

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería Civil, Arquitectura y Geotecnia

Escuela Profesional de Ingeniería Geológica - Geotecnia

ESTUDIO GEOLÓGICO Y ESTIMACIÓN DE RECURSOS DEL
PROYECTO MINERO VEMUSA, LA JOYA, AREQUIPA

TESIS

Presentada por

Bach. Wagner Silver Viza Colana

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO GEÓLOGO - GEOTÉCNICO

TACNA - PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA – GEOTECNIA
“ESTUDIO GEOLOGICO Y ESTIMACION DE RECURSOS DEL PROYECTO
MINERO VEMUSA, LA JOYA, AREQUIPA”

Tesis sustentada y aprobada del 04 de julio del 2018, integrada por el siguiente jurado:

PRESIDENTE



ING. PIO COILA VALDEZ

MIEMBRO – SECRETARIO



ING. FREDY CABRERA OLIVERA

MIEMBRO



ING. FERNANDO VELÁSQUEZ DÍAZ

ASESOR DE TESIS



MSC. CONRADO BEDOYA JAÉN

Este trabajo va dedicado a:

A mi madre Julia, por haber dedicado su vida a apoyarme.

A ella todo mi amor y gratitud, por siempre.

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios, por permitirme seguir en el camino de la superación y aportar con mis conocimientos y experiencia en la geología.

ÍNDICE

Presentación	1
Resumen	2
Capítulo I: Consideraciones generales	5
1.1. Planteamiento del problema	5
1.2. Hipótesis	6
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Objetivo general	8
1.4.2. Objetivos específicos	8
1.5. Antecedentes	9
1.6. Metodología	10
1.7. Ubicación	11
1.8. Accesibilidad	12
1.9. Clima y vegetación	14

1.10. Relieve	14
Capítulo II: Geología Regional	16
2.1. Introducción	16
2.2. Litoestratigrafía	17
2.2.1. Formación Chocolate (Ji-ch)	17
2.2.2. Formación Socosani (Jm-soc)	19
2.2.3. Grupo Yura	20
2.2.3.1. Formación Puente (Jm-pu)	21
2.2.3.2. Formación Labra (Js-la)	22
2.2.4. Formación Añashuayco (Ns-añ)	23
2.2.5. Depósitos cuaternarios	24
2.2.5.1. Depósitos aluviales recientes	24
2.3. Rocas intrusivas	25
2.3.1. Gabrodiorita	25
2.3.2. Dioritas, granodioritas, monzonitas y granitos	26
Capítulo III: Geología Local	29
3.1. Generalidades	29
3.2. Litoestratigrafía	29
3.2.1. Depósitos recientes	29

3.2.1.1.	Depósitos piroclásticos	30
3.2.1.2.	Depósitos aluviales	31
3.2.1.3.	Depósitos coluviales y deluviales	32
3.2.1.4.	Depósitos eólicos	32
3.3.	Rocas intrusivas	33
3.3.1.	Granodiorita	33
3.4.	Geología estructural	34
3.4.1.	Fallas	34
3.4.2.	Brechas	35
3.4.3.	Interpretación de lineamientos estructurales en imágenes satelitales	37
3.5.	Mineralización	39
3.5.1.	Minerales de mena	40
3.5.2.	Minerales de ganga	40
3.6.	Descripción de las vetas Vemusa, Calderas y Cuerpos de Brecha	42
3.6.1.	Veta Vemusa	42
3.6.2.	Veta Calderas	45
3.6.3.	Cuerpos de Brecha	45
3.7.	Tipos de alteraciones	47
3.7.1.	Alteración hidrotermal	47
3.7.1.1.	Alteración en vetas	47

3.7.1.2.	Alteración de roca caja	48
3.7.1.3.	Alteración en chimeneas o cuerpos de brecha	48
3.7.1.4.	Alteración supergénica	49
3.8.	Tipo de yacimiento	49
3.8.1.	Veta Vemusa	49
3.8.2.	Brechas	50
3.8.3.	Fuentes responsables de la mineralización	50
3.8.4.	Modelo genético del yacimiento	51
Capítulo IV: Estimación de recursos de la veta Vemusa		54
4.1.	Introducción	54
4.2.	Recursos minerales	56
4.2.1.	Recurso de mineral inferido	56
4.2.2.	Recurso de mineral indicado	57
4.2.3.	Recurso de mineral medido	57
4.3.	Tabulación del recurso mineral	59
4.4.	Muestreo	59
4.4.1.	Muestreo en veta	59
4.4.2.	Muestreo en cuerpos de brecha	60
4.5.	Estimado de cubicación en la veta Vemusa	61

4.6. Potencial estimado de recursos	63
Conclusiones	53
Recomendaciones	56
Referencias bibliográficas	57

Figuras

1. Ubicación del área de estudio (Proyecto Vemusa)	13
2. Columna estratigráfica generalizada del área de estudio	28
3. Génesis estructural del yacimiento	36
4. Diagrama de Roseta	39
5. Paragénesis de la veta Vemusa	44
6. Modelo genético del yacimiento	53
7. Código de Jorc (australiano)	58

Fotografías

1. Panorámica del área de estudio	15
2. Vista de los depósitos eólicos y piroclásticos que recubren parte de la veta Vemusa.	31
3. Vista de los depósitos eólicos que cubren la veta Vemusa.	33

4.	Minerales de la zona de oxidación de cobre (crisocola, calcantita, malaquita)	42
5.	Veta Vemusa en afloramiento	44
6.	Vista de la Brecha Norte	46
7.	Vista de la Brecha Sur	47
8.	Vista del muestreo de los cuerpos de brecha	55
9.	Muestreo en el interior de la veta Vemusa	55

Anexos

1. Resultados de los ensayos mineralógicos del proyecto

Planos

1. Plano de ubicación y accesibilidad
2. Plano de geología regional
3. Plano de interpretación de lineamientos estructurales
4. Plano de geología local
5. Plano de sección A-A´
6. Plano de muestreo en los cuerpos de brecha
7. Plano de sección longitudinal

PRESENTACIÓN

La presente tesis pretende definir las características geológicas y tipo de yacimiento del proyecto minero Vemusa, en función de la geología estructural, mineralización y alteraciones hidrotermales, a fin de estimar un potencial de recursos económicos del citado proyecto, el cual se halla en la etapa de estudios preliminares. Especial relevancia adquiere la tesis, pues este cálculo de recursos puede servir de modelo para que un proyecto continúe hasta convertirse en una operación minera.

La participación del autor fue gracias a la confianza depositada en su persona por parte de la empresa La Joya Mining SAC. El autor está agradecido también a los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica-Geotecnia de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann por su apoyo y orientación en su formación profesional y la posterior realización de esta tesis.

RESUMEN

El proyecto Vemusa se encuentra ubicado en el distrito de La Joya, provincia y región de Arequipa. La zona de estudio presenta una variedad de rocas sedimentarias e ígneas. En tal área, la unidad litoestratigráfica más antigua corresponde a las rocas volcano-sedimentarias del periodo Jurásico inferior, cuyos afloramientos se encuentran sobreyacidos en discordancia erosional por las rocas calcáreas de la Formación Socosani (Jurásico medio a inferior) y sobre estas las rocas sedimentarias del Grupo Yura (Jurásico superior a Cretáceo inferior), representadas en este sector por las lutitas oscuras y areniscas de la Formación Puente. Las rocas del Batolito de la Caldera están representadas por las monzonitas y granodioritas de la Superunidad Linga (Cretáceo superior a Terciario inferior) que constituyen la roca caja de la veta Vemusa. Asimismo, existen depósitos recientes aluviales, coluviales y eólicos (Cuaternario) que cubren a las rocas mesozoicas.

En términos estructurales, se observa una zona de cizalla de tendencia NW-SE con buzamientos de 70° a 85° hacia el sur, dichas fallas cortan y desplazan a la veta

Vemusa (grieta de tensión) formada con anterioridad. En el área de estudio, se encuentran dos chimeneas de brecha (*brecha pipe*) de forma elipsoidal con dimensiones aproximadas de 40 m x 80 m, las cuales se formaron dentro del intrusivo (superunidad Linga) debido a impulsos magmáticos y fueron mineralizadas por el mismo evento que originó la veta Vemusa, aunque con menor incidencia. Los esfuerzos que generaron las grietas de tensión (veta Vemusa y Calderas) y luego las fallas tipo cizalla se dieron después de la formación y mineralización de vetas y brechas.

En este proyecto, la mineralización se encuentra sobre todo en vetas y cuerpos de brecha. A pesar de contar con extensas dimensiones, tales cuerpos de brecha no presentan ocurrencias minerales de interés económico. La mineralización de oro y plata en la veta Vemusa se muestra en asociaciones de plata y plomo (galena argentífera).

Las observaciones de campo permiten concluir que la mineralización en la veta Vemusa es del tipo filoneana y se presenta en depósitos de origen hidrotermal. Asimismo, a partir de los datos obtenidos en los ensayos mineralógicos, la mineralización se distribuye irregularmente y también muestra bolsonadas de mineral, las cuales forman estructuras tipo rosario, ramificadas, entre otras. Por último, como resultado de los estudios de exploración mediante el mapeo geológico

superficial y muestreo en trincheras realizadas, se pueden atribuir a la veta Vemusa potenciales de hasta 6 423 tm con leyes máximas de: 0,235 oz/tc Au; 11,310 oz/tc Ag.

CAPÍTULO I

CONSIDERACIONES GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

El área de estudio está constituida por las unidades litoestratigráficas volcano-sedimentarias formaciones Chocolate, Socosani y el Grupo Yura, las cuales se encuentran cortadas por la superunidad Linga, rocas intrusivas del complejo “La Caldera” (Batolito de la Caldera). El proyecto Vemusa se encuentra conformado por vetas y cuerpos de brecha, los cuales están emplazados en el segmento sur del Batolito de la Costa. En este contexto, se presentan las siguientes consideraciones.

- Hasta la fecha, en el proyecto Vemusa se desconoce cuál es la geometría y comportamiento estructural de la veta principal que otorga nombre al proyecto (veta Vemusa). En las observaciones de campo se ha podido apreciar que existen abundantes fallas y estructuras mineralizadas que yacen emplazadas con ella, así como también existen otras que son pos

mineralización, las cuales suelen cortar a las primeras citadas. Tal situación origina que la identificación de estructuras realmente importantes para la prospección económica sea difícil, más aún cuando ambos tipos de estructuras forman sistemas complejos que en la mayor parte de casos son observables en las partes superficiales del proyecto.

- En este escenario, resulta necesario plantear un modelo estructural que permita predecir la orientación y movimiento (cinemática) de dichas fallas en los sitios aledaños del proyecto. Es importante aclarar que tampoco se cuenta con un adecuado mapeo a escala distrital-local ni tampoco existe una clara noción de la distribución de los clavos mineralizados dentro de las estructuras. En efecto, una base geológica ordenada y sistematizada de acuerdo a los vacíos de conocimiento ya citados ayudarían a conocer al mismo tiempo el tipo de yacimiento con el que se está lidiando en el área de estudio.

1.2. Hipótesis

El estudio permitirá tener un conocimiento real del modelo geológico y del comportamiento estructural de las estructuras mineralizadas del yacimiento, a fin

de proponer un plan de exploración que permita conocer el verdadero potencial e incluir un posible inicio de operaciones.

1.3. Justificación

La minería es una actividad económica típicamente extractiva, la cual tiene por finalidad aprovechar los recursos metálicos y no metálicos que existen en la tierra. El Perú ha sido, desde la Colonia, un país básicamente minero, porque buena parte de su economía ha dependido de esta actividad hasta hoy. En ese aspecto, los recursos geológicos del país constituyen el activo más relevante para el desarrollo de las compañías mineras y la sustentabilidad de su continuidad operacional.

A pesar de que el Perú tiene numerosas reservas de metales, el descubrimiento de nuevos yacimientos ha disminuido por el agotamiento de recursos superficiales de fácil detección. Por tal motivo, los futuros hallazgos corresponderán sobre todo a yacimientos ocultos bajo la cobertura sedimentaria pos mineralización o yacimientos de mayor profundidad, de mínima o nula evidencia en superficie.

Este trabajo pretende presentar un conocimiento sobre el tipo de litología del yacimiento, los tipos de alteración, mineralización, recursos existentes y todos los

aspectos geológicos que orienten la toma de decisiones respecto del proyecto, teniendo en cuenta que se quiere decidir acerca de un posible inicio de operaciones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Realizar el estudio geológico y determinación del potencial geoeconómico del proyecto Vemusa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar un modelo geológico - estructural a escala distrital y regional que tome como fundamento los datos de campo obtenidos.
- Definir la distribución espacial de los clavos mineralizados dentro de las estructuras, a fin de orientar adecuadamente las futuras labores subterráneas y taladros de exploración.
- Presentar el estudio como tesis a la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y obtener el título de Ingeniero Geólogo Geotécnico.

1.5. Antecedentes

El estudio de Jenks (1948) titulado “Geología del cuadrángulo de Arequipa” abarca más o menos las 2/3 partes del cuadrángulo de la Joya, y el trabajo denominado “Informe sobre el reconocimiento practicado a la zona micácea de los departamentos del Sur del Perú”, de Camminati (1944), refieren aspectos mineros del área. El área de la Joya y las colindantes han sido estudiadas por la comisión de la Carta Geológica Nacional, así tenemos el trabajo “Geología de los cuadrángulos de Punta de bombón y Clemesí” de Bellido y Guevara (1963), además las zonas de la Joya y Mollendo fueron analizadas en “Geología de los cuadrángulos de Mollendo y la Joya” (hojas 34-r y 34-s) de Wilfredo García M. (1968).

Existen otros estudios realizados a escala distrital y regional en yacimientos, tales como el yacimiento cuprífero Cerro Verde, la mina Rescate y otras situadas más al sur que se explotan en pequeña escala. La particularidad de dichos yacimientos es que fueron sometidos a un intenso fallamiento y fracturamiento en diferentes etapas de su historia geológica, sobre todo como consecuencia del levantamiento de los Andes y el emplazamiento del Batolito de la Costa, siendo este último el responsable de la mineralización. De modo regional, están controlados por un sistema de fallas de rumbo andino NO-SE y localmente por falla de dirección N-S

y E-O. La mineralización principal de las vetas ya señaladas es de origen hidrotermal y presenta en niveles superficiales óxidos de hierro y en profundidad una zona de sulfuros primarios.

Cerca del área de estudio también existen depósitos no metálicos como mica, cuarcitas, pizarras, coquinas, yeso y otros. En el pasado, la concesión Vemusa fue trabajada en pequeña escala y de modo esporádico por la minería informal. Hasta que en el 2012 la propietaria, La Joya Mining SAC, adquiere los derechos de la concesión y realiza un estudio geológico, el cual sirve de base para la elaboración de la presente tesis.

1.6. Metodología

Los trabajos se realizarán en las siguientes tres etapas.

- **Recopilación y revisión bibliográfica.** En esta etapa se recogerá toda la información bibliográfica que se refiere a la zona de estudio, asimismo se recopilará los planos geológicos regionales y topográficos que existan a la fecha.

- **Trabajos de campo.** En esta etapa se realizará el levantamiento de las columnas estratigráficas, mapeo geológico de los afloramientos y de estructuras mineralizadas a escala 1/1000. Se realizará el muestreo en superficie y subterráneo. Las muestras recolectadas serán codificadas, embaladas y enviadas al laboratorio mineralógico.
- **Trabajos de gabinete.** En esta etapa se llevará a cabo la interpretación y análisis de resultados, así como la elaboración de mapas geológicos y estructurales que incluirán litología, estructuras mineralizadas, mapas de muestreo, secciones longitudinales de veta y estimación de recursos.

1.7. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en el distrito de La Joya, provincia y región de Arequipa. Las coordenadas de referencia del punto central del proyecto son las siguientes: 8 177,015 N; 206,007 E (WGS-84) a una altitud de 1815 msnm (Figura 1).

1.8. Accesibilidad

El proyecto es accesible por vía terrestre desde la ciudad de Arequipa. En total, el tiempo suma 70 minutos desde la ciudad de Arequipa hasta el área de estudio. La distancia recorrida es de 60 km y se inicia en la vía hacia La Joya para luego continuar en el cruce lateral 7 de la Irrigación La Joya. La Figura 1 grafica aquello.

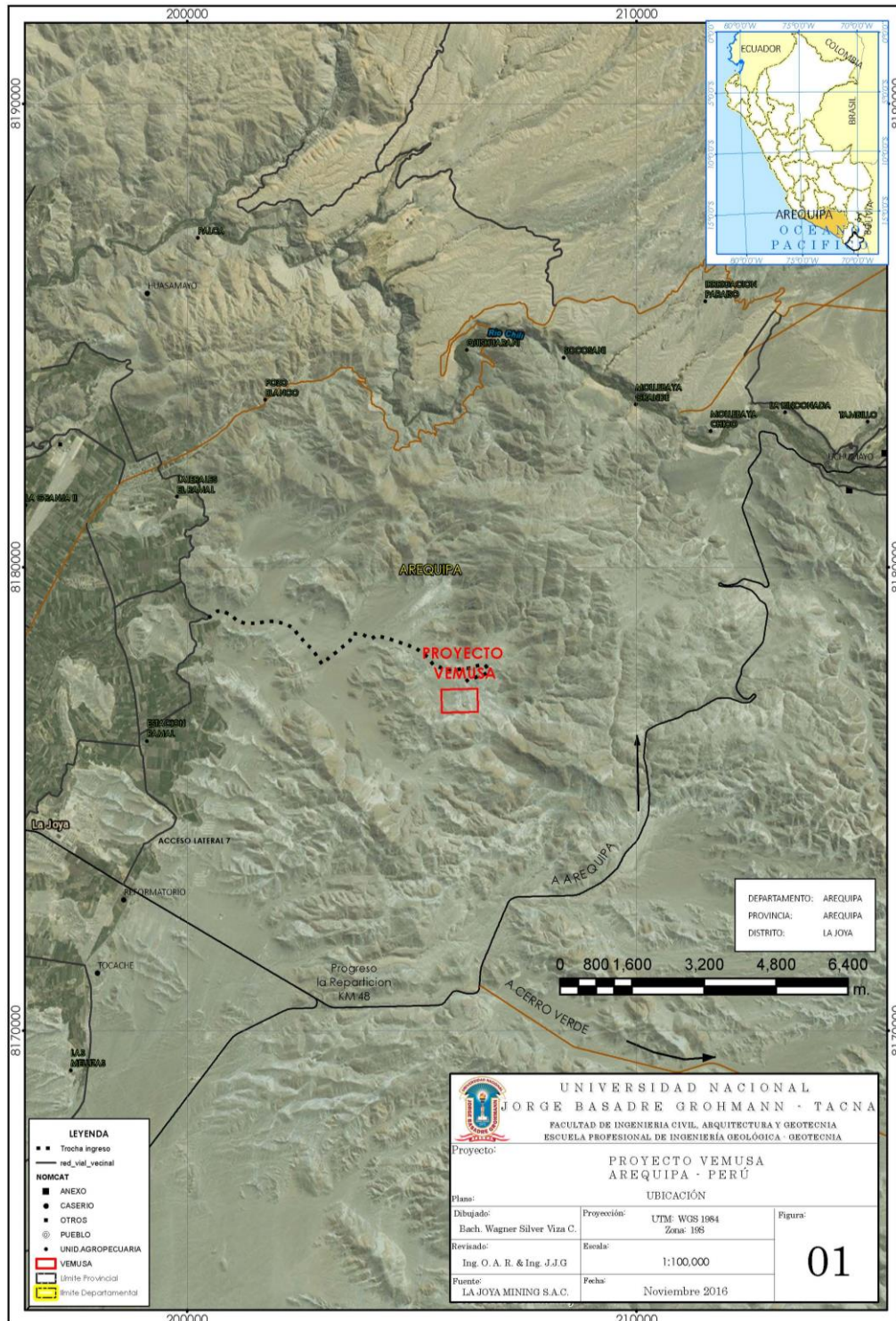


Figura N° 1. Ubicación del área de estudio (Proyecto Vemusa)

1.9. Clima y vegetación

El área se caracteriza por presentar un clima seco y la temperatura ambiental varía según las estaciones del año: las más bajas en los meses de mayo a agosto con promedios de 5 °C a 8 °C en las noches, de 18 °C a 20 °C en el día y las más altas entre diciembre y marzo con promedios de 10 °C a 14 °C en la noche y de 18 °C a 25 °C durante el día. Asimismo, las precipitaciones son escasas y suelen presentarse entre diciembre y marzo. Por otra parte, la vegetación natural es muy escasa, pues solo se observa algunos arbustos de tallo corto y variedades de cactus.

1.10. Relieve

La zona del proyecto se caracteriza por presentar un conjunto de colinas y algunas montañas relativamente agrestes en los bordes, tal como puede observarse en la Fotografía 1. El área se encuentra disectada por quebradas aluviales completamente secas. Estas quebradas áridas son bastante amplias en sus cabeceras y tienden a estrecharse hacia su parte media, volviéndose a ampliar hacia la parte inferior. Los procesos de erosión y transporte de sedimentos se evidencian en la zona por el abundante relleno que existe en el lecho de las quebradas.



Fotografía N° 1. Vista panorámica del área de estudio. Se muestra la aridez y algunas de las pendientes abruptas del relieve.

CAPÍTULO II

GEOLOGÍA REGIONAL

2.1. Introducción

Las rocas más antiguas que afloran en el área de estudio corresponden a las vulcano sedimentarias de la Formación Chocolate (Jurásico inferior), sobre estas se encuentran las rocas calcáreas de la Formación Socosani (entre Jurásico medio y Jurásico inferior), las que son sobreyacidas por las rocas sedimentarias del Grupo Yura (Jurásico superior a Cretácico inferior), constituidas por lutitas oscuras y areniscas de la Formación Puente y la Formación Labra, por último se encuentra la formación Añashuayco (Plioceno medio a superior) previo a los depósitos cuaternarios.

Por otra parte, las rocas que conforman el Batolito de la Caldera están constituidas por una serie de intrusiones de composición gabroica a granítica, las cuales se emplazaron en distintos tiempos y con una orientación de NW a SE. Los intrusivos

más antiguos son las gabrodioritas que fueron posteriormente intruidas y rodeadas por rocas de la Superunidad Linga (entre Cretáceo superior y Terciario inferior), quedando las gabrodioritas como relictos del cuerpo original, pues sufrieron una asimilación por un magma ácido, el cual originó rocas híbridas (compuestas de cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas y poca biotita) en las zonas cercanas a los contactos, producidos por un metasomatismo potásico. La litología predominante de la Superunidad Linga, es la monzonita, si bien posee variaciones internas, aún con contactos definidos y graduales entre el monzogabro, monzodiorita, tonalita, granodiorita, monzogranito y el granito.

2.2. Litoestratigrafía

2.2.1. Formación Chocolate (Ji-ch)

Con este nombre estratigráfico se describe una secuencia de rocas volcánicas con intercalaciones de clásticos, cuya sección típica aflora en las canteras de Chocolate, a 20 km al NW de la ciudad de Arequipa, donde fueron estudiadas inicialmente por Jenks (1948). Los principales afloramientos se encuentran en el borde sur del cuadrángulo de la Joya, de donde pasan en forma ininterrumpida al cuadrángulo de Punta de Bombón. Una exposición más pequeña se encuentra en el borde norte del mismo cuadrángulo a unos 3 km al NW de Cerro Verde y cerca del túnel de Tiabaya.

El volcánico Chocolate sobreyace con débil discordancia a los sedimentos del grupo Yamayo, otras veces se apoya directamente con discordancia angular sobre las rocas gnéisicas del complejo Basal. El contacto superior es una discordancia con las calizas Socosani o está cubierto con igual relación por los clásticos del grupo Yura y formaciones más modernas intruidas por apófisis y pequeños intrusivos tipo stock.

La litología del afloramiento consiste en una secuencia de derrames andesíticos en partes brechados, tufos, con intercalaciones sedimentarias de areniscas, lutitas y algunos horizontes de calizas marrón, ferruginosas, con intercalaciones de sedimentos calco arenosos, con fósiles tipo lamelibranquios mal conservados. Los afloramientos de esta secuencia presentan coloraciones violáceas, gris oscuras y rojizas. En el tope de la sección se reconocen lentes de caliza gris clara con restos de corales.

Sobre la base de los fósiles coralíferos de los géneros *Oppelismilia* y *Astrocoenia*, J. Wells le asigna una edad Liásica (Jurásico Inferior). Asimismo, cerca del área de trabajo se encuentra un afloramiento que descansa sobre el gneis del complejo Basal y subyace con débil discordancia en la Formación Socosani.

2.2.2. Formación Socosani (Jm-soc)

Esta formación se expone en el lugar típico del mismo nombre a 0,5 km de los baños termales de Socosani, al sur del pueblo de Yura. Fue descrita por primera vez por Jenks en 1948.

“Las calizas del Socosani sobreyacen a la formación Chocolate en discordancia erosional, así como infrayaciendo a la Formación Puente del Grupo Yura, en discordancia erosional” (Jenks, 1948: 121).

Litológicamente consiste en una secuencia calcárea cuyos niveles inferiores están recristalizados con mármol de grano fino y color grisáceo. Asimismo, en la parte media se exponen calizas pizarrosas de color gris oscuro que pasan a calizas gris verdosas con venas de dolomita hacia el tope.

En el extremo SE del área del proyecto se tiene un afloramiento a manera de remanente alargado de NW a SE, sobre la diorita del batolito de la Caldera, el cual muestra un metamorfismo de contacto más o menos intenso y algunas perturbaciones estructurales como pliegues, fallas y fracturas que han originado el desprendimiento de bloques. En la parte alta, las calizas son grises azuladas, algo silicificadas y se intercalan con areniscas cuarcíticas oscuras impregnadas de óxidos

de manganeso y óxidos de hierro que le dan la tonalidad marrón oscuro al afloramiento. Además, esta parte presenta bandeamientos paralelos a la estratificación. Las calizas que están en contacto con la diorita y próximas a ella, se encuentran epidotizadas tomando tonalidades verdosas.

Asimismo, la litología de la Formación Socosani y su contenido fosilífero indican que se formó en un ambiente deposicional marino y establecen que la edad de la Formación Socosani abarca entre el Liásico superior y el Bajociano inferior a medio (Jurásico medio a inferior), sobre la base de la presencia de los siguientes fósiles: *Dactylioceras* sp., *Zugodactylites* sp. *Phymatoceras* sp., *Graphoceras* sp., *Sonninia* sp. y *Belemnopsis* nov. sp

2.2.3. Grupo Yura

Inicialmente Jenks (1948) estudio la unidad de rocas clásticas bajo la denominación de Formación Yura. Tiempo después, Wilson y García (1962) elevaron esta unidad a la categoría de grupo.

“El Grupo Yura se caracteriza por estar conformada por rocas sedimentarias de un ambiente de sedimentación marina, se encuentra conformado por cinco formaciones en el siguiente orden, de la base

al tope, Puente, Cachios, Labra, Gramadal y Hualhuani” (Wilson y García, 1992: 64).

Los diversos afloramientos de la litología del grupo consisten de lutitas abigarradas, finamente estratigráficas en las partes bajas. Hacia arriba, las lutitas tienen intercalaciones de areniscas plumizas, lechos de calizas y bancos de ortocuarcitas, estas últimas rocas predominan en la parte superior y, de este modo, constituyen un miembro prominente. Los afloramientos presentan un rumbo NW-SE, con monoclinales y plegamientos menores de anticlinales y sinclinales. En el área de estudio y Grupo Yura solo afloran las rocas de las formaciones Puente y Labra.

De acuerdo a los fósiles encontrados en el abra de Tiabaya, tales como Berriasella cf. B. Chillonensis Rivera, Berriasella sp. y Parahoplitidos indeterminables, la edad del miembro lutáceo del Grupo Yura corresponde al Berrisiano y, más probablemente, al Titoniano-Berriasiano, mientras que las cuarcitas Hualhuani ubicadas fuera del área de estudio se ubican en el Cretáceo inferior.

2.2.3.1. Formación Puente (Jm-pu)

La Formación Puente, estudiada por V. Benavides (1962), consiste de una secuencia de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, de color gris o gris verdoso en superficie fresca y pardo rojizo en superficie intemperizada. El contenido de

minerales de hierro de esta formación produce oxidación en la roca y ocasiona tonos marrones rojizo, con niveles de restos de vegetales, intercalados con lutitas carbonosas, fisibles y de tonos entre gris oscuro y negro.

Esta formación sobreyace en discordancia con la Formación Socosani, mientras el contacto superior con la Formación Cachíos es algo arbitrario, debido a que las formaciones Puente y Cachios tienen litología muy similar, habiéndose considerado el comienzo de la unidad superior solo por el hecho de que las lutitas negras empiezan a engrosar y predominar. Asimismo, esta formación posee un origen marino y, por la presencia de plantas, se infiere la proximidad a tierra emergida, probablemente de poca altura.

Esporádicamente, la Formación Puente presenta niveles volcánicos de composición andesítica de color gris verdoso con fenocristales de plagioclasas sericitizadas. Además, por su posición estratigráfica y contenidos de fósiles tipo *Reyneckia*, se le asigna una edad Jurásico medio (Caloviano inferior a medio)

2.2.3.2. Formación Labra (Js-la)

La Formación Labra, analizada por V. Benavides en 1962, "*Estudio en el cerro Labra*", está constituida por una secuencia de areniscas, areniscas cuarcíticas y

cuarcitas de grano fino a medio, con tonalidades gris claro a parduscas, por intemperismo amarillo rojizas y rosado parduscas. Se encuentra intercaladas con paquetes gruesos de lutitas y limolitas verde amarillentas a marrón violáceo y gris oscuras en la base. Estos sedimentos se depositaron en un ambiente marino de aguas poco profundas, y se le asigna una edad del Jurásico superior (Titoniano). De manera estructural, las capas de la Formación Labra tienen un rumbo predominante hacia el NW.

2.2.4. Formación Añashuayco (Ns-añ)

Denominada antes Volcánico Sencca, esta formación, estudiada por Salvador Mendivil en 1965, en Pampa de Arrieros, Arequipa, ha sido actualizada en las nuevas cartas geológicas a escala 1/50 000 del Ingemmet. La Formación Añashuayco llega a constituir una faja angosta entre el río Yura y los volcánicos del Grupo Barroso hasta formar el denominado “Triángulo de Arequipa” (Yura, Arequipa, Quishuarni). El grosor de la formación se estima en 150 m, aunque en algunos segmentos puede observarse bancos muy delgados de hasta 10 m de espesor.

En la parte central y el extremo SW del área del proyecto se presentan pequeñas áreas cubiertas por tufos volcánicos a manera de remanentes adosados a algunas

laderas y quebradas. Estos tufos son de composición dacítica o riolítica y presentan tonalidades rosadas y blancas. La roca es porosa, liviana y de poca consistencia. En su composición se reconocen a simple vista fragmentos de feldespato, granos de cuarzo y abundantes partículas de vidrio.

Este volcánico dentro del área del proyecto se encuentra apoyado sobre los intrusivos granodioríticos y dioríticos siguiendo la topografía preexistente. La posición estratigráfica permite asignar la edad de este volcánico. De esta manera, al volcánico Añashuayco (ex volcánico Sencca) se le confiere una edad del Plioceno medio a superior.

2.2.5. Depósitos cuaternarios

2.2.5.1. Depósitos aluviales recientes (Q-al)

Los depósitos aluviales recientes constituyen el suelo de la mayor parte de las pampas y depresiones, además ocupan el lecho de diferentes quebradas y como conos de deyección en la desembocadura de algunas quebradas. Estos depósitos aluviales poco consolidados están formados por arenas, limos, gravas y algunos conglomerados.

2.3. Rocas intrusivas

Todos los intrusivos en el área pertenecen a la Superunidad Linga y presentan una variedad de rocas intrusivas. Las más antiguas de estas rocas son las correspondientes a las gabrodioritas, las cuales fueron intruidas por rocas de composición ácida, formándose una variedad de rocas híbridas, tales como la diorita, granodiorita, monzonitas cuarzosas, monzodioritas, monzogranito y monzonita, además presentan intrusiones menores como diques y algunas chimeneas de brecha.

2.3.1. Gabrodiorita

La gabrodiorita es la intrusión más antigua de la zona y se presentan como afloramientos aislados en dirección NO-SE y asimilados dentro de una masa intrusiva más joven de composición más ácida. En el sector, se observa poco gabro, la mayor parte de afloramientos se percibe como diorita de color gris y de grano medio a fino que están asimilados dentro de un intrusivo granodiorítico. En los contactos y cerca de ellos, pueden observarse rocas híbridas (granodioritas, dioritas, monzodioritas), formadas por asimilación y metamorfismo de contacto causado por intrusiones posteriores.

La mayor parte de esta unidad ha sufrido efectos tectónicos, como fracturas y cizallamientos. La roca en superficie fresca es de color gris oscuro y gris verdosa por alteración y presencia de clorita y tonalidades rojizas, debido al intemperismo.

2.3.2. Dioritas, granodioritas, monzonitas y granitos

Esta unidad de intrusivos es la que constituye la mayor parte de las rocas de la Superunidad Linga y está formada por un conjunto de rocas distribuidas irregularmente y son de composiciones dioríticas, gradando a rocas de composición granítica. Estas rocas fueron estudiadas por L. Vargas V. (1970), a las que denominó grupo Vítor, y corresponden al grupo Linga descrito por W. García M. Esta unidad de intrusivos está constituida por varios tipos de rocas, distinguiéndose diorita, granito, granodiorita, monzonita, monzodiorita y monzogranito. Se considera que tal diversificación de rocas se debe en parte a la contaminación de un magma ácido por asimilación de gabbro preexistente y también por posibles pulsaciones magmáticas separadas.

Todas estas variedades se han reconocido según el porcentaje de ortosa y cuarzo contenido en la roca. La granodiorita presenta en partes unas aureolas de composición diorítica y es la roca ubicada dentro del área del proyecto en donde se encuentra emplazada la mineralización en vetas y las chimeneas de brecha. Esta

granodiorita es de grano medio a grueso, de color gris rosado a gris oscuro, en algunas zonas con presencia de rocas híbridas (máficas), y se tiene muestras de algunos minerales, tales como cuarzo y plagioclasas, en mayor proporción, pero también ortosa, biotita, hornblenda y piroxeno. Además, se observa una disseminación débil o moderada de magnetita, en partes se tiene clorita que proporciona a la roca algunas tonalidades gris verdosas y estas rocas están frecuentemente atravesadas por venillas de turmalina, cuarzo y epidota.

ERA	PERIODO	ÉPOCA	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA		LITOLOGÍA	DESCRIPCIÓN	
CENOZOICO	Cuaternario	Holoceno	Depósito Aluvial			Depósitos Aluviales, conglomerados y guijarros, arenas gravas y arcillas	
		Neógeno	Plioceno	Formación Añashuayco			Tobas riolíticas
	MESOZOICO			Jurásico	Superior	Grupo Yura	Fm. Labra
Medio		Fm. Puente	Jm-pu				SUPERUNIDAD LINGA Areniscas intercaladas con limo arcillitas y lutitas
		Fm. Socosani	Jm-soc			Calcarenitas Calizas	
Inferior		Fm. Chocolate	Ji-ch			Lavas andésiticas dacíficas Aglomerados	

Figura N° 2. Columna estratigráfica generalizada del área de estudio

CAPÍTULO III

GEOLOGÍA LOCAL

3.1. Generalidades

Unidades litológicas afloran en el área circunscrita al proyecto, las cuales pertenecen a depósitos cuaternarios, intrusivos de granodiorita y chimeneas de brecha.

3.2. Litoestratigrafía

3.2.1. Depósitos recientes

En el área del proyecto se encuentra depósitos recientes, tales como depósitos de piroclastos, aluviales, coluviales y eólicos. Estos depósitos pertenecen al Cuaternario.

3.2.1.1. Depósitos piroclásticos

Los depósitos piroclásticos recientes corresponden a la Formación Añashuayco, llamada antes Formación Sencca, los cuales fueron estudiados por Mendivil (1965). Tales depósitos se encuentran cubriendo en forma lenticular pequeñas áreas de algunas laderas, fondos de quebradas y como lentes en las planicies. Esta unidad está formada sobre todo por capas de lapilli y pómez intercaladas con delgadas capas de cenizas volcánicas y arenas con un grosor aproximado de 150 m que pueda adelgazarse hasta 10 m. En el área del proyecto, estos depósitos piroclásticos se encuentran cubriendo a los intrusivos de granodiorita y diorita. Sobre la base de los estudios de Mendivil (1965), la edad de tales depósitos es del Plioceno medio a superior.



Fotografía N° 2. Vista de los depósitos eólicos y piroclásticos que recubren parte de la veta Vemusa.

3.2.1.2. Depósitos aluviales

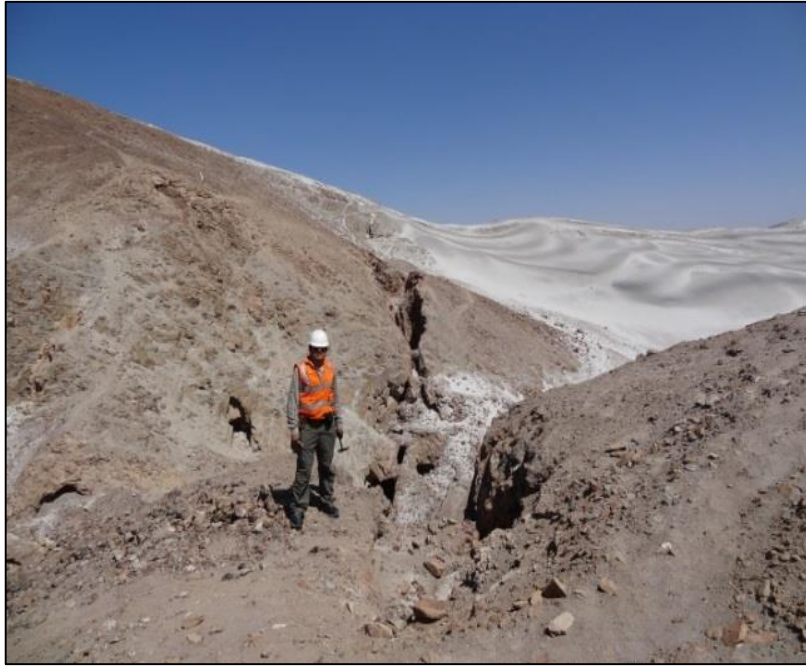
Los depósitos aluviales se encuentran en el lecho de las quebradas, conos de deyección y cubren grandes extensiones en las pampas. Están conformados por arenas, limos y gravas. Algunos bloques poseen forma redondeada y, en la localidad, estos materiales son empleados como agregados para construcción.

3.2.1.3. Depósitos coluviales y deluviales

Los depósitos coluviales y deluviales incluyen materiales de deslizamiento acumulados en las partes media y baja de las laderas empinadas. Tales depósitos consisten en una mezcla heterogénea de fragmentos angulosos de toda dimensión que han sido depositados por la acción de la gravedad y lluvia.

3.2.1.4. Depósitos eólicos

Los depósitos eólicos son acumulaciones de arena suelta y ceniza volcánica que cubren algunas laderas y llanuras en forma de mantos delgados, montículos y dunas de arena.



Fotografía N° 3. Vista de los depósitos eólicos que cubren la veta Vemusa.

3.3. Rocas intrusivas

3.3.1. Granodiorita

Estas rocas forman una de las unidades más extensas del Batolito de la Caldera y en el área del proyecto constituyen la roca caja de la veta Vemusa. Emplazadas a lo largo del terreno en una dirección NW a SE, las granodioritas presentan una coloración gris clara y su composición es en mayor proporción de plagioclasas y en menor proporción de cuarzo y ortosa, además de presentar biotita, horblenda y pequeñas cantidades de magnetita como minerales accesorios. Asimismo, los

miembros del Complejo de la Caldera, tienen edades radiométricas de aproximadamente 50 ma (Terciario inferior).

En la zona de contacto, la granodiorita presenta moderada alteración argílica y propilítica. Estas alteraciones van disminuyendo a medida que se alejan de la zona de contacto con la veta hasta una distancia aproximada de 1 a 2 metros. En las zonas alteradas se puede identificar la presencia de caolín, clorita y epidota. Colindante al área de estudio, no se aprecia en superficie evidencia de algún intrusivo menor o cuerpos hipabisales.

3.4. Geología estructural

3.4.1. Fallas

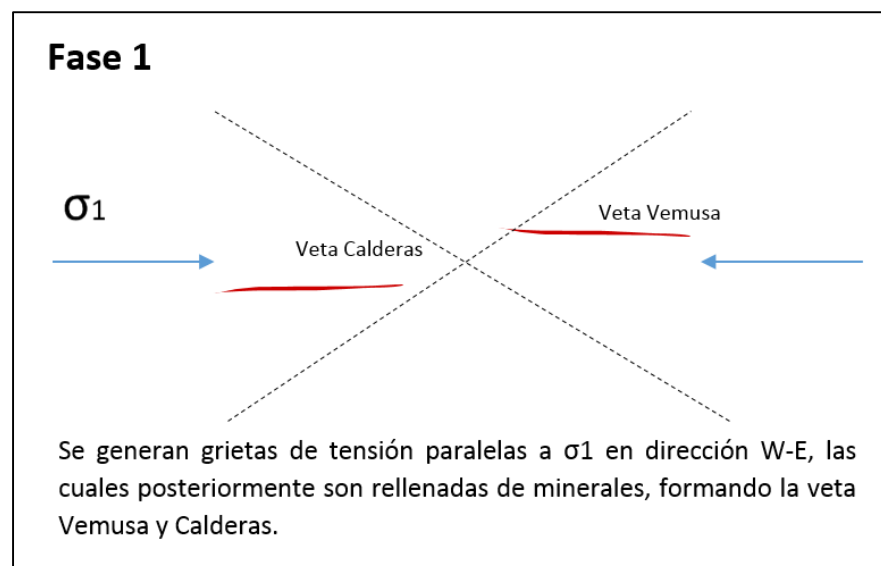
El sistema de fallas predominante en la zona de estudio tiene dirección NW-SE y NE-SW. La mayoría de ellas enmarcada dentro de lineamientos estructurales, con escarpas que muestran una orientación casi vertical con buzamientos hacia el SW.

La veta Vemusa tiene rumbo N 88° E con buzamientos entre 70° y 85° hacia el sur.

La génesis de este sistema estructural de cizalla se produjo en 2 fases (Figura N° 3).

Para la fase 1, se tiene un eje de compresión W-S (σ_1) que forma zonas de aberturas

paralelas al eje de compresión (fracturas de tensión) y cuyos espacios son aprovechados por los fluidos mineralizantes y originan estructuras mineralizadas como la veta Vemusa y Caldera. Más adelante, en una fase 2, el eje de compresión máxima (σ_1) ha cambiado a NW-SE y genera una zona de cizalla. Estas fallas cortan a la veta Vemusa y la desplazan, tal como se observa en la Figura N° 3.



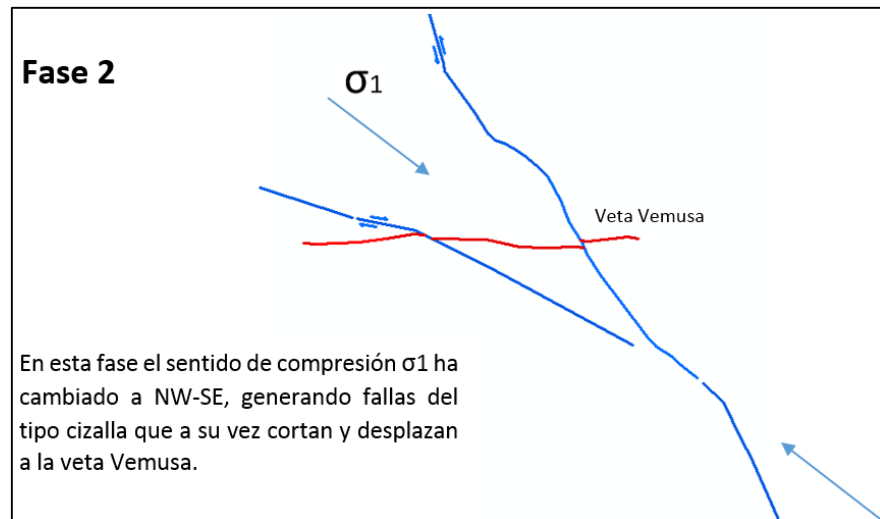


Figura N° 3. Génesis estructural del yacimiento

3.4.2. Brechas

Las brechas del proyecto Vermuda pertenecen a las brechas del tipo magmático e hidrotermales (*brecha pipe*). Estas brechas se encuentran asociadas a intrusivos epizonales como diques (Plutón), siendo el mecanismo de brechización la disolución localizada y fracturamiento hidráulico hacia arriba del material rocoso por fluidos liberados de un magma en enfriamiento.

El grado de brechización decrece hacia el interior y hacia abajo en el cuerpo de brecha, y no existen evidencias de que sugieran movimiento significativo de los fragmentos dentro de la brecha, sino que tienen una apariencia de rompecabezas. Tal situación se concluye de las observaciones a los clastos, los cuales son

monolitológicos o monomícticos, angulosos a subangulosos y la no presencia de harina de roca señala que no hubo movimiento entre los clastos dado este mecanismo de brechización. Asimismo, las brechas son forma elipsoidal y de dimensiones de aproximadamente de 40 m x 80 m.

Por otra parte, la alteración hidrotermal dominante es la sericitización de los fragmentos, acompañada de turmalina (chorlo) y en menor medida cloritización y silicificación. Ambas brechas, norte y sur, pertenecen a un sistema del tipo cizalla y se mineralizaron por impulsos magmáticos, que a su vez mineralizaron con mayor incidencia la veta Vemusa. La brecha norte presenta un corte y desplazamiento en su parte inferior generado por una falla, además, en la intersección de dicha brecha con el intrusivo se encuentra una falla de contacto.

3.4.3. Interpretación de lineamientos estructurales en imágenes satelitales

Con el propósito de identificar lineamientos o discontinuidades de la superficie del terreno, visible o perceptible en imágenes satelitales, se encargó a la empresa Servicios AGIS, la interpretación de lineamientos estructurales basado en imágenes de satélite ópticas como Aster, Ikonos e imágenes de radar SRTM. Las imágenes tienen como finalidad buscar indicadores superficiales de estructuras (lineamientos) y concluyen en la existencia de tendencias de estructuras principales. Sobre la base

de la interpretación de lineamientos estructurales, se puede discriminar cuatro rasgos de importancia en función de la magnitud longitudinal: (1) fallas tectónicas conocidas, (2) fallas tectónicas inferidas, (3) lineamientos estructurales y (4) estructuras semicirculares.

El resultado de los lineamientos estructurales ha quedado plasmado en el plano N° 03, el cual muestra que en el área cercana a las vetas Vemusa y Calderas se hallan fallas tectónicas conocidas, las cuales constituyen un blanco de exploración de primer orden.

Entre las fallas conocidas e inferidas, se ha podido identificar una relación con respecto a las fallas tipo cizalla (fase 2), observadas dentro del área de estudio, siendo predominante los datos 20° - 30° y 50° - 60° , los cuales tienen similitud con las fallas del tipo cizalla y se encuentran plasmadas en el Diagrama de Roseta (Figura N° 4). Asimismo, se han identificado fallas correspondientes a la fase 1, en las que se generan las grietas de tensión y como resultado de este esfuerzo se originan fallas plasmadas en el Diagrama de Roseta con 40 - 50° y 160° - 170° . A partir del estudio de lineamientos estructurales, se ha logrado identificar la dirección de esfuerzos máximos (σ_1) predominante con direcciones NW-SE, siendo los responsables de un sistema de fallas tipo cizalla.

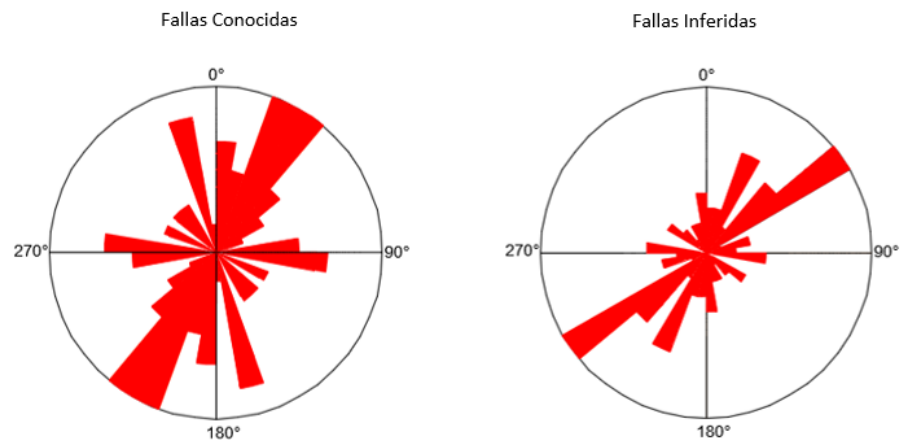


Figura N° 4. Diagrama de Roseta

3.5. Mineralización

Las venas de cuarzo tienen potencias que van de 0,02 m a 0,50 m y presentan una mineralización de oro y plata. De acuerdo con los resultados de laboratorio, se determinaron dos tramos con mejor mineralización de Au y Ag, los cuales coinciden con los mayores laboreos antiguos y se puede inferir que se tratarían de dos clavos mineralizados, a partir de los cuales se realizó una estimación de reservas. El tramo entre los dos clavos mineralizados se tomó de muestras superficiales que dieron baja ley, aunque sería conveniente no descartarlo, ya que en superficie la veta está bien alterada y lixiviada.

3.5.1. Minerales de mena

- **Oro (Au).** En términos macroscópicos, no se observa oro libre, por lo que será necesario los estudios mineralógicos al microscopio, a fin de determinar el tamaño de la partícula, el porcentaje de oro libre, electrum y el porcentaje que se halla asociado a otros minerales, tales como pirita o calcopirita, entre otros.
- **Galena Argentífera (SPbAg).** En algunas labores, sobre todo en la parte este de la Veta Vemusa, se ha observado algunas concentraciones de galena argentífera, que es la que otorga los valores de plata.

3.5.2. Minerales de ganga

- **Cuarzo (SiO₂).** Es un cuarzo hialino, el cual conforma venillas en los cuerpos de brecha y en las vetas.
- **Limonitas (FeO·nH₂O).** Se presentan como impregnaciones en el cuarzo de las vetas y en las venillas de las brechas, lo cual indica que ha habido la presencia de pirita o calcopirita.

- **Hematita (Fe_2O_3):** Se presenta como impregnaciones rojizas en las vetas y en los cuerpos de brecha. En algunas partes se presenta como la variedad especularita.
- **Minerales oxidados de cobre.** Se observan pequeñas cantidades de crisocola, malaquita, brocantita y calcantita, a lo largo y hasta los 30 m de profundidad de la veta Vemusa. La presencia de estos minerales indicaría que todo el laboreo subterráneo, antiguamente realizado en la veta Vemusa, se encuentra dentro de la zona de oxidación.
- **Yeso ($\text{SO}_4\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O}$).** Se encuentra en el relleno de delgadas fisuras, observadas tanto en el interior de la mina como en la superficie.
- **Calcita (CaCO_3).** Se encuentra en delgadas venillas en el relleno de algunas fisuras.
- **Turmalina: (Na, Ca), ($\text{Al}, \text{Fe}, \text{Li}$), ($\text{Al}, \text{Mg}, \text{Mn}$)₆, (BO_3)₃, (Si_6O_{18}), (OH, F)₄.** Se presenta en algunos tramos de la veta como venillas paralelas al rumbo de la veta y en partes se entrecruzan al formar brechas. Asimismo, se encuentra cementando los clastos de los cuerpos de brecha.
- **Magnetita (Fe_3O_4).** Se encuentra diseminada en la granodiorita, en forma de puntos negros, con intensidades que van de débiles a moderadas.

- **Minerales de Sulfuros: Pirita (FeS_2), Calcopirita (CuFeS_2), Galena (PbS).** Se encontró estos minerales en forma de remanentes de la mineralización primaria en las partes bajas de las labores antiguas existentes.



Fotografía N° 4. Minerales de la zona de oxidación de cobre
(crisocola, calcantita, malaquita)

3.6. Descripción de la veta Vemusa, Cuerpos de Brecha y veta Calderas

3.6.1. Veta Vemusa

La veta Vemusa se ha formado mediante relleno de fracturas por soluciones de origen hidrotermal y aflora en una longitud aproximada de 200 m, con rumbo predominante N 88° E, buzamientos de 70° a 85° S, con potencia promedio de 0,43 m. Se le puede inferir a esta veta una longitud de 400 m y 150 m de profundidad de mineralización.

En la superficie de la veta y hasta aproximadamente 30 m de profundidad, se observan óxidos de cobre como crisocola, malaquita, calcantita y brocantita (zona de oxidación). Asimismo, las venillas de cuarzo y turmalina se observan generalmente paralelas al rumbo de la veta y cubren gran parte de ella. En la parte más baja de las labores, se encuentran minerales de sulfuros como pirita, calcopirita y galena. La secuencia paragenética es la siguiente.

3.6.2. Veta Calderas

Calderas es una veta bien definida que aflora con una pequeña potencia de 0,05 m a 0,10 m. Esta veta presenta una mineralización sobre todo de cuarzo y turmalina con diseminación de sulfuros como pirita y galena. Por el momento, la veta Calderas no presenta valores económicos, sin embargo, sus posibilidades son buenas en especial hacia el oeste, cuya proyección se presenta favorable por el encampane.

3.6.3. Cuerpos de brecha

Se pueden definir las estructuras de mineralización en las brechas como “chimeneas de brecha”. A partir de la clasificación propuesta por Corbett y Leach (1998), estas estructuras corresponden a una *crackle* brecha. La mineralización en las brechas se formó por fluidos mineralizantes de las vetas que invadieron las brechas mediante los *feeders* y zonas donde se intersectan con la veta Vemusa. A menudo, la mineralización en las brechas es mayor cerca de las zonas de contacto intrusivo-brecha, por ser una zona más permeable. En tales zonas, las brechas presentan delgadas venillas de cuarzo con débil mineralización de oro, pirita, calcopirita y algo de galena.



Fotografía N° 6. Vista de la Brecha Norte

Los afloramientos de los dos cuerpos de brecha, denominados Brecha Norte y Brecha Sur (fotografías 6 y 7), están bien definidos y son de forma elipsoidal con dimensiones aproximadas de 40 m x 80 m. Estos cuerpos de brecha en superficie están separados por un delgado afloramiento de granodiorita, pero en profundidad deben unirse para formar una sola chimenea de brecha. Los análisis de oro y plata indican una débil mineralización; sin embargo, dado que el muestreo ha sido superficial, es factible que estos bajos valores se deban a que la superficie se encuentre lixiviada y, por ello, no se descarta la posibilidad de encontrar valores más altos en profundidad.



Fotografía N° 7. Vista de la Brecha Sur

3.7. Tipos de alteraciones

3.7.1. Alteración hidrotermal

3.7.1.1. Alteración en vetas

Las vetas se encuentran principalmente silicificadas, con moderada a débil presencia de sericitización y cloritización. La silicificación se presenta en forma de venillas de cuarzo de escasos milímetros a 0,40 m de potencia y en partes se halla acompañada

por delgadas venillas paralelas de turmalina negra. Por otra parte, la sericitización es moderada a débil dentro de la veta, sobre todo se la observa dentro de la milonita y en ninguna parte es abundante. En las vetas se muestra una débil cloritización en especial cerca de la roca caja.

3.7.1.2. Alteración de roca caja

La roca caja es una granodiorita de tonalidades gris clara a gris rosácea en fractura fresca. En la zona de contacto con las vetas, la roca caja se encuentra moderadamente argilizada y propilitizada. Estas alteraciones van disminuyendo a medida que se alejan del contacto con la veta hasta una distancia aproximada de 1 a 2 m. La argilización se la reconoce por la presencia de caolín, mientras que la propilitización se identifica por la presencia de clorita-epidota, y estas le otorgan coloraciones gris blanquecinas y gris verdosas a la roca caja.

3.7.1.3. Alteración en chimeneas o cuerpos de brecha

La alteración hidrotermal principal en las chimeneas de brecha es la sericitización de los fragmentos del intrusivo acompañada de turmalina negra (chorlo), la cual se halla cementando los clastos y en menor medida cloritización y silicificación. La sericitización se produce a temperaturas de 200 °C a 300 °C, se forma por alteración de los feldspatos de la roca y produce sericita (moscovita fina), la cual es reconocida

por su aspecto blanquecino, untuosa al tacto y algo brillante. Asociada a la sericitización, se encuentra la turmalina negra como cementante de los clastos de la brecha.

En la brecha, se observa delgadas venillas (de 5 mm a 20 mm de grosor) y algunos pequeños clastos de cuarzo, sobre todo cerca de la zona de contacto con el intrusivo. En la zona de contacto, en el intrusivo, se observa una débil a moderada cloritización de los minerales ferromagnesianos del intrusivo.

3.7.1.4. Alteración supergénica

La alteración supergénica está representada por minerales oxidados, tales como limonitas, hematites, calcita y minerales oxidados de cobre como malaquita, crisocola, covelina, entre otros. Estos minerales supérgenos se han formado por oxidación de los minerales primarios en la zona de oxidación de la veta.

3.8. Tipo de yacimiento

3.8.1. Veta Vemusa

La mineralización en la zona Vemusa, es de tipo filoneano y se presenta en depósitos vetiformes de origen hidrotermal asociada a un magmatismo y es de

alcance epitermal. Asimismo, la mineralización en la veta se distribuye de modo irregular y presenta bolsionadas que forman estructuras tipo rosario, ramificadas, entre otras.

3.8.2. Brechas

Las brechas en la concesión Vemusa forman cuerpos de brecha o chimeneas de brecha y son de tipo magmático e hidrotermales, de alcance epitermal y son de forma ovoide que se angostan en profundidad en forma de cono invertido. Estas chimeneas de brecha presentan débil mineralización de tipo diseminada y en delgadas venillas de cuarzo, turmalina con bajos valores de oro con algo de pirita, calcopirita y galena.

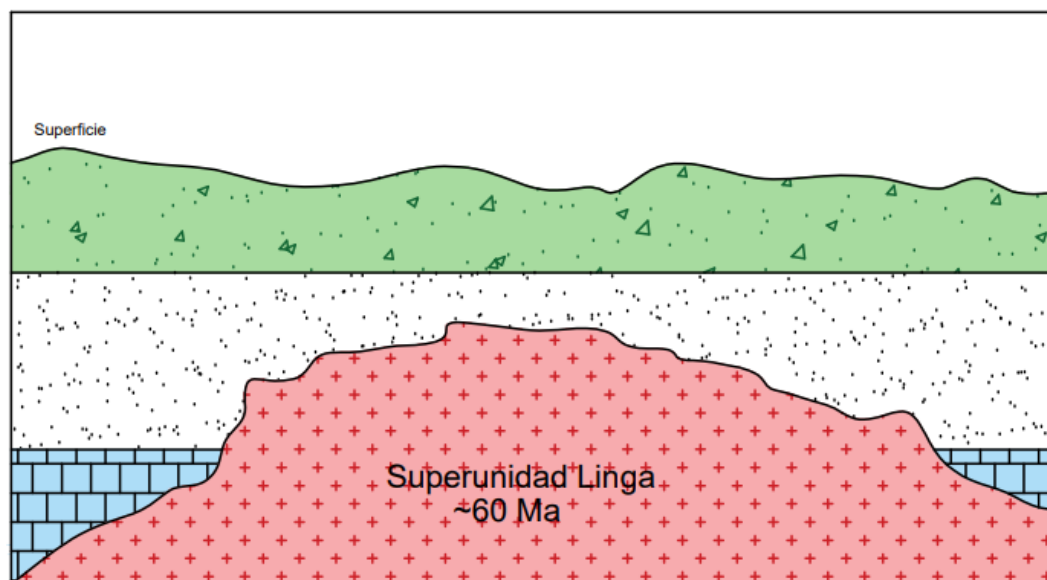
3.8.3. Fuentes responsables de la mineralización

Las brechas *pipe* se emplazan cerca de cuerpos magmáticos de profundidad somera. La mineralización se encuentra asociada a un magmatismo y se produjo durante la cristalización del cuerpo magmático, la cual puede estar vinculada con la granodiorita presente en el área o con otro intrusivo que exista en profundidad, siendo casi siempre los cuerpos hipabisales (diques, sill, lacolito, facolito, lopolito),

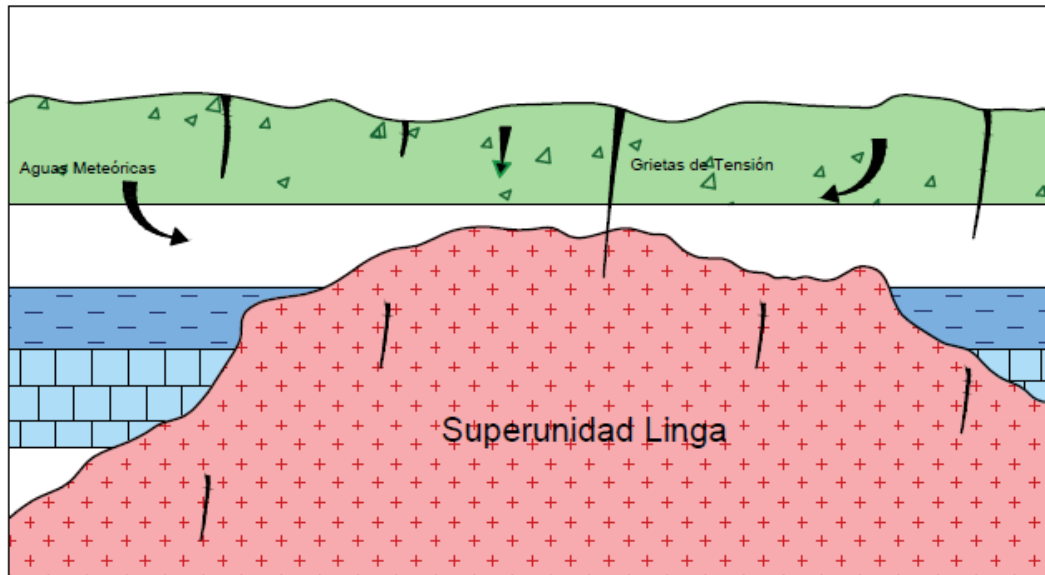
los cuales también son responsables de la mineralización. Entonces, la mineralización de las vetas también está relacionada con un cuerpo magmático.

3.8.4. Modelo genético del yacimiento

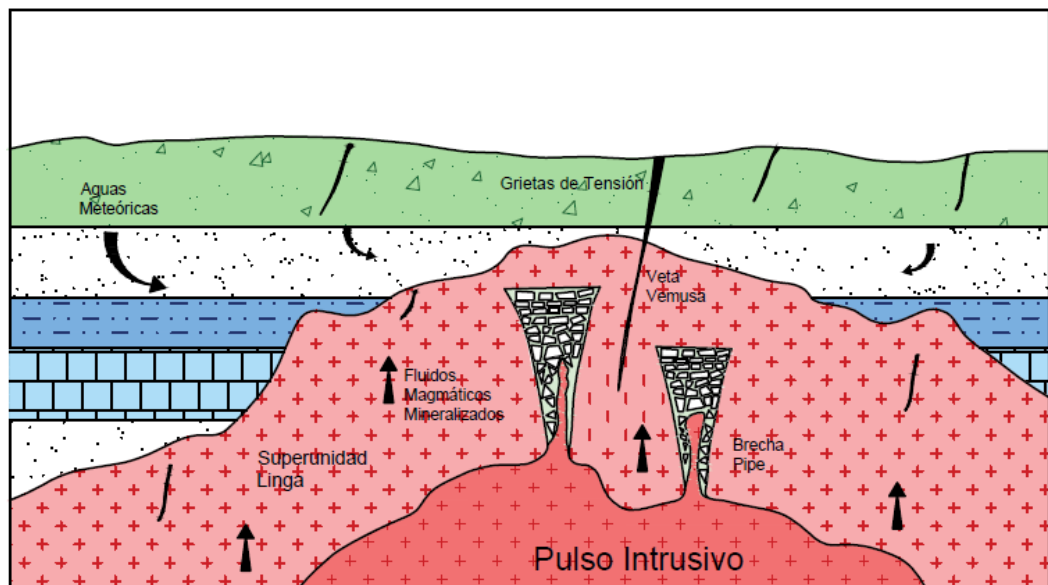
FASE 1. Emplazamiento de la roca hospedante



FASE 2. Se producen las grietas de tensión, las cuales serán después rellenadas y se originarán las filtraciones de las aguas meteóricas.



FASE 3. Ingreso del pulso intrusivo, se forman las brechas tipo *pipe* y se da el ascenso de fluidos mineralizantes, los cuales son responsables de la mineralización.



FASE 4. Se producen eventos de erosión, meteorización y se forma la superficie actual.

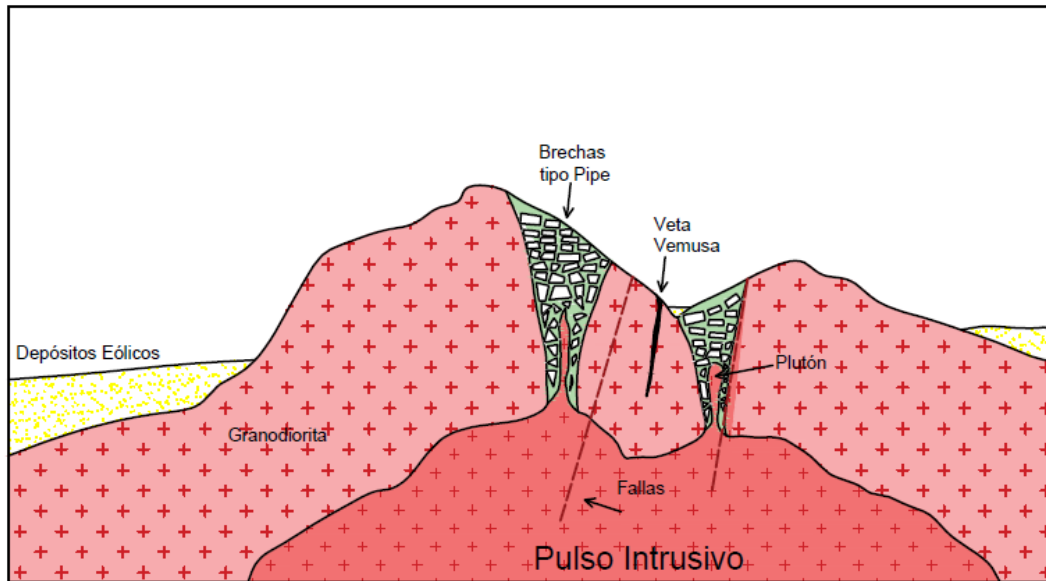


Figura N° 6. Modelo genético del yacimiento

CAPÍTULO IV

ESTIMACIÓN DE RECURSOS EN LA VETA VEMUSA

4.1. Introducción

El proyecto Vemusa consiste básicamente de dos tipos de mineralización: (a) vetas y (b) cuerpos de brecha. Para el cálculo de recursos, se realizaron muestreos, tal como se muestra en las fotografías 8 y 9) y la veta Vemusa resulta ser la que presenta recursos de mineral con mejores posibilidades.



Fotografía N° 8. Vista del muestreo de los cuerpos de brecha



Fotografía N°9. Muestreo en el interior de la veta Vemusa

4.2. Recursos minerales

Según el código australiano JORC, los recursos minerales se subdividen en orden de confianza geológica creciente en las categorías de Inferido, Indicado y Medido. La elección de la categoría de un recurso depende de la cantidad y distribución de datos disponibles, así como del nivel de confianza que ofrecen estos. Por lo tanto, el Proyecto Minero Vemusa con la información que se dispone ofrece recursos minerales indicados e inferidos.

4.2.1 Recurso de mineral inferido

Parte de un recurso cuyo tonelaje, leyes y contenidos minerales puede estimarse con un bajo nivel de confianza, resulta inferido a partir de evidencias geológicas y/o leyes asumidas por muestreos superficiales, pero no verificadas en profundidad. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos o realizar una evaluación económica de prefactibilidad que pueda darse a conocer.

4.2.2. Recurso de mineral indicado

Parte de un recurso cuyo tonelaje, morfología, características físicas, leyes y contenido mineral puede estimarse con un nivel de confianza medianamente razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares, tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros; sin embargo, los lugares están demasiado distantes o poco espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero si lo suficientemente cercanos para asumirlas. La confianza en el estimado resulta alta con claridad como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de prefactibilidad económica.

4.2.3. Recurso de mineral medido

Parte de un recurso mineral para el cual puede estimarse con un alto nivel de confianza, su tonelaje, densidad, forma, características físicas, ley y contenido de mineral. Se basa en exploración detallada y confiable, información sobre muestreo y pruebas obtenidas mediante técnicas apropiadas, de afloramientos, zanjas, rajos, túneles, laboreos y sondajes, las ubicaciones están espaciadas con suficiente cercanía para confirmar continuidad geológica y de leyes. Esta categoría requiere un alto nivel de confianza en el entendimiento de la geología y controles del

yacimiento, la confianza en la estimación es suficiente para permitir la aplicación apropiada de parámetros técnicos y económicos y para permitir una evaluación de la viabilidad económica.

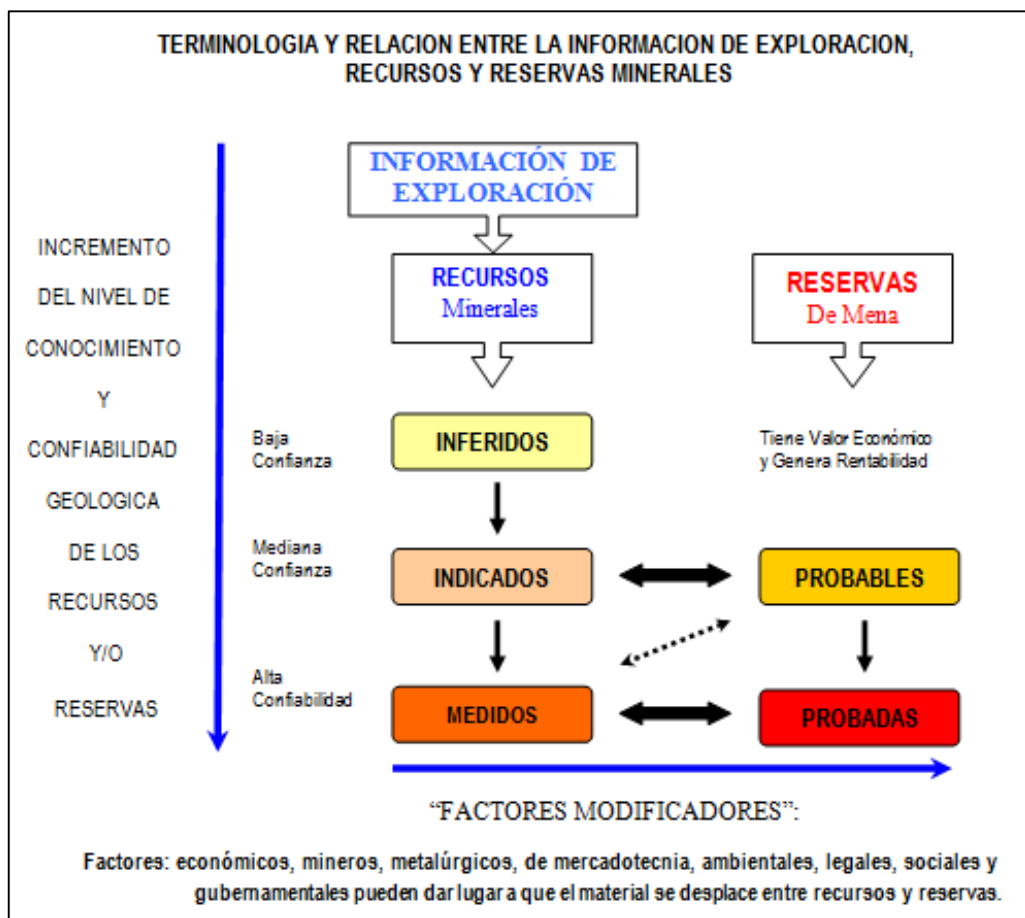


Figura N° 7. Código de JORC (australiano)

4.3. Tabulación del recurso mineral

Para la estimación de los recursos minerales se ha considerado el muestreo realizado en las diferentes labores de la Veta Vemusa. A lo largo de esta, se ubicaron dos zonas con mayor mineralización: (1) Zona Este ubicada en el tramo de los accesos A-1 y A-2 y (2) Zona Oeste ubicada en el tramo del acceso A-5. A partir de estas dos zonas de mayor mineralización y la poca información obtenida de las labores subterráneas, se ha estimado de acuerdo con criterios geológicos considerar seis bloques, tal como se muestra en Anexo 7 (Lámina N° 07). En adición a lo anterior, se consideró una corrección de 5% por error en muestreo y análisis a la ley promedio ponderada de cada bloque y un castigo de 10% al tonelaje por continuidad de mineralización. Cabe aclarar que este es un estimado de cubicación para tener una idea de los recursos con los que se pueda contar.

4.4. Muestreo

4.4.1. Muestreo en veta

Se realizó mediante canales perpendiculares a la veta en forma sistemática cada 2 m, con excepción de lugares inaccesibles dejados por la antigua explotación. El muestreo fue tanto en interior mina como en superficie. Así, se tomaron 69 muestras con una potencia promedio de 0,44 m, con leyes de Au: 0,235 oz/tc, Ag: 11,310

oz/tc para la zona oeste y leyes de Au: 0,142 oz/tc, Ag: 2,734 oz/tc para la zona este.

4.4.2. Muestreo en cuerpos de brecha

Se tomaron 30 muestras por esquirilas a lo largo de 15 líneas continuas perpendiculares al eje mayor de los cuerpos de brecha y equidistantes a 10 m entre líneas. Se obtuvo del muestreo una ley promedio de:

Brecha Norte: Au 0,004 oz/tc y Ag 0,105 oz/tc

Brecha Sur: Au 0,012 oz/tc y Ag 0,091 oz/tc

En superficie estos cuerpos de brecha son vistos oxidados y algo lixiviados, por lo cual es posible que en profundidad aumenten los valores de Au y Ag. Uno de los objetivos del presente trabajo fue realizar un muestreo de las estructuras mineralizadas y, por tal razón, se tomaron 109 muestras, las mismas que fueron analizadas en el laboratorio de La Joya Mining. Los resultados se encuentran en un cuadro adjuntado como anexo.

4.5. Estimado de cubicación en la veta Vemusa

En la veta Vemusa se identifican tres tipos de estimación: Medido, Indicado e Inferido. Las consideraciones generales para efectos de cálculo son las siguientes.

$$\text{Ley promedio ponderada} = \frac{\sum (\text{potencia} \times \text{ley})}{\sum \text{potencias}}$$

$$\text{Estimación de recursos} = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times \text{Potencia} \times \text{P.E.}$$

$$\text{P.E.} = 3,0 \text{ tm/m}^3$$

Zona este

Para esta zona se considera 33 muestras de la 26 a la 58 (tabla adjunta en el anexo), siendo la potencia promedio de 0,57 m.

$$\text{Ley promedio ponderada (Au)} = \frac{2,666}{18,78}$$

$$\text{Ley promedio ponderada (Au)} = 0,142 \text{ oz/tc}$$

$$\text{Ley promedio ponderada (Ag)} = \frac{51,338}{18,78}$$

$$\text{Ley promedio ponderada (Ag)} = 2,733 \text{ oz/tc}$$

$$\text{Estimación de recursos} = 50 \text{ m} \times 25 \text{ m} \times 0,57 \text{ m} \times 3,0 \text{ tm/m}^3$$

Estimación de recursos = 2 137 tm.

Se descuenta una corrección de 5% por error en muestreo y análisis a la ley promedio ponderada de cada bloque y un castigo de 10% al tonelaje por continuidad de mineralización.

$$\text{Estimación de recursos} = \frac{2\,138\text{ tm}}{1,15}$$

Estimación de recursos = 1 859 tm x bloque

Zona oeste

Para esta zona se considera 17 muestras de la 65 a la 81 (tabla adjunta en el anexo), siendo la potencia promedio de 0,24 m.

$$\text{Ley promedio ponderada (Au)} = \frac{0,963}{4,09}$$

$$\text{Ley promedio ponderada (Au)} = 0,235\text{ oz/tc}$$

$$\text{Ley promedio ponderada (Ag)} = \frac{46,260}{4,09}$$

$$\text{Ley promedio ponderada (Ag)} = 11,310\text{ oz/tc}$$

$$\text{Estimación de recursos} = 30\text{ m} \times 15\text{ m} \times 0,24\text{ m} \times 3,0\text{ tm/m}^3$$

Estimación de recursos = 324 tm.

Se descuenta una corrección de 5% por error en muestreo y análisis a la ley promedio ponderada de cada bloque y un castigo de 10% al tonelaje por continuidad de mineralización.

$$\text{Estimación de recursos} = \frac{324 \text{ tm}}{1,15}$$

$$\text{Estimación de recursos} = 282 \text{ tm} \times \text{bloque}$$

4.6. Potencial estimado de recursos

Se considera un total de seis bloques (tres en el lado este y tres en el lado oeste) y se tiene los siguientes recursos estimados:

Zona este

$$\text{Estimación de recursos} = 1\ 859 \text{ tm} \times 3 \text{ bloques}$$

$$\text{Estimación de recursos} = 5\ 577 \text{ tm} \text{ con leyes de } 0,142 \text{ Au oz/tc y } 2,733$$

Ag oz/tc.

Zona oeste

$$\text{Estimación de recursos} = 282 \text{ tm} \times 3 \text{ bloques}$$

$$\text{Estimación de recursos} = 846 \text{ tm} \text{ con leyes de } 0,235 \text{ Au oz/tc y } 11,310$$

Ag oz/tc.

Al sumar ambas zonas, se obtiene un recurso de 6 423 tm.

CONCLUSIONES

- En el marco geológico regional, las rocas más antiguas que afloran en el área de estudio corresponden a las volcano-sedimentarias de la Formación Chocolate, sobre estas se encuentran las rocas calcáreas de la Formación Socosani, siguiendo la secuencia estratigráfica, se encuentran las rocas sedimentarias del Grupo Yura y, por último, la formación Añashuayco previo a los depósitos Cuaternarios.
- Localmente, el proyecto Vemusa está emplazado en el Batolito de la Caldera, siendo la granodiorita la roca encajante, presenta un fracturamiento y fallamiento tipo cizalla con rumbos que tienden al NW - SE, con buzamientos de 70° a 85° sur.
- Las vetas Vemusa y Calderas se generaron de modo progresivo por esfuerzos compresivos máximos de dirección W-E (grietas de tensión), las

cuales fueron aprovechadas por el hidrotermalismo para el posterior emplazamiento de vetas de interés económico.

- La veta Vemusa aflora a lo largo de aproximadamente 200 m, lo cual indica que podría tener una mayor longitud, considerando que gran parte se encuentra cubierta. Por tal razón, se puede decir que la veta tiene buenas posibilidades en profundidad, es decir, la veta puede profundizar por lo menos hasta los 150 m.
- Existen dos tipos de mineralización. En vetas de tipo filoneano, presentándose en depósitos vetiformes de origen hidrotermal asociado a un magmatismo y de alcance epitermal presentando bolsonadas de mineral (tipo rosario, ramificadas), en brechas de tipo magmático – hidrotermales.
- La veta Vemusa, se encuentra trabajada en forma irregular en dos zonas: (1) en la zona Este hasta una profundidad aproximada de 30 m y (2) en la parte Oeste hasta unos 15 m. El muestreo realizado en estas dos zonas permitió obtener los siguientes resultados:

- Zona Este con una potencia de 0,57 m, leyes de Au 0,142 oz/tc y Ag 2,734 oz/tc.
 - Zona Oeste con una potencia de 0,24 m, leyes de Au: 0,235 oz/tc, Ag: 11,310 oz/tc
- Mineralización en brechas: hay dos cuerpos brechados con dimensiones de 80 m de largo por 40 m de ancho, mineralizada con valores promedios bajos en Au y Ag.
- Brecha Norte: Au 0,004 oz/tc y Ag 0,105 oz/tc
 - Brecha Sur: Au 0,012 oz/tc y Ag 0,091 oz/tc
- En la Veta Vemusa, se ha estimado como recurso mineral, un total de 6 423 tm con leyes de hasta Au 0,235 oz/tc y Ag 11.310 oz/tc, siendo en la actualidad viable su explotación sobre la base de los resultados obtenidos.

RECOMENDACIONES

- Realizar un muestreo con mayor detalle en donde se ha encontrado los valores más altos (veta Vemusa).
- Efectuar estudios en sección delgada para ver el tamaño de la partícula de oro, con la finalidad de saber qué porcentaje de oro libre presenta y qué porcentaje está asociado con otros minerales.
- Efectuar perforaciones diamantinas para comprobar la mineralización en profundidad, tanto de veta como en los cuerpos de brecha. Sobre ello, se recomienda la ejecución de un mínimo de dos taladros diamantinos.

- Realizar exploraciones geológicas en las zonas aledañas al proyecto, enfocándose en las fracturas tensionales y demás estructuras que sirven como conductores para los fluidos mineralizantes. Asimismo, identificar intrusiones del Batolito de la Costa, como fuente responsable de la mineralización.

- Calcular los valores modificadores para hallar la ley de corte (*Cut Off*).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAR R. A. y LE BEL L. The Linga Super-Unit: high-K diorites of the Arequipa segment. Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes, Department of Geology University of Liverpool, 119-127.

- ASCUE J. (1997). Posible evolución tectónica de la deflexión de Abancay e implicancias geotectónicas en la región sur oriental del Perú. Resumen extendido, IX Congreso Peruano de Geología, 245-247.

- DE MONTREUIL L. (1990). Mineralogía de los yacimientos auríferos en el Perú. Resumen extendido, II Simposium Internacional del Oro, 307-343.

- DE MONTREUIL L. (1979). Ocurrencia de oro y sus asociaciones mineralógicas en la faja aurífera Nazca-Ocoña. Programa Científico Cultural, Ingemmet, 25-48.

- MIRANDA C. (1991). Petrología y estructura comparada de los yacimientos auríferos en los batolitos de la Costa y Pataz. Resumen extendido, VII Congreso Peruano de Geología, 130-145.

- MOORE N. D. y AGAR R. A. (1977). Variations along a batholith: the Arequipa segment of the coastal batholith of Peru. Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes, Department of Geology University of Liverpool, 108-118.

- NÚÑEZ F., Condori A., JARA M. y LINARES F. (1994). Características metalogenéticas de la mineralización aurífera asociada al segmento sur del Batolito de la Costa (Nazca-Ocoña). Resumen extendido, VII Congreso Peruano de Geología, 26-29.

- OJEDA M. J. y MENDOZA A. (1991). Prospección geoquímica por oro en la zona de Caravelí, departamento de Arequipa. Resumen extendido, VII Congreso Peruano de Geología, 157-162.

- ROSALES M. (1990). Yacimientos auríferos relacionados al batolito de la costa en la franja Nazca - Ocoña, Ica y Arequipa. Resumen extendido, II Simposium Internacional del Oro.

- RIVERA L. (1991). Análisis estructural de vetas auríferas en el distrito de Pataz. Resumen extendido, VII Congreso Peruano de Geología, 183-170.

- VIDAL C. (1977). Metallogensis associated with the coastal batholith of Peru: a review. Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes, Buenaventura Ingenieros SA, 243-249.

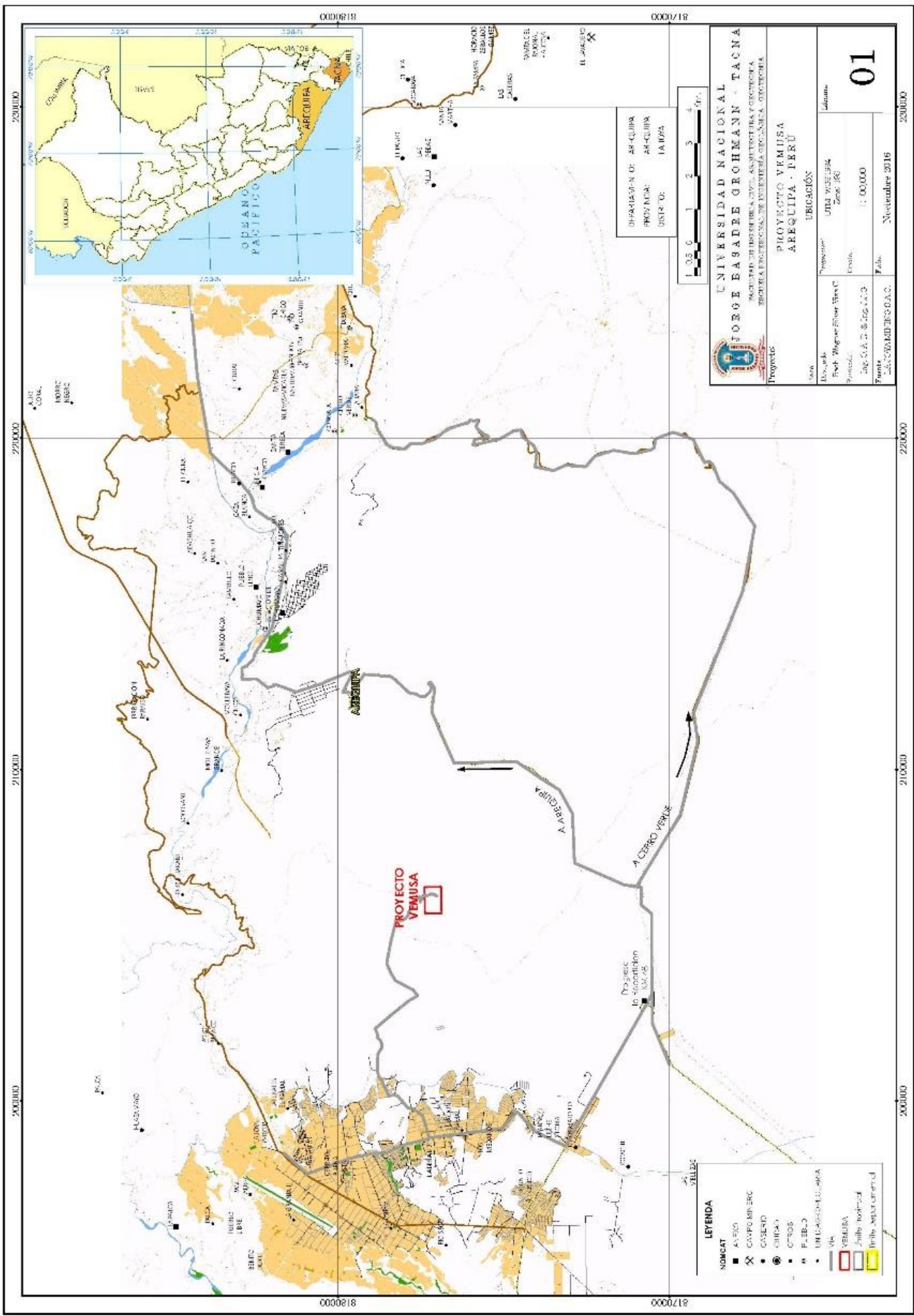
ANEXOS

**ENSAYO MINERALÓGICO DE LAS MUESTRAS TOMADAS DEL
PROYECTO**

CONCESIÓN VEMUSA					
N° MUESTRA	FECHA	LABOR	POTENCIA	LABORATORIO	
				Au Oz/TC	Ag Oz/TC
13	01/02/2016	MINA	0.08	0.051	0.246
14	01/02/2016	MINA	0.6	0.052	0.52
15	01/02/2016	MINA	0.63	0.036	0.819
16	01/02/2016	MINA	0.45	0.04	0.832
17	01/02/2016	MINA	0.5	0.099	4.156
18	01/02/2016	MINA	12	0.071	0.418
19	01/02/2016	MINA	0.36	0.137	0.7
20	01/02/2016	MINA	0.2	0.004	0.45
21	01/02/2016	MINA	0.33	0.041	3.428
22	01/02/2016	MINA	0.25	0.033	1.198
23	01/02/2016	MINA	0.26	0.405	13.324
24	01/02/2016	MINA	0.52	0.178	22.912
25	01/02/2016	MINA	0.28	0.112	3.898
26	03/02/2016	Sub nivel	1	0.154	0.83
27	03/02/2016	Sub nivel	0.6	0.482	29.234
28	03/02/2016	Sub nivel	0.93	0.005	0.273
29	03/02/2016	MINA	2.2	0.01	0.283
30	03/02/2016	MINA	1	0.068	2.645
31	03/02/2016	Sub nivel	0.21	0.005	0.312
32	03/02/2016	Sub nivel	0.75	0.044	0.595
33	03/02/2016	Sub nivel	0.44	0.09	2.412
34	03/02/2016	Sub nivel	0.3	0.205	9.04
35	03/02/2016	Sub nivel	1	0.035	0.601
36	03/02/2016	Sub nivel	0.34	0.167	4.586
37	03/02/2016	Sub nivel	1	0.048	0.412
38	03/02/2016	Sub nivel	0.3	0.472	4.117
39	03/02/2016	Sub nivel	0.34	0.402	3.551
40	03/02/2016	Sub nivel	0.64	0.052	0.52
41	03/02/2016	Sub nivel	0.37	0.77	5.632
42	03/02/2016	Sub nivel	0.38	0.123	0.683
43	03/02/2016	Sub nivel	0.24	0.111	0.271
44	03/02/2016	Sub nivel	0.3	0.197	0.283
45	04/02/2016	Sub nivel	0.6	0.091	12.037
46	04/02/2016	Sub nivel	0.32	0.03	0.52
47	04/02/2016	Sub nivel	0.56	0.302	8.245
48	04/02/2016	Sub nivel	1	0.087	2.666
49	04/02/2016	Sub nivel	0.8	0.278	0.388
50	04/02/2016	Sub nivel	0.38	0.276	1.143
51	04/01/2016	MINA	0.58	0.125	0.271

52	04/01/2016	MINA	0.35	0.254	1.811
53	04/01/2016	MINA	0.26	0.44	0.729
54	04/01/2016	MINA	0.14	0.075	0.102
55	04/01/2016	MINA	0.3	0.185	1.308
56	04/01/2016	MINA	0.23	0.071	0.18
57	04/01/2016	MINA	0.45	0.024	0.276
58	04/01/2016	MINA	0.47	0.23	0.747
59	04/01/2016	MINA	0.5	0.062	0.881
60	04/01/2016	MINA	0.38	0.071	0.449
61	04/01/2016	MINA	0.4	0.01	1.441
62	04/01/2016	MINA	0.55	0.01	0.13
63	04/01/2016	MINA	0.4	0.041	0.42
64	04/01/2016	MINA	0.25	0.175	10.652
65	04/01/2016	MINA	0.3	0.067	0.609
66	04/01/2016	MINA	0.12	0.196	19.069
67	04/01/2016	MINA	0.13	0.064	0.37
68	10/02/2016	MINA	0.14	0.53	5.655
69	10/02/2016	MINA	0.2	0.49	27.12
70	10/02/2016	MINA	0.23	0.142	1.913
71	10/02/2016	MINA	0.13	0.233	5.962
72	10/02/2016	MINA	0.22	0.176	3.03
73	10/02/2016	MINA	0.1	0.291	21.002
74	10/02/2016	MINA	0.19	0.741	30.578
75	10/02/2016	MINA	0.18	0.219	31.524
76	10/02/2016	MINA	0.23	0.027	26.667
77	11/02/2016	MINA	0.4	0.722	11.36
78	11/02/2016	MINA	0.36	0.028	10.166
79	11/02/2016	MINA	0.3	0.17	14.058
80	11/02/2016	MINA	0.26	0.235	2.452
81	11/02/2016	MINA	0.6	0.018	0.339
101	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	1	0.013	0.098
102	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	3	0.019	0.112
103	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	7.5	0.007	0.1
104	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	4	0.007	0.108
105	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	9	0.002	0.093
106	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	2	0.003	0.17
107	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	8	0.004	0.1
108	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	20	0.004	0.112
109	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	9	0.005	0.12
110	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	2.5	0.002	0.108
111	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	11	0.002	0.098
112	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	8.3	0.002	0.1
113	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	8	0.002	0.098
114	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	15	0.003	0.09
115	11/02/2016	BRECHA (1) NORTE	3	0.003	0.14
116	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	13	0.003	0.097

117	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	10	0.003	0.08
118	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	5	0.027	0.086
119	12/02/2016	CATEO	0.64	0.019	0.088
120	12/02/2016	CATEO	0.85	0.006	0.073
121	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	12	0.003	0.092
122	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	12	0.006	0.088
123	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	17	0.018	0.11
124	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	14	0.003	0.084
125	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	16	0.003	0.074
126	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	13	0.003	0.127
127	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	15	0.004	0.09
128	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	10	0.005	0.086
129	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	13	0.082	0.08
130	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	10	0.003	0.082
131	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	20	0.004	0.093
132	12/02/2016	BRECHA (2) SUR	10	0.022	0.088



220000 210000 200000 190000

8170000 8180000 8190000 8200000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

230000 235000 240000 245000

730000 735000 740000 745000

000018 000019

LEYENDA

NOINCAT	
■	ASICO
✕	CAMPUS MERC
●	CASERO
●	CURSO
■	FLORIO
●	URUGUAYENSES
■	VEMUSA
■	zulla horizontal
■	zulla vertical

DIRECCION DE: AREQUIPA
 PROYECTO: AREQUIPA
 SISTEMA: IAN 1000

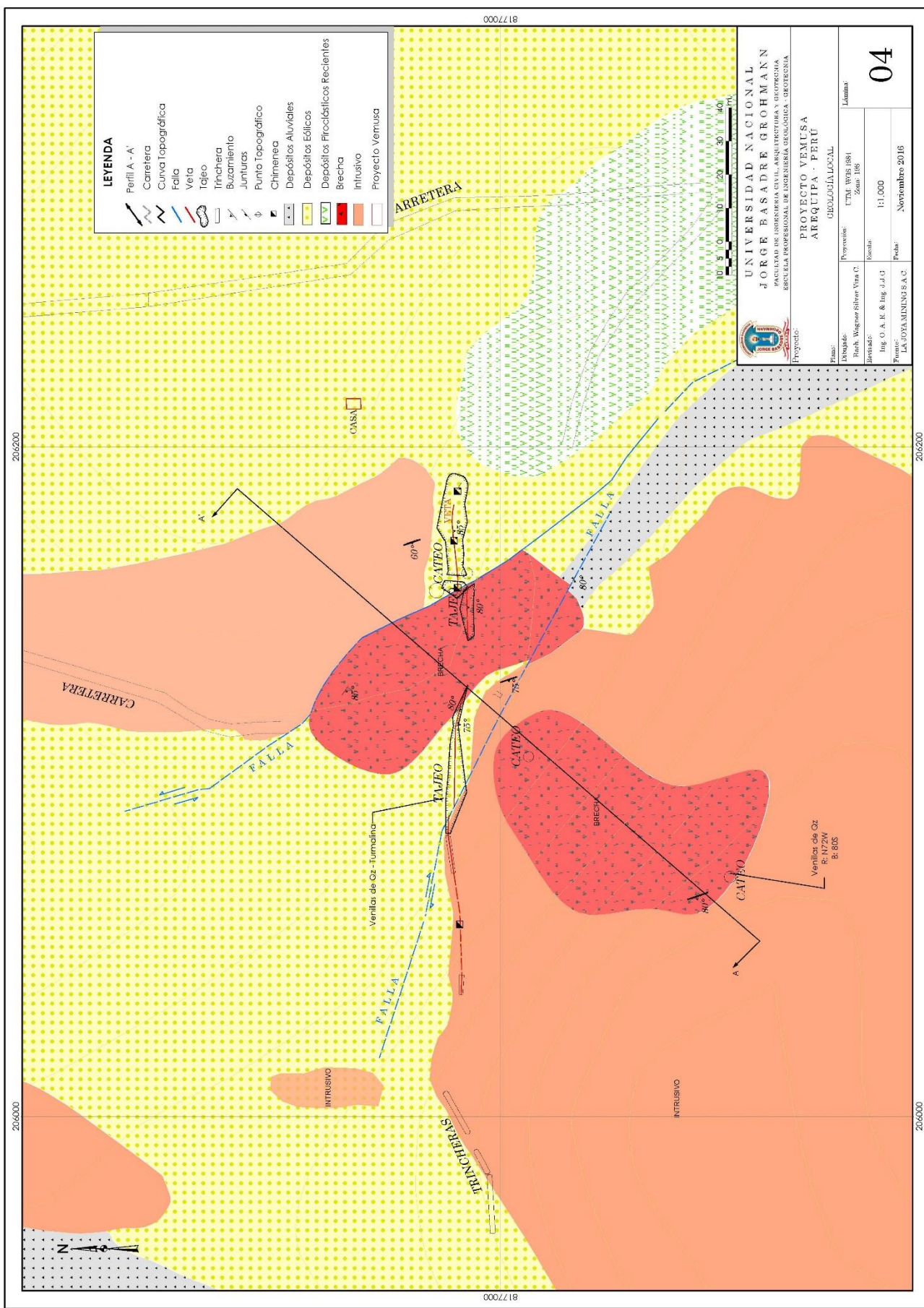


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE BASADRE GROHMANN - TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA - ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO VEMUSA AREQUIPA - PERÚ

Autores	Profesor	UBICACIÓN	Edificio
Diego S. B. & S. S. L. & C.	UTB VEMUSA	UTB VEMUSA	UTB VEMUSA
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
2016	2016	2016	2016

01



LEYENDA

	Perfil A - A'
	Carretera
	Curva Topográfica
	Falla
	Veta
	Trenchera
	Buzamiento
	Juntura
	Punto Topográfico
	Chimenea
	Depósitos Aluviales
	Depósitos Eólicos
	Brecha
	Intrusivo
	Proyecto Vemusa

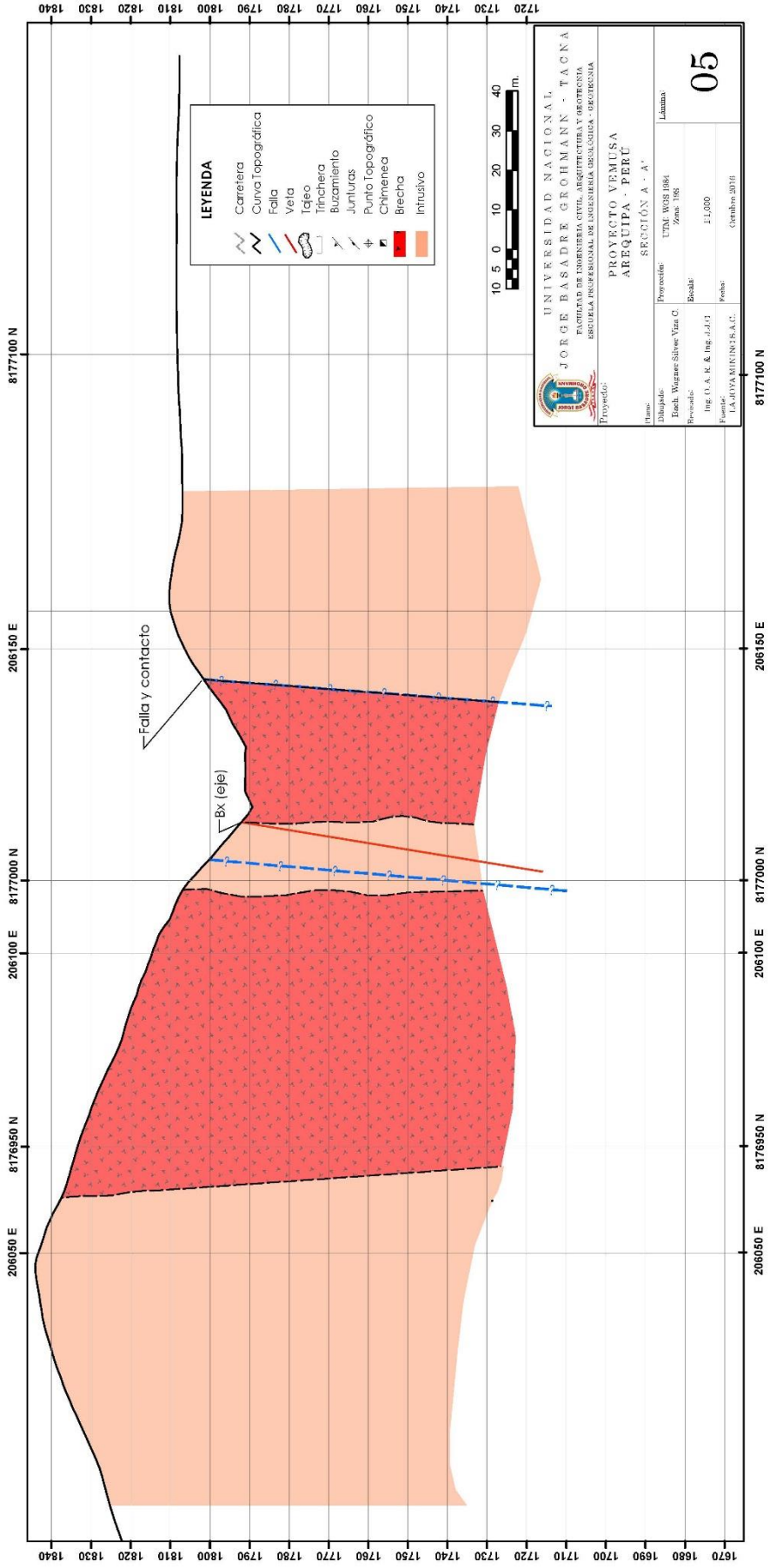
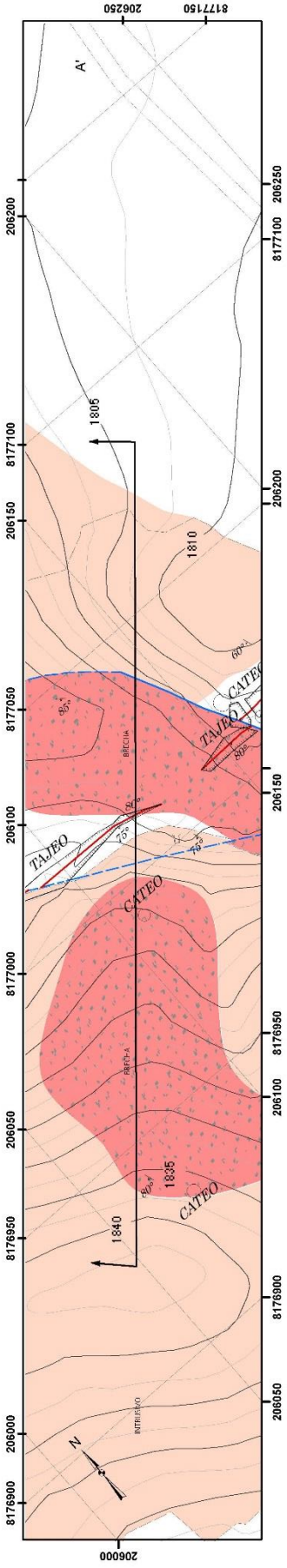
UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNICA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNICA	
PROYECTO VEMUSA AREQUIPA - PERU	
GEOLOGIA LOCAL	
Planteo:	Lima
Diseñado:	UTM 8745 (88) Zona 18S
Escala:	1:1.000
Fecha:	Noviembre 2016

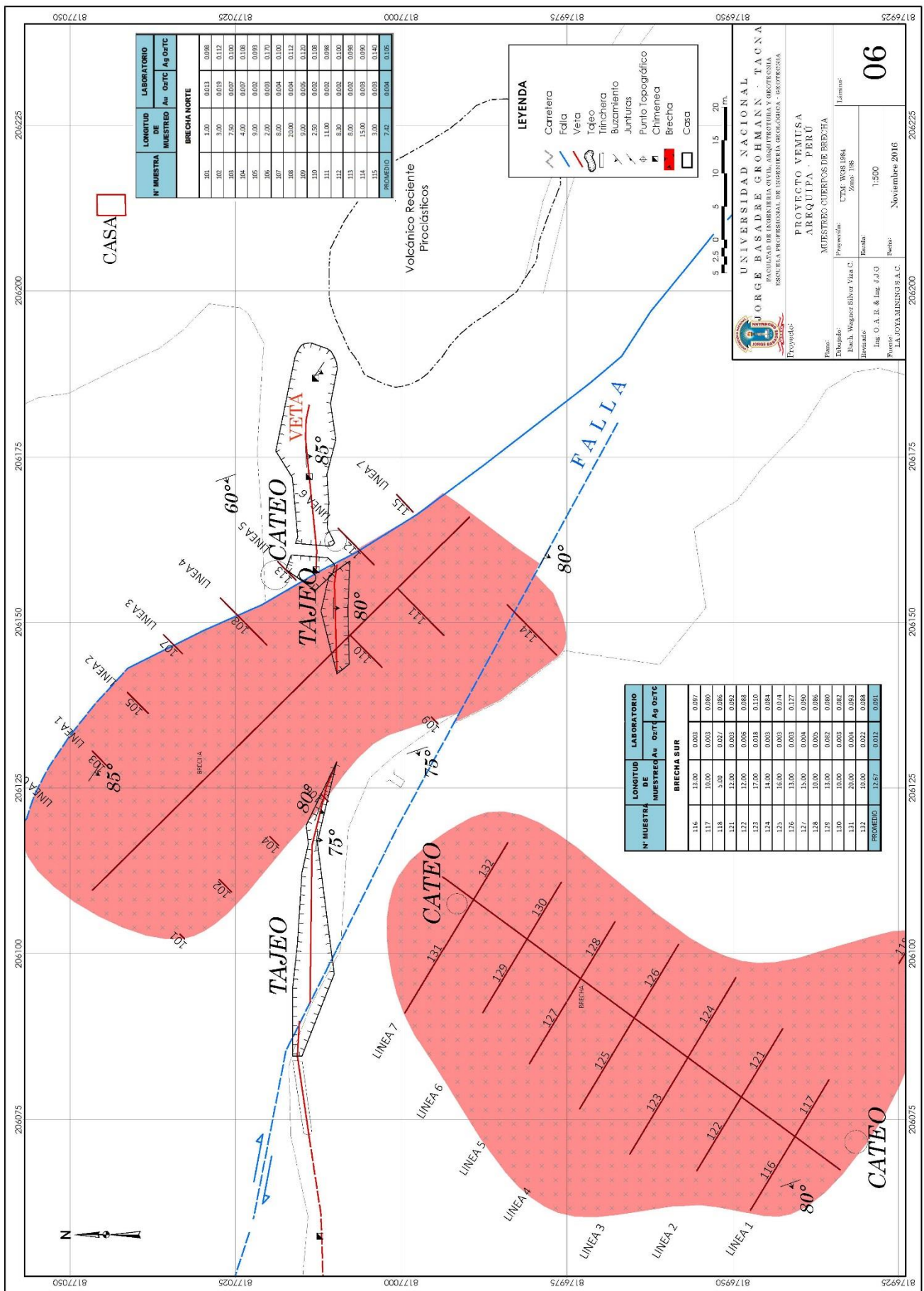
04

206000 206200

8177000 8177000

206000 206200





N° MUESTRA	LONGITUD DE MUESTRA	LABORATORIO	
		Au	OZTC Ag OZTC
BRECHA NORTE			
101	1.00	0.033	0.008
102	3.00	0.019	0.112
103	7.50	0.007	0.100
104	4.50	0.007	0.158
105	9.00	0.002	0.075
106	2.00	0.003	0.170
107	8.00	0.004	0.110
108	20.00	0.004	0.112
109	9.00	0.005	0.130
110	2.50	0.002	0.108
111	11.00	0.002	0.100
112	8.50	0.002	0.098
113	8.00	0.002	0.098
114	15.00	0.003	0.090
115	3.00	0.003	0.140
PROMEDIO	7.42	0.004	0.105

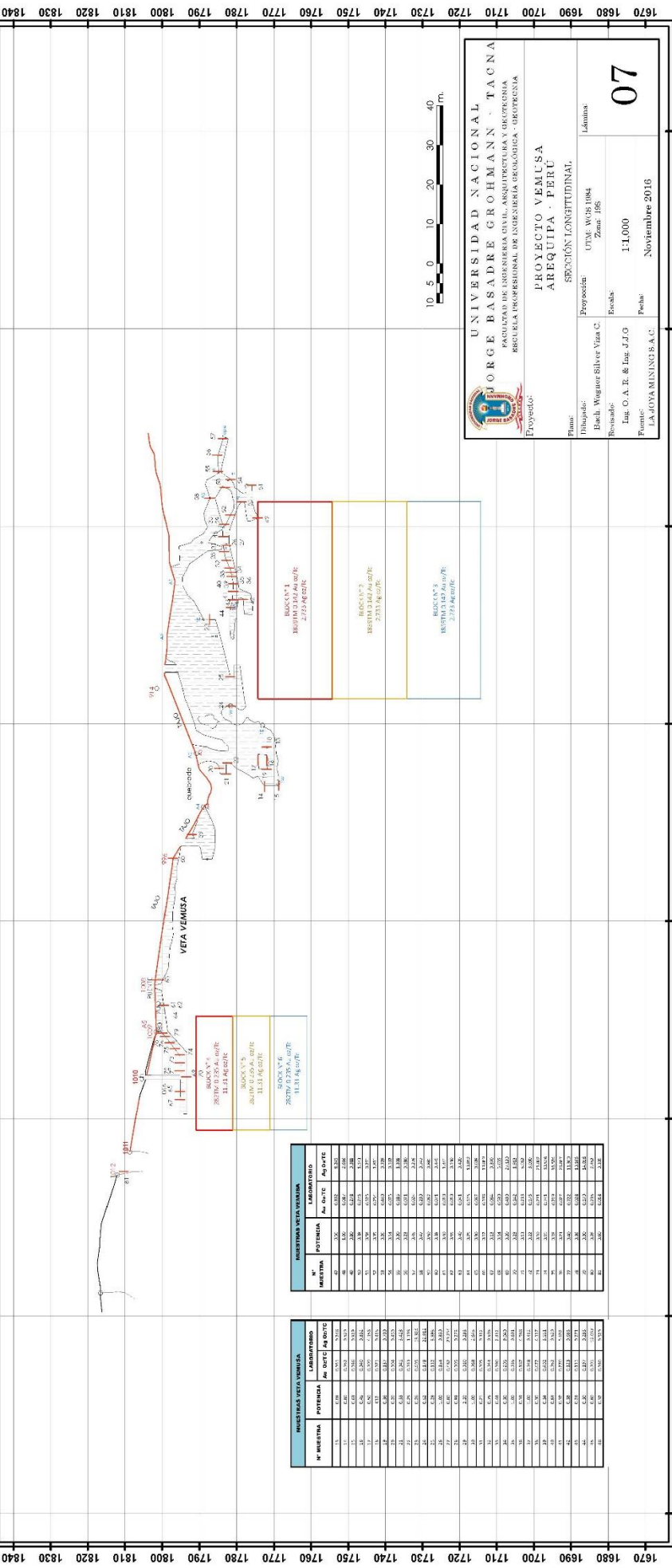
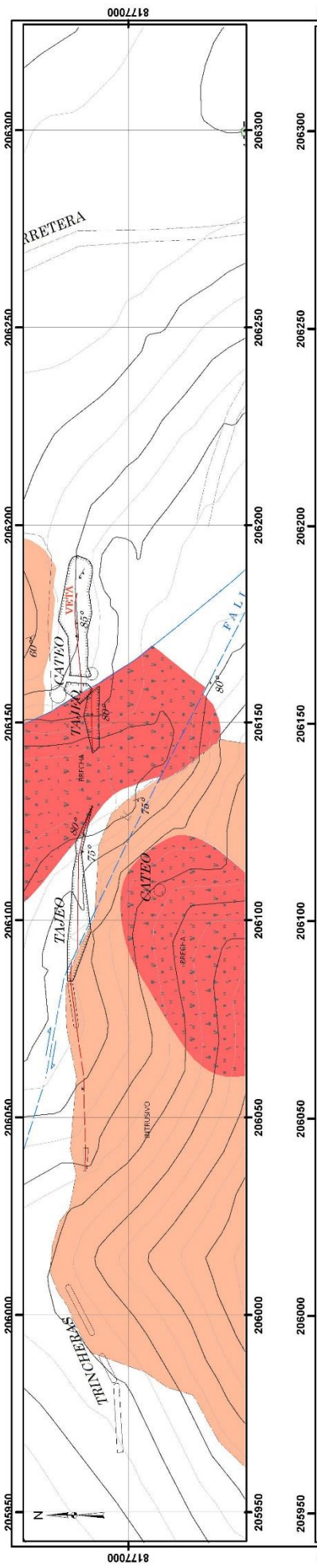
N° MUESTRA	LONGITUD DE MUESTRA	LABORATORIO	
		Au	OZTC Ag OZTC
BRECHA SUR			
116	13.00	0.035	0.097
117	10.00	0.031	0.080
118	9.50	0.021	0.086
121	12.00	0.032	0.092
122	12.00	0.058	0.088
123	17.00	0.018	0.110
124	14.00	0.023	0.084
125	16.00	0.023	0.074
126	13.00	0.033	0.127
127	15.00	0.024	0.090
128	10.00	0.026	0.086
129	13.00	0.032	0.080
130	10.00	0.033	0.082
131	10.00	0.032	0.083
132	10.00	0.021	0.088
PROMEDIO	12.87	0.031	0.091

UNIVERSIDAD NACIONAL
JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - BRECHAS

PROYECTO VEMUSA
AREQUIPA - PERU
MUESTREO CUERTOS DE BRECHA


Plano: Muestreo Cuertos de Brecha
 Dibujo: Bsch. Wagner Silver Viza C.
 Fecha: 15/09/2016
 Proyecto: CTM WBS 1064 / Zonas 106
 Escala: 1:500
 Fecha: Noviembre 2016

06



MUESTRA N°1			MUESTRA N°2			MUESTRA N°3		
N° MUESTRA	POTENCIA	INCREMENTO	N° MUESTRA	POTENCIA	INCREMENTO	N° MUESTRA	POTENCIA	INCREMENTO
1	1.00	0.00	1	1.00	0.00	1	1.00	0.00
2	1.00	0.00	2	1.00	0.00	2	1.00	0.00
3	1.00	0.00	3	1.00	0.00	3	1.00	0.00
4	1.00	0.00	4	1.00	0.00	4	1.00	0.00
5	1.00	0.00	5	1.00	0.00	5	1.00	0.00
6	1.00	0.00	6	1.00	0.00	6	1.00	0.00
7	1.00	0.00	7	1.00	0.00	7	1.00	0.00
8	1.00	0.00	8	1.00	0.00	8	1.00	0.00
9	1.00	0.00	9	1.00	0.00	9	1.00	0.00
10	1.00	0.00	10	1.00	0.00	10	1.00	0.00
11	1.00	0.00	11	1.00	0.00	11	1.00	0.00
12	1.00	0.00	12	1.00	0.00	12	1.00	0.00
13	1.00	0.00	13	1.00	0.00	13	1.00	0.00
14	1.00	0.00	14	1.00	0.00	14	1.00	0.00
15	1.00	0.00	15	1.00	0.00	15	1.00	0.00
16	1.00	0.00	16	1.00	0.00	16	1.00	0.00
17	1.00	0.00	17	1.00	0.00	17	1.00	0.00
18	1.00	0.00	18	1.00	0.00	18	1.00	0.00
19	1.00	0.00	19	1.00	0.00	19	1.00	0.00
20	1.00	0.00	20	1.00	0.00	20	1.00	0.00
21	1.00	0.00	21	1.00	0.00	21	1.00	0.00
22	1.00	0.00	22	1.00	0.00	22	1.00	0.00
23	1.00	0.00	23	1.00	0.00	23	1.00	0.00
24	1.00	0.00	24	1.00	0.00	24	1.00	0.00
25	1.00	0.00	25	1.00	0.00	25	1.00	0.00
26	1.00	0.00	26	1.00	0.00	26	1.00	0.00
27	1.00	0.00	27	1.00	0.00	27	1.00	0.00
28	1.00	0.00	28	1.00	0.00	28	1.00	0.00
29	1.00	0.00	29	1.00	0.00	29	1.00	0.00
30	1.00	0.00	30	1.00	0.00	30	1.00	0.00
31	1.00	0.00	31	1.00	0.00	31	1.00	0.00
32	1.00	0.00	32	1.00	0.00	32	1.00	0.00
33	1.00	0.00	33	1.00	0.00	33	1.00	0.00
34	1.00	0.00	34	1.00	0.00	34	1.00	0.00
35	1.00	0.00	35	1.00	0.00	35	1.00	0.00
36	1.00	0.00	36	1.00	0.00	36	1.00	0.00
37	1.00	0.00	37	1.00	0.00	37	1.00	0.00
38	1.00	0.00	38	1.00	0.00	38	1.00	0.00
39	1.00	0.00	39	1.00	0.00	39	1.00	0.00
40	1.00	0.00	40	1.00	0.00	40	1.00	0.00
41	1.00	0.00	41	1.00	0.00	41	1.00	0.00
42	1.00	0.00	42	1.00	0.00	42	1.00	0.00
43	1.00	0.00	43	1.00	0.00	43	1.00	0.00
44	1.00	0.00	44	1.00	0.00	44	1.00	0.00
45	1.00	0.00	45	1.00	0.00	45	1.00	0.00
46	1.00	0.00	46	1.00	0.00	46	1.00	0.00
47	1.00	0.00	47	1.00	0.00	47	1.00	0.00
48	1.00	0.00	48	1.00	0.00	48	1.00	0.00
49	1.00	0.00	49	1.00	0.00	49	1.00	0.00
50	1.00	0.00	50	1.00	0.00	50	1.00	0.00
51	1.00	0.00	51	1.00	0.00	51	1.00	0.00
52	1.00	0.00	52	1.00	0.00	52	1.00	0.00
53	1.00	0.00	53	1.00	0.00	53	1.00	0.00
54	1.00	0.00	54	1.00	0.00	54	1.00	0.00
55	1.00	0.00	55	1.00	0.00	55	1.00	0.00
56	1.00	0.00	56	1.00	0.00	56	1.00	0.00
57	1.00	0.00	57	1.00	0.00	57	1.00	0.00
58	1.00	0.00	58	1.00	0.00	58	1.00	0.00
59	1.00	0.00	59	1.00	0.00	59	1.00	0.00
60	1.00	0.00	60	1.00	0.00	60	1.00	0.00
61	1.00	0.00	61	1.00	0.00	61	1.00	0.00
62	1.00	0.00	62	1.00	0.00	62	1.00	0.00
63	1.00	0.00	63	1.00	0.00	63	1.00	0.00
64	1.00	0.00	64	1.00	0.00	64	1.00	0.00
65	1.00	0.00	65	1.00	0.00	65	1.00	0.00
66	1.00	0.00	66	1.00	0.00	66	1.00	0.00
67	1.00	0.00	67	1.00	0.00	67	1.00	0.00
68	1.00	0.00	68	1.00	0.00	68	1.00	0.00
69	1.00	0.00	69	1.00	0.00	69	1.00	0.00
70	1.00	0.00	70	1.00	0.00	70	1.00	0.00
71	1.00	0.00	71	1.00	0.00	71	1.00	0.00
72	1.00	0.00	72	1.00	0.00	72	1.00	0.00
73	1.00	0.00	73	1.00	0.00	73	1.00	0.00
74	1.00	0.00	74	1.00	0.00	74	1.00	0.00
75	1.00	0.00	75	1.00	0.00	75	1.00	0.00
76	1.00	0.00	76	1.00	0.00	76	1.00	0.00
77	1.00	0.00	77	1.00	0.00	77	1.00	0.00
78	1.00	0.00	78	1.00	0.00	78	1.00	0.00
79	1.00	0.00	79	1.00	0.00	79	1.00	0.00
80	1.00	0.00	80	1.00	0.00	80	1.00	0.00
81	1.00	0.00	81	1.00	0.00	81	1.00	0.00
82	1.00	0.00	82	1.00	0.00	82	1.00	0.00
83	1.00	0.00	83	1.00	0.00	83	1.00	0.00
84	1.00	0.00	84	1.00	0.00	84	1.00	0.00
85	1.00	0.00	85	1.00	0.00	85	1.00	0.00
86	1.00	0.00	86	1.00	0.00	86	1.00	0.00
87	1.00	0.00	87	1.00	0.00	87	1.00	0.00
88	1.00	0.00	88	1.00	0.00	88	1.00	0.00
89	1.00	0.00	89	1.00	0.00	89	1.00	0.00
90	1.00	0.00	90	1.00	0.00	90	1.00	0.00
91	1.00	0.00	91	1.00	0.00	91	1.00	0.00
92	1.00	0.00	92	1.00	0.00	92	1.00	0.00
93	1.00	0.00	93	1.00	0.00	93	1.00	0.00
94	1.00	0.00	94	1.00	0.00	94	1.00	0.00
95	1.00	0.00	95	1.00	0.00	95	1.00	0.00
96	1.00	0.00	96	1.00	0.00	96	1.00	0.00
97	1.00	0.00	97	1.00	0.00	97	1.00	0.00
98	1.00	0.00	98	1.00	0.00	98	1.00	0.00
99	1.00	0.00	99	1.00	0.00	99	1.00	0.00
100	1.00	0.00	100	1.00	0.00	100	1.00	0.00




UNIVERSIDAD NACIONAL TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL, ARQUITECTURA Y GEOTECNIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA GEOLOGICA - GEOTECNIA
 Proyecto: **PROYECTO VEMUSA**
 ARQUITECTURA

Papeles: **SRCCION LONGITUDINAL**
 Dibuja: **UTM, WES 1984**
 Escala: **Zona: 186**
 Revisado: **Ing. O. R. & Ing. J. J. G.**
 Fecha: **1:1.000**
 Proyecto: **NOVIEMBRE 2015**

07