estructura cola de caballo.

#### **6.4.2. VETA MANTO ALONSO FENIX**

En esta veta se cubicó mineral de mena y marginal 1 288 TM con 0,55% de  $WO_3$ , que representa 1,3% de reserva total y recursos inferido 20 524 TM con una ley de 0,75% de  $WO_3$ .

La mineralogía de la estructura es Cuarzo, Sericita, Tetraedrita, Tennantita y Hubnerita mineralizada en forma bandeada y diseminada; la mayor concentración se presentó en el nivel 12 tajeo 300 con una potencia aproximada de 5,00 m que llegó a concentrar hasta 38% de  $WO_3$ . Este manto tiene un buzamiento de 32 a 40° NW, los tramos de mayor ley experimenta en zonas distales a la unión con la veta consuelo, también experimenta buzamientos de mayor ángulo al unirse con la veta principal Consuelo, donde la continuidad de la Hubnerita es menor.

El control litológico es notorio, cuando el manto es encajonado por pizarras, se tiene mejor desarrollo estructural y mineralógico que en roca intrusiva.

#### **6.4.3. VETA CANDELA**

En esta veta se cubicó mineral mena y marginal 1 100 TM con 0,57% de  $WO_3$  que representa el 1,1% de reserva total.

Está emplazada en pizarra silicificada, su mineralogía está compuesta de Cuarzo, Sericita, Tetraedrita, Hubnerita , Fluorita, Sericita y diseminación de Ferberita

#### **6.4.4. VETA CHABUCA**

En esta veta se cubicó mineral mena y marginal 74 163 TM con 0,63% de  $WO_3$  que representa un 76,7 % de la reserva total, mineral recursos indicados 235 603 TM con 0,81% de  $WO_3$  y recursos inferido 1 069 824 TM con una ley de 0,83%  $WO_3$ .

La estructura mineralizada se compone de Cuarzo, Tetraedrita, Tennantita, Pirita, Sericita, Fluorita, Esfalerita, Hubnerita, Wolframita en forma bandeada y diseminada. La

roca encajonante es pizarra silicificada y en su mayor parte cuarcita de la formación Chimú.

#### **6.4.5. VETA VIOLETA**

Se caracteriza por una potencia angosta de 0,35 a 0,70 m. En esta veta se cubió mineral mena y marginal 4 825 TM con una ley de 0,54%  $WO_3$  que representa 5,0% de la reserva total, la estructura se compone de Cuarzo craquelado, Sericita, Fluorita, Pirita, Tennantita, Tetraedrita, Sericita, y bandas de  $WO_3$  de cristales finos. La roca encajonante es intrusiva.

Las exploraciones “ Brownfields “ con perforación diamantina han registrado mineralización económica en esta veta con valores hasta de 1,66% de  $WO_3$ .

Los recursos de mineral indicado ascienden a 15 766 TM con una ley de 0,70% de  $WO_3$  y recursos inferido 102 016 TM con una ley de 0,70% de  $WO_3$ .

#### **6.4.6. VETA LUZ ELENA**

En esta veta se cubicó mineral mena y marginal 9 243 TM con 0,56 % de  $WO_3$  que representa un 9,6 % de la reserva total. Los recursos de mineral indicado ascienden a 6 216 TM con una ley de 0,62% de  $WO_3$  y recursos inferido 32 558 TM con una ley de 0,62% de  $WO_3$ .

La estructura mineralizada se compone de Cuarzo, Tetraedrita, Pirita Sericita, Fluorita, Esfalerita, Hubnerita, Ferberita en forma bandeada y diseminada. Presenta bandas mineralizadas tanto al piso como al techo. La roca encajonante es roca intrusiva cuarzo monzonita levemente alterada.

#### **6.4.7. VETA MARÍA OFELIA**

Se cubicó mineral mena y marginal 3 014,00 TM con 0,55% de  $WO_3$  que representa un 3,1% de la reserva total, mineral submarginal 859 TM con 0,40% de  $WO_3$ . Recurso indicado 10 136 TM con 0,67% de  $WO_3$  y mineral inferido 123 592 TM con una ley de 0,67%  $WO_3$ . La estructura mineralizada se compone de Cuarzo, Tetraedrita, Tennantita, Pirita,

Sericita, Hubnerita, en forma bandeada y diseminada. La roca encajonante es roca intrusiva. La Figura 17 muestra una estadística de los recursos (probados + probables) y de las reservas indicadas por vetas para la Mina Pasto Bueno.

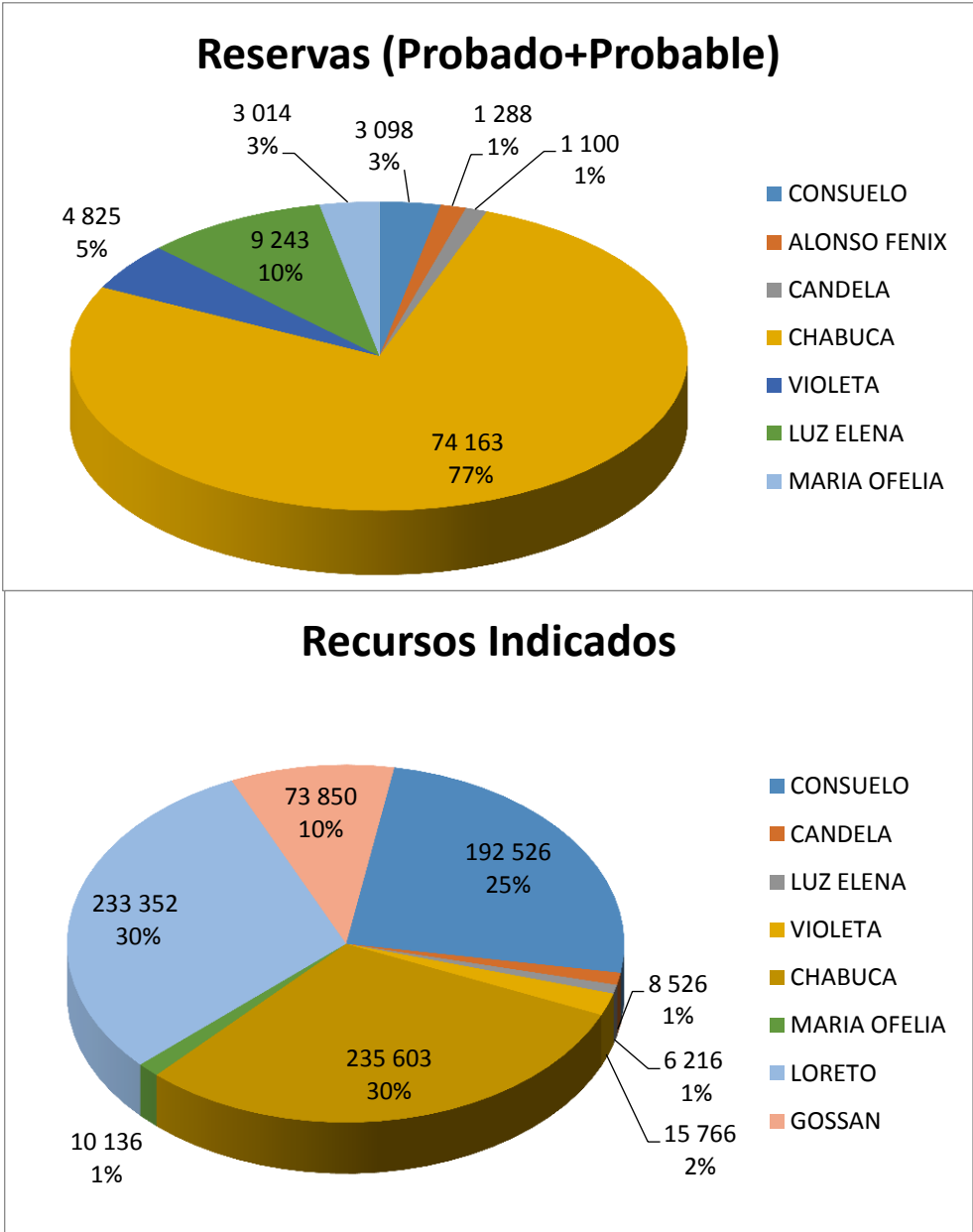


Figura 17: Estadística de Reservas (Probado+ Probable) y Recursos Indicados por veta  
Fuente : U.M. Pasto Bueno

La mina Pasto Bueno ha estado operando por más de 100 años de una manera similar a la de las operaciones de hoy en día. Desde el reinicio de las operaciones en el 2006 las reservas fueron incrementando, en el 2011 la producción minera se redujo debido a la incapacidad de los contratistas mineros para contratar y mantener completa la plantilla de personal minero, lo que perjudicó los trabajos de exploraciones y preparación mediante galerías reflejando esto en la producción y el incremento de las reservas (ver Tabla 24 y gráfico 15). Para mediados del 2012 la mina paralizó por una falla en la central hidroeléctrica. Estos temas se estaban tratando y no debería ser un problema en el futuro. El transporte de los concentrados de la mina hasta el puerto para el envío no ha sido un problema en el pasado y no se espera que sea uno en el futuro, pero el camino es largo, empinado en lugares remotos, lluvias u otros eventos naturales podrían causar cierres de la carretera y limitar el transporte. No hay otra minería conocida, metalurgia, infraestructura u otros factores relevantes que podrían afectar de manera importante la producción en Pasto Bueno.

Tabla 23 Reserva de mineral por años

Fuente: U.M. Pasto Bueno

AÑO	RESERVA DE MINERAL (tn)	LEY DEL MINERAL % WO <sub>3</sub>
2006	172 279,00	1,16
2007	80 230,00	0,99
2008	130 295,00	0,87
2009	169 426,00	0,70
2010	168 995,00	0,78
2011	110 997,00	0,66
2012	96 732,00	0,61



## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

- Pasto Bueno es un depósito de Tungsteno formado por un sistema de vetas, mantos y filones de cuarzo que pueden llegar a alcanzar más de 15 m de espesor, mineralizados principalmente con hubnerita, fluorita, ferberita, pirita, tetraedrita, tenantita , esfalerita, galena y sericita.
- Las vetas y mantos de mineralización se distribuyen predominantemente con dirección Norte Sur, perpendicular al eje del anticlinal Consuzo, formada por la intrusión de un stock cuarzo monzonítico que generó los fluidos hidrotermales.
- El estudio de alteración hidrotermal nos ha permitido concluir que casi todo el proceso de alteración hidrotermal presente en el intrusivo cuarzo monzonítico del stock Consuzo, se resume en una alteración fílica, caracterizada por silicificación con aportes de cuarzo secundario sustituyendo el feldespato; sericitización de feldespatos y subordinada seritización de plagioclasa formando clinozoisita, sericita y carbonato. Además, cloritización de biotita seguido por una sustitución por muscovita. Subordinadamente pueden identificar una alteración propilítica,

asociados a adición de H<sub>2</sub>O en sistema con formación de epidota a partir de plagioclasa.

- Los estudios petrográficos desarrollados en este trabajo indican que la greisenización es un proceso incipiente y localizado dentro del depósito y no siendo un factor preponderante para formación de la mineralización, mostrando inconsistencia la clasificación como depósito de tipo greisen hecha por Landis & Rye (1974) para este yacimiento.
- Teniendo en vista esta incipiente expresión de greisenización dentro de la evolución del sistema hidrotermal de Pasto Bueno, el depósito se puede clasificar como depósito de vetas y filones Cuarzo hubnerítico, similares a los yacimientos de Xihuashan y Dajhan en el SE de China.
- El cálculo de reservas y recursos de la mina se realizó con el método de polígonos modificados.
- Se ha estimado reservas de Tungsteno probada más probables para mineral de mena y marginal un total de 96 732 TM con 0,61%; en mineral sub-marginal 7 417 TM con 0,40%.
- Se ha estimado recursos de mineral de Tungsteno en indicados más medidos un total de 775 975 TM con 0,82% y recursos inferidos en 5 067 332 TM con 0,86%; Los resultados de la

última campaña de exploración soportan el cálculo de recursos inferidos en la mina Pasto Bueno.

- Los más recientes sondajes con perforación diamantina interceptaron la veta Loreto en la parte más profunda del yacimiento, mostrando mineralización a 184 m por debajo de las antiguas operaciones (a 3314 msnm). Estos resultados sugieren que el depósito puede ser aún más profundo y requiere una mayor exploración para un futuro cercano.
- Con los trabajos de exploración y los estudios realizados en los últimos años, nos ha permitido conocer mejor el depósito minero de Pasto Bueno, como depósito de vetas y filones Cuarzo hubnerítico, las reservas actuales tienen mineral para al menos dos años de producción, con un potencial significativo en recursos.

## 7.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda un cartografiado y estudio estructural más detallado para el distrito minero Pasto Bueno y alrededores.
- Realizar Estudios de Inclusiones Fluidas para aprovechar la presencia de los tipos de cuarzo y la calcita y así definir el evento mineralizante más importante.
- Aplicar geoestadística y uso de modelos de bloques en las estimaciones de reservas en las diferentes vetas de la mina.
- Dar prioridad a las labores de exploración y desarrollos para incrementar las reservas de mena para poder ampliar la vida útil de la mina.
- Continuar con la evaluación de zonas aledañas asociadas al sistema mineralizado del yacimiento.
- Coordinar y realizar campañas de exploración con una inversión compartida con los vecinos de las propiedades colindantes como son empresa minera San Simón y otros.

## BIBLIOGRAFÍA

**CARNEIRO, C.D.R.; MIZUSAKI, A.M.P.; ALMEIDA, F.F.M. DE.** (2005), A determinação da idade das rochas. Terra Didática, 1(1):6-35. <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>

**CONEY, P. J.,** (1971), Structural evolution of the Cordillera Huayhuash Andes of Peru: Geol. Soc. America Bull., v.82, p. 1863-1884.

**CRAIG, H.,** (1957), isotopic standards for carbon and oxygen and correction factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide: Geochim. et Cosmochim. Acta, v. 12, p. 133- 149.

**EGELER, C. G., AND DE BOOY, T.**( 1956), Geology and petrology of part of the Southern Cordillera Blanca, Peru: Geologisch Mijnbouw-kundig, Genootschap Nederlandsch Koninklijk, Geologisch Serie Deel XVII, p. 1-86.

**ELLIOTT, J.E., KAMILLI, R. J., MILLER, W.R., LIVIO, K.E.** (1995), Vein and greisen Sn and W deposits. In Preliminary compilation of descriptive geoenvironmental mineral deposit models. U.S. department of the interior, p. 62-68.

**EPSTEIN, S., AND TAYLOR, H. P., JR.** (1967), Variation of O18/O16 in minerals and rocks, in Abelson, P. H., ed., *Researches in Geochemistry*: New York, John Wiley and Sons, Inc

**HOFMANN, A.W.; JOCKUM, K.P.; SEUFERT, M; WHITE, W.M.** (1986), Nd and Pb in oceanic basalts: new constrains on mantle evolution. *Earth Plan. Sci. Lett.*, 79:33-45

**INGEMMET** (1996), *Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Huaráz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca. Boletín N°76. Servicio de Geología y Minería. Lima.*

**MAKSAEV J. VICTOR** (Septiembre, 2001), *Reseña metalogenica de Chile y de los procesos que determinan la metalogenesis andina.*

**MAKSAEV, V., MUNIZAGA, F., MCWILLIAMS, M., FANNING, M., MATHUR, R., RUIZ, J., ZENTILLI, M.** (2004), NEW CHRONOLOGY FOR EL TENIENTE, CHILEAN ANDES, FROM U/PB,40AR/39AR, Re–Os and fission track dating: implications for the evolution of a supergiant porphyry Cu–Mo deposit. In: R.H. Sillitoe, J. Perelló and C.E. Vidal, Editors, *Andean Metallogeny: New Discoveries, Concepts and Updates. Society of Economic Geologists, SEG Special Publication 11, p. 15–54.*

**MÁLAGA SANTOLALLA, FERMÍN** (1954), El Tungsteno en el Perú. Sociedad Geológica del Perú. Boletín, n. 27, pp. 5 – 190,

**MENZIE, W.D., JONES, G.M., ELLIOT, J.E.** (1992), Tungsten-grades and tonnages of some deposits, in DeYoung, J.H., Jr., and Hamrstrom, J.M.eds., Contributions to commodity geology research: U.S. Geological Survey Bulletin 1877, p.J1-J7.

**MERCEDES, V.D., TORQUATO, J.R., KAWASHITA, K.** (1998), Geocronología Nuclear. Método Samario Neodímio. Revista de Geología, Capítulo IX, Vol.11:53-85

**NORMAN D.I. & LANDIS, G.** Source of Mineralization Components in Hydrothermal Ore Fluids as Evidence by  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and Stable Isotope Data from the Pasto Bueno Deposit, Peru. Economic Geology, vol. 78, p. 451-465, 1983.

**POLLARD, P.J.** (1983), Magmatic and postmagmatic processes in the formation of rocks associated with rare-element deposits. Trans. Inst. Min. Metall. (Sect. B: Appl. Earth Sci.) 92, pp.1–9.

**ROMER, R.L., LÜDERS, V.** (2006), Direct dating of hydrothermal W mineralization: U–Pb age for hübnerite ( $\text{MnWO}_4$ ), Sweet Home Mine, Colorado.

**SÁNCHEZ TORRES ALONSO, MENDOZA C. CARLOS.** Mina Pasto Bueno. Informe Ejecutivo Interno de Dynacor Exploraciones del Perú S.A., 2008.

**SHCHERBA, S.N. Greisens.** International Geology Review, vol. 12, n. 2p. 114-149, 1970.

**SMIRNOV, V.I. (1976)** - Geology of mineral deposits. Ed. Mir Publishers, Moscow, 520p.

**TUMIALÁN, P. H., B. GAMARRA (1980)** Controles de Mineralización del Yacimiento de Pasto Bueno. Convención de Ingenieros de Minas 15, Trujillo 1980, trabajos técnicos. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, pp. 1 – 10.

**TUREKIAN, K.K. AND WEDEPOHL; K.H. (1961)**, Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. Bulletin of the Geological Society of America, 72, 175-182.

**WHITE, D. E., BARNES, I., AND O'NEIL, J. R., 1971**, Spring waters of non-meteoric origin, California Coast Ranges [abs.]: Geol. Soc. America, Ann. Mtg., Washington, D.C

# **ANEXOS**

## **ANEXOS I: NORMAS, PROCEDIMIENTOS Y ESTÁNDARES**

- Anexo 1.1: Reportes técnicos ni 43-101
- Anexo 1.2: Procedimiento de mapeos geológicos en labores horizontales
- Anexo 1.3: Muestreo de interior mina
- Anexo 1.4: Consideraciones para muestreo de testigos
- Anexo 1.5: Consideraciones para la toma de densidad
- Anexo 1.6: Análisis de muestras en los laboratorios
- Anexo 1.7: QA&QC para los laboratorios

## **ANEXOS I**

### **(NORMAS, PROCEDIMIENTOS Y ESTÁNDARES)**

#### **ANEXO 1.1: REPORTES TÉCNICOS NI 43-101**

Cualquiera que haya visto el sitio web, presentación o comunicado de prensa de una compañía minera canadiense se habrá encontrado con el término NI 43-101. Esta abreviatura significa Instrumento Nacional 43-101: Normas de Información para Compañías Mineras.

El NI 43-101 es un mecanismo regulador diseñado para eliminar la mala interpretación en la industria minera canadiense. Brinda las reglas que dictan lo que se puede y no se puede decir o escribir sobre los prospectos de una compañía minera en el campo.

Brinda un marco y agenda para la presentación de reportes técnicos en la geología de una propiedad minera e incluye una definición estándar de cada término usado, para asegurar que no haya errores con respecto a lo que se está diciendo.

Visto de esta manera el NI 43-101 está diseñado para garantizar al público inversionista que la información que están leyendo es correcta y tan confiable como sea posible.

Entre otras estipulaciones las regulaciones dictan que los resultados de todo trabajo de exploración desde estudios hasta campañas de perforación deben ser revisadas por una Persona Calificada y también por una tercera parte calificada independiente, antes de que puede ser comunicada al público inversionista.

El NI 43-101 afirma en parte que una Persona Calificada, QP (de las siglas en Inglés: Qualified Person), debe ser “un ingeniero o geo-científico con al menos cinco años de experiencia en exploración mineral, desarrollo minero o evaluación de proyectos o mineral o cualquier combinación de estas.”

También afirma que el QP debe ser un miembro respetable de una asociación de ingeniería o geo-ciencia con un código ejecutable de ética tal como la Association of Professional Engineers, Geologists and Geophysicists of Alberta

Fundamentalmente, el NI 43-101 limita lo que puede ser dicho con respecto al tamaño de un yacimiento mineral, cobre por ejemplo, a lo que puede ser probado de forma realista en un momento dado y si ese yacimiento mineral puede ser minado económicamente o no.

También exige que toda la información histórica sobre producción y reservas sea claramente identificada como tal y que por propósitos de exploración moderna la información histórica no es admisible, sin embargo, si es claramente identificada como histórica en su naturaleza, puede ser mencionada.

Estas reglas y regulaciones fueron desarrolladas a fines de los 90's por la Canadian Securities Administrators (CSA por sus siglas en Inglés), en conjunto con la industria minera canadiense como un amparo para inversionistas luego de un número de fraudes de acciones mineras que culminaron en el escándalo Bre-X.

Como resultado directo a la industria minera en su totalidad le resultó muy difícil levantar capital en un mercado que trata de no tropezarse dos meses con la misma piedra. Dada la a veces precaria naturaleza de la exploración minera, por ejemplo las vetas de mineral a veces se esfuman, estas regulaciones le dan al público inversionista tanta seguridad de condiciones equitativas como sea posible.

Aunque los inversionistas están obligados a llevar a cabo su propia investigación, el NI 43-101 hace mucho para protegerlos. Una de las reglas, por ejemplo, dicta que el NI 43-101 aplica a compañías canadienses que operen en cualquier jurisdicción en el mundo. El resultado es que no se puede decir una cosa en Canadá y otra en El Perú.

Los estándares NI 43-101 alcanzan o superan las regulaciones equivalentes en cualquier jurisdicción en el mundo y muchos analistas en inversión en los mercados Europeos y Americanos tienen una tendencia a no prestar atención a cualquier

información que no haya sido armada bajo estos estándares. En resumen, el NI 43-101 se está volviendo un estándar global.

***Para mayor información sobre el NI 43-101 visite [www.apgo.net/ni43-101.htm](http://www.apgo.net/ni43-101.htm)***

## **ANEXO 1.2 : PROCEDIMIENTO DE MAPEOS GEOLÓGICOS EN LABORES HORIZONTALES**

- Las hojas de mapeo geológico son impresas en formato de tamaño A4 con coordenadas y puntos topográficos de la labor minera a cartografiarse.
- Si faltase topografía en la labor a cartografiarse, se realizará un levantamiento provisional con brújula y wincha, en longitudes que no excedan los 20 m.
- La labor es previamente lavado para su visualización de los detalles que se van a registrar durante el cartografiado, en casos necesarios cuando no haya agua disponible, habrá que picar la superficie sucia o aprovechar los canales de muestreo.
- Se marca con pintura cada 2 m en ambos partes de la labor desde un punto topográfico de igual manera en el plano es marcado cada 2 m.
- El mapeo geológico es registrado a una altura de 1,2 m.
- Se procederá a describir las características geológicas, evitar las perturbaciones magnéticas.

## **ANEXO 1.3: MUESTREO DE INTERIOR MINA**

El muestreo empleado es por canales en labores de interior mina. Consiste en realizar cavidades rectangulares transversales y perpendiculares al buzamiento de la veta, del que se extrae la muestra.

### **Dimensiones:**

**Ancho:** Limpieza de canal de 0,25 m, muestreo de canal 0,2 m

**Profundidad:** 0,025 m

**Longitud:** Longitud de límites geológicos (litológicos, alteraciones, mineralógicos, textura y grado de fragmentación) a un máximo de 1,5 m y un mínimo de 0,1 m, si la

muestra fuera insuficiente es completando la cantidad de muestra mínima de 2 kg en la longitud de la mineralización ampliando el ancho de muestreo.

**Espaciamiento:**

La distancia entre canales en un mismo frente de muestreo depende de los límites geológicos o las longitudes establecidos en las dimensiones.

El espaciamiento de las muestras de labores horizontales como galerías, subniveles y tajos son aproximadamente cada 2 m, en caso de cruceros el muestreo se realiza en ambas paredes en donde se encuentra la estructura mineralizada y sus respectivas alteraciones de techo y piso.

En las labores verticales, caso de chimeneas, el muestreo se realiza en ambas paredes donde se expone la veta en este caso el espaciamiento es cada 2 m, pero con canales intercalados entre las caras, si la labor no muestra todo el afloramiento de la veta entonces se realizaran estocadas al techo y piso de la veta para dimensionar la potencia total de la veta.

**Ubicación:**

- Una vez que se inicia labores en una veta, el muestreo es continuo con el avance. Los topógrafos de mina establecen un punto de control en la entrada de la mina. La ubicación de las muestras se miden en metros de este punto y teniendo en cuenta los designación o código dado que incluyen el nombre de la veta más la distancia entre el punto de medición (ejemplo, Chabuca 1N + 8).
- Los geólogos mapean el rumbo o potencia de la estructura a una escala de 1:500. Como parte del mapeo, el geólogo calcula la cantidad relativa de Tungsteno visible como una serie de signos más (+).

**Procedimiento:**

- El muestreo se inicia lavando el frente de la labor o techo, limpiando los fragmentos que se impregnaron por la voladura quitando cualquier partícula extraña que no corresponda al tramo a muestrearse.
- El frente mineralizado es dividido en tantas muestras como límites geológicos que existen, o longitudes máximas de muestreo.
- El canal marcado es marcado por el geólogo con humo negro de una lámpara de carburo, se extraen los fragmentos de la muestra picando en forma de zig zag

en el interior del canal (anchura 5 cm), la longitud se basa en la anchura de la veta pero no excederá el 1,2 m hasta completar la cantidad necesaria un mínimo de 2-3 kilogramos.

- Los fragmentos que caen al piso no se han de recoger. Las muestras no han de cuartearse.
- Los fragmentos del muestreo son decepcionados en una cuna y posteriormente uniformizados en una manta de lona de 1 m<sup>2</sup> seguidamente envasados y sellados en bolsas de polietileno diseñados para tal fin, estas bolsas son etiquetados con códigos para su identificación. El muestreo es supervisado por el geólogo de mina.
- El geólogo vuelve a remarcar el contorno del muestreo con pintura roja y marca el número de la muestra. En el caso de múltiples muestras de una única ubicación, se codifica de izquierda y derecha. El geólogo toma nota de la ubicación en el talonario de muestreo y toma notas que considere importante.
- Al final del día de muestreo, el encargado de muestreo toma las muestras de la mina y los entrega al conductor que los entrega al laboratorio de la mina para la preparación y ensayo. Si la muestra va a ser llevado a un laboratorio externo para el ensayo, el conductor coloca en una bolsa grande con otras muestras (aproximadamente 10 muestras por bolsa). La bolsa se sella con una brida de plástico y se coloca en la oficina de geología bajo llave. Sólo el conductor y Jefe de Geología tienen acceso a estas muestras antes de su entrega al laboratorio exterior.

#### **ANEXO 1.4: CONSIDERACIONES PARA MUESTREO DE TESTIGOS**

Son los muestreos más representativos, por la perfección del cilindro que corta a la estructura mineralizada. Se minimizan los errores si el testigo tiene una buena recuperación.

Las ventajas que presenta son:

- Se obtiene una muestra continua de todo el material mineralizado, aunque la presencia de bajos índices de recuperación puede minimizar esta ventaja, hay

que tomar en cuenta aquellos tramos con una recuperación baja durante la estimación de leyes, porque puede inducir a errores importantes.

- La contaminación es inferior, comparado a los otros tipos de muestreo, caso de canales.
- Se consigue un volumen uniforme por el tramo muestreado, es casi imposible de conseguir con otras técnicas de muestreo.
- Se obtiene una correcta información de las características geológicas y geotécnicas pues a grandes rasgos el material se recupera de forma similar a como se encuentra en profundidad.

#### **Delimitación y corte de muestra:**

- El testigo de sondaje es retirado del core barrel por el perforista y colocado en la caja porta testigo, el final de cada corrida es marcado con un taco de madera escrito en este la profundidad, longitud de la corrida y longitud del testigo recuperado.
- Todas las cajas de testigos al final de cada cambio de guardia son recolectadas por el geólogo y llevado directamente a la oficina de exploraciones y colocados en un área de almacenamiento de testigos.
- Cuando se tenga la suficiente cantidad de cajas con testigos de sondaje, un geólogo extenderá las cajas y tomará nota de la recuperación, información del RQD, litología, alteración y mineralización.
- Durante el registro geológico son limitados los tramos a muestrearse, En la veta de cuarzo, el geólogo estimará las cantidades de hubnerita, sulfuros y otros minerales accesorios como fluorita que pueda estar presente.
- En los mantos (Zona Consuzo) el geólogo estimará las cantidades de calcopirita, pirita, pirrotita y shelita.
- En cada muestra es marcado, la línea de corte en toda la longitud del testigo, de tal manera que represente el 50% de esta y tengan las mismas proporciones las características geológicas.
- En los tramos donde el grado de fragmentación es muy intensa, caso zonas de cizalla o fallas, esta será uniformizada, para tomar el 50% del total.
- El corte de la muestra se realiza con una máquina cortadora de disco de diamantes, si el material es consistente.

- Antes de realizar el corte de muestras se ha de limpiar la maquina con abundante agua para evitar una contaminación de la muestra anterior.
- El 50% de testigo será muestra, el otro 50% volverá a su lugar original en la misma posición, El testigo de perforación es cortado de acuerdo a la marca realizada por el geólogo para su muestreo.
- Las muestras son embolsados, sellados y etiquetadas, y colocadas en sacos con otras muestras para su envío al laboratorio externo.
- Todas las muestras de exploración están bajo el control directo del Geólogo de Exploración Sénior hasta que estos sean llevados en bolsas selladas y conducidas al laboratorio para su análisis. Todas las muestras son supervisadas por el geólogo principal quien es también el QP de la compañía.

## **ANEXO 1.5: CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE DENSIDAD**

El concepto de peso específico es la relación de peso volumen, Por definición:

$$p.e = \text{Peso} / \text{Volumen} ; \text{ en unidades (g/ml)}$$

Los instrumentos utilizados son: 01 Balanza electrónica OHAUS modelo TP 400, con precisión de 0,01 g, 01 Probeta graduada de 1000 ml. Para la medición de testigos en línea NQ: 01 Probeta graduada de 2000 ml. Para la medición de testigos en línea HQ: 01 Vaso graduado de 1000 ml y 1 Pipeta de 5 ml.

### **Procedimiento de medida:**

- El peso se hace mediante una balanza de precisión, el volumen se calcula utilizando el desplazamiento de líquidos, en este caso usando el agua pues su peso específico es conocido y se tomará como referencia.
- El método que se usará consiste en desplazar el agua en la probeta, el agua tiene un volumen inicial, al sumergir la muestra que se mide lo más exactamente posible el nuevo volumen. Se empleó productos tales como grasas, ceras y pinturas para impedir la absorción del agua por los poros de la muestra.
- El peso específico también expresa la relación del material pesado en el aire y de su peso sumergido en el agua, para este caso se usará el siguiente algoritmo:

$$p.e. = W_{aire} / W_{aire} - W_{agua}$$

- Escoger una muestra representativa de la corrida de perforación (recomendable mayor o igual a 10 cm de longitud), lavar la muestra, siempre y cuando la muestra no sea terrosa o disgregable, secar la muestra en el horno a una temperatura aproximada de 60 °C por espacio de una hora.

## **ANEXO 1.6: ANÁLISIS DE MUESTRAS EN LOS LABORATORIOS**

El laboratorio principal para trabajos de ensayos de muestras de mina es el laboratorio de Pasto Bueno. Los laboratorios de ALS Chemex, ACME y SGS son los laboratorios utilizados para muestras de exploración y para QA/QC en muestras de mina y exploraciones.

En un inicio, ALS Chemex fue el laboratorio principal para análisis de muestras de exploración, pero debido a un problema con momentos de cambio, Malaga (Ex Dynacor) decidió hacer al laboratorio SGS como el laboratorio principal para esos trabajos.

El Tungsteno es un mineral resistente que dificulta tomar en solución. Los métodos para atrapar el Tungsteno en los ensayos incluyen digestión ácida, pressed pellet, o fusión con peróxido de sodio o metaborato de litio. Solo los métodos de fusión y pressed pellet aseguran que todo el Tungsteno esté en tal forma que puedan ser detectados en el ensaye.

### **Laboratorio de la mina Pasto Bueno**

El análisis de las muestras de interior mina se realizan por el laboratorio de la Mina Pasto Bueno y chequeados con el QA/QC por ambos laboratorios ALS Chemex y SGS. Para la estimación de recursos y reservas se utilizó solo ensayos del laboratorio de la Mina Pasto Bueno.

El laboratorio de Mina utiliza un método colorimétrico para los ensayos con un límite de detección 0,01% de  $WO_3$ . Debajo se lista la descripción de los procedimientos de preparación y ensaye para el laboratorio de mina.

Las muestras son recibidas, verificadas y bajo un memorándum.

- La muestra es reducida en una trituradora de mandíbula a 1/4 de pulgada.

- La muestra es reducida y dividida usando un riffle splitter para obtener una muestra representativa de 120-130 gramos.
- La muestra dividida de 120-130 gramos es pulverizada a la malla 100 usando un pulverizador de disco.
- la muestra es colocada en una lona para luego ser mezclada.
- Una cuchara de 0,5 a 1,0 g es tomado y se mezcla con un flujo de sodio y peróxido y fundido a 800 °C. En este punto, se añaden las muestras de control y blanco al flujo de muestra.
- Después de enfriar, las muestras se retiran del crisol de flujo y se colocan en vasos de precipitación de vidrio y se cubren con agua hirviendo.
- Una parte del líquido se extrae y se mezcla con HCl y SnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>SCN, y TiCl<sub>3</sub>.
- El análisis es por fotocolorímetro Spectronic 20D-Milton Roy calibrada a un conjunto de normas elaboradas por Alfred-Knight laboratorio en Lima, Perú. Se utiliza un ordenador para calcular el contenido WO<sub>3</sub> mediante la comparación de la absorción de la muestra contra la absorción de las normas.

#### **Laboratorio ALS Chemex**

Los siguientes procedimientos son utilizados por ALS Chemex en el ensayo de las muestras para el Tungsteno:

- La muestra se recibe de Málaga, registrado y pesado (LOG-22).
- La muestra molido finamente al 70 por ciento -2,0 mm o superior (CRU-31).
- Una división de 250 gr es removido usando un splitter tipo rifle (SPL-21).
- Los 250 gr es pulverizado utilizando un anillo y pulverizador de disco a 85 por ciento pasando de 75 micras (PUL-31).
- Ensayo inicial utilizando fluorescencia de rayos X con una pastilla prensada (pressed pellet), (XRF ME-05) 10 a 10000 ppm de WO<sub>3</sub>.
- Ensayo de alto grado utilizando fluorescencia de rayos X con una fusión metaborato (XRF ME-10) 0,01 a 50 por ciento.
- XRF con prensado de pastilla (pressed pellets) o de fusión agresiva se considera que es el método más preciso para determinar el grado de Tungsteno en una muestra.

#### **Laboratorio SGS**

La metodología para SGS laboratorio es:

- Muestra triturada a malla 10, dividida y pulpa de 250 gramos a 95 por ciento pasa la malla 140.
- Para ICP multi-elemento con una digestión de cuatro ácidos.
- AAS (espectrometría de absorción atómica) de Ag, Cu, Pb, Zn, Ni, y Co
- Para ensayos de Tungsteno, piro-sulfato fusión con un ensayo de XRF.
- Laboratorios de SGS están certificados por ISO/IEC 17025 para el análisis de muestras geoquímicas.

**Laboratorio ACME Laboratory**

Los protocolos para laboratorios ACME son:

- Identificación de la muestra, secado, triturado toda la muestra a 80 por ciento menos de malla 10 (2 mm), 250 g en cuarteado y se pulveriza a 85 por ciento menos de malla 200 (75 micras). (R-200-250).
- 36 elementos para cuatro análisis y digestión ácida por ICP-ES (G1E).
- Determinación de W por fusión con tetra-borato de litio y el análisis por XRF W (de 0,01 a 100%) (8x).

El laboratorio ACME de Vancouver recibió la formal aprobación de ISO / IEC 17025:2005 de Standards Council of Canada.

## ANEXO 1.7: QA & QC PARA LOS LABORATORIOS

### QA&QC, Laboratorio de la Mina Pasto Bueno

El laboratorio de mina de Pasto Bueno ha implementado algunos controles para verificar sus ensayos. Sus controles incluyen una serie de estándares de ALS Chemex, duplicados implementados solamente para el laboratorio de Pasto Bueno, y duplicados implementados para el laboratorio de Pasto Bueno y laboratorios de SGS.

El Diagrama de dispersión de estándares llevados por el laboratorio de Pasto Bueno (Figura 1.7-1). La línea de color negro es una línea de tendencia de los datos, mientras que la línea roja es una línea de 45° que sería una perfecta correspondencia entre las dos poblaciones de la muestra. El laboratorio de Pasto Bueno parece tener una alta tendencia con respecto a los estándares. La tendencia en las leyes de producción de la mina es insignificante

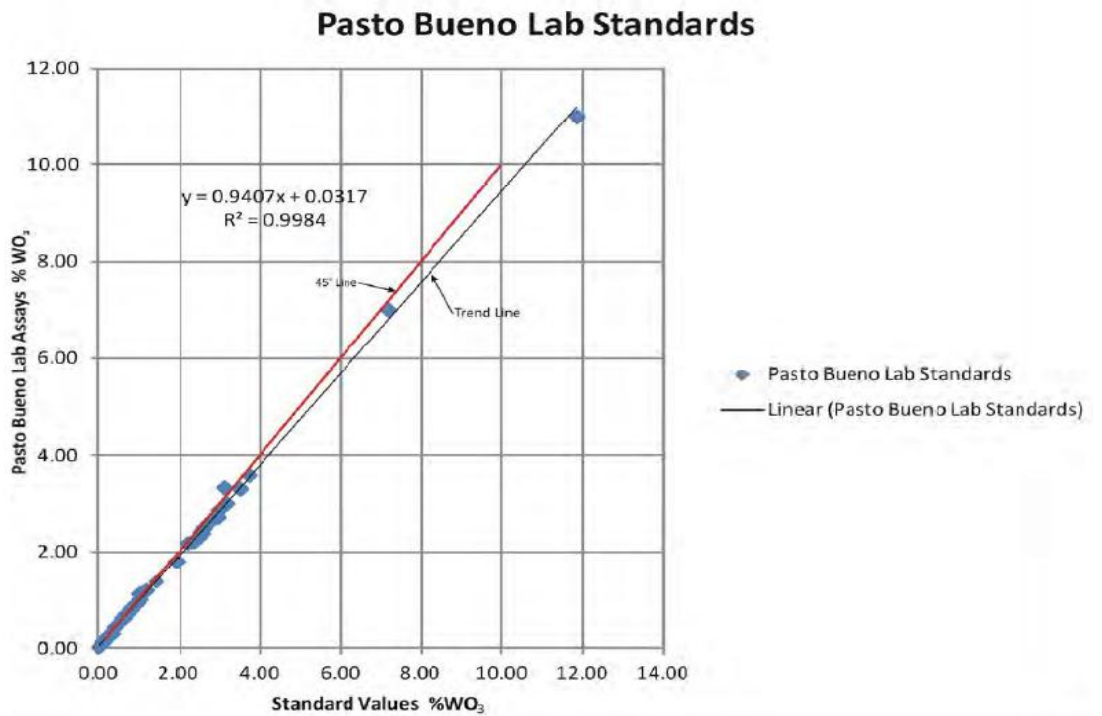


Figura 1.7-1 Diagrama de dispersión de estándares llevados por el laboratorio de Pasto Bueno.

El diagrama de dispersión para muestras duplicadas realizado por el laboratorio de Pasto Bueno (Figura 1.7-2). La dispersión es significativa. Existen tres posibilidades para explicar la dispersión; 1) la mineralización es de grano grueso y los duplicados se trituran y se dividieron, pero no reducidas a pulpa antes de que se tomen los duplicados; 2) con la preparación de la muestra inadecuada es posible que la mineralización dentro de las muestras no fue homogénea; 3) hay problemas de calibración con el equipo de Pasto Bueno, lo cual podría explicar la dispersión, Como también la distribución algo extraña de puntos (tenga en cuenta los cuatro puntos por debajo de la línea de tendencia entre 0,50 y 1,00 %  $WO_3$ ).

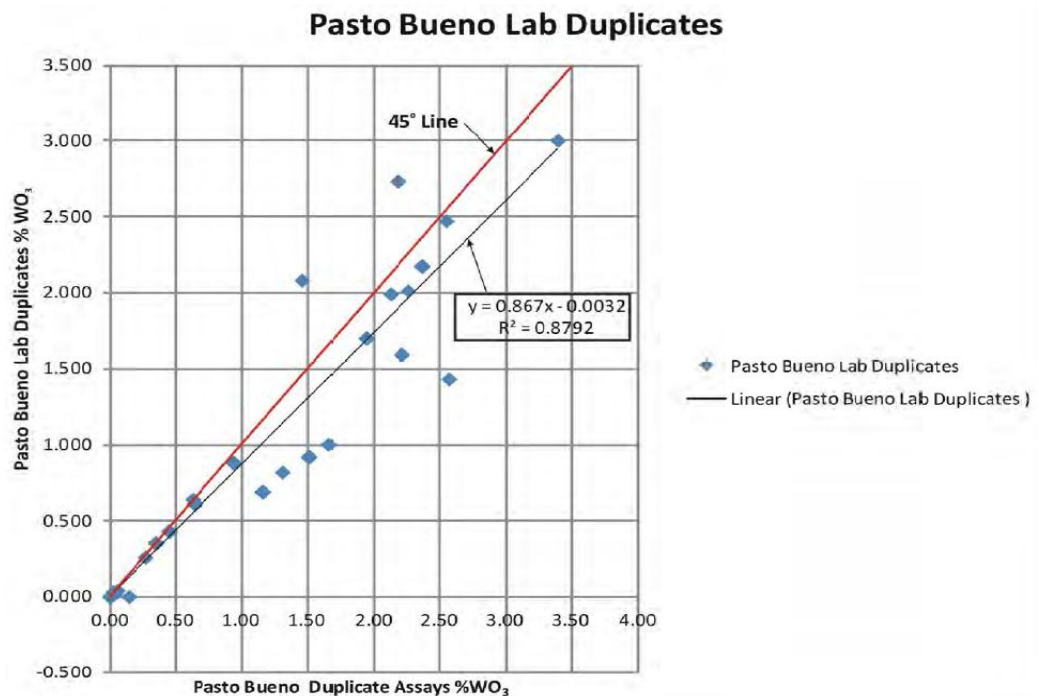


Figura 1.7-2 Muestra el diagrama de dispersión para muestras duplicadas realizado por el laboratorio de Pasto Bueno

Muestras duplicadas fueron tomadas en la mina y uno fue analizado por el laboratorio de Pasto Bueno y la otra por SGS. Esta es una buena manera de comprobar no sólo al laboratorio de Pasto Bueno, en las técnicas de muestreo y la distribución de la mineralización de la mina. Este gráfico (Figura 1.7-3, podría indicar que hay un ligero sesgo positivo con el laboratorio Pasto Bueno en general

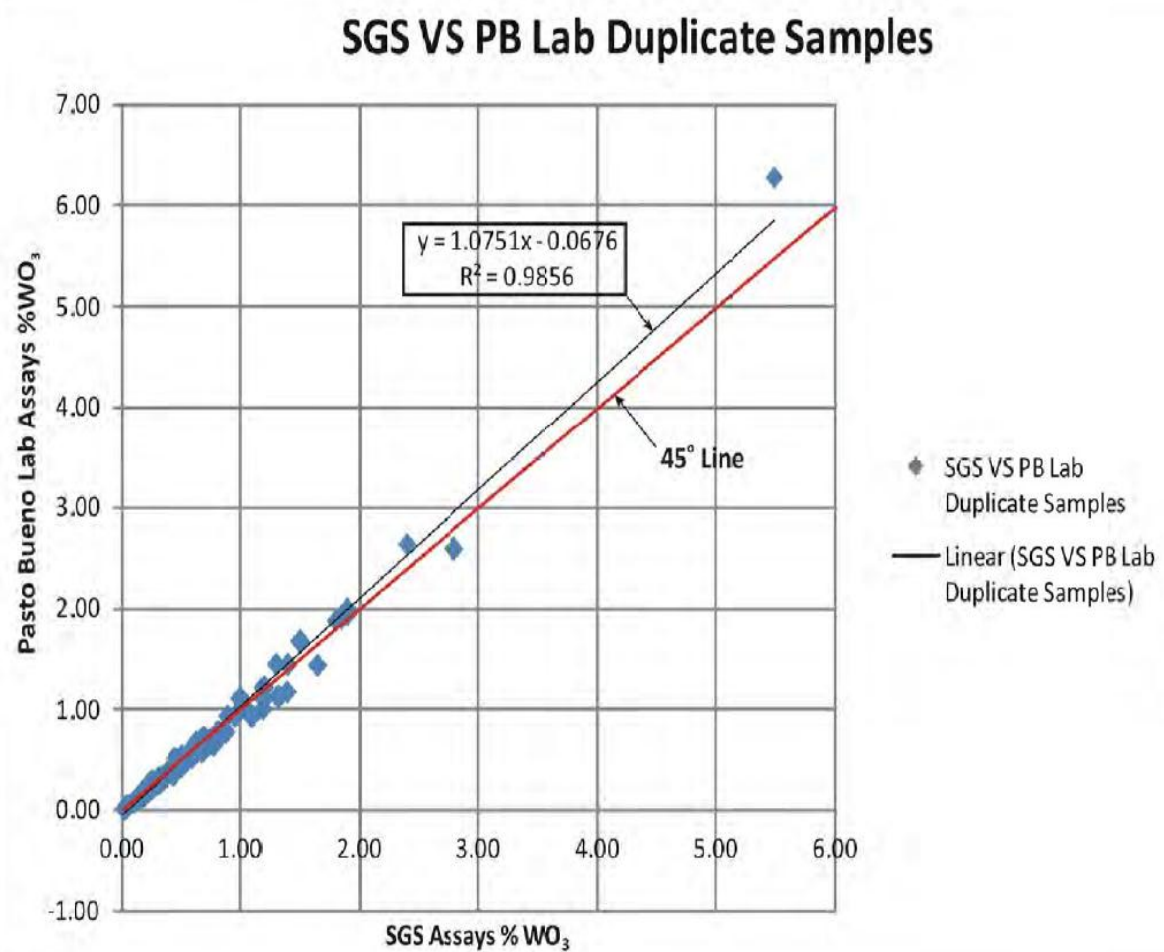


Figura 1.7-3: Diagrama de dispersión de muestras duplicadas de Pasto Bueno y Laboratorios SGS. La correlación de los dos laboratorios es bueno por debajo de 2% WO<sub>3</sub>, que está dentro del promedio de ley de la mina.

Los blancos se llevaron a cabo tanto a nivel interno en el laboratorio de Pasto Bueno, y verificado con laboratorios externos. Los resultados de los ensayos de muestras en blanco no arrojan resultados anómalos.

### QA/QC Data de Exploración

Todas las muestras de exploración son analizadas por laboratorios externos. Inicialmente el laboratorio principal fue ALS Chemex, pero debido a tiempos de cambio el laboratorio principal fue cambiado a SGS, quien proporcionaba resultados del análisis más rápido.

ACME y ALS Chemex fueron utilizados como laboratorios de control, para comprobar los resultados de análisis de muestras de exploración Figura 1.7-4.

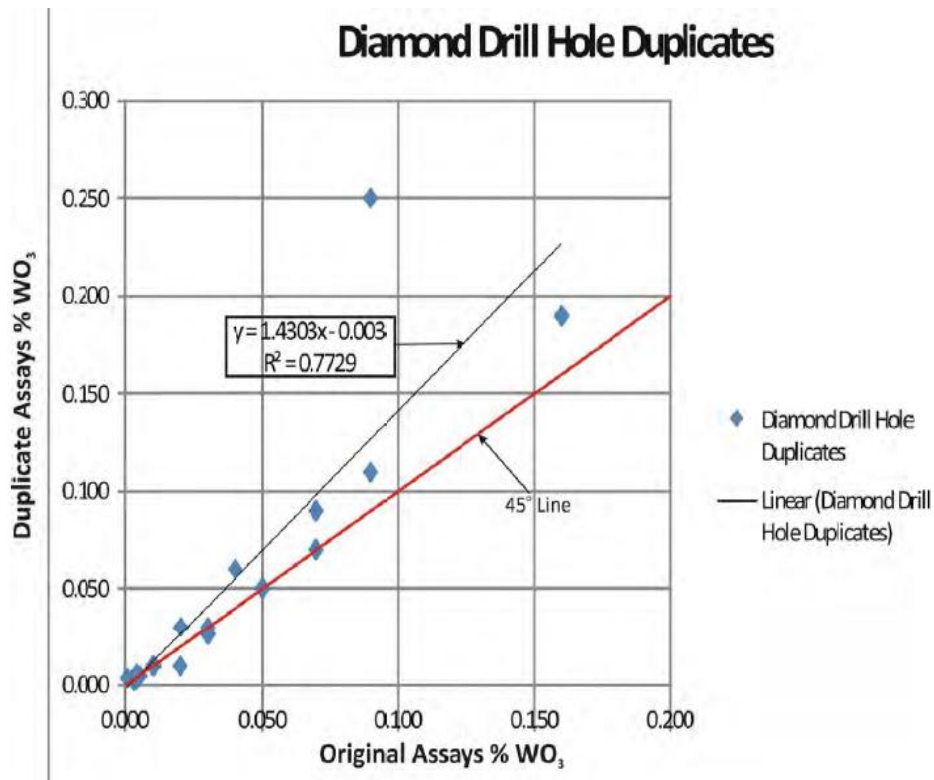


Figura 1.7-4 Diagrama de dispersión de las muestras duplicadas realizadas por los mismos laboratorios. En este caso, los tres laboratorios externos, SGS, ALS Chemex, and ACME.

Analizadas tanto de la muestra original y el duplicado de la muestra. El gráfico muestra un poco de dispersión como se refleja en el valor de R2. Esta dispersión probablemente es resultado de las bajas concentraciones de Tungsteno cerca de los límites de detección en muchas de las muestras.

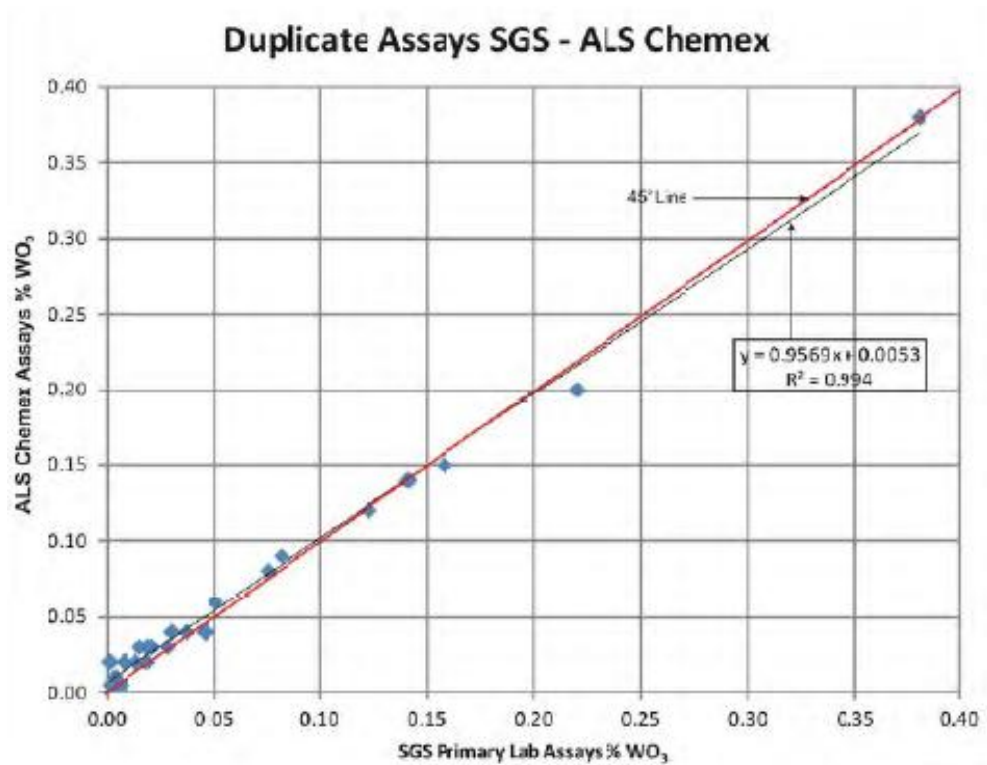


Figura 1.6-5: Diagrama de dispersión de las muestras analizadas por el laboratorio principal, SGS, y análisis de duplicados realizados por ALS Chemex. La correlación es muy buena.

Los blancos se analizaron por el laboratorio principal, no se encontraron resultados anómalos.

## **ANEXO II: ANÁLISIS PETROGRÁFICO MINERAGRÁFICO**

- Anexo 2.1 Tabla De Muestras
- Anexo 2.1 Fotos

## ANEXO II ANÁLISIS PETROGRÁFICO MINERAGRÁFICO

### ANEXO 2.1 TABLA DE MUESTRAS

<b>RELACIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS PETROGRÁFICO</b>						
<b>Muestra</b>	<b>Estudio</b>	<b>material</b>	<b>Mineralogía</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Localización geográfica</b>
M1	Opacos en sección pulida	Esfalerita cuarzo	Cuarzo+ esfalerita+ tetraedrita + pirita	186417	9095220	Zona: Consuzo - Galeria Hortencia - Veta Loreto
M2	Opacos en sección pulida	Hübnerita cuarzo	cuarzo + hübnerita + tetraedrita + galena + pirita + esfalerita	185881	9098305	Zona: Huaura - Manto Alonso - Nv12 - Tajo 300
M3	Opacos en sección pulida	Pirita cuarzo	cuarzo + pirita + muscovita + tetraedrita	187558	9097920	Zona: Huayllapon. Veta aflorante en superficie. Retirada en el contacto con cuarcita.
M4	Opacos en sección pulida	Hübnerita cuarzo	Cuarzo + hübnerita + muscovita + esfalerita + tetraedrita + pirita + galena	186417	9095228	Consuzo - galería Hortencia - veta Loreto
M5	Opacos en sección pulida	Hübnerita cuarzo	Cuarzo + hübnerita + pirita + esfalerita + tetraedrita + galena	185850	9097800	Zona: Huaura - Sub-nivel 805 - N-10 - CH 805 - Veta Consuelo
M6	Sección delgada para luz transmitida	Cuarzo monzonita Greisenizado	microclina + adularia + feldspato potásico + fluorita + muscovita + pirita + esfalerita + galena + sericita + hübnerita	--	--	Sondaje H-13 profundidad no especificada
M7	Sección delgada para luz transmitida	andalusita ardósia milonítico con alteración hidrotermal de silicificación con veta de cuarzo fluorita	sericita + cuarzo + andalusita + pirita + fluorita	185878	9098065	Zona: Huaura - Veio Candela Nivel: 8 - Galeria: 155

## ANEXO 2.1 FOTOS



Foto N° 26 - Cristales de cuarzo hipidiomórficos de primera generación con textura de relleno hidrotermal. muestra M1, objetivo 1,6 x, LR, N / /.



Foto N° 27, Cristales de cuarzo y hübnerita hipidiomórficos de primera generación en matriz de cuarzo asociado con la segunda generación. observe la fractura en la hübnerita relleno de cuarzo. muestra M3, objetivo de 2,5 x, LR, N //.

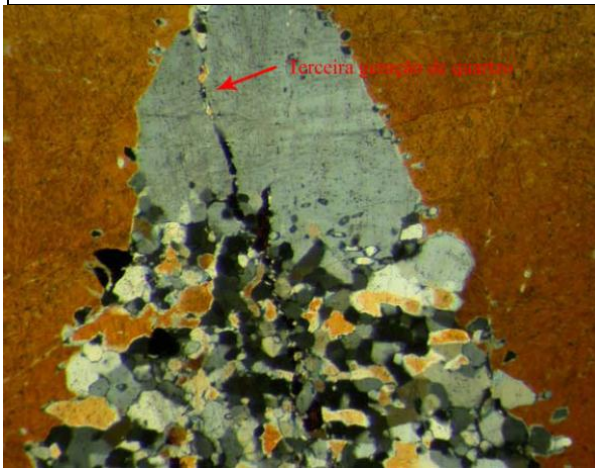


Foto 28 – Microvenillas de cuarzo de tercera generación cortando los cristales de cuarzo de primera y segunda generación. Muestra M4 4 x objetivo, LR, N // /.

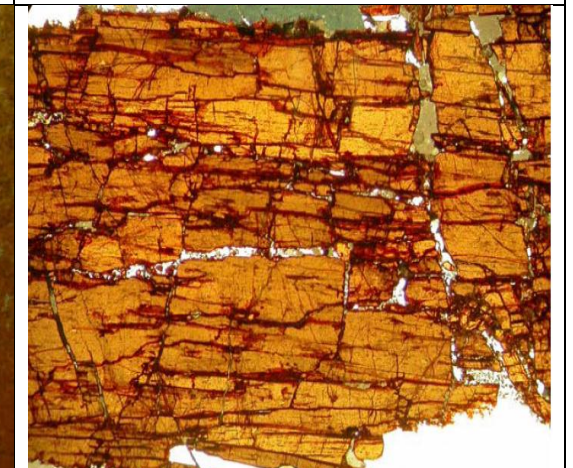


Foto 29 - Detalles de relleno de fracturas en hübnerita por cuarzo. Muestra M4, objetivo 1.8 x, LR, N // /.

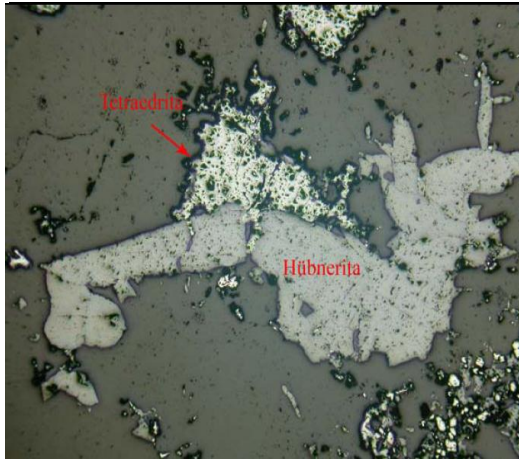


Foto 30 – Tetraedrita fragmentada asociada a segunda generación rellenando fracturas en hübnerita. Muestra M5, objetivo 2,5 x, LR, N//.

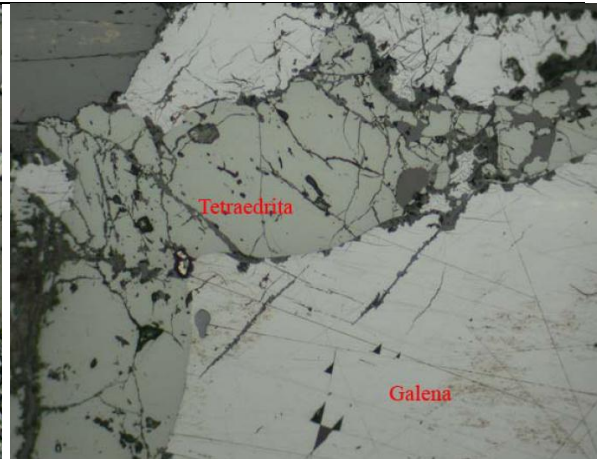


Foto 31 – Relación de temporaneidad entre tetraedrita y galena. en el detalle se observa que la tetraedrita es posterior a la formación de la galena. Muestra M4, objetiva 10 x, LR, N//

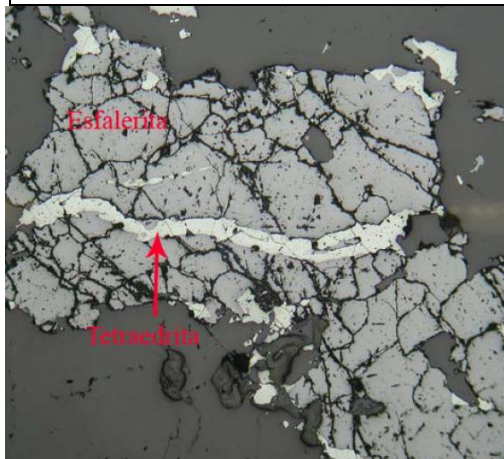


Foto 32 – Venilla de tetraedrita de tercera generación cortando esfalerita de segunda generación. Muestra M1 objetivo de 5 x, LR, N//.

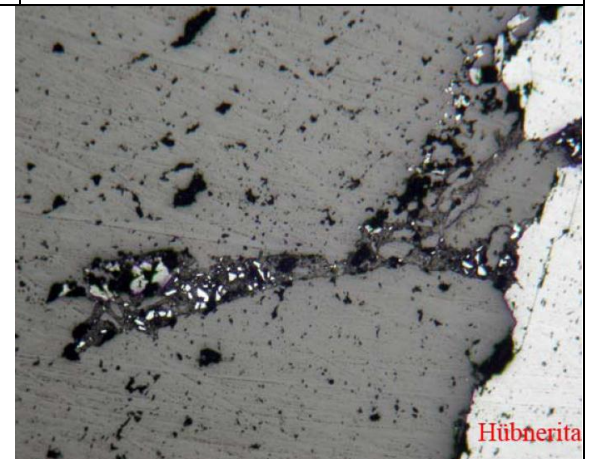


Foto 33 – Fragmentos de hübnerita, esfalerita y tetraedrita acarreados por venillas de cuarzo de tercera generación Muestra M4, objetiva de 8 x, LR, N//.

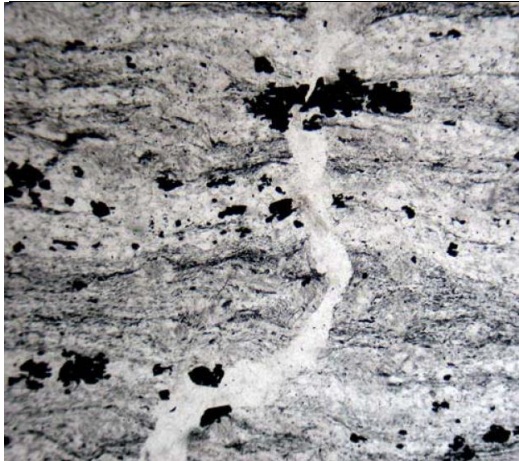


Foto N° 34 – Formación de venillas de cuarzo hidrotermal perpendiculares a la foliación, bandas de cuarzo secundario concordantes a S1. Muestra M7, objetivo de 2,5 x LT, N//.

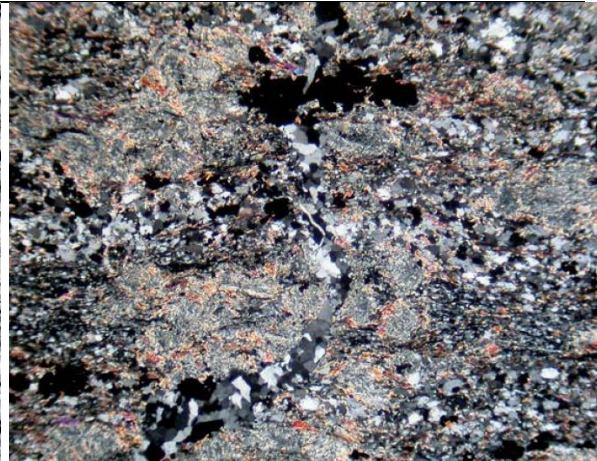


Foto N° 35 – Detalle de imagen anterior con polarización cruzada, exhibiendo las vetas bandas de cuarzo secundario asociados a alteración hidrotermal de silicificación. Muestra M7, objetivo de 2,5 x LT, NX

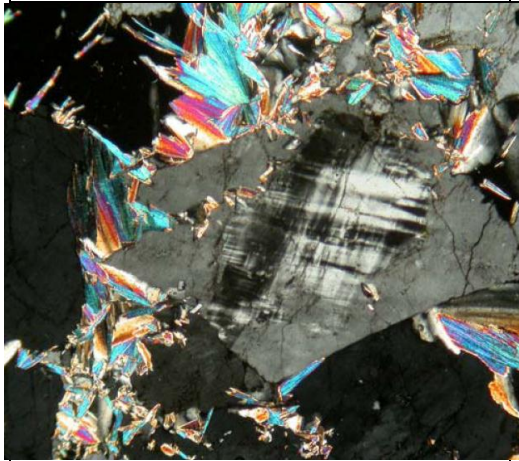


Foto N°36 – Cristal de adularia formado por sustitución de microclina. Alrededor se forma muscovita asociada a una incipiente greisinización, Muestra M6 objetivo de 5 x, LT, NX.

N//.

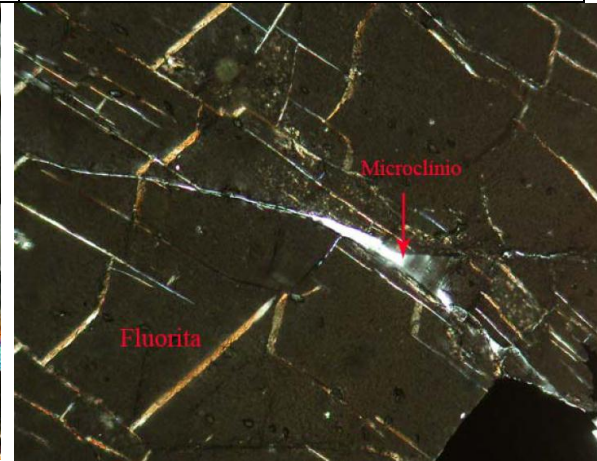
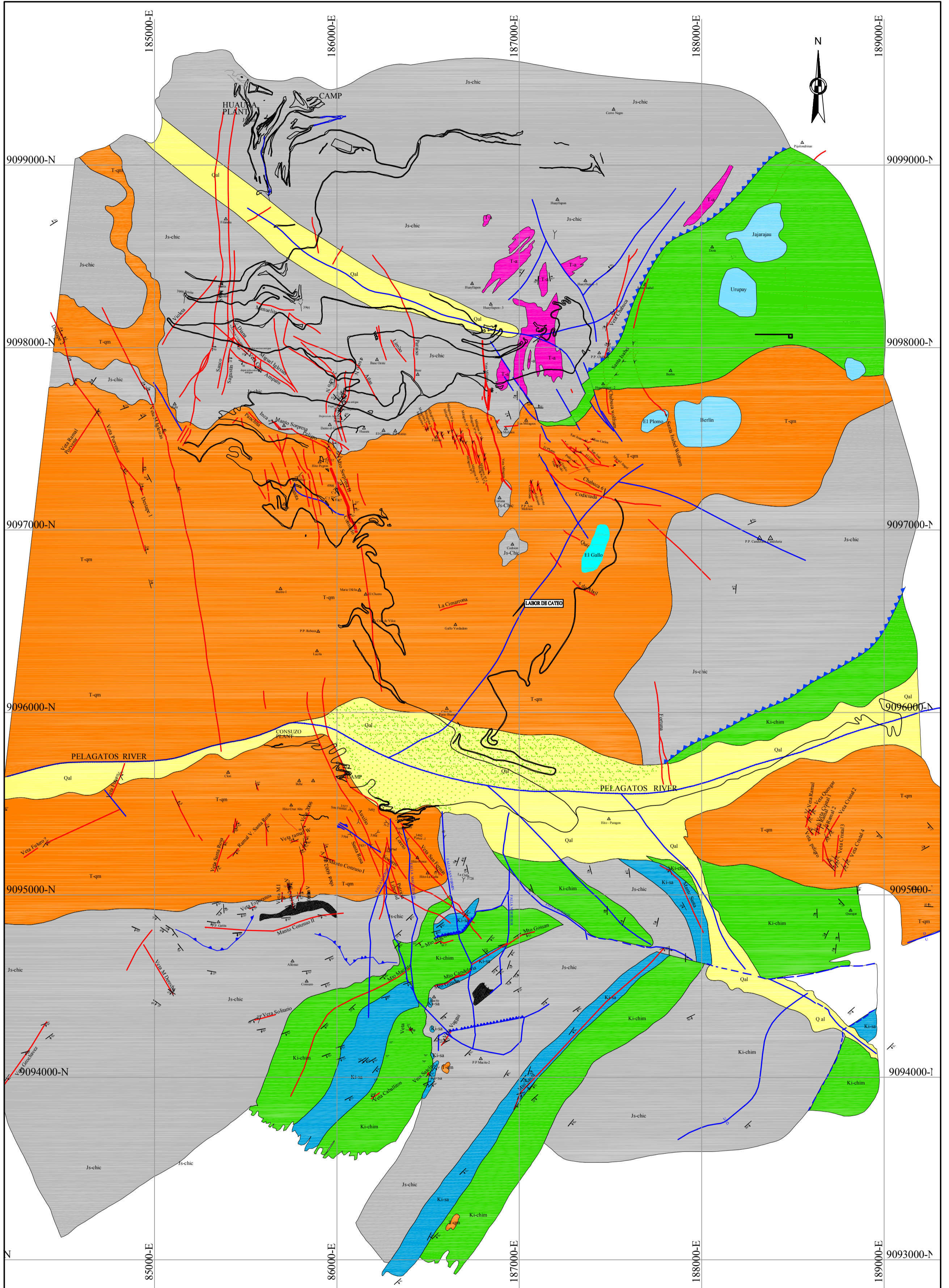


Foto N°37 – Venillas de microclina cortando fluorita, evidenciando Microclinización post-greisen.

Muestra M6, objetivo de 10 x, LT, NX.

### **ANEXO III: PLANOS Y SECCIONES**

- Plano geológico
- Veta Consuelo
- Veta Alonso Fénix
- Veta Candela
- Veta Violeta
- Veta Chabuca
- Veta María Ofelia
- Veta Loreto

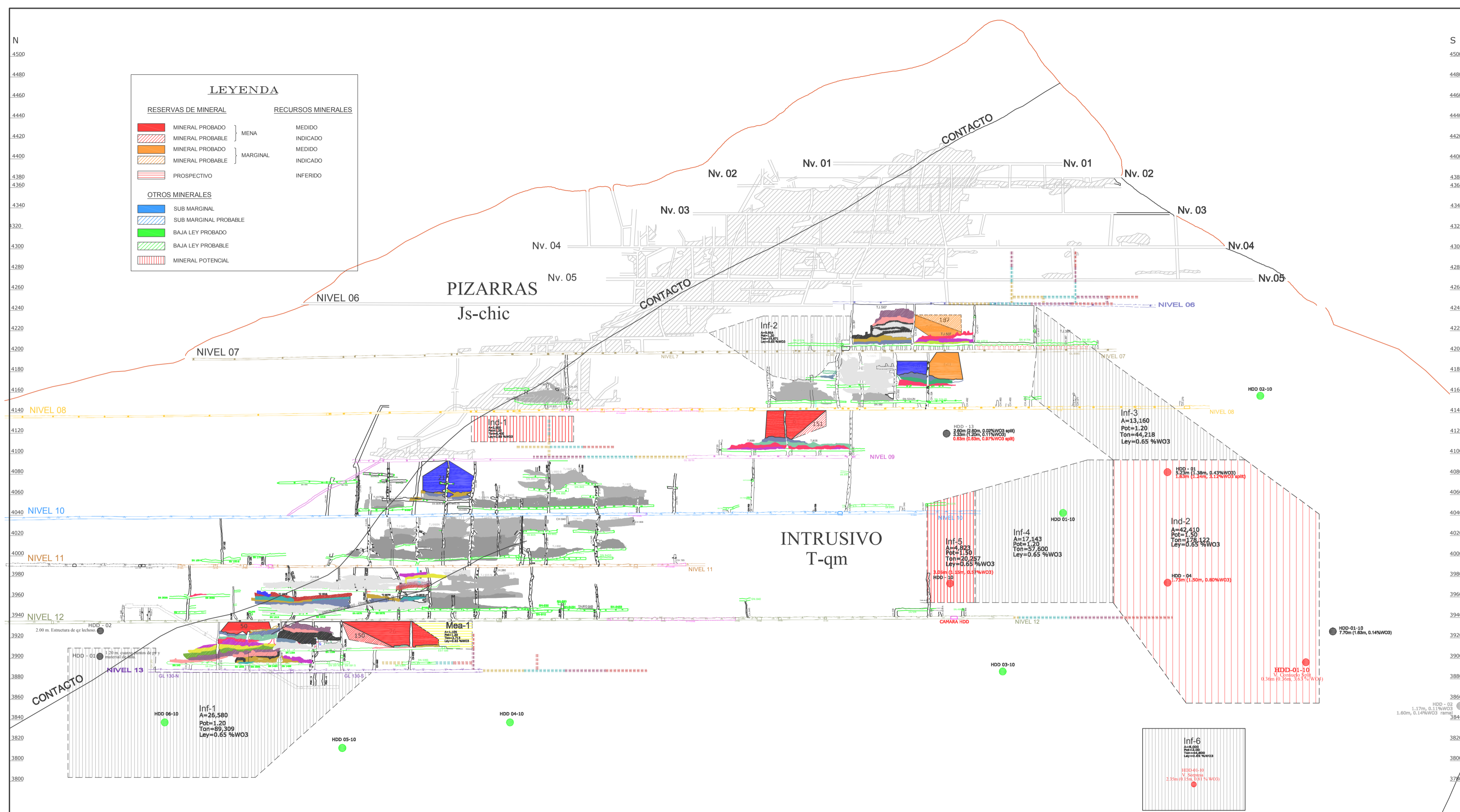


LEGEND		UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN	
		ESCUELA DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA	
Base O Oeste Base	Geological Contact	Q al	Aluvial Quaternary
Base E Este Base	Geological Approximate Contact	(Green pattern)	Terraces Pleistoceno to recent glacial deposit
Road	Fault relative movement U = up D = down	Ki-f	Fariat Quartzite and Red Shale
Bridge	Inferred Fault	Ki-sa	Santa Slate and Limestone
Camp	Sobrecerramiento Indicating the movement	Ki-chim	Chims Quartzite
Rail	Direction and Dip of sedimentary units	Js-chic	Chicama Shale and Slate
Hydroelectric Channel	Joint	Qm	Quartz Monzonite from Pasto Bueno Stock Tertiary Upper
Direction and dip Vein	9F - 124 Locations of samples	Andesite (?)	Andesite (?) dikes Tertiary age likely
Mine	Direction of vertical strata		
	Precipice		
	Terraces Pleistoceno to recent and glacial deposit moraines		
	Locations of sample veins		

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**  
ESCUELA DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

**MAPA GEOLOGICO**  
Pasto Bueno

Asesor:	ing. Pio Coila Valdez		
Dibujado:	Bach. William H. Quispe Garcia	<b>MAPA GEOLOGICO</b> Pasto Bueno	
Fecha:	Septiembre -2015	Fuente:	Dynacor Exploraciones- Geologia de Exploraciones
Escala:	1/ 15 000	Proyección:	Datum UTM WGS 84 Zoma 18S
			Plano : 05



**LEYENDA TAJEO**

[Grey box]	TAJEO ANTIGUO	[Green box]	TAJEO NOV. '09	[Purple box]	TAJEO MAR. '10	[Light Green box]	TAJEO JUL. '10	[Light Blue box]	TAJEO NOV. '10
[Dark Grey box]	TAJEO 2007	[Dark Green box]	TAJEO DIC. '09	[Red box]	TAJEO ABR. '10	[Yellow box]	TAJEO AGO. '10	[Blue box]	TAJEO DIC. '10
[Light Grey box]	TAJEO 2008	[Light Green box]	TAJEO ENE. '10	[Orange box]	TAJEO MAY. '10	[Light Purple box]	TAJEO SET. '10	[Light Blue box]	TAJEO FEB. '10
[Dark Grey box]	TAJEO 2009	[Dark Green box]	TAJEO FEB. '10	[Purple box]	TAJEO JUN. '10	[Light Green box]	TAJEO OCT. '10		

**LEYENDA NIVELES**

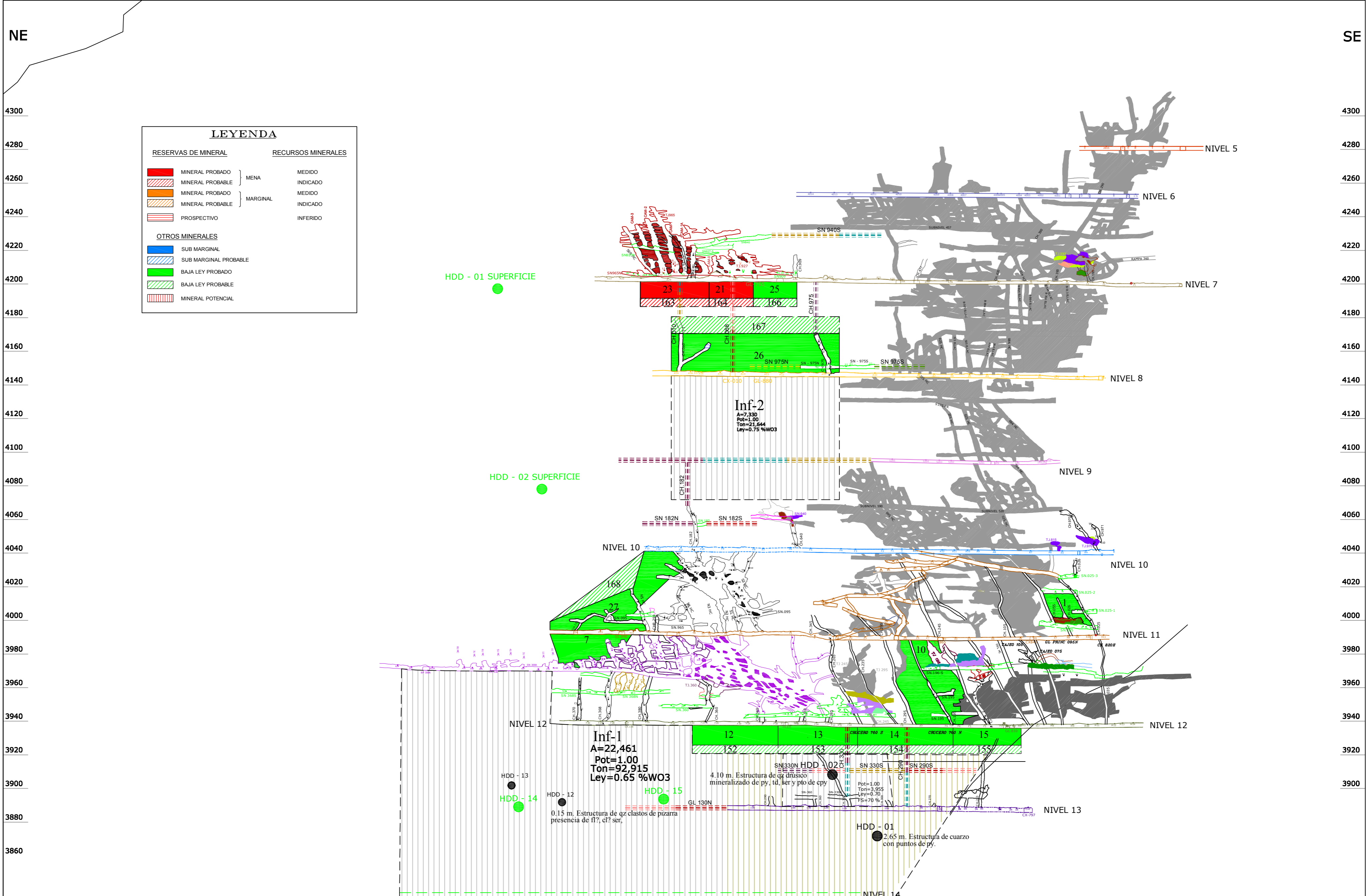
[Blue line]	NIVEL 07	[Red line]	NIVEL 10	[Purple line]	NIVEL 13
[Orange line]	NIVEL 08	[Green line]	NIVEL 11	[Light Blue line]	PROYECTO
[Yellow line]	NIVEL 09	[Light Green line]	NIVEL 12	[Light Blue line]	CHIMENEA

ASESOR: Ing. Pio Coila Valdez  
 DIBUJADO: Bach. William Quispe Garcia  
 GEOLOGIA: Mina Pasto Bueno  
 FILE: Dynacor Exploraciones

FECHA: Septiembre 2015  
 ESCALA: 1/2500  
 FUENTE: Dynacor Exploraciones

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA-GEOTECNIA  
 SECCION LONGITUDINAL  
 VETA CONSUELO

N° PLANO  
**06**



**LEYENDA**

RESERVAS DE MINERAL		RECURSOS MINERALES	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> MINERAL PROBADO	} MENA	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> MEDIDO	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span> MINERAL PROBABLE		<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border: 1px solid black;"></span> INDICADO	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightorange; border: 1px solid black;"></span> MINERAL PROBABLE		<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border: 1px solid black;"></span> INDICADO	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border: 1px solid black;"></span> MINERAL PROBABLE	} MARGINAL	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border: 1px solid black;"></span> INDICADO	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border: 1px solid black;"></span> PROSPECTIVO		<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightyellow; border: 1px solid black;"></span> INFERIDO	
<b>OTROS MINERALES</b>			
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> SUB MARGINAL			
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black;"></span> SUB MARGINAL PROBABLE			
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> BAJA LEY PROBADO			
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black;"></span> BAJA LEY PROBABLE			
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: lightgreen; border: 1px solid black;"></span> MINERAL POTENCIAL			

**LEYENDA TAJEO**

<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO ANTIGUO	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO ABR. '10
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO 2007	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO MAY. '10
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO NOV. '09	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO JUN. '10
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO DIC. '09	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO JUL. '10
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO ENE. '10	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO AGO. '10
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO FEB. '10	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO SET. '10
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: gray; border: 1px solid black;"></span> TAJEO MAR. '10	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> TAJEO OCT. '10

**LEYENDA NIVELES**

<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 07	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 12
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 08	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 13
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 09	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> PROYECTO
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 10	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span> CHIMENEA
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: blue; border: 1px solid black;"></span> NIVEL 11	

**LEYENDA PROGRAMA DE AVANCE 2011**

<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> ENERO 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> JUNIO 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> NOVIEMBRE 2011
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> FEBRERO 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> JULIO 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> DICIEMBRE 2011
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> MARZO 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> AGOSTO 2011	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> ABRIL 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> SEPTIEMBRE 2011	
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> MAYO 2011	<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> OCTUBRE 2011	

ASESOR: Ing. Pio Coila Valdez.  
 DIBUJADO: Bach. William H. Quispe Garcia  
 GEOLOGIA: Mina Pasto Bueno  
 Dynacor Exploraciones

FECHA: Septiembre -2015  
 ESCALA: 1/ 1500  
 FUENTE: Dynacor Exploraciones

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

**SECCION LONGITUDINAL  
 VETA ALONSO FENIX**

Nº PLANO  
07

NE

SE

COTA 4160

COTA 4160

COTA 4140

COTA 4140

COTA NIVEL 08

NV. 08

COTA 4120

COTA 4120

COTA 4100

COTA 4100

COTA NIVEL 09

COTA 4080

COTA 4080

COTA 4060

COTA 4060

COTA 4040

COTA 4040

COTA NIVEL 10

COTA 4020

COTA 4020

COTA 4000

COTA 4000

COTA 3980

COTA 3980

COTA NIVEL 11

COTA 3960

COTA 3960

COTA 3940

COTA 3940

COTA 3920

COTA 3920

COTA 3900

COTA 3900

RESERVAS DE MINERAL		RECURSOS MINERALES	
	MINERAL PROBADO	} MENA	MEDIDO
	MINERAL PROBADO		INDICADO
	MINERAL PROBADO	} MARGINAL	MEDIDO
	MINERAL PROBADO		INDICADO
	PROSPECTIVO		INFERIDO
OTROS MINERALES			
	SUB MARGINAL		
	SUB MARGINAL PROBABLE		
	BAJA LEY PROBADO		
	BAJA LEY PROBABLE		
	MINERAL POTENCIAL		

HDD-09-09

HDD-10-09

HDD-11-09

FALLA CONTROL ESTRUCTURAL

ZONA DE ESTRANGULAMIENTO

INTERSECCION DE LA VETA CANDELA Y RAMAL TEFCHO

24 156 21 151 17 152

LEYENDA TAJEO	
	TAJEO ANTIGUO
	TAJEO NOV. '09
	TAJEO DIC. '09
	TAJEO ENE. '10
	TAJEO FEB. '10
	TAJEO MAR. '10
	TAJEO ABR. '10
	TAJEO MAY. '10
	TAJEO JUN. '10
	TAJEO JUL. '10
	TAJEO AGO. '10
	TAJEO SET. '10
	TAJEO OCT. '10
	TAJEO NOV. '10
	TAJEO DIC. '10

LEYENDA NIVELES	
	NIVEL 08
	NIVEL 09
	NIVEL 10
	CHIMENEA
	SUBNIVEL

ASESOR: Ing. Pio Coila Valdez  
 DIBUJADO: Bach. William H. Quispe Garcia  
 GEOLOGIA: Mina Pasto Bueno  
 Dynacor Exploraciones

FECHA: Septiembre - 2015  
 ESCALA: 1/1000  
 FUENTE: Dynacor Exploraciones

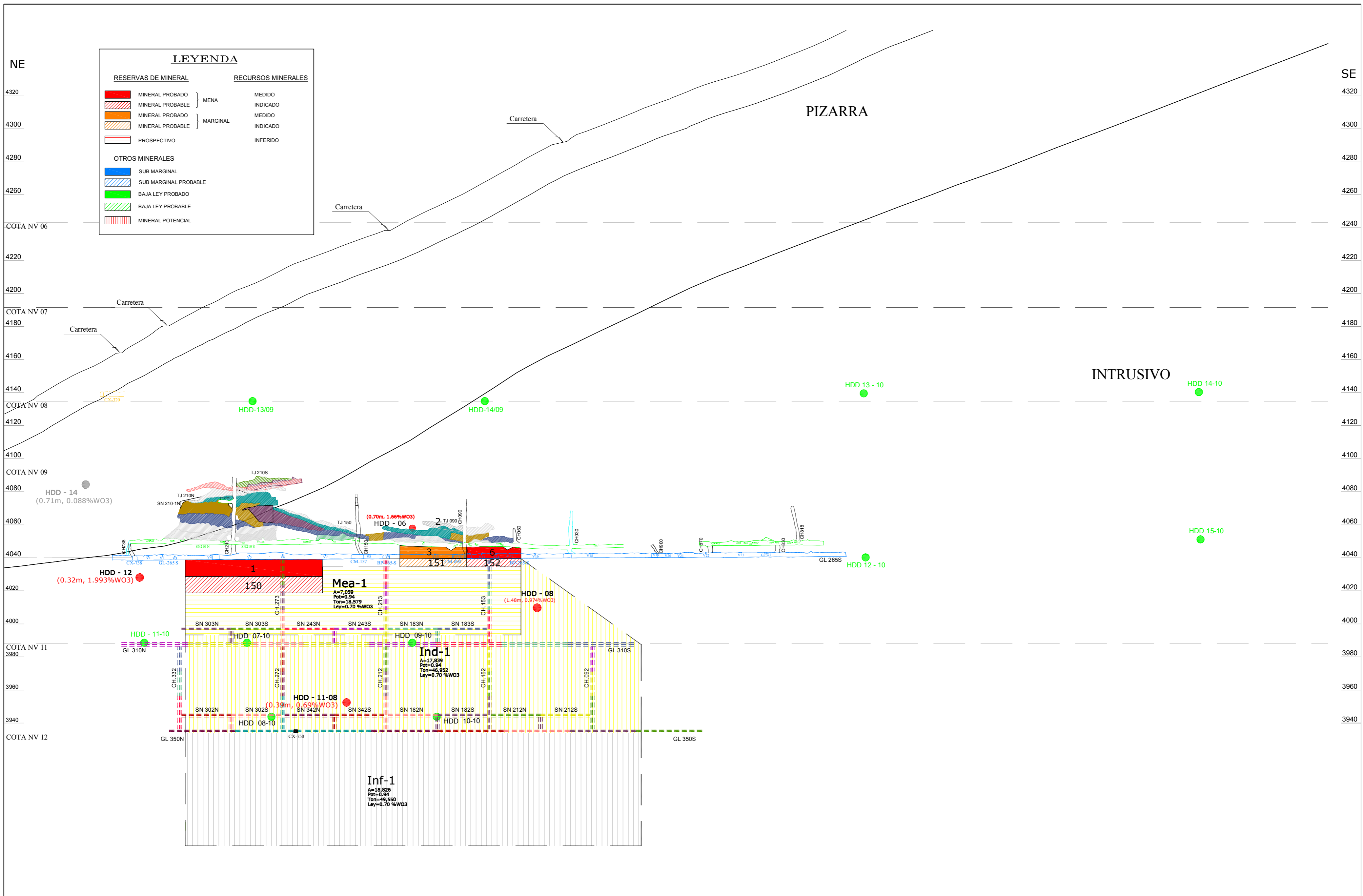


UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

SECCION LONGITUDINAL  
 VETA CANDELA

Nº PLANO

08



LEYENDA TAJEO		LEYENDA NIVELES		LEYENDA PROGRAMA DE AVANCE 2011		
TAJEO ANTIGUO	TAJEO JUN. '10	NIVEL 08	ENERO 2011	JUNIO 2011	NOVIEMBRE 2011	
TAJEO NOV. '09	TAJEO JUL. '10	NIVEL 09	FEBRERO 2011	JULIO 2011	DICIEMBRE 2011	
TAJEO DIC. '09	TAJEO AGO. '10	NIVEL 10	MARZO 2011	AGOSTO 2011		
TAJEO ENE. '10	TAJEO SET. '10	CHIMENEA	ABRIL 2011	SEPTIEMBRE 2011		
TAJEO FEB. '10	TAJEO OCT. '10	SUBNIVEL	MAYO 2011	OCTUBRE 2011		
TAJEO MAR. '10	TAJEO NOV. '10					
TAJEO ABR. '10	TAJEO DIC. '10					
TAJEO MAY. '10						

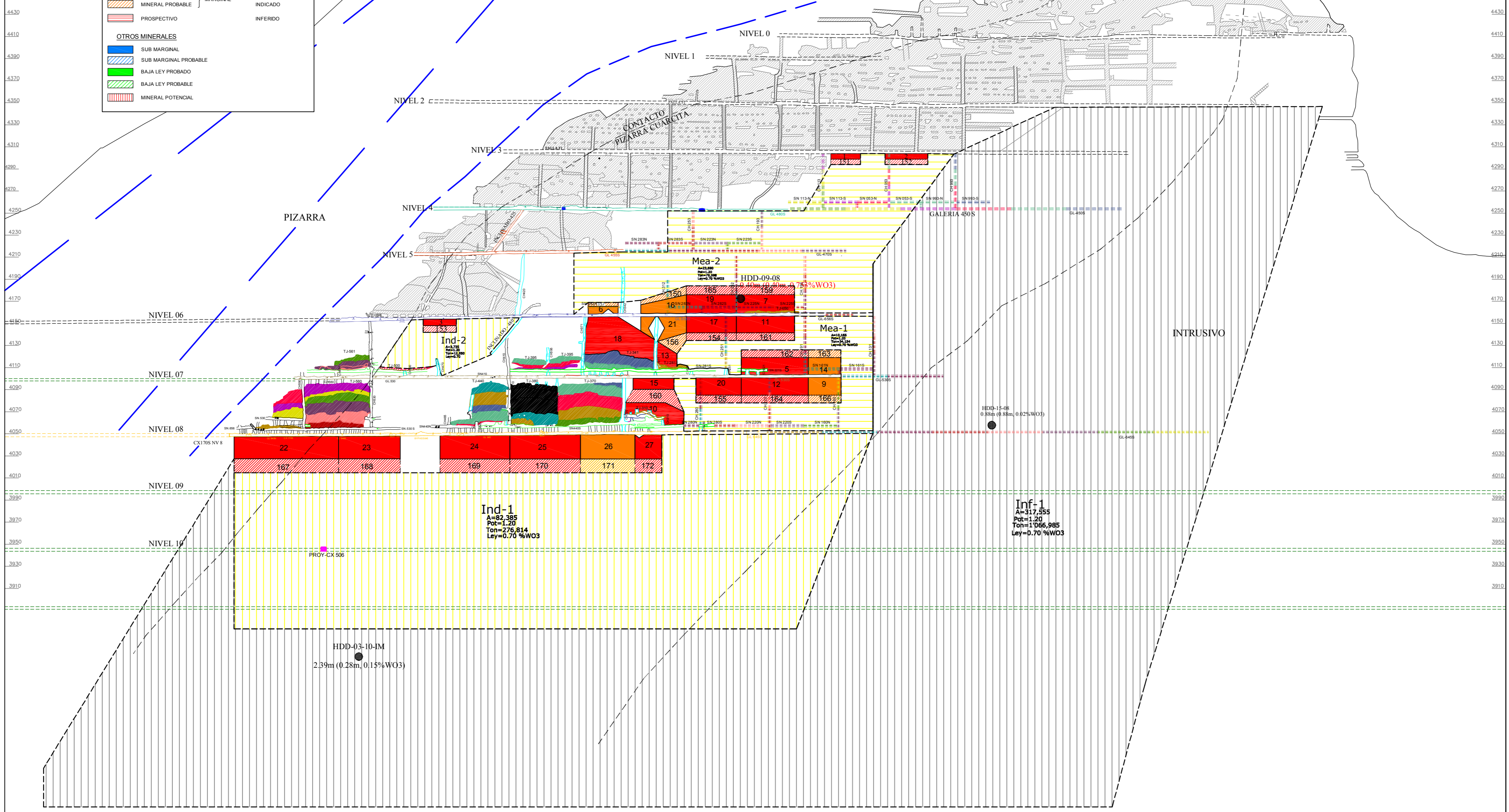
ASESOR:	Ing. Pio Coila Valdez	FECHA :	Septiembre 2015
DIBUJADO :	Bach. William H. Quispe Garcia	ESCALA :	1/ 1500
GEOLOGIA :	Mina Pasto Bueno Dynacor Exploraciones	FUENTE :	Dynacor Exploraciones
FILE			

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA	N° PLANO
<b>SECCION LONGITUDINAL VETA VIOLETA</b>	<b>09</b>

NE  
COTA  
(m.s.n.m.)

SE  
COTA  
(m.s.n.m.)

RESERVAS DE MINERAL		RECURSOS MINERALES	
	MINERAL PROBADO	} MENA	MEDIDO
	MINERAL PROBABLE		INDICADO
	MINERAL PROBABLE		INDICADO
	MINERAL PROBABLE	} MARGINAL	INDICADO
	PROSPECTIVO		INFERIDO
OTROS MINERALES			
	SUB MARGINAL		
	SUB MARGINAL PROBABLE		
	BAJA LEY PROBADO		
	BAJA LEY PROBABLE		
	MINERAL POTENCIAL		



LEYENDA TAJEO	
	TAJEO ANTIGUO
	TAJEO NOV. '09
	TAJEO DIC. '09
	TAJEO ENE. '10
	TAJEO FEB. '10
	TAJEO MAR. '10
	TAJEO ABR. '10
	TAJEO MAY. '10
	TAJEO JUN. '10
	TAJEO JUL. '10
	TAJEO AGO. '10
	TAJEO SET. '10
	TAJEO OCT. '10
	TAJEO NOV. '10
	TAJEO DIC. '10

LEYENDA NIVELES	
	NIVEL 08
	NIVEL 09
	NIVEL 10
	CHIMENEA
	SUBNIVEL

LEYENDA PROGRAMA DE AVANCE 2011		
	ENERO 2011	NOVIEMBRE 2011
	FEBRERO 2011	DICIEMBRE 2011
	MARZO 2011	AGOSTO 2011
	ABRIL 2011	SEPTIEMBRE 2011
	MAYO 2011	OCTUBRE 2011
	JUNIO 2011	
	JULIO 2011	

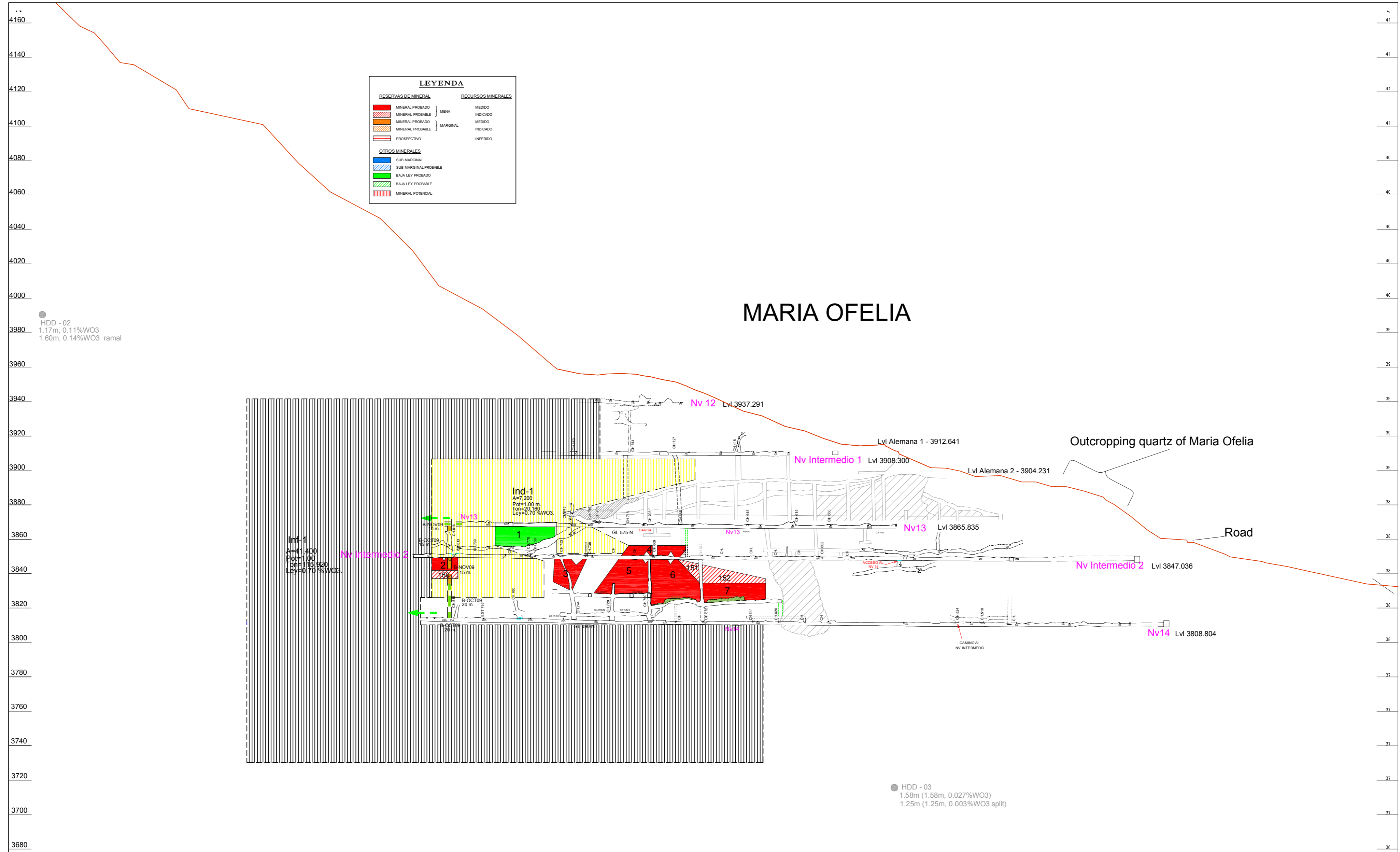
ASESOR: Ing. Pio Coila Valdez  
 DIBUJADO: Bach. William H. Quispe Garcia  
 GEOLOGIA: Mina Pasto Bueno  
 Dynacor Exploraciones

FECHA: Septiembre - 2015  
 ESCALA: 1/ 2500  
 FUENTE: Dynacor Exploraciones

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA

SECCION LONGITUDINAL  
 VETA CHABUCA

N° PLANO  
 10



# MARIA OFELIA

RESERVAS DE MINERAL		RECURSOS MINERALES	
[Red Box]	MINERAL PROBADO	} MENA	MECIDO
[Yellow Box]	MINERAL PROBABLE		MECIDO
[Orange Box]	MINERAL PROBABLE		INDICADO
[Green Box]	MINERAL PROBABLE	} MARGINAL	INDICADO
[Blue Box]	PROSPECTIVO		INFERDO
<b>OTROS MINERALES</b>			
[Blue Box]	SUB MARGINAL		
[Light Blue Box]	SUB MARGINAL PROBABLE		
[Green Box]	BAJA LEY PROBADO		
[Light Green Box]	BAJA LEY PROBABLE		
[Red Box]	MINERAL POTENCIAL		

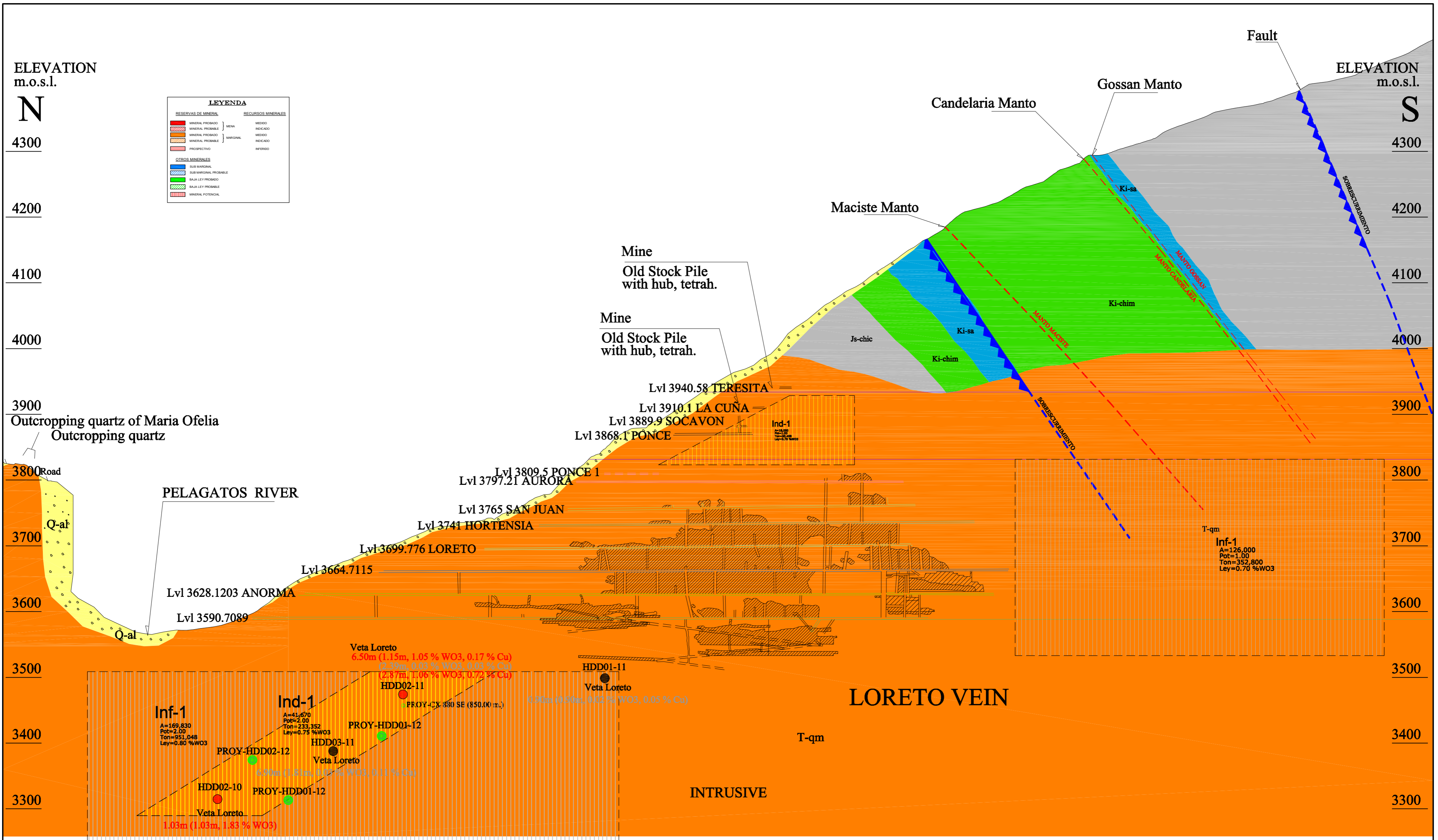
ASESOR	Ing. Pio Coila Valdez	FECHA :	Septiembre -2015
DIBUJADO :	Bach. William H. Quispe Garcia	ESCALA :	1/ 1500
GEOLOGIA :	Mina Pasto Bueno Dynacor Exploraciones	FUENTE :	Dynacor Exploraciones
FILE	C:\USERS\WILLIAM\DESKTOP\INFORME TESIS WILL2015\PLANOS\6. VETA MARIA OFELIA.DWG		

UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN"  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA



## SECCION LONGITUDINAL VETA M. OFELIA

N° PLANO  
**11**



ASESOR: Ing. Pio Coila Valdez DIBUJADO: Bach. William H. Quispe Garcia GEOLOGIA: Mina Pasto Bueno Dyncor Exploraciones FILE	FECHA: Septiembre 2015 ESCALA: 1/ 2500 FUENTE: Dyncor Exploraciones	UNIVERSIDAD NACIONAL "JORGE BASADRE GROHMANN" ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLÓGICA-GEOTECNIA <b>SECCION LONGITUDINAL VETA LORETO</b>	N° PLANO <b>12</b>
--	--	---	-----------------------