

**UNIVERSIDAD NACIONAL
DANIELALCIDES CARRION
FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGIA



**“ESTIMACIÓN DE RECURSOS MINERALES
EN LA MINA SANTA FE BUENAVISTA ALTA –
CASMA –ANCASH”**

PLAN DE TESIS

PRESENTADO POR:

Bachiller Espinoza Zevallos Marlon Danilo

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

CERRO DE PASCO, JULIO 2018

A los 220 soldados de la **COLUMNA**
PASCO, quienes ofrendaron sus vidas en
defensa de nuestra amada patria.

RESUMEN

El presente trabajo se ha enfocado en la Unidad Minera de “**Santa Fe**”, la cual pertenece al grupo de empresas mineras “Auro Group”, dentro de la concesión minera Don Alfonso # 1 cuyo gerente general es Don Harol Cárdenas. Se trata de una mina Subterránea de vetas angostas (0.2 a 2.5m) que produce Oro y Plata ubicado en la parte norte del Perú.

La mina está localizada en la Costa Norte del Perú, en el departamento de Ancash a 22.3 Km en línea recta al NE de la ciudad de Casma, en altitudes de 800 a 1380 m.s.n.m. Políticamente la concesión está dentro de los límites de la comunidad Quillo y Huanchuy, distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma y Región Ancash.

El acceso al proyecto se realiza a través de la Panamericana Norte desde la ciudad de Lima – Casma- Buenavista- Huanchuy y la Mina en un total de 6.05 horas

Las vetas son estructuras de relleno que forman texturas tipo Rosario, clavos mineralizados de “zonas de apertura”, Split(s), vetas echadas como “El Hierro” y Sulfuros masivos mantiformes. Las vetas

actualmente en producción son la Veta Colorada, El Hierro y Raquel ubicadas en las zonas: Esperanza, Carolina y El Hierro respectivamente.

La veta Colorada tiene un rumbo N 55° E y buzamiento 75° SE, fallado, con tramos de apertura y cierre en las inflexiones e intersección de vetas. En la parte alta (Niv 1000). Se ha formado un halo de enriquecimiento supergénico con la formación de “Zona Óxidos” y “Mixtos” con altos valores en oro.

La **Veta Hierro**, corresponde a una estructura echada de rumbo N 30° E y buzamiento 33°SE afectada por un sistema de fallas NE con juego de desplazamiento en bloques con movimiento sinetral y normal. Presenta una alteración de cuarzo sericitizado, poroso en tramos con pequeños flujos de sílice gris y flujos irregulares de sulfuros de pirita fina y concentraciones de calcopirita, esfalerita y galena.

Y la **veta Raquel** es una veta de Rumbo N 20 E y buzamiento 65° NE se intersecta con la veta Colorada y en su emplazamiento forman cuerpos de Pirrotita de forma lenticular asociado a sulfuros masivos de pirita, esfalerita, galena y contienen cantidades variables de Cu, Pb, Zn, As.

El sistema de fracturamiento y fallamiento principal es NW-SE y el sistema secundario NE-SO. Estos lineamientos preexistentes habrían

controlado el emplazamiento de las vetas y los enjambres de diques, cortados entre ellos y con ligeros desplazamientos a nivel local.

En el año 2015, se han completado un programa de exploración con galerías, subniveles, chimeneas y piques con fines de **Cubicación de Reservas** en las áreas demarcadas como Recursos; realizándose todo un programa de muestreo sistemático y mapeo geológico a detalle en interior mina, habiendo recolectado 1319 muestras geoquímicas en veta y cajas de las estructuras importantes, para ser ensayadas por Au y Ag en el Laboratorio de Buenavista. También se realizaron pruebas metalúrgicas y análisis de densidades.

El total de Reservas Probadas + Probables es de 76598 TM con 0.27 OzAu y 1.65 OzAg

| VETAS | PROBADO - PROBABLE | | | | | US\$ |
|-------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|------------|
| | TMS | Oz Au | Oz Ag | Oz finas Au | Oz finas Ag | |
| Colorada | 53518 | 0.26 | 1.33 | 13849 | 71062 | 303 |
| Raquel | 5909 | 0.21 | 1.97 | 1239 | 11646 | 258 |
| El Hierro | 17171 | 0.34 | 2.52 | 5791 | 43322 | 406 |
| Total | 76598 | 0.27 | 1.65 | 20879 | 126030 | 323 |
| Recursos | 159458 | 0.21 | 1.53 | 34153 | 243677 | 257 |
| Gran Total | 236057 | 0.23 | 1.57 | 55032 | 369707 | 278 |

Tabla X: Recursos Minerales.

El actual cálculo de recursos se realizó en el Software AutoCAD, reinterpretando el Modelo Geológico con la nueva información obtenida por los avances de exploración ejecutados de Enero y Septiembre del 2015.

INTRODUCCION

La estimación de recursos es la medición de determinada materia prima alojada en un determinado tipo de yacimiento. Los recursos y reservas del oro se pueden calcular en onzas, mientras otros tipos de metales son calculados en toneladas métricas.

El depósito aurífero de la MINA SANTA FE está localizado en el Caserío de HUANCHUY, Distrito de BUENAVISTA ALTA, Provincia de CASMA, departamento de ANCASH.

La estimación de recursos minerales en la MINA SANTA FE BUENAVISTA ALTA – CASMA –ANCASH es el resultado de varias etapas de prospección y exploración del yacimiento mineral en galerías, subniveles, chimeneas y piques, esta etapa continuará mientras se desarrolle el proceso de explotación del yacimiento y durante todas las actividades.

La información recogida en el campo durante la exploración y la interpretación geológica se complementan para realizar un buen control de leyes, que mediante procesos estadísticos nos darán una estimación de recursos y reservas.

Existen distintos métodos para poder estimar los recursos de un yacimiento, cada uno con principios y técnicas diferentes. En el empeño de cuantificar los recursos en la MINA SANTA FE hacemos

uso de un método clásico de cálculos, cuyo procedimientos son manuales.

La información de recursos y reservas minerales incluida en esta Inventario ha sido estimada conforme a Definiciones Internacionales establecidos por:

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

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

INDICE

DEDICATORIA

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **Pág.**

| | |
|--|----|
| 1.1.- Determinación del problema..... | 01 |
| 1.2.- Formulación del problema..... | 02 |
| 1.3.- Objetivos..... | 03 |
| 1.4.- Justificación e importancia de la investigación..... | 03 |
| 1.5.- Importancia y alcances de la investigación..... | 03 |
| 1.6.- Limitaciones..... | 03 |

CAPITULO II. MARCO TEORICO

| | |
|--|----|
| 2.1.- Antecedentes y características actuales..... | 04 |
| 2.2.- Bases teóricas científicos..... | 06 |
| 2.2.1.- Geología regional..... | 06 |
| 2.3.1.1.- Mineralización y alteración hidrotermal..... | 08 |
| 2.3.- Definición de términos..... | 09 |
| 2.4.- Sistema de hipótesis..... | 19 |
| 2.5.- Identificación de las variables..... | 20 |

CAPITULO III. METODOLOGIA

| | |
|------------------------------------|----|
| 3.1.- Tipo de investigación..... | 21 |
| 3.2.- Diseño de investigación..... | 21 |
| 3.3.- Población y muestra..... | 22 |

| | |
|--|----|
| 3.4.- Metodología de la investigación..... | 22 |
| 3.5.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 23 |
| 3.6.- Técnicas de procesamiento y análisis de datos..... | 24 |

CAPITULO IV. RESULTADOS

| | |
|--|----|
| 4.1.- Ubicación y acceso..... | 26 |
| 4.2.- Historia..... | 30 |
| 4.3.- Propiedad minera..... | 33 |
| 4.4.- Fisiografía y clima..... | 36 |
| 4.5.-Geología del yacimiento..... | 37 |
| 4.5.1.- Geología regional..... | 37 |
| 4.5.2.- Geología local..... | 42 |
| 4.5.2.1.- El Grupo Casma..... | 42 |
| 4.5.2.2.- Granodiorita..... | 47 |
| 4.5.2.3.- Enjambre de diques..... | 48 |
| 4.5.3.- Geología estructural..... | 51 |
| 4.5.4.- Mineralización y alteración hidrotermal..... | 58 |
| 4.5.4.1.- Veta Colorada..... | 59 |
| 4.5.4.2.- Veta El Hierro..... | 62 |
| 4.5.4.3.- Veta Raquel..... | 64 |
| 4.6.- Cálculo de reservas..... | 70 |

| | |
|--|-----|
| 4.6.1.- Definiciones de recursos y reservas minerales..... | 70 |
| 4.6.2.- Recursos minerales..... | 72 |
| 4.6.2.1.- Recursos Minerales INFERIDOS..... | 73 |
| 4.6.2.2.- Recursos Minerales INDICADOS..... | 73 |
| 4.6.2.3.- Recursos Minerales MEDIDOS..... | 74 |
| 4.6.3.- Reservas minerales (Económicos)..... | 75 |
| 4.6.3.1.- Reservas de Mineral PROBABLES..... | 77 |
| 4.6.3.2.- Reservas de Mineral PROBADAS..... | 78 |
| 4.7.- Criterios y factores de cubicación de recursos y reservas..... | 79 |
| 4.7.1.- Muestreos y estimación de ley..... | 79 |
| 4.7.2.- Peso específico..... | 81 |
| 4.7.3.- Estimación clásica y bloques de cubicación..... | 82 |
| 4.7.4.- Laboratorios..... | 85 |
| 4.7.5.- Factores de corrección..... | 85 |
| 4.7.6.- Parámetros básicos de estimación de reservas..... | 87 |
| 4.7.7.- Factores de cubicación de reservas..... | 96 |
| 4.8.- Sumarios y cálculo de reservas..... | 99 |
| 4.8.1.- Introducción..... | 99 |
| 4.8.2.- Sumario de reservas explotadas..... | 101 |
| 4.8.3.- Calculo de reservas y recursos minerales..... | 103 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.- DETERMINACION DEL PROBLEMA

Las civilizaciones a lo largo de la historia dependieron en mayor o menor grado de la actividad minera, que es tan antigua como el hombre mismo, la minería en el Perú es una actividad muy antigua, dado a que se practica desde tiempos muy remotos, pues los excelentes trabajos en oro, plata, cobre y piedras preciosas dejados en la tumbas pre incas e incas demuestran la alta tecnología con la que expresaron su arte, para su admiración eterna en el mundo.

Debido a la importancia indispensable de los minerales para la actividad humana es necesario conocer más a fondo el potencial mineralógico, en este caso de las vetas que conforman las reservas de la mina SANTA FE y hacer la delimitación y cuantificación de la

fuente de mineral.

Para que las vetas Colorada, Hierro y Carolina, que conformaran nuestro estudio, puedan ser considerados económicas, deben demostrar una disponibilidad suficiente de material en el mismo para que sean rentables y justifiquen su explotación, de esta manera podremos mirar la inversión futura con mucho optimismo.

1.2.- FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿El uso de la guía estándar del código **JORC** Australiano, permitirá la estimación de recursos minerales en la Empresa Inversiones Mineras Santa Fe?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

¿La geología local contribuirá en la estimación de recursos y evaluación de reservas minerales en las vetas Colorada, Hierro y Carolina?

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- OBJETIVO GENERAL

El objetivo del presente estudio es:

Cuantificar los recursos minerales en la **Empresa Inversiones Mineras Santa Fe S.A.C.** con el código **JORC** Australiano.

1.3.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Cuantificar los recursos minerales de las vetas Colorada, Hierro y Carolina.
- Definir la caracterización geológica, tipo de depósito y composición de las vetas.
- Presentar el presente estudio como tesis para optar el título de Ingeniero geólogo.

1.4.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION

El estudio demostrara la disponibilidad económica del mineral, así determinaremos la rentabilidad de su explotación.

1.5.- IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo tiene la importancia indispensable de conocer a fondo el potencial de recursos de manera cuantificada, ya que contribuirá enormemente en las decisiones de explotación.

1.6.- LIMITACIONES

La **Empresa Inversiones Mineras Santa Fe** no cuenta con herramientas de perforación diamantina, lo cual limita el estudio.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.- ANTECEDENTES Y CARACTERISTICAS ACTUALES

- Los trabajos de minería se remonta aproximadamente al año 2005, El Sr: C. Rossi (30 años) narra, que la carretera hacia la mina existía solo hasta la plataforma (actual garita), luego se realizó una trocha carrozable hasta la zona de Magnetita por el antiguo dueño Don Jhemy. Bolognini quien extraía este mineral de Hierro con fines de vender a Sider Perú. Hasta esa fecha, aún no se había descubierto las vetas de oro, en la zona la población se dedicaba exclusivamente a la agricultura y ganadería.
- A mediados del 2010, personal informal denominados “Nazqueños” que cateaban por el alrededor de la zona de Magnetita, extrajeron algunas muestras oxidadas en el corte de carretera cerca a la Veta

El Hierro, grande fue su sorpresa cuando al puruñar marcaba oro. Luego este grupo, extraía en forma continua con palas y picos a flor de tierra los óxidos de hierro y los llevaba en camioneta en forma continua fuera de Huanchuy. Durante un tiempo la población sintió curiosidad al respecto en la que decomisó sus mercaderías y se dieron con la sorpresa que se extraían mineral con Oro y las llevaban a Nazca; dicha noticia se esparció como reguero de pólvora a nivel nacional “REVENTAZON EN HUANCHUY”.

- Después del Reventazón, continuo llegando los informales que vinieron desde Nazca, Ica, Huachon, Huaraz, etc. peinaron la zona cerca de 2,500 personas que subió al cerro y comenzó a extraer los óxidos de superficie en la veta El Hierro, e incluso sacaron las rocas que estaban empedradas en la trocha que conducía a la veta de Magnetita y luego descubriendo la “Veta Colorada” que estaba aflorando detrás del cerro denominado C° Colorado o zona Cero.
- informal. Posteriormente la población de Huanchuy tuvo que venir a arreglar ese lio que había en sus terrenos.
- En Julio del 2010 La empresa Minera Santa Fe se instala en su propiedad con fines de ordenar esta invasión y demarcar su propiedad ya que antes de esta fecha había comprado las acciones de la concesión Don Alfonso #1 del Sr Jhemy Bolognini.
- Actualmente, la empresa minera Santa Fe S.A.C. es propietaria de las concesiones Fiorela y Luciana 2010, Alfonso Dosje y Don Alfonso N° 1, esta última en actual operación formal desde el año

2009 empleando métodos de minado subterráneo y logrando a la fecha una producción sostenida de mineral con contenidos de Au y Ag.

2.2.-BASES TEORICAS-CIENTIFICOS

2.2.1.- GEOLOGIA REGIONAL

La mina Santa Fe, está localizado a 378 km al Norte de Lima, en la costa Peruana, se encuentra al NW del poblado Huachuy al pie del C° “Las Tetas” denominado Cerro Colorado. Geológicamente dentro la franja metalogénica VIII del Grupo Casma que alberga depósitos tipo IOCG de Cu-Au.

El área de estudio forman parte de la cuenca denominada “Cuenca de Huarmey”, ubicada en el eugeosinclinal de occidental de la cuenca occidental del Perú y que gradua al este al miogeosinclinal (Cobbing E.J, 1978).

El eugeosinclinal corresponde a una cuenca rellena con material esencialmente volcánica que hacia el este dio lugar a una facie de transición con litofacies mayormente sedimentarias. Se distingue rocas cretácicas y cenozoicas que forman los Grupos Goyllarisquizga, Casma y Calipuy.

Actualmente producto del proceso erosivo los afloramientos sedimentarios se encuentran formando una franja en orientación NW en afloramientos discontinuos sobre el Batolito de la Costa, las

rocas del batolito afloran en gran parte y han metamorfozado estas secuencias.

El Grupo Casma (Fm Junco) está bien marcada en la zona y muestra afloramientos más amplios compuesta por una secuencia volcánico sedimentaria muy alterada. Algunas manifestaciones del volcánico Calipuy se depositan en geoformas positivas como el C° Pan de azúcar cuyo predominio litológico será más al este del área de estudio.

El Batolito de la Costa, corresponden a la Súper Unidad de Santa Rosa, el orden de intrusión muestran una disposición espacial en donde las rocas más jóvenes se encuentran hacia el Este. Se encuentran elongadas de Norte a Sur, paralela a los Andes del Perú. Su composición grada de tonalitas, granodioritas y granitos.

Se han reconocido un enjambre de diques en la zona costera al NO y SE de Casma. Estos enjambres están caracterizados por numerosos sistemas de estructuras secundarias de naturaleza ígnea y volcánica que cortan a las secuencias volcánicas del Grupo Casma (Sánchez, 1995) y a los intrusivos del Batolito de la Costa. Son de composición básica a intermedia y fueron reconocidos por Bussell (1975).

2.2.1.1- MINERALIZACION Y ALTERACION HIDROTHERMAL DE LAS VETAS COLORADA, RAQUEL Y HIERRO.

El proceso de formación de estos depósitos, es debido a emanaciones de fluido hidrotermal por un canal o fisura profunda asociados a vulcanismo submarino, en este tipo la alteración siempre va asociado a diseminación de pirita, pirrotita y la formación de óxidos de hierro por la exhalación supérgena producido en un ambiente marino. Los depósitos que quedan expuestos a la acción marina se oxidan y se destruyen por acción de meteorización submarina transformándose en capas y estructuras "ocre" constituidas por cuarzo, goethita, illita, jarosita La oxidación "limonita transportada" no siempre contiene mineralización económica, es una concentración de Hierro que indica ser los "hidrotermal vents" en otros casos como Black smoker.

Este fracturamiento se habría formado por efectos de la intrusión ígnea y por efectos de la activación. Al mismo tiempo surgían grietas ramificadas y subparalelas. Las mejores leyes generalmente están asociadas a la intersección de fracturas como la veta Colorada y Raquel, a las zonas de su inflexión a lo largo del rumbo

y buzamiento o vetas echadas como la veta El Hierro y a los lugares de unión y ramificación.

2.3.- DEFINICION DE TERMINOS

Afloramientos.- Todo tipo de roca, mineral, que se observa en la superficie terrestre.

Arsenopirita.- Sulfo-arseniuro de hierro $FeAsS$, cristales de prismaticos alargados, presenta la macla de “punta de lanza” y polimaclados “estrella”. Es dura, pesada color gris plateado.

Bornita.- Sulfuro de cobre y hierro, Cu_5FeS_4 . Cristaliza en el sistema cubico, pero frecuentemente se halla en masas granulares de color rojo con patina violeta azul iridiscente, brillo metalico, pesada.

Calcita.- Mineral cuya formula es Co_3Ca . Cristaliza en sistema romboedrico, es uno de los minerales mas comunes de la superficie terrestre. Es el mineral esencial de las rocas calcareas (caliza, marmol, travertino, toba calcarea, etc).

Calcopirita.- Sulfuro de cobre y hierro, $CuFeS_2$. Cristaliza en sistema tetragonal. Es un mineral de filones hidrotermales de alta temperatura asociada a pirrotita, blenda y piritita, en skarn, en porfidos de cobre. Es mena de cobre, tambien contiene oro y plata.

Clorita.- Silicato de magnesio, $(Si_4O_{10})Mg_3(OH)_2.Mg(OH)_6$, Cristales pseudo hexagonales tabulares prismaticos del sistema monoclinico,

parecida a las micas. Producto de la alteración de los silicatos aluminicos y de metamorfismo (esquistos cloritosos).

Covelita.- Sulfuro CuS. Se presenta en masas laminares o compactas de color azul indigo iridiscente, raras veces en cristales hexagonales. Se les encuentra en filones hidrotermales asociados a minerales de cobre. Es mena de cobre.

Cuarzo.- Oxido silicico SiO_2 . Se presenta en cristales prismaticos tabulares del sistema hexagonal, a veces amorfo. Presenta fractura concoidal, brillo vitreo incoloro, de dureza 7 en la escala de Mohs.

Diseminación.- Presencia de granos minerales sin una significancia genetica definida. En la diseminación los minerales en la roca a manera de botones u ojos, a la que en conjunto se le llama "porfidos".

Escorodita.- Arseniato ferrico $\text{AsO}_4\text{Fe}_2\text{H}_2\text{O}$. Se forma en las zonas de oxidación de los minerales que contienen arsenico.

Esfalerita.- Sulfuro de zinc, ZnS. Cristales tetrahedricos, dodecahedricos y cubicos del sistema cubico. Exfoliación perfecta dodecahedrica, dureza 3.5, brillo submetalico, color amarillo castano a negro "blenda rubia". Es la mena mas importante de Zinc. Asociado a la galena, piritita, marcasita, calcopiritita, calcita y dolomita.

Ferromagneciano.- Minerales componentes de las rocas igneas en los cuales predominan los elementos de hierro y magnesio. Tiene generalmente colores oscuros y son densos.

Galena.- Mineral de plomo (PbS). Generalmente asociado a la plata. Es mena principal de plomo. Se le encuentra principalmente en vetas, esencialmente por rellenos de fracturas. También se le encuentra en rocas calcáreas como producto de reemplazamiento metasomático de calizas.

Galerías.- Corredores subterráneos en las grutas o cavernas cársticas. Las galerías son formadas por la disolución de las rocas calcáreas y son vías de comunicación hacia las cavernas.

El término galería es usado en minería y tiene el mismo significado, salvo en el primer caso es una forma de relieve subterráneo, mientras en el segundo caso, se ejecuta mediante un planeamiento previamente establecido y que conduce a la explotación de un yacimiento minero.

Goethita.- Es un óxido de hierro-hidratado, semejante a la limonita, presenta aspecto mamelomar. Johan n W. Von Goethe.

Goslarita.- Vitriolo de zinc. $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. Rammelsberg (mina), Goslar, Harz, Alemania.

Granates.- Grupo de silicatos, constituyentes accesorios de las rocas metamórficas y en ciertas rocas ígneas, en los esquistos micáceos, pegmatitas, metamorfismo de contacto, etc.

Clorita.- Silicato de magnesio, $(Si_4O_{10})Mg_3(OH)_2 \cdot Mg(OH)_6$, Cristales pseudo hexagonales tabulares prismáticos del sistema monoclinico, parecida a las micas. Producto de la alteración de los silicatos aluminicos y de metamorfismo (esquistos cloriticos).

Covelita.- Sulfuro CuS. Se presenta en masas laminares o compactas de color azul indigo iridiscente, raras veces en cristales hexagonales. Se les encuentra en filones hidrotermales asociados a minerales de cobre. Es mena de cobre.

Cuarzo.- Oxido silicico SiO_2 . Se presenta en cristales prismaticos tabulares del sistema hexagonal, a veces amorfo. Presenta fractura concoidal, brillo vitreo incoloro, de dureza 7 en la escala de Mohs.

Diseminación.- Presencia de granos minerales sin una significancia genetica definida. En la diseminacion los minerales en la roca a manera de botones u ojos, a la que en conjunto se le llama "porfidos".

Escorodita.- Arseniato ferrico $\text{AsO}_4\text{Fe}_2\text{H}_2\text{O}$. Se forma en las zonas de oxidacion de los minerales que contienen arsenico.

Esfalerita.- Sulfuro de zinc, ZnS. Cristales tetrahedricos, dodecahedricos y cubicos del sistema cubico. Exfoliacion perfecta dodecahedrica, dureza 3.5, brillo submetalico, color amarillo castano a negro "blenda rubia". Es la mena mas importante de Zinc. Asociado a la galena, pirita, marcasita, calcopirita, calcita y dolomita.

Ferromagneciano.- Minerales componentes de las rocas igneas en los cuales predominan los elementos de hierro y magnesio. Tiene generalmente colores oscuros y son densos.

Galena.- Mineral de plomo (PbS). Generalmente asociado a la plata. Es mena principal de plomo. Se le encuentra principalmente en vetas, esencialmente por rellenos de fracturas. Tambien se le encuentra en

rocas calcareas como producto de reemplazamiento metasomático de calizas.

Galerías.- Corredores subterráneos en las grutas o cavernas cársticas. Las galerías son formadas por la disolución de las rocas calcareas y son vías de comunicación hacia las cavernas.

El término galería es usado en minería y tiene el mismo significado, salvo en el primer caso es una forma de relieve subterráneo, mientras en el segundo caso, se ejecuta mediante un planeamiento previamente establecido y que conduce a la explotación de un yacimiento minero.

Goethita.- Es un óxido de hierro-hidratado, semejante a la limonita, presenta aspecto mamelomar. Johan n W. Von Goethe.

Goslarita.- Vitriolo de zinc. $\text{SO}_4\text{Zn}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Rammelsberg (mina), Goslar, Harz, Alemania.

Granates.- Grupo de silicatos, constituyentes accesorios de las rocas metamórficas y en ciertas rocas ígneas, en los esquistos micáceos, pegmatitas, metamorfismo de contacto, etc.

Hematita.- El oligisto, hematita o hematites es un mineral compuesto de óxido férrico, cuya fórmula es Fe_2O_3 y constituye una importante mena de hierro ya que en estado puro contiene un 70 % de este metal. A veces posee trazas de titanio (Ti), aluminio (Al), manganeso (Mn) y agua (H_2O). Es el polimorfo α de Fe_3O_4 , la magnetita.

Hidrotermal.- [depósito, roca] Que está formado por minerales cristalizados a partir de una solución acuosa y caliente de origen magmático.

Hornfels.- Hornfels es una palabra alemana, que significa "piedra con forma de cuerno", debido a su frecuente asociación con el "Glaciar del Matterhorn", en los Alpes. Designa un tipo de roca metamórfica de contacto, muy dura, capaz de resistir la acción glacial, que se produce al hornearse y endurecerse por el calor de las masas ígneas intrusivas.

Ignea.- Las rocas ígneas (del latín igneus "relacionado al fuego", de ignis "fuego") se forman cuando el magma (roca fundida) se enfría y se solidifica. Si el enfriamiento se produce lentamente bajo la superficie se forman rocas con cristales grandes denominadas rocas plutónicas o intrusivas, mientras que si el enfriamiento se produce rápidamente sobre la superficie, por ejemplo, tras una erupción volcánica, se forman rocas con cristales invisibles conocidas como rocas volcánicas o extrusivas.

Illita.- La illita es un mineral de la clase 9 silicatos, según la clasificación de Strunz, del grupo de las micas. Es una arcilla no expansiva, micácea. La illita es un filosilicato o silicato laminar.

Estructuralmente la illita es bastante similar a la moscovita o a la sericita con algo más de silicio, magnesio, hierro, y agua; y ligeramente menos aluminio tetrahédrico y potasio interlaminar.

La fórmula química es $(K,H_3O)(Al, Mg, Fe)_2(Si, Al)_4O_{10}[(OH)_2,(H_2O)]$ [1] pero hay además considerable sustitución iónica.

Intrusiva.- Las rocas plutónicas o rocas intrusivas son las que se forman a partir de un enfriamiento lento, a gran profundidad y en grandes masas del magma. De acuerdo a la Geología, son uno de los dos tipos en que se clasifican las rocas ígneas de acuerdo su origen.

IOCG.- Los IOCG son un “modelo metalogenético” de escala regional que engloba distintos tipos de alteración hidrotermal y estilos de mineralización (=VMS, pórfidos).

Jarosita.- La jarosita, piedra de alumbre o almagra es un mineral del grupo VI (Sulfatos), según la clasificación de Strunz. Es un sulfato de potasio y hierro hidratado básico, cuya fórmula química es $KFe_{3+}(SO_4)_2(OH)_6$. De color amarillo ocre, fácilmente se confunde con la limonita o con la goethita.

JORC.- El Código JORC establece los estándares mínimos, recomendaciones y normas para la información pública de resultados de exploraciones en Australia. Ha sido redactado por el Comité Conjunto de Reservas de Mena, constituido en 1971 y ha publicado varios informes haciendo recomendaciones sobre la clasificación e información pública de Reservas de Mena antes de la primera publicación del Código JORC en 1989.

Limonita.- Mineral óxido de hierro hidratado, amorfo, de color pardo amarillento y brillo vítreo o mate, que resulta de la alteración de otros

minerales del hierro; se emplea como pigmento y para la obtención de hierro.

Malaquita.- La malaquita es un mineral del grupo V (carbonatos) según la clasificación de Strunz, de fórmula química $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ (Dihidroxido de carbonato de cobre (II)). Posee un 57,0% de cobre. Su nombre viene del griego malaqh, que significa 'malva', en alusión a su color verde.

Marmatita.- La Marmatita es una variedad de la esfalerita. La Blenda o Esfalerita esta compuesta por sulfuro de Zinc. Por su aspecto se confunde con la galena. Es la principal mena de zinc. El sulfuro de zinc es incoloro, pero la blenda contiene siempre sulfuro ferroso, que la oscurece.

Patinas.- Capa de óxido de color verdoso que, por la acción de la humedad, se forma en los objetos de metal, y especialmente en los de bronce y cobre.

Permeable.- Que deja pasar agua u otro líquido a través de sus poros.

"terrenos permeables; el papel es un material permeable; se mostró incapaz de hacer permeable su enorme potencial comunicativo; el plano léxico es el más permeable a los cambios".

Pilares.- Elemento vertical de soporte, más alto que ancho, que sirve para aguantar una estructura arquitectónica: los pilares pueden ser poligonales o circulares y no siguen la proporción de un orden arquitectónico.

Piques.- El pique, en minería, es una perforación en forma vertical en la cual se puede descender en cabrias (ascensores) a profundidades de la tierra. Éstas, por lo general, en la pequeña minería suelen tener profundidades que van de 25 metros y en la gran minería tener profundidades de 1000 metros.

Pirita.- Mineral constituido por sulfuro de hierro, de brillo metálico y color amarillo, que constituye una de las principales menas del hierro y se emplea principalmente en la fabricación del ácido sulfúrico.

"la pirita se encuentra a menudo asociada al níquel, el cobre, la plata o el oro"

Pirolusita.- La pirolusita es un mineral del grupo de los óxidos. Químicamente es dióxido de manganeso, que puede presentar una gran cantidad de hábitos cristalinos, aunque en general se presenta en forma de agregados cristalinos fibrosos.

Pirrotita.- La pirrotina o pirrotita es un mineral del grupo II (sulfuros), según la clasificación de Strunz, poco frecuente cuya composición es sulfuro de hierro (II) no estequiométrico con un contenido variable de hierro: $\text{Fe}(1-x)\text{S}$ ($x = 0 - 0,2$). Se encuentra junto a la pentlandita en rocas ígneas básicas, en filones y en rocas metamórficas. También se encuentra a menudo junto a la pirita, marcasita y magnetita, o presente en los meteoritos llegados a la Tierra.

Pozos.- En minería, los pozos se utilizan como labores de acceso desde la superficie en las minas subterráneas situadas por debajo del nivel del fondo del valle.

Los pozos pueden ser verticales o inclinados. En este último caso se conocen también como pozos planos, planos inclinados, o simplemente, planos.

Por metonimia se denominan pozos a las minas subterráneas cuyo acceso se realiza mediante los mismos.

Puruña.- Se utiliza un recipiente cóncavo de poca profundidad, similar a un plato hondo de unos 25 a 35 centímetros de diámetro. Antiguamente estos recipientes o bateas eran de metal, pero actualmente se usan también de plástico, ya que con un detector de metales puede saberse de antemano si el material contendrá oro o no.

El procedimiento consiste en llenar el recipiente con la arena y gravilla que contiene oro, sumergirlo en agua y agitarlo. Como el oro es más denso que la arena o la roca se asienta en el fondo.

Subniveles.- Nivel u horizonte de trabajo situado entre los niveles de trabajo principales. Nivel intermedio elaborado a una corta distancia por encima o debajo de un nivel principal, con el objeto de facilitar la extracción de una cámara de explotación.

Tenorita.- La Tenorita es un mineral de la clase de los minerales óxidos. Fue descubierta en 1841 en el monte Vesubio en la provincia de Nápoles, región de la Campania (Italia), siendo nombrada así en honor

de Michele Tenore, botánico italiano. Sinónimos poco usados son: cobre negro o melanoconita.

Trincheras.- Zanja excavada en la tierra dentro de la cual se extrae muestras de mineral.

Turmalina.- La turmalina es un mineral de la clase VIII (silicatos), según la clasificación de Strunz, grupo de los ciclosilicatos. Tiene una formulación química muy compleja:
 $(\text{Na,Ca})(\text{Al,Fe,Li})(\text{Al,Mg,Mn})_6(\text{BO}_3)_3(\text{Si}_6\text{O}_{18})\cdot(\text{OH,F})_4$.

Vuggy.- Caracterizada por la destrucción total de feldespatos en condiciones de una hidrólisis muy fuerte, dando lugar a la formación de caolinita y/o alunita. Gran parte de los minerales de las rocas transformados a dickita, caolinita, pirofilita, diásporo, alunita y cuarzo. También se puede encontrar jarosita, pirita y/o zunyita.

2.4.- SISTEMA DE HIPOTESIS

2.4.1.- HIPOTESIS GENERAL

El uso de la guía estándar del código **JORC** Australiano, permitirá la estimación de recursos minerales en la Empresa Inversiones Mineras Santa Fe.

2.4.2.- HIPOTESIS ESPECÍFICAS

- La evaluación y cuantificación de recursos minerales en las vetas colorada, hierro y carolina determinaran la explotabilidad y vida de la Empresa Inversiones Mineras Santa Fe.
- Las características geológicas, tipo de depósitos y composición de las vetas controlan la clasificación de bloques como reserva de mena o recursos minerales.

2.5.- IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

Se identificaron las siguientes variables:

2.5.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Guía estándar del código **JORC** Australiano.

2.5.2 VARIABLES DEPENDIENTES:

Estimación de recursos y evaluación de reservas minerales en la Empresa Inversiones Mineras Santa Fe.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1.- TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación que se realizara en la **Empresa Inversiones Mineras Santa Fe**, es de carácter descriptivo y analítico.

3.2.- DISEÑO DE INVESTIGACION

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

- Objetivo general
- Hipótesis general
- Conclusiones generales

3.3.- POBLACION Y MUESTRA

3.3.1.- POBLACION

las muestras se tomaron en los afloramientos en superficie y en las vetas Colorada, Raquel, El Hierro, Carmen.

3.3.2.- MUESTRA

Se ha logrando obtener 1319 muestras geoquímicas, 08 Pruebas Metalúrgicas y 6 muestras para gravedad específica.

3.4.- METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

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

3.4.1.- PLANEAMIENTO PREVIO DEL AREA DE TRABAJO

Consiste en recopilar y analizar los datos tomados en el campo. Este trabajo incluirá planos, secciones longitudinales, transversales, también tablas en Excel, las cuales permitirán la delimitación y cuantificación mineral del yacimiento.

3.4.2.- TRABAJO DE CAMPO

Se realizó muestreo sistemático así como también cartografiado, en las diversas labores de la Mina como galerías, chimeneas, sub-niveles, piques y afloramientos de veta en superficie.

3.4.3.- EQUIPO

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

3.4.4.- FACE DE GABINETE

Todos los datos recopilados en el campo serán alimentados en un ordenador para la elaboración de planos, secciones longitudinales, transversales y también tablas en Excel cuyas formulas procesaran los datos medibles.

3.5.- TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

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

3.6.- TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de datos se realizó desde un ordenador con software adecuados, también haremos uso de métodos tradicionales para obtener planos y secciones geológicas.

CAPITULO IV

RESULTADOS

GENERALIDADES

El depósito aurífero de la Mina Santa Fe está localizado en el Departamento de Ancash, específicamente al Noreste de la Ciudad de Casma, sobre la costa Peruana (Fig. 1). A setiembre del 2015 cuenta con una Reservas de 75,325TM con 0.27OzAu y 1.65 OzAg y la producción durante el año se ha venido incrementado desde 289 a 1184 t/mes. Desde Enero a Julio del 2015 se ha tenido una producción de 6,500 con 0.34 OnzAu.

La mina Santa Fe tiene por objeto el aprovechamiento de minerales Oro - Plata por un minado subterráneo, para lo cual cuenta con un principal proyecto de exploración con galería y otros adicionales que

nos permitirá verificar e incrementar reservas y el dimensionamiento adecuado de la explotación.

Este depósito fue poco estudiado, inicialmente el geólogo J. Blanco (2003) y C. Granda (2004) lo consideraban como “estructuras de relleno” y luego C.Vera (2004) interpretó que estaría relacionado al Cinturón Metalogenético de Au Mesothermal (Orogénico) del Batolito de la Costa. Recientemente el consultor P. Hernández considera un depósito vetiforme relacionado probablemente de depósitos porfíricos de cobre. Son vetas cuarzo-oro-plata (Cobre) de ambiente mesothermal asociada a un sistema de fallamiento NE y alojada en el volcánico Casma en contacto con el intrusivo, presenta evidencias aisladas de cuerpos de magnetita, pirrotita con plomo-zinc (oro) y vetas echadas de cuarzo oro formadas a un ambiente VMHS.

Las vetas en producción se denominan: Colorada, Raquel, Luciana y El Hierro. Y las vetas en potenciales en exploración son: Veta Carmen, Luciana, Veta Turmalina, Coloradito y Raquel 2.

4.1.- UBICACION Y ACCESO.

La mina está localizado en la Costa Norte del Perú, en el departamento de Ancash, geográficamente las Concesiones se ubican a 22.3 Km en línea recta al NE de la ciudad de Casma a una altitud que va desde los 800 hasta los 1380 m.s.n.m. al Oeste de la Cordillera Occidental. De acuerdo al Instituto Geográfico Militar IGN,

la zona está localizada en la Hoja de Casma 19-g-II referidas al sistema universal U.T.M. zona 17 L (Prov S Am '56). Las coordenadas de la bocamina principal Cx Esperanza son como sigue:

Coordenada Norte: 8'968,302

Coordenada Este: 811,385.

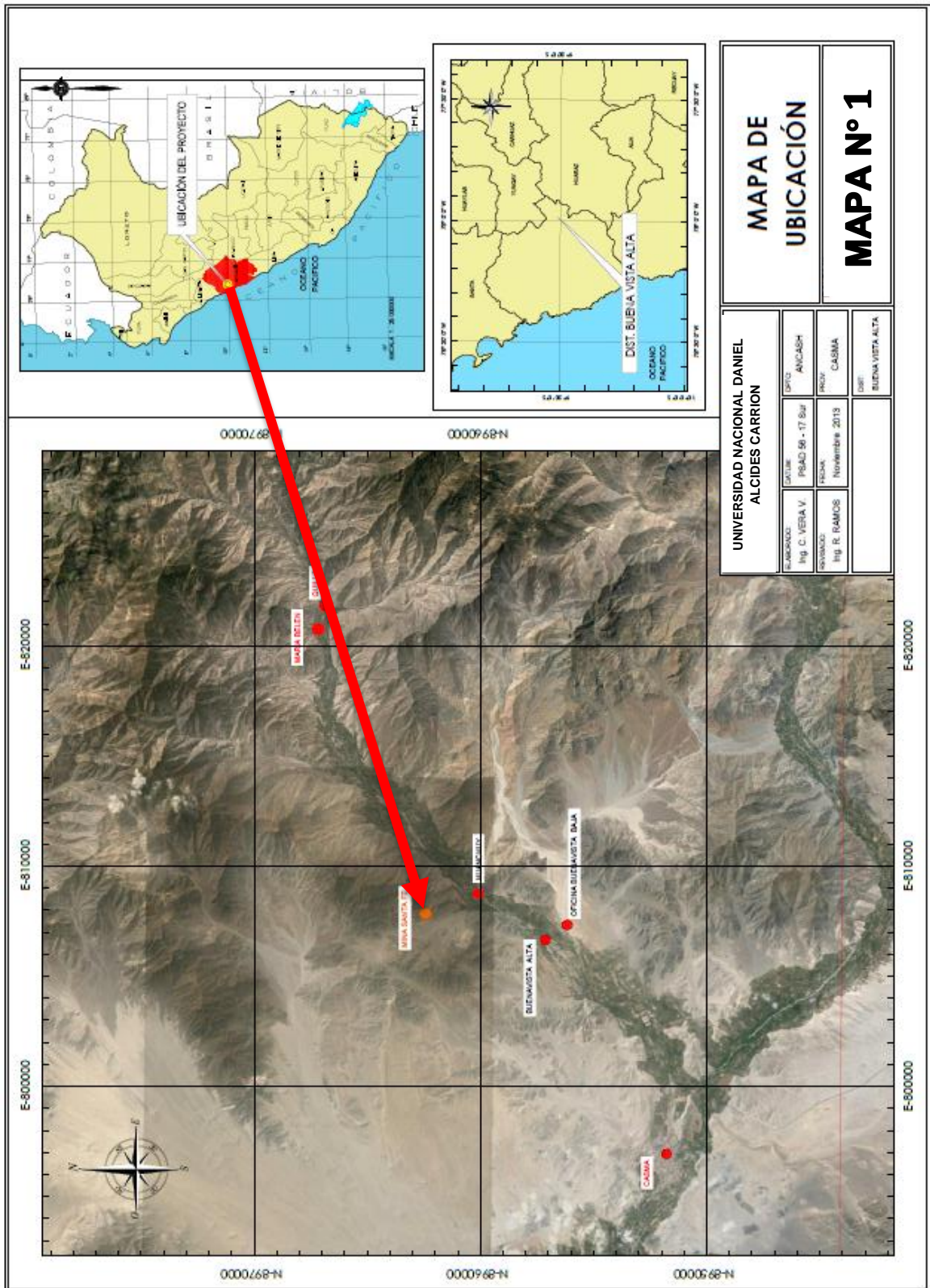
Cota : 943 msnm.

Políticamente las concesiones están dentro de los límites de la comunidad Quillo y Huanchuy, el caserío más cercano es Huanchuy, Distrito de Buenavista Alta, Provincia de Casma, Región Ancash (Mapa N°1: Ubicación)

El acceso al proyecto se realiza a través de la Panamericana Norte desde la ciudad de Lima hasta el Puente Carrizal a (3.0 Km. antes de llegar a la ciudad de Casma), girando luego con dirección Este en carretera asfaltada que conduce al Distrito de Buena Vista Alta, luego se continúa en una carretera afirmada al Caserío de Huanchuy más un trecho de 0.7 Km. hasta un desvío a la izquierda, pasando por la garita de control, se inicia el ascenso al proyecto en una trocha carrozable de 4.0 Km. de longitud, en un total de 6.05 horas con camioneta 4 x 4. El resumen se detalla en el siguiente cuadro:

| TRAMO | Km | Tiempo aproximado | Vía | OBSERVACIONES |
|----------------------------|------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Lima – Casma | 378 | 5.00 | Asfaltada | Panamericana Norte |
| Casma - Buenavista Alta | 8.0 | 0.13 | Asfaltada | Valle de Sechín |
| Buenavista Alta - Huanchuy | 12.0 | 0.30 | Afirmada | Valle de Sechín |
| Huanchuy - Mina Santa Fe | 4.0 | 0.22 | Trocha Carrozable | Valle de Sechín |
| Total | 422 | 6.05 | | |

Tabla I: Accesibilidad a la Mina y Prospecto Santa Fe(Fuente: C. Vera).



Mapa N° 1: Plano de Ubicación Mina Santa Fe.

4.2.- HISTORIA

- Los trabajos de minería se remonta aproximadamente al año 2005, El Sr: C. Rossi (30 años) narra, que la carretera hacia la mina existía solo hasta la plataforma(actual garita), luego se realizó una trocha carrozable hasta la zona de Magnetita por el antiguo dueño Don Jhemy. Bolognini quien extraía este mineral de Hierro con fines de vender a Sider Perú. Hasta esa fecha, aún no se había descubierto las vetas de oro, en la zona la población se dedicaba exclusivamente a la agricultura y ganadería.
- A mediados del 2010, personal informal denominados “Nazqueños” que cateaban por el alrededor de la zona de Magnetita, extrajeron algunas muestras oxidadas en el corte de carretera cerca a la Veta El Hierro, grande fue su sorpresa cuando al puruñar marcaba oro. Luego este grupo, extraía en forma continua con palas y picos a flor de tierra los óxidos de hierro y los llevaba en camioneta en forma continua fuera de Huanchuy. Durante un tiempo la población sintió curiosidad al respecto en la que decomisó sus mercaderías y se dieron con la sorpresa que se extraían mineral con Oro y las llevaban a Nazca; dicha noticia se esparció como reguero de pólvora a nivel nacional “REVENTAZON EN HUANCHUY”.

- Después del Reventazón, continuo llegando los informales que vinieron desde Nazca, Ica, Huachon, Huaraz, etc. peinaron la zona cerca de 2,500 personas que subió al cerro y comenzó a extraer los óxidos de superficie en la veta El Hierro, e incluso sacaron las rocas que estaban empedradas en la trocha que conducía a la veta de Magnetita y luego descubriendo la **“Veta Colorada”** que estaba aflorando detrás del cerro denominado C° Colorado o zona Cero.
- Luego del desorden, cada informal hacia prevalecer la ley de “El más vivo”, se parcelaron la veta por tramos, comenzaron a trabajar sin ningún permiso y extrajeron el mineral a diestra y siniestra, la zona se convirtió como un pequeño “Mercado Persa” en la que todos se hacían su negocio desde un cargador burrero(promedio 50 burros), restaurantes, aguateros, transportistas(trece camiones), vendedor de insumos para perforación y voladura hasta el mejor comprador de oro informal. Posteriormente la población de Huanchuy tuvo que venir a arreglar ese lio que había en sus terrenos.
- En Julio del 2010 La empresa Minera Santa Fe se instala en su propiedad con fines de ordenar esta invasión y demarcar su propiedad ya que antes de esta fecha había comprado las acciones de la concesión Don Alfonso #1 del Sr Jhemy Bolognini.

- A finales del 2010, la empresa Minera Santa Fe, asigna como intendente Ing. R. Ramos, en el afán que los informales se legalicen, tuvo que cobrarse las regalías del 10% de la extracción de mineral, llegando a recolectar durante el periodo de un año y medio cerca de 400 t/mes con leyes sobre 1 Onz/Au.
- Los informales llegaron a extraer entre 4 a 5 tráileres/día los primeros 6 meses y el año medio siguiente mínimo 7 tráileres/día equivalente a 320 sacos con mineral. Se estima una explotación cerca de **80,000 TM con ley promedio 1.0 a 2 OnzAu** durante ese periodo.
- El Ing. H. Cárdenas recuerda que en un año se liquidó: 1´470,000 \$ solo de regalías del 10% lo que equivale a la extracción y venta estimada en ± 15´000,000 \$ americanos que habrían generado por la venta de mineral los informales.
- Los tramos de veta con mejores clavos de mineralización fueron: Desde la zona Cero, labor siete, Labor 21 leche, Huaynacaque hasta la Bocamina del nivel 1,000. Y en la zona Hierro, Labor Papi, Veta Hierro que explotaron mayormente la zona de enriquecimiento en óxidos y posteriormente realizaron cortadas hacia la veta Colorada desde el SW hacia el nivel inferior de la zona de sulfuros.
- En el año 2014, el Ing. C.Vera, realizó una exploración geológica superficial en busca de nuevas estructuras mineralizadas y se han cartografiado 400 Has. correspondientes a las concesiones Don Alfonso #1, Don Alfonso Dosje y Fiorella y Luciana 2010, en cotas

que varían de los 750 a 1400 m.s.n.m., identificándose 5 estructuras mineralizadas principales y 4 secundarias. Se ha logrado estimar 345,000 t. de mineral potencial con contenido de Au-Au albergado en las estructuras mineralizadas reconocidas.

- En Noviembre del 2014, se ha realizado una primera estimación de Recursos y Reservas en la que se logra estimar: **7,082 TM con 0.28 OzAu y 2.32 OnzAg**. En las vetas Colorada y Raquel.
- Actualmente, la empresa minera Santa Fe S.A.C. es propietaria de las concesiones Fiorela y Luciana 2010, Alfonso Dosje y Don Alfonso N° 1, esta última en actual operación formal desde el año 2009 empleando métodos de minado subterráneo y logrando a la fecha una producción sostenida de mineral con contenidos de oro y plata.

4.3.- PROPIEDAD MINERA.

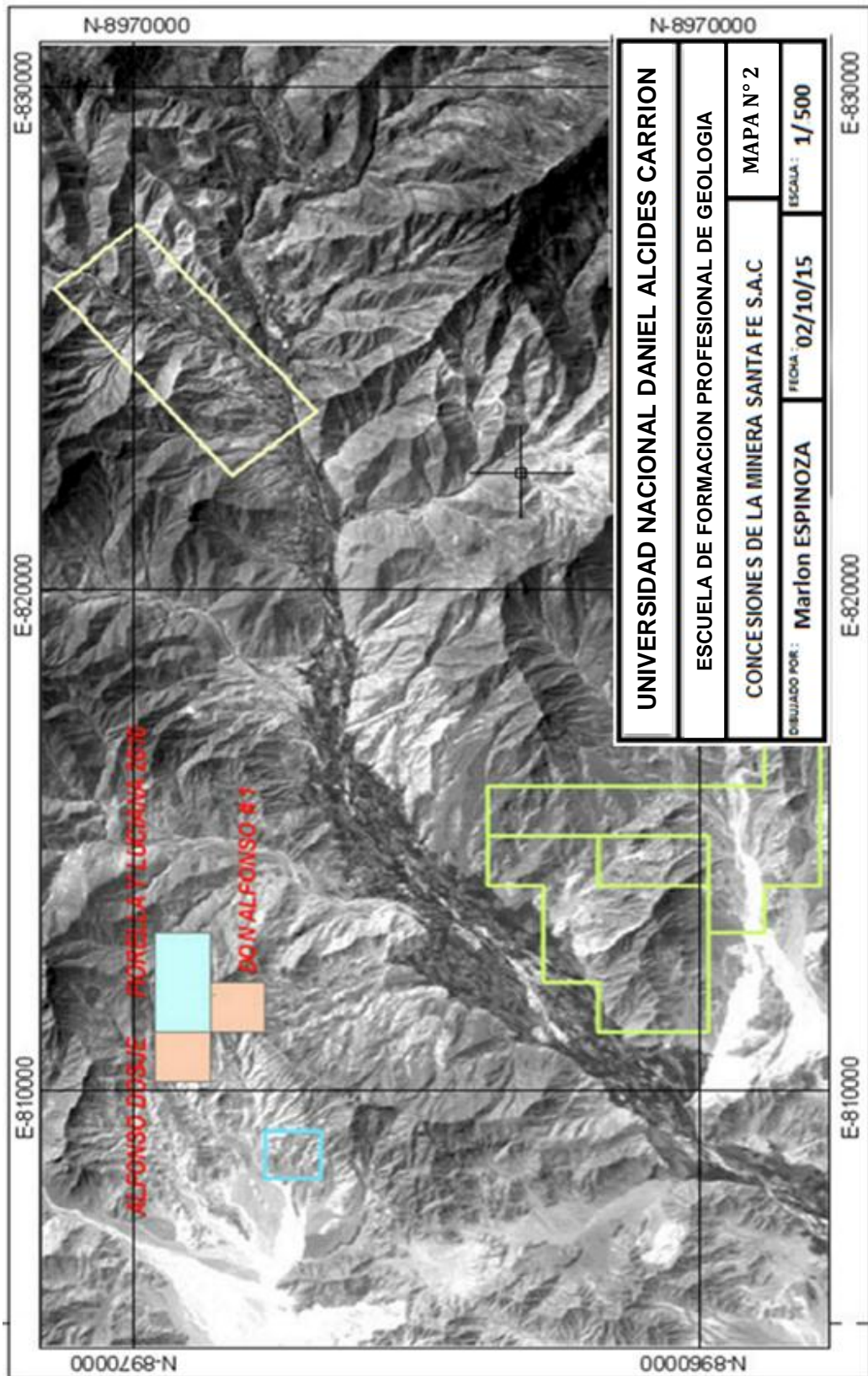
La Empresa Inversiones Minera Santa Fe S.A.C. es titular de la concesión minera “Don Alfonso # 1” de 100 Has. titulada y actualmente vigente.

Actualmente las propiedades mineras objeto del presente estudio, están conformadas por 3 concesiones mineras contiguas, haciendo un total de 400 hectáreas, ubicadas en el distrito Buenavista Alta, provincia de Casma, Región Ancash, en la Costa Norte del Perú

(Tabla N° 2 y Mapa N° 2). A continuación sus principales características:

| Región Provincia | Distrito | Concesión | Código | Zona | Carta | N° Has. |
|-----------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------------|
| Ancash | Buena | Don Alfonso # 1 | 10184705 | 17-L | 19-g-II | 100 |
| Casma | Vista Alta | Don Alfonso Dosje | 10132306 | 17-L | 19-g-II | 100 |
| | | Fiorella y Luciana 2010 | 10000910 | 17-L | 19-g-II | 200 |

Tabla II: Ubicación Política y Geográfica: Concesiones Mineras.



Mapa N° 2.- Plano de Concesiones.

4.4.- FISIOGRAFIA Y CLIMA.

En general corresponde a una faja costanera de topografía ondulada, de altitudes que oscilan entre los 700 y 1300 metros de altura, con un relieve de moderado a fuerte pendiente con perfiles abruptos en el lugar de la Mina. Así mismo, se pueden observar hacia el Poblado de Huanchuy rasgos geomorfológicos como: Valles, quebradas y estribaciones de la Cordillera Occidental producto de la erosión y los procesos de geodinámicos que han modelado el rasgo morfo estructural de la zona (Mapa N°. 1).

Es un clima desértico templado y húmedo, siendo cálido en el día y frío por las noches. La temperatura media fluctúa entre los 19°C y 27°C. Así también presenta escasas precipitaciones en la época de verano de Enero a Marzo normalmente.

La vegetación en el área de mina es escasa pero, a lo largo del río Sechín se asienta el valle del mismo nombre con agricultura sobre la cobertura aluvial donde se siembran productos de pan llevar (maíz, manzanas, paltas, mangos entre otros). Las aguas drenan a la cuenca del Océano Pacífico y se desplazan perpendicularmente a la faja costanera.

4.5.- GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

4.5.1.- GEOLOGIA REGIONAL

La mina Santa Fe, está localizado a 378 km al Norte de Lima, en la costa Peruana, se encuentra al NW del poblado Huachuy al pie del C° “Las Tetas” denominado Cerro Colorado. Geológicamente dentro la franja metalogénica VIII del Grupo Casma que alberga depósitos tipo IOCG de Cobre-oro.

El área de estudio forman parte de la cuenca denominada “Cuenca de Huarmey”, ubicada en el eugeosinclinal de occidental de la cuenca occidental del Perú y que gradúa al este al miogeosinclinal (Cobbing E.J., 1978).

El eugeosinclinal corresponde a una cuenca rellena con material esencialmente volcánica que hacia el este dio lugar a una facie de transición con litofacies mayormente sedimentarias. Se distinguen rocas cretácicas y cenozoicas que forman los Grupos Goyllarisquizga, Casma y Calipuy.

Actualmente producto del proceso erosivo los afloramientos sedimentarios se encuentran formando una franja en orientación NW en afloramientos discontinuos sobre el Batolito de la Costa, las rocas del batolito afloran en gran parte y han metamorfizado estas secuencias.

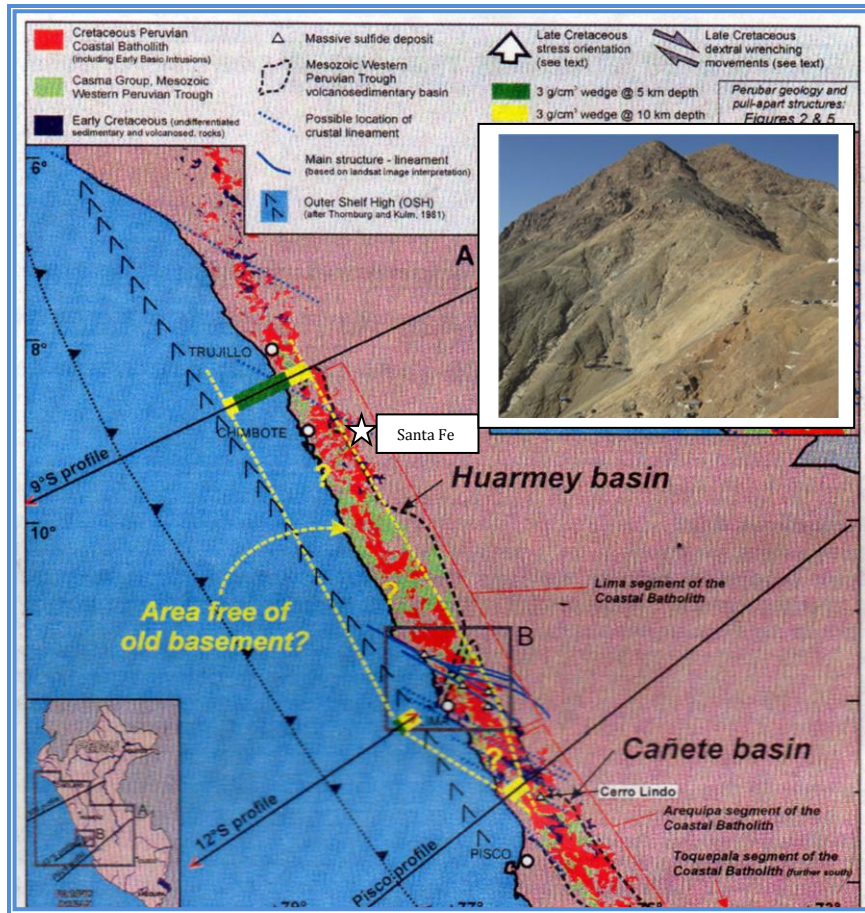


Fig.1: Ubicación de cuencas de Huarney y Cañete.

El Grupo Casma (Fm Junco) está bien marcada en la zona y muestra afloramientos más amplios compuesta por una secuencia volcano sedimentaria muy alterada. Algunas manifestaciones del volcánico Calipuy se depositan en geofomas positivas como el C° Pan de azúcar cuyo predominio litológico será más al este del área de estudio.

El Batolito de la Costa, corresponden a la Súper Unidad de Santa Rosa, el orden de intrusión muestran una disposición espacial en donde las rocas más jóvenes se encuentran hacia el Este. Se encuentran elongadas de Norte a Sur, paralela a los Andes del Perú. Su composición grada de tonalitas, granodioritas y granitos.

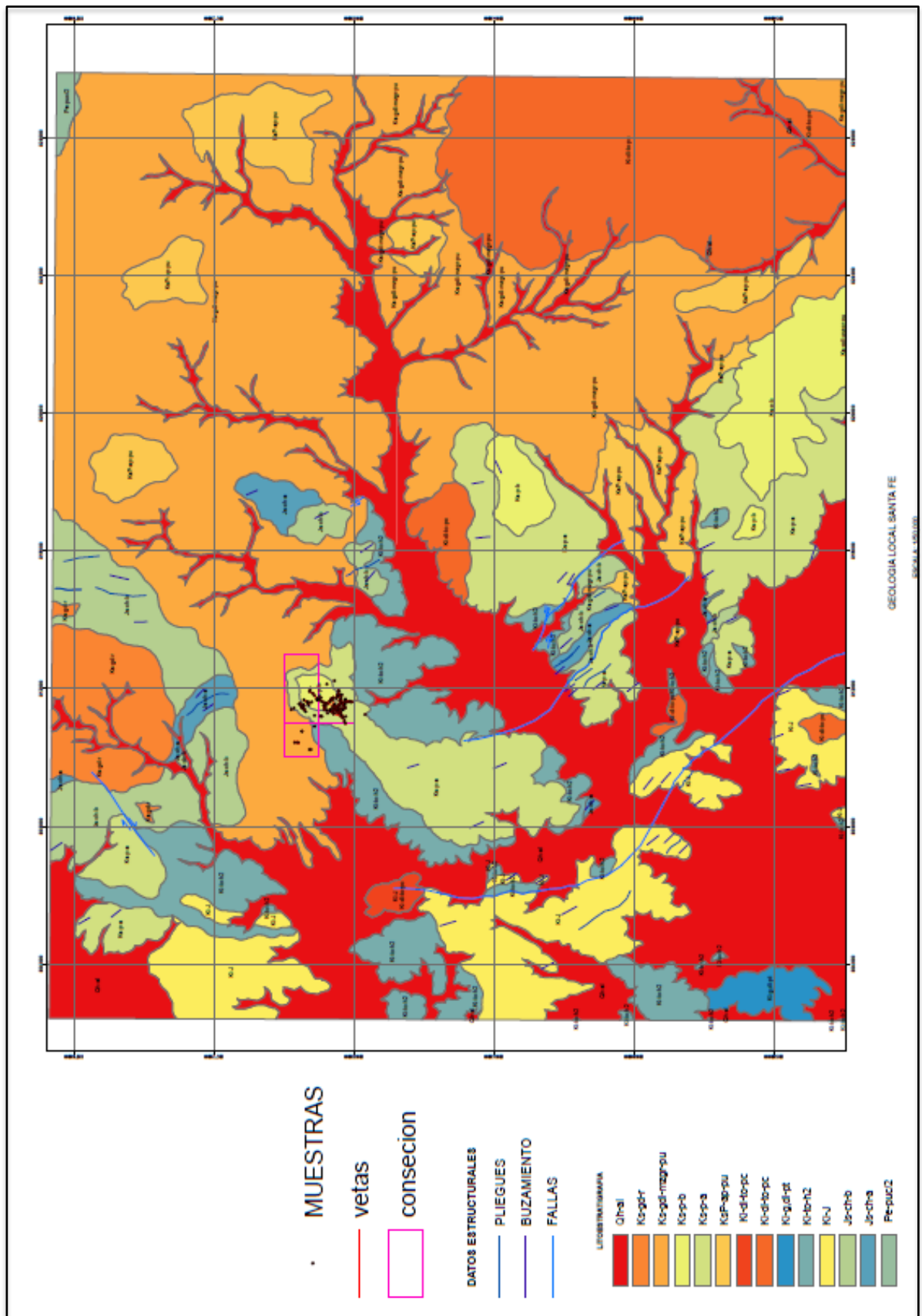
Se han reconocido un enjambre de diques en la zona costera al NO y SE de Casma. Estos enjambres están caracterizados por numerosos sistemas de estructuras secundarias de naturaleza ígnea y volcánica que cortan a las secuencias volcánicas del Grupo Casma (Sánchez, 1995) y a los intrusivos del Batolito de la Costa. Son de composición básica a intermedia y fueron reconocidos por Bussell (1975).

No se tiene una datación absoluta, pero se puede inferir una edad relativa por las relaciones de campo, pues cortan al Batolito de la Costa, el cual tiene una edad entre 84 a 95 M.a. (Bussell, 1975), por lo que se les asigna tentativamente al Cretácico superior.

Durante el cretácico inferior al cretácico superior, el segmento de la costa ha sufrido una subducción oblicua con una actividad magmática importante y la formación de dos cuencas volcano

sedimentarias: **Cuenca de Huarmey** al Norte y **Cuenca de Cañete** al Sur (Ver Fig.1).

Estas cuencas volcano sedimentaria, durante la sudcidencia tectónica extensional ha formado un Arco Volcanico (pull-apart) que está delimitado por la intrusión del Batolito de la Costa, Y albergando muchos depósitos tipo IOCG y VHMS: Tales como: Raúl Condestable, Aurora Augusta, Cerro Lindo, Antioquia, Palma en la Cuenca Cañete y María Teresa, Santa Fe, Ximenitas en la cuenca Huarmey.



Mapa N°3: Plano Geológico Regional – hoja de Casma.

4.5.2.- GEOLOGIA LOCAL

El deposito Aurífero Santa Fe, está localizado en la parte norte de la cuenca de Huarmey alojado en secuencias de rocas volcano sedimentarias del grupo Casma.

Rocas Volcánicas

4.5.2.1.- El Grupo Casma

La Fm Junco (Ki-jt/Ki-je) es parte del Grupo Casma y se caracteriza por una serie volcano sedimentaria del Albiano(Cretácico Inferior). Afloran al Este de la Veta Colorada y litológicamente comprende una serie de intercalaciones de piso a techo de rocas máficos a félsicas de edad cretácica inferior y consta de lavas félsicas (exalitas, hialoclastitas) con lentes de lavas gris verdosas “almohadilladas” intercalados de tobas con estratos de lutitas pizarrosas y calizas muy silicificados.

Se han identificado sills y diques de andesita que intruyen al grupo Cama, algunos con indicios de mineralización aurífera que al parecer encausa a la mineralización en las inflexiones de su recorrido formando concentraciones con óxido de hierro, sílice y pirita aurífera.

La columna estratigráfica de la Fm Junco muestra **cuatro secuencias litológicas importantes**, el cual aflora en superficie y también es cortada por los cruceros Esperanza y Carolina (Fig. 2), la que se describe de piso a techo:

- a. Secuencia basal
- b. Unidad prospectiva.
- c. Roca Techo
- d. Unidad Superior.

a.- Secuencia Basal(30-45m).

Consta mayormente por secuencias volcánicas brechadas de lavas félsicas (exalitas, hialoclastitas y riolitas). Y al piso se encuentra en contacto el intrusivo granodiorita con evidencias de metaformismo de contacto, presenta colores gris claros a verdosos, con fracturas concoideas, texturas de flujo que corresponden al emplazamiento de un Domo ácido; generalmente se muestra masiva y en sus partes apicales sobre el nivel 840 se torna aún más brechada; concentrando tramos con granates, hornfels, calcosilicatos, flujos de epidota, pirita diseminada, pirrotita y magnetita.

Esta secuencia está cortada por la veta Colorada de buzamiento sub vertical, por la que ha fluido la alteración hidrotermal, siendo el canal de mineralización similar a

estructuras tipo **Cizalla** responsable para albergar la mineralización Aurífera.

b.- Unidad prospectiva (40-60m).

Consta de rocas volcánicas submarinas y lavas de andesita de grano fino textura “mudstones”, color negro, intercalado con secuencias de tobas y tufitas finas en tramos es craquelada a brechada con finas venillas de calcita.

Contiene una fina disseminación de pirita y en algunos casos concentra **sulfuros masivos** de pirrotita, pirita, esfalerita, galena, calcopirita y trazas de arsenopirita que se depositan en forma de cuerpos estratiformes o lenticulares y se adelgazan en sus bordes siguiendo el estrato favorable. La decantación de esta mineralización sugiere una precipitación producto de la alteración o leaching de las emanaciones de las lavas volcánicas y exhalación de los flujos de salida o Smoker .En la que observa texturas laminación y flujos de intercrecimiento.

c.- Roca Techo (80 – 100m).

Son secuencias volcánicas más homogéneas, intercaladas de lavas andesíticas de colores verdosos, remanentes de exalitas y lavas de andesitas de grano medio de color verde oscuro. Esta secuencia al este se encuentra en contacto con andesita piritizada.

d.- Unidad Superior.

Predominan mayormente lavas de andesita a microdiorita, de grano medio “textura porfiritica”, cristales de plagioclasa subhedrales dentro de una matriz verdosa con minerales ferromagnesianos cloritizados, es notorio observar estructuras tipo almohadillado, lajas, flujos de vetillas de cuarzo con pirita y algunos rock pendal o xenolitos de estratos de exalitas que se empotran en la masa rocosa, notorios por su coloración marrón debido a la oxidación y recristalización.

Algunas estructuras almohadillado se deshacen en forma de bolones muy compactos con una matriz muy silíceea y fina diseminación de sulfuros de pirita, arsenopirita, pirrotita y puntos de esfalerita en la matriz. En algunas zonas se desarrollan stocwork (s) de venas de cuarzo hialino con fina concentración de pirita fina y a veces formando pequeños venilleos de color marrón con cuarzo poroso e impregnación de hematita lo que sugiere una segregación del fluido hidrotermal o feeders de mineralización. La veta El Hierro se encuentra alojada en este tipo de roca a manera de una estructura mantiforme con buzamiento de 35° SE.

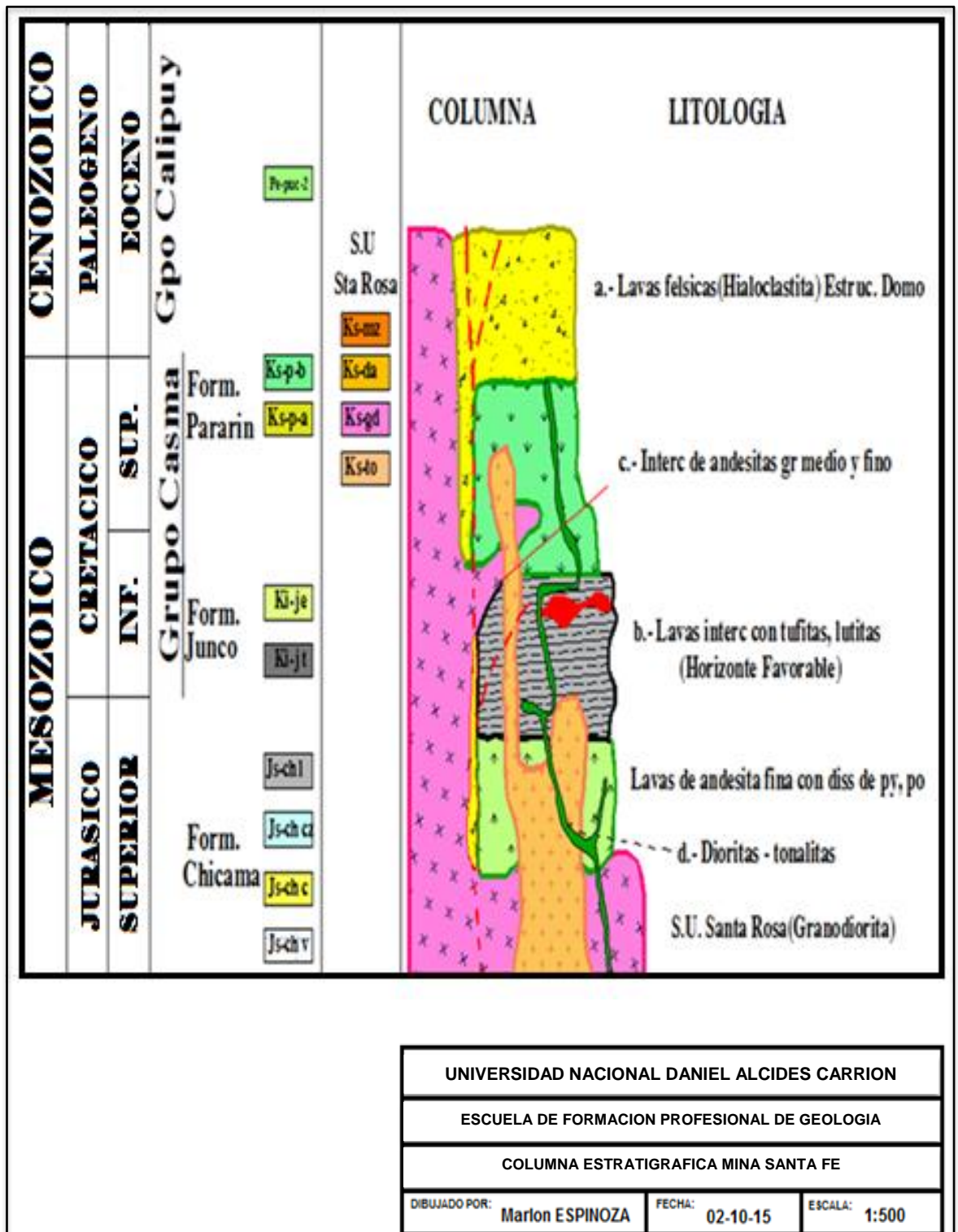


Fig. 2: Columna Estratigráfica Mina Santa Fe.

Rocas intrusivas

Las rocas intrusivas afloran al Oeste de la mina Santa Fe, pertenecen al Batolito de la Costa (Segmento Lima) que pertenecen a la supe unidad Santa Rosa y está conformada generalmente por granodioritas; dioritas y al lado Este afloran tonalitas, dioritas cuarcíferas y monzonitas.

La masa intrusiva del área, está conformada mayormente (90%) de rocas Intrusivas de composición granodiorítica en contacto con volcánicos gris oscuros del Casma; la que se describen a continuación:

4.5.2.2.- Granodiorita.

Es una roca gris clara, compacta, de grano medio, textura holocristalina, compuesto mayormente por plagioclasas (60%), ortosa (15%), cuarzo (20) y los minerales accesorios los conforman fenocristales de biotita (3mm), horblenda alargadas y algunas patinas de clorita.

En superficie la roca es mayormente fresca “Estéril” con escasos rasgos de alteración hidrotermal, solo presenta algunas venas de epidota, clorita y pirita, La alteración supérgena y la meteorización han degradado la superficie en formas lomeadas y la consiguiente formación de material

arenoso tipo eluvial y coluvial, este material suelto se depositan en las quebradas.

En el corte de la carretera y los caminos hacia la zona Cero, se puede observar que la roca es muy compacta sin mucho fracturamiento.

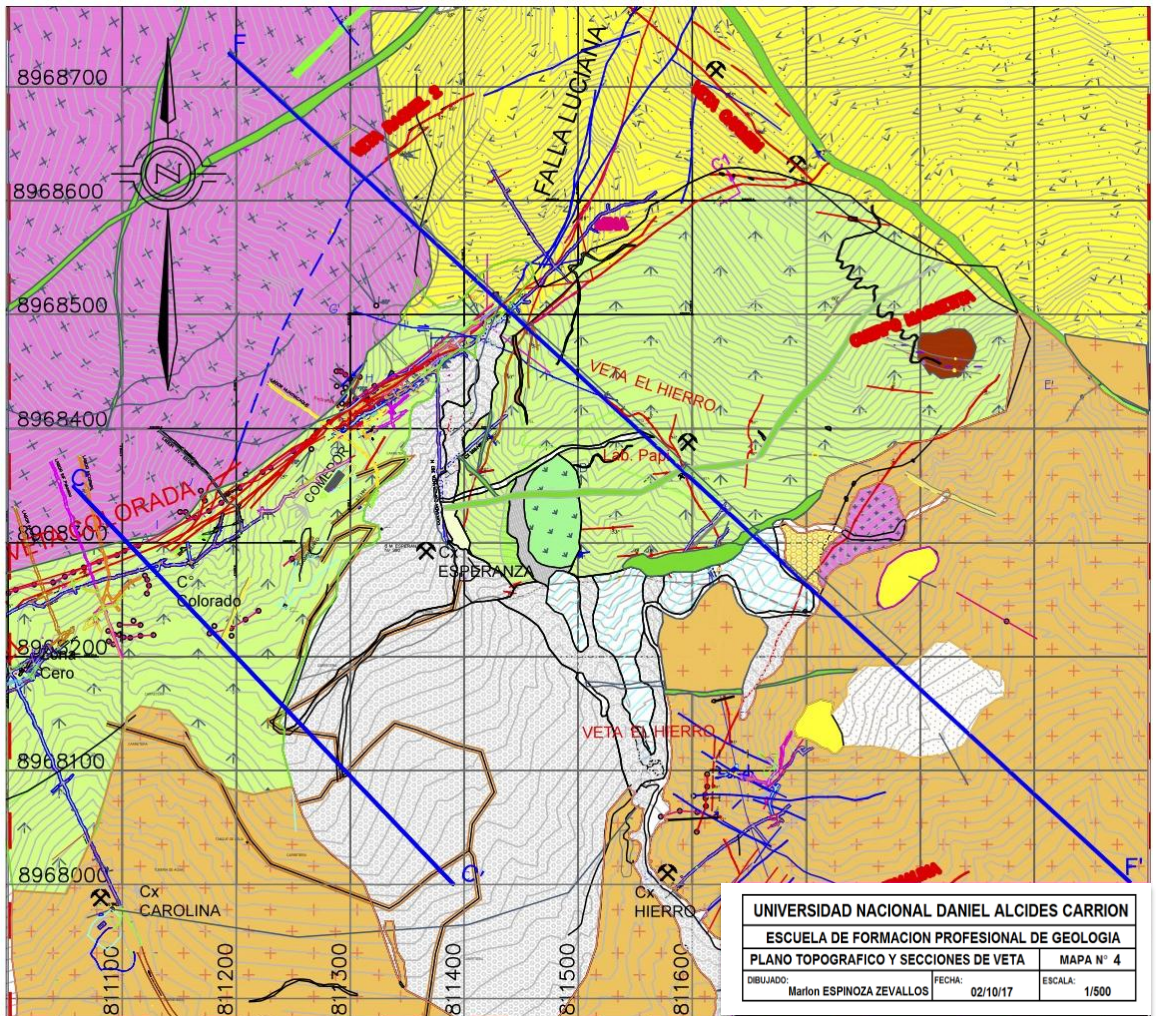
En Interior mina, el Cx 494 E, las labores informales Huaynacaque, Labor 21- Leche y otros han cortado el intrusivo y evidenciado aún mejor sus características petrológicas.

4.5.2.3.- Enjambre de diques

Se ha reconocido una serie de diques en la zona, afloran tanto en el flanco Oeste del Cerro Las Tetas como en la zona Hierro y cerca al Cx Carolina y se emplazan mayormente en direcciones NW-SE y NE-SW. Estos diques están caracterizados por diversas estructuras secundarias de naturaleza ígnea que cortan al grupo Casma y a los intrusivos del batolito de la costa, cuya edad se infiere al Cretácico Superior y estarían asociados a los focos de la actividad ígnea que funcionaron después del relleno de la cuenca y las unidades ígneas del cretácico superior

En la primera zona ubicada al sur de Las Tetas (Plano 05) se observan diques de color gris oscuro, cuyo espesor varía hasta dos metros, tienen una orientación principal NO-SE.

Estas estructuras o zonas de debilidad están siendo rellenadas por diques de andesita a andesita basáltica y cortan a las secuencias volcánicas del Grupo Casma (Sánchez, 1995) y a los intrusivos del Batolito de la Costa. No se tiene una datación absoluta, pero por las relaciones de campo se puede inferir una edad relativa entre 84 a 95 M.a. (Bussell, 1975), por lo que se les asigna tentativamente al Cretácico superior.

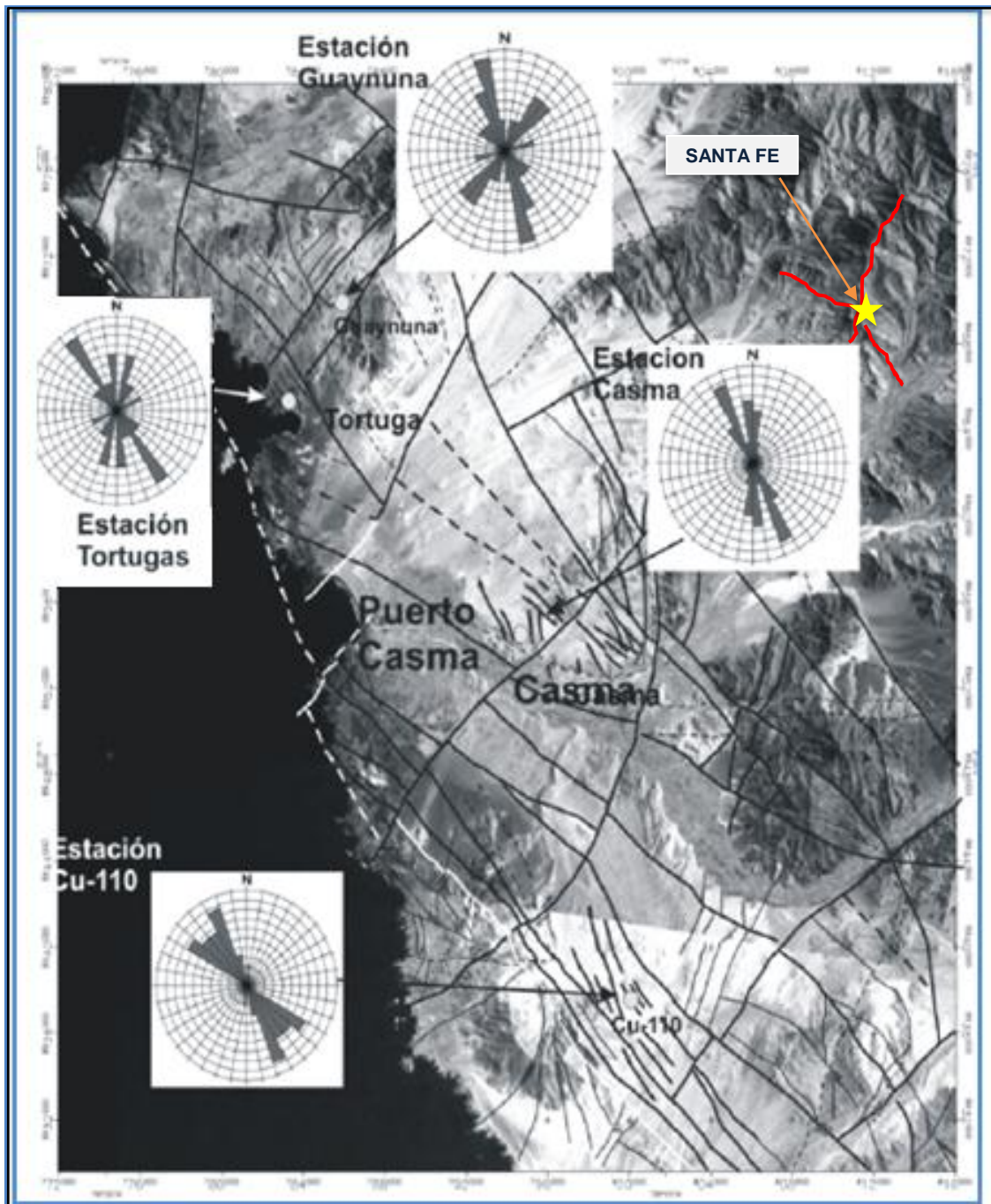


Mapa N°4: Geología Local. Escala 1: 2000

4.5.3.- GEOLOGIA ESTRUCTURAL

A nivel regional, sobre la base de una imagen satelital Landsat a escala 1:100,000, se ha realizado la interpretación del área estudiada, identificándose un sistema principal de lineamientos NO-SE de dimensión superior a los 30 km (Fig. 2), con dirección secundaria NE-SO. Estos lineamientos preexistentes habrían controlado el emplazamiento de los enjambres de diques, cortados entre ellos y con ligeros desplazamientos a nivel local.

Localmente alrededor de la mina, existe una concentración de lineamientos con tendencia principal NO-SE, siendo la orientación secundaria N-S y NE – SW el cual concuerda con la tendencia regional mapeadas actualmente.



| | | |
|---|---------------------------|-------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION | | |
| ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGIA | | |
| SISTEMA DE LINEAMIENTOS ESTRUCTURALES | | MAPA N° 5 |
| DIBUJADO: Marlon ESPINOZA ZEVALLOS | FECHA: 02/10/17 | ESCALA: 1/500 |

Mapa N° 5: Imagen Satelital Landsat, sistemas de lineamientos estructurales.

En síntesis, se han reconocido varios diques en el área estudiada de composiciones andesitas basálticas andesitas, dioritas, riolitas y aplitas con una afinidad calcoalcalina asociadas a un ambiente geotectónico distensivo. Lo más probable es que estos diques se hayan emplazado como parte integral de un proceso magmático de edad Cretácico superior, posterior al Batolito de la Costa (Bussell, 1975) según dataciones cercanas al área de trabajo (84 a 95 Ma). La orientación de estos enjambres de diques sigue un patrón lineal y no concéntrico, con un buzamiento subvertical. Los lineamientos conjugados al sistema principal corresponderían a los esfuerzos secundarios que actuaron en la zona después del evento principal. Los diques observados en el campo se formaron por emplazamiento a través de diaclasas contemporáneas o preexistentes de rumbos NO-SE, NE-SO, y N-S.

CASMA

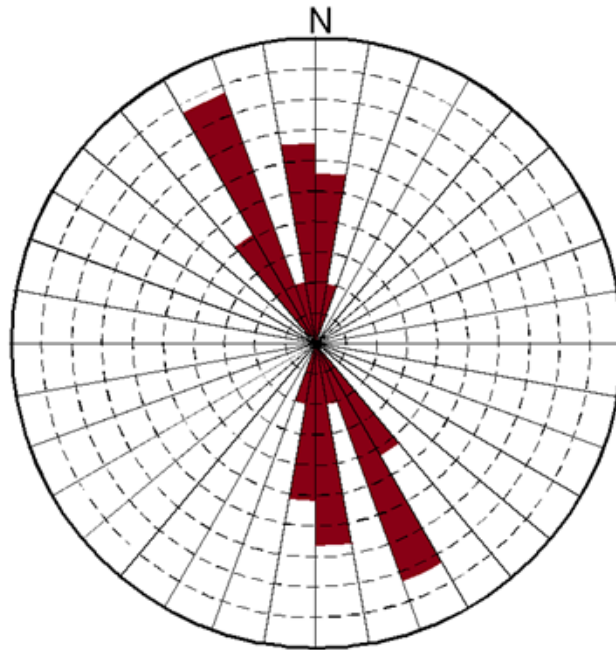


Fig. 3: En la presente roseta de diaclasas podemos visualizar la predominancia de las fracturas, en las unidades geológicas, con tendencias entre los 20° y 30° NO-SE. El cual concuerda con la tendencia de fracturas regionales. También podemos observar diaclasas orientadas de norte a sur correspondientes a esfuerzos secundarios.

TORTUGAS

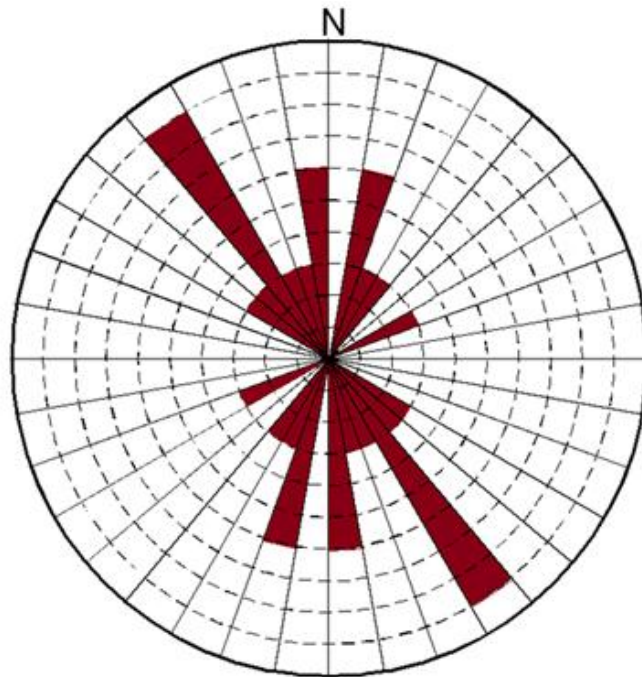


Fig. 4: Diagrama de rosas de los planos de falla con ángulos de entre 30° y 40° orientados al NO-SE, pertenecientes a los eventos principales de fracturamientos. Como fracturamientos secundarios se distinguen familias con variadas orientaciones, siendo más saltantes las de N-S.

CU - 110

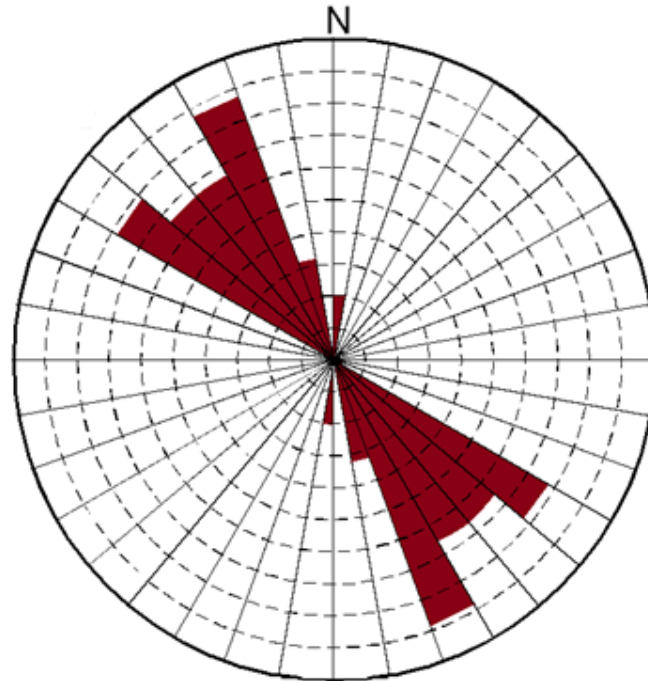


Fig. 5: Diagrama de rosas de los planos medidos en las fallas de las distintas unidades geológicas que afloran en la zona, predominan las fallas longitudinales que pueden asociarse a las principales fallas nacionales. Es evidente la ausencia de esfuerzos secundarios que hayan formado fracturas orientadas de NE y SW.

GUAYNUNA

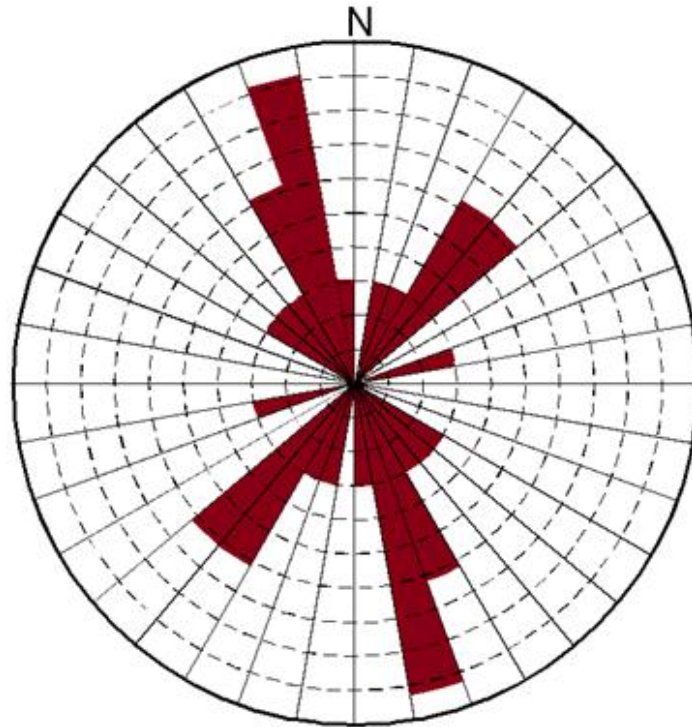


Fig. 6: En la presente roseta de diaclasas podemos visualizar la predominancia de las fracturas, en las unidades geológicas, con tendencias NO-SE. El cual concuerda con la tendencia de fracturas regionales. También podemos observar diaclasas orientadas NE-SO correspondientes a esfuerzos secundarios.

4.5.4.- MINERALIZACION Y ALTERACION HIDROTHERMAL

El proceso de formación de estos depósitos, es debido a emanaciones de fluido hidrotermal por un canal o fisura profunda asociados a vulcanismo submarino, en este tipo la alteración siempre va asociado a diseminación de pirita, pirrotita y la formación de óxidos de hierro por la exhalación supérgena producido en un ambiente marino. Los depósitos que quedan expuestos a la acción marina se oxidan y se destruyen por acción de meteorización submarina transformándose en capas y estructuras "Ocre" constituidas por cuarzo, goethita, illita, jarosita (Foto 3). La oxidación "limonita transportada" no siempre contiene mineralización económica, es una concentración de Hierro que indica ser los "hidrotermal vents" en otros casos como Black smoker.

Este fracturamiento se habría formado por efectos de la intrusión ígnea y por efectos de la activación. Al mismo tiempo surgían grietas ramificadas y subparalelas. Las mejores leyes generalmente están asociadas a la intersección de fracturas como la veta Colorada y Raquel, a las zonas de su inflexión a lo largo del rumbo y buzamiento o vetas echadas como la veta El Hierro y a los lugares de unión y ramificación.

DESCRIPCION DE VETAS

4.5.4.1.- Veta Colorada.

Esta veta se tiene reconocido dentro de la propiedad 500 m de afloramiento continuo en superficie y 434m con laboreo en interior mina(Gal 240 E), con un rumbo promedio de N 65° E y buzamiento 75° SE y sus potencias varían entre 0.20 a 3.5m.

A primera vista se puede notar el intenso laboreo de mineros informales que han dejado abierto y excavado la veta. Al Sur continua su afloramiento en otras propiedades cerca de 3 Kms. Es una veta tipo Rosario, que forma clavos en zonas de apertura, splits y dichos clavos se desarrollan tanto hacia piso, centro o techo de la estructura sin guardar un patrón ni límites geológicos claros, generalmente a lo largo del contacto techo.

Corresponde a estructura tipo falla, con varios eventos de desplazamientos dextral y normal, el primero ha formado **tramos de cierre** en las inflexiones y zonas de “pull apart” o aperturas y el segundo está asociado a un fallamiento y la consiguiente formación de brechas, craquelamientos, relleno de cavidades e impregnación de flujo hidrotermal.

La etapa de mineralización y alteración que rellenó esta amplia estructura, tuvo varios eventos, el primero consta de flujos de clorita, calcita, disseminación y cristales de pirita, pirrotita de grano

grueso, además en las cajas se concentran minerales calcosilicatados, granates y hornfels que no están asociados a la mineralización aurífera.

El evento de mineralización está compuesto mayormente de cuarzo gris reemplazado por pirita fina, marmatita, diseminado de galena y venas de calcopirita, pirrotita y arsenopirita. Las zonas más ricas en Au están en los clavos ubicados en las Zonas de Apertura.

En el frente de minado la estructura es de color verdoso con impregnaciones de clorita, calcita calcosilicatos, ferromagnesianos con patinas de limonita como minerales de alteración.

El límite de la oxidación varía en profundidad desde los 15 a 90m de acuerdo a un plunge de 23° al SW, por lo que el más ancho se muestra en la cortada Carolina. La percolación de aguas meteóricas hasta el nivel freático ha disturbado la mineralización hipogena de sulfuros, formando buen **halo de enriquecimiento supergénico** con la formación de “Zona Óxidos” con mineralizaciones de hematita, jarosita, goetita, malaquita, gossularita, pirolusita, calcita, cerusita, bornita, covelita, pirita, escorodita, etc. Entre los más importantes y en esporádicos tramos con trazas de calcopirita y malaquita.

La mineralización aurífera tanto en las partes altas como en la zona de oxidación ha sufrido una reconcentración en tramos con alta ley dentro de una pirita fina verdosa y sílice gris, a veces formando bolsonadas de este tipo de mineral con claros bordes de caolín que engloba la mineralización. Los altos valores de oro se encuentran en los tramos de textura tipo relleno de brecha asociado a cuarzo oqueroso y en pequeñas cavidades e intersticios que se originaron por la lixiviación de minerales de hierro asociados principalmente a Goethita, limonita, pirita fina, calcopirita, galena y esfalerita.



Foto1,2: Veta Colorada Niv. 1000, a) Nótese el plano de falla, en contacto con min mixtos de sulfuros y óxidos. Pátinas de malaquita, limonitas, goetita. b) Gossan poroso con fuerte impregnación de limonita indígena “palillado” en una matriz de cuarzo gris y caolín (M. 10916: ley 1.4 OzAu).

4.5.4.2.- Veta El Hierro.

Se encuentra localizado al extremo Este de la concesión, alojada en roca intrusiva. Sobre su afloramiento se puede apreciar los trabajos de informales que han venido extrayendo el mineral y han dejado cavidades de la veta con labores de media barreta, piques, subniveles y pequeñas galerías. En la zona son notorias las fuertes alteraciones rojizas de hematita transportada en forma de costras sobre alteración argílica, fallas del sistema NE con relleno parcial de vetas angostas de cuarzo oro a manera de estructuras tensionales.

La veta El Hierro, corresponde a una estructura echada en la que el flujo hidrotermal ha reemplazado la estructura fracturada y permeable del intrusivo. Tiene un afloramiento superficial discontinuo a lo largo de 600 metros con rumbo entre N 25° - 35° E y buzamiento 33° SE, potencias gradan desde 0.20 a 3.0 metros.

Esta afectada por un sistemas de fallas NE con juego de **desplazamiento en bloques** tipo sinextral y normal. A la altura de la zona Papi su afloramiento fue disturbado por unos diques silíceos.

La veta se caracteriza por presentar una alteración cuarzo sericita, poroso tipo vuggy, los mejores valores en Au se manifiestan en

estos tramos, asociados a flujos de sílice gris “Ahumado” con venillas de sulfuros de pirita fina, calcopirita, esfalerita y galena. En los tramos oscuros contiene pátinas de covelita, turmalina, tenorita y pirolusita.

Esta concentración de mineralización en sulfuros y óxidos se desarrolla mejor en los cambios de buzamiento cuando tiende a inflexionar y cambiar su buzamiento, igualmente en cercanías de las fallas en bloque que forman las trampas de mineralización.

En estos quiebres se forman texturas tipo stocwork, brechas y craquel brecha de cuarzo gris impregnado con limonitas que evidencian procesos de hidro fracturamiento durante la etapa de mineralización.

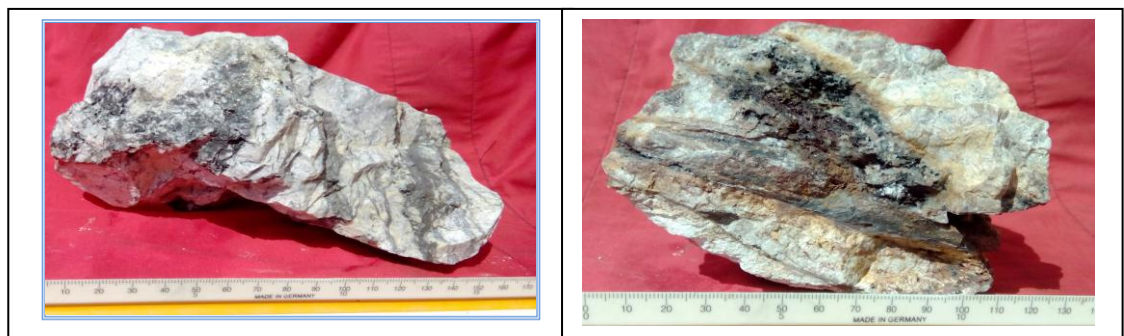


Foto 3,4: Veta El Hierro: a). Roca alterada con cuarzo-ser y venilleo oscuras con diss pirita, esfalerita, galena, y calcopirita. b) Veta oxidada, nótese la porosidad con fuerte impregnación de limonita, goethita.

4.5.4.3.- Veta Raquel.

Esta veta se emplaza en forma subparalela a la veta Colorada pero de ángulo menor tiene un rumbo N 50° E y buzamiento 60° SE y se intersectan en inmediaciones de la coordenada 811176E, 8968327N con tendencia a juntarse en profundidad en forma de “loop” ha permitido formar una zona de apertura en superficie a lo largo de 150m con plunge al NE.

El extremo SE está reconocido en el nivel “Carolina” y en Tajo 110 ha formado un cuerpo mantiformes de pirrotita. Estos cuerpos estratiformes o lenticulares de sulfuros están alojadas en andesitas finas y tufitas brechadas e interfaces volcánico-sedimentarias depositadas originalmente en fondos oceánicos.

Este cuerpo consiste mayormente de pirita masiva con pirrotita y esfalerita que a primera vista se observa sulfuros polimetálicos y constan mayormente de una masa brechiforme de pirrotita, pirita, alojando en los intersticios a esfalerita marmatítica con bordes de galena, venas irregulares de calcopirita, puntos de arsenopirita. Como minerales accesorios se nota algunas trazas de bornita, tenantita, calcita y sílice gris con pátinas de hematita.



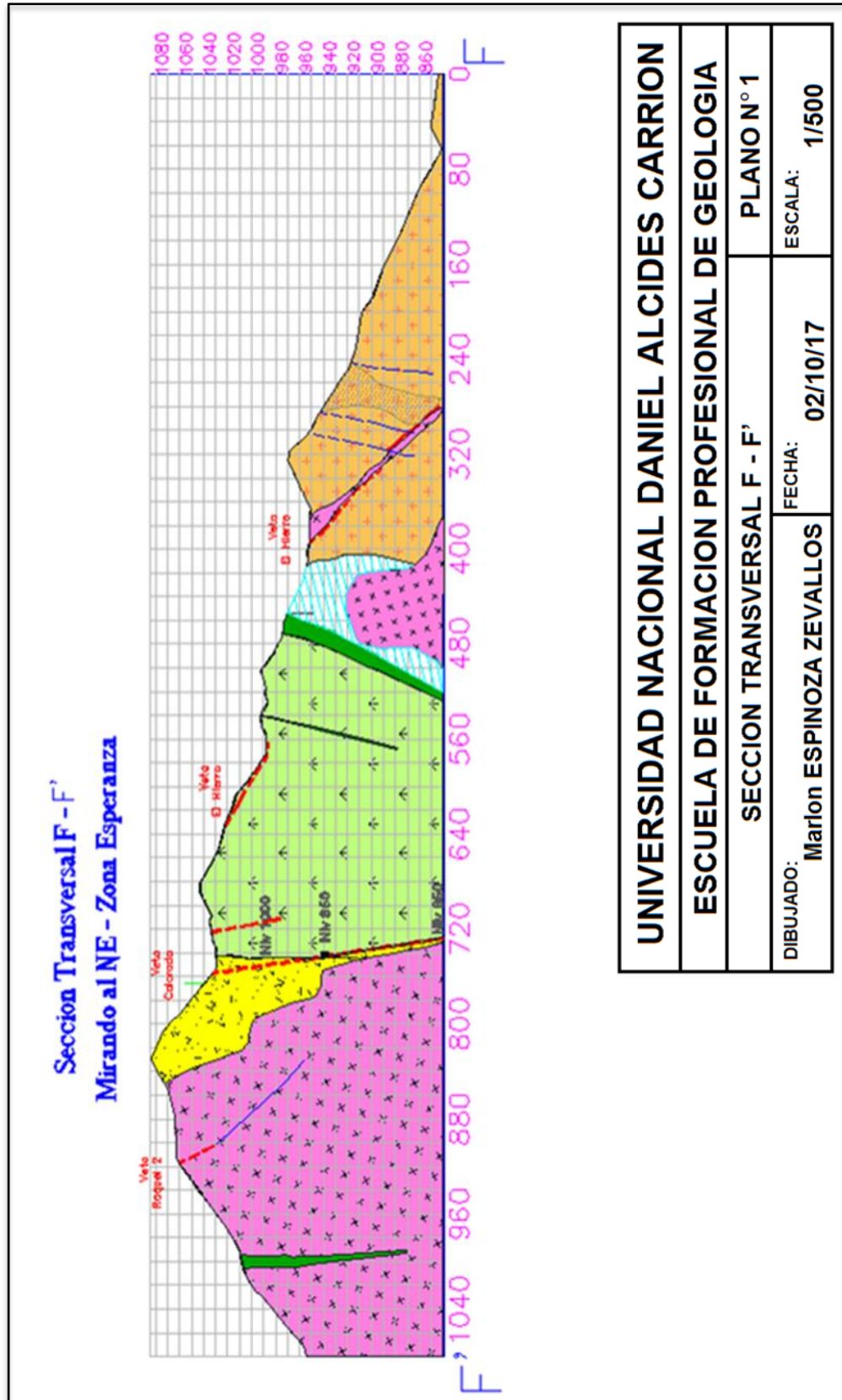
Foto 5,6: a) Veta Colorada Nótese los flujos de sulfuros de con pirita, pirrotita, marmatita, galena, puntos de calcopirita en una matriz de cuarzo gris. ,marmatita, pirrotita, pirita ,calcopirita (M: 10803 ley 3.9 Oz Au.). a) Veta Raquel sulfuros masivos textura brechada y laminada con esfalerita, galena, venillas de calcopirita, en una matriz de pirrotita, pirita y cuarzo gris.

Interpretación de Estructuras Mineralizadas

El grupo Casma corresponde a una secuencia de lavas volcánicas que se formaron en un ambiente marino, de edad cretácico inferior, forma parte de una arco volcánico y se comporta a manera de una rock pendal en contacto con las rocas intrusivas del Batolito de la Costa, esta secuencia es favorable para albergar depósitos tipo cuarzo oro, VMS y IOCG.

Durante su formación se ha emplazado un domo acido compuesto por exalitas y diques subvolcanicos que alojan en fracturas pre existentes.

En superficie se ha mapeado dos tramos de alteración argílica entre el contacto volcánico-intrusivo, fracturamiento con patinas de limonitas y jarositas manifestaciones que se formaron cerca al centro termal de un sistema de cobre porfirítico y a la vez sería el responsable de del emplazamiento de las vetas auríferas (**Ver Plan 1.**)

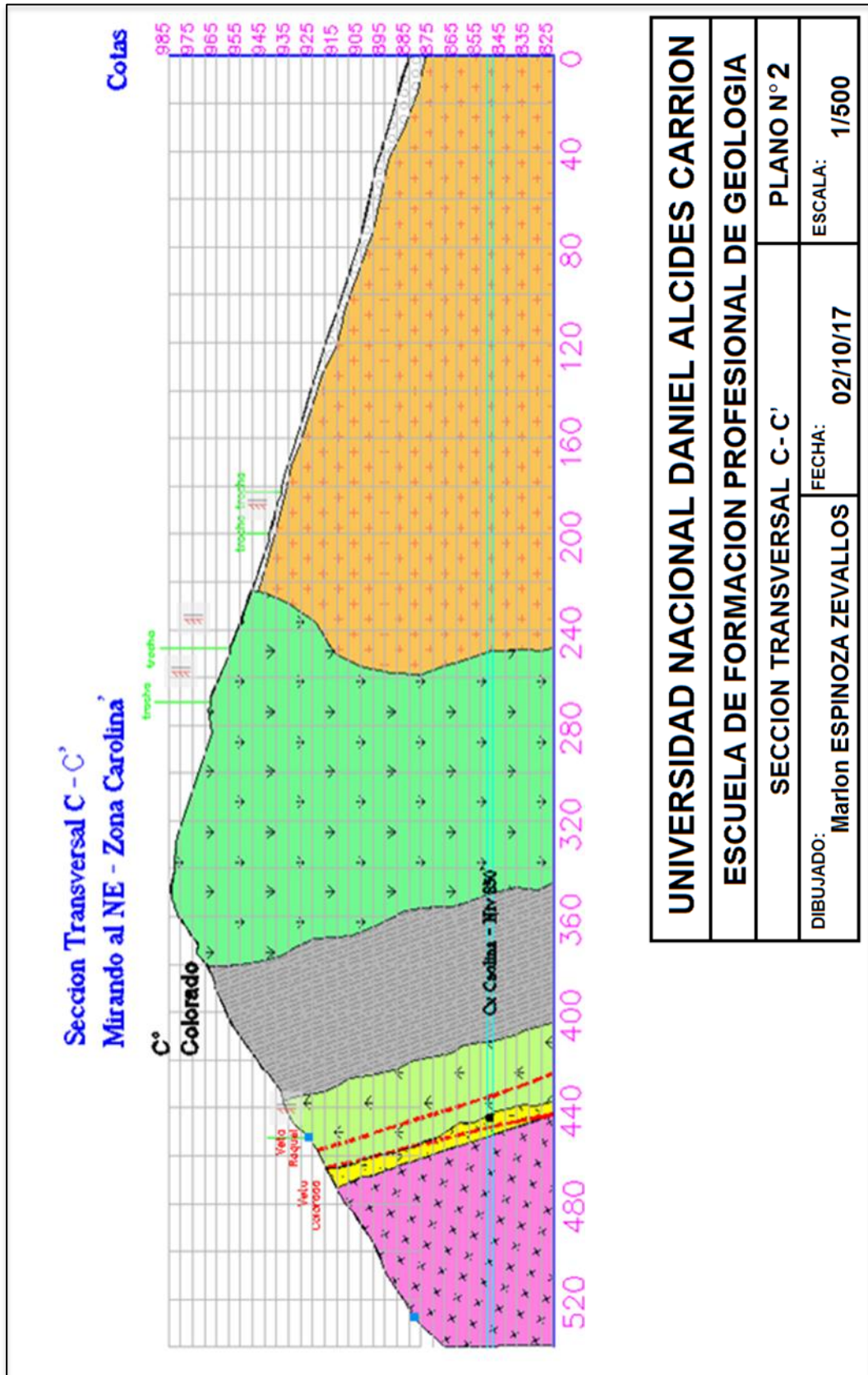


Plan 1: Sección Geológica transversal F-F'. véase en Mapa N°4.

La mina Santa Fe, es un depósito vetiforme cuarzo-oro, caracterizado por minerales de polimetálicos plomo-zinc-plata, de origen mesotermal. El control principal es estructural asociados a un sistema NE-SW.

En profundidad la veta Colorada presenta alteración cuarzo, clorita, calcita con minerales pirita, pirrotita, pirrotita y magnetita. Mientras que la veta Raquel ha formado estructuras mantiformes de pirrotita-pirita-esfalerita-galena (oro) alojadas mayormente en lavas andesíticas.

La veta El Hierro corresponde a una veta echada, asociada a una alteración cuarzo-serisita con disseminación de pirita-esfalerita-galena-calcopirita, hacia la caja piso se tiene fuerte alteración propilitica y en las fallas tensionales han formado halos con fuerte argilización. Al borde NE del C° Las Tetas se ha formado un cuerpo irregular (50 x 50m) de magnetita alineado a un fracturamiento E-W.



Plan. 2: Sección Geológica trasversal C-C'. véase en Mapa N°4.

4.6.- CÁLCULO DE RESERVAS

4.6.1.- DEFINICIONES DE RECURSOS Y RESERVAS MINERALES

La información de recursos y reservas minerales incluida en esta Inventario ha sido estimada conforme a Definiciones Internacionales establecidos por:

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

Conforme aumenta el conocimiento geológico, es posible que la Información de la Exploración

existe una relación secuencial entre la Información de Exploración, Recursos y Reservas, la misma que se presenta en la **Fig.7**. Llegue a ser la suficiente como para estimar un Recurso. Conforme aumenta la información económica, es posible que parte del total de un Recurso se convierta en una Reserva. Las flechas de doble sentido entre Reservas y Recursos que se incluyen en la **Fig.7** indican que los cambios en algunos factores podrían hacer que el material estimado se desplace de una categoría otra.

CLASIFICACION Y RELACION ENTRE RECURSOS Y RESERVAS MINERALES

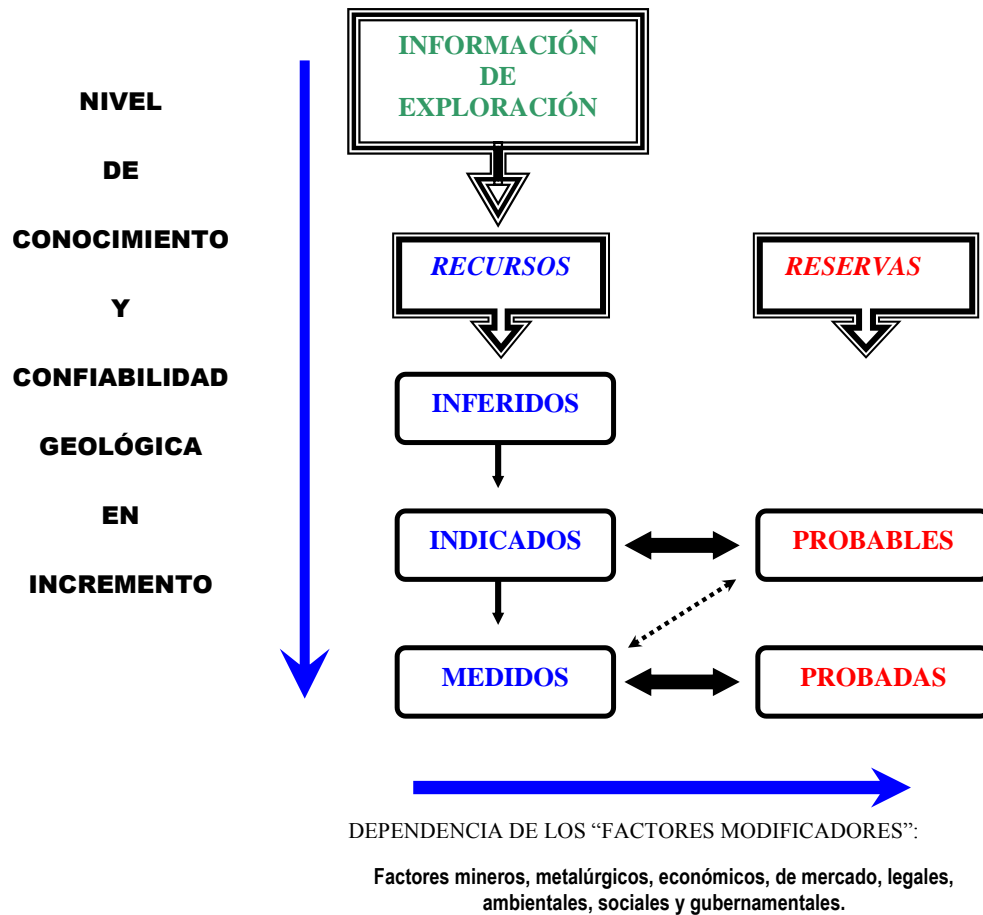


Fig. 7: Recursos y Reservas minerales

La importancia relativa de los criterios sugeridos variará en cada yacimiento, dependiendo del ambiente geológico, restricciones técnicas, condiciones legales y normas existentes al momento de la evaluación.

4.6.2.- RECURSOS MINERALES

Un Recurso Mineral es una concentración de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que existen de manera natural en la corteza terrestre, en forma, cantidad y calidad tales que la extracción económica de un producto a partir de la concentración sea actual o potencialmente factible.

La ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad de un Recurso Mineral se conocen o estiman o interpretan a partir de información, evidencias y conocimiento geológicos específicos, con alguna contribución de otras disciplinas.

Las declaraciones de Recursos Minerales, generalmente, son documentos desactualizados que se ven afectados por la tecnología, la infraestructura, los precios de metales y otros factores. Según cambien estos diversos factores, el material puede entrar o salir de la estimación de Recursos.

Las partes de un yacimiento que no tengan perspectivas razonables de extracción económica eventual, no deben incluirse en un Recurso Mineral.

Los Recursos Minerales se subdividen, en orden de confianza geológica creciente, en las categorías de Inferido, Indicado y Medido.

4.6.2.1.- Recursos Minerales INFERIDOS

Es la parte de un Recurso Mineral en que puede estimarse el tonelaje, leyes y contenido de mineral con un bajo nivel de confianza. Los estimados se basan en evidencias geológicas y en una continuidad asumida que pueden o no estar respaldados por muestras representativas o mediciones, pero la influencia debe estar respaldada por datos Geocientíficos (geológicos, geoquímicos, geofísicos u otros) razonablemente confiables.

La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos, o realizar una evaluación económica de pre-factibilidad que merezca darse a conocer al público.

4.6.2.2.- Recursos Minerales INDICADOS

Es la parte de un Recurso mineral en la que el tonelaje, leyes, contenido mineral, densidades, forma y características físicas pueden estimarse con confianza suficiente como para permitir interpretar el contexto geológico, asumir la continuidad de la

mineralización y servir de base a decisiones de gastos importantes.

La confianza en el estimado pese a ser menor que en el caso de los Recursos Medidos, es suficientemente alto como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de factibilidad económica.

El estimado se basa en información de la exploración, muestreo e información reunida mediante técnicas apropiadas sobre afloramientos, trincheras, pozos, taladros y pruebas de beneficio.

4.6.2.3.- Recursos Minerales MEDIDOS

Es la parte de un Recurso Mineral en la que el tonelaje, leyes, contenido mineral, densidades, forma y características físicas están tan bien definidas que pueden servir de base para el planeamiento de mina.

El estimado se basa en información confiable y detallada de exploración, muestreo y pruebas de lugares con proximidad suficiente como para confirmar la continuidad geológica y sus leyes.

La confianza en el grado de conocimiento de la geología y controles del yacimiento mineral, es suficiente como para permitir la aplicación adecuada de los parámetros técnicos y

económicos como para posibilitar una evaluación de viabilidad económica.

4.6.3.- RESERVAS MINERALES (Económicos)

Los acuerdos internacionales coinciden en que debería utilizarse sólo las clases de Recursos Indicados y Medidos en la conversión para el status a Reservas. El nivel de confianza en la estimación de Recursos Inferidos y su precisión es insuficiente para garantizar la inclusión a algún planeamiento de minado.

Una Reserva Mineral es la parte económica y legalmente extraíble de un Recurso Mineral Medido o Indicado. Requiere cumplir con criterios físicos y químicos mínimos relacionados con prácticas de minería y de producción incluyendo las de ley, calidad, espesor y profundidad. La factibilidad de las prácticas mineras y de producción debe haber sido demostrada o bien puede asumirse de manera racional sobre la base de pruebas y mediciones.

El término económico implica que se ha podido establecer o demostrar analíticamente que es posible una extracción o producción rentable, bajo hipótesis definidas de inversión. Las hipótesis deberán ser razonables, incluyendo los supuestos relacionados con los precios y costos que prevalecerán

durante la vida del proyecto. La evaluación dinámica de las operaciones implica que un cálculo válido efectuado en un momento dado, puede cambiar significativamente cuando se dispone de nueva información.

El término legalmente implica que no debería haber incertidumbre en lo que respecta a los permisos necesarios para el minado y el procesamiento de los minerales, ni tampoco con la resolución de asuntos legales que estuvieran pendientes.

Se reconoce que las estimaciones de reservas, siendo éstas predicciones de lo que ocurrirá en el futuro (basadas en un conocimiento imperfecto del presente), tendrán cierto grado de inexactitud. Se reconoce también que diferentes técnicos que pudieran analizar los mismos datos, pueden llegar a interpretaciones y conclusiones discrepantes. El hecho de que se demuestre, en una fecha posterior, que la estimación de una reserva fue inexacta debido a que no se contó con información suficiente o a que cambiaron las condiciones económicas, no significa necesariamente que la estimación se hizo de manera incompetente o fraudulenta. La información relacionada con la estimación de reservas debe tener una base sustentable y debe hacerse de buena fe.

En ciertas circunstancias, las Reservas Minerales previamente reportadas podrían revertir a Recursos Minerales. Su reclasificación no debe aplicarse cuando se prevé que los cambios serán temporales, de corta duración o cuando la Gerencia decide operar a corto plazo en forma no económica. Ejemplos de estas situaciones son la caída del precio del producto que se espera sea de corta duración, emergencia temporal en la mina, huelga de transportes, etc.

Se subdividen en orden de confianza creciente en Reservas PROBABLES y Reservas PROBADAS.

4.6.3.1.- Reservas de Mineral PROBABLES

Tiene menos confianza que una Reserva Mineral Probada y su estimado debe tener la calidad suficiente como para servir de base a decisiones sobre compromisos mayores de capital y al desarrollo final del yacimiento. Sin embargo, requiere mayor información para demostrar la continuidad de geología y ley.

Abarca la parte económicamente explotable de un Recurso Mineral Indicado. En ciertas circunstancias un Recurso Mineral Medido puede convertirse en Reserva Mineral Probable, debido a la incertidumbre asociada con los factores modificadores tomados en cuenta. Esta relación es indicada

con línea punteada en la **Fig.7** (en este caso no implica una reducción en el nivel de conocimiento o confianza geológicas); en una situación así, los factores modificadores deberán explicarse totalmente.

4.6.3.2.- Reservas de Mineral PROBADAS

La aplicación de la categoría de Reserva Mineral Probada implica el más alto grado de confianza en el estimado. Se asume razonablemente que existe suficiente información disponible para demostrar la continuidad geológica y la ley. Abarca la parte económicamente explotable de un Recurso Medido y que normalmente se está minando y desarrollando y para la cual hay un plan de mina detallado.

Incluye los materiales de dilución y descuentos por mermas que pueden ocurrir cuando se extraiga el mineral. Involucra efectuar evaluaciones al menos de pre-factibilidad en las que se consideran las modificaciones por factores realistas de minado, metalúrgicos, económicos, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran que la extracción es razonablemente viable al momento del informe.

En ningún caso los Recursos Minerales Indicados podrían convertirse directamente en Reservas Minerales Probadas.

4.7.- CRITERIOS, FACTORES DE CUBICACION DE RECURSOS Y RESERVAS

Para el desarrollo de este trabajo se emplearon las siguientes normas y criterios para el Cálculo de Recursos y Reservas.

4.7.1.- Muestreos y estimación de leyes

El muestreo se realiza en forma sistemática en sentido horizontal y vertical en las diversas labores de la Mina como galerías, chimeneas, sub-niveles, piques y afloramientos de veta en superficie, considerando que son vetas irregulares.

El método de muestreo empleado es el de **canales** sistemáticos cada 2 metros en estructura mineralizada (Ore Shoots) los fragmentos y astillas de mineral son cogidos perpendiculares a la veta y a lo largo de la potencia.

El muestreo se realiza cumpliendo estrictamente el **Pets de Muestreo tipo Canal** y su custodia hasta la entrega al Laboratorio Analítico. Este procedimiento garantiza la obtención de una muestra representativa y está sujeta a controles que permiten medir su calidad. Un punto de muestreo puede tener una o más muestras de canales cuando tiene horizontes con

distintas concentraciones de mineral, aplicando el criterio selectivo como se aprecia en la **Fig. 7**.

Todo el canal de muestreo se muestrea teniendo como mínimo 1.5 kg y como máximo 5kg, no se cuartea para evitar los errores de cuarteo. Este criterio asegura un valor en ley representativo.

Algunas muestras, son cotejadas por el Área de Control de calidad, realizando la tritución de la muestra en material fino para Puruñar y estimar ley de Oro para contrastar con el reporte de leyes.

Puruñar. - Es el procedimiento al chancar la roca con una comba moler bien fino, y con la “puruña” y un poco de agua, se realiza el lavado de la roca molida y se identifica chispas de oro libre en el fondo. Por ejm: 7 chispas se estima entre 7 a 10 gramos.

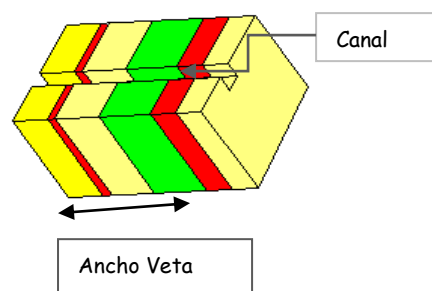


Fig. 8: Canal de muestreo

Para obtener la ley media de cada canal siempre se emplea el método de la media ponderada empleando como factor de peso el **ancho de veta** de cada muestra individual. En caso de que la longitud de las muestras sea constante entonces se utiliza la media aritmética.

4.7.2.- Peso Específico.

Para los ensayos de densidades se tomaron muestras de mineral en cada veta y en diferentes niveles tanto para óxidos, mixtos y sulfuros con determinaciones individuales, obteniendo el siguiente resultado.

| Tipo de Mineral | Factor Insitu (t/m ³) |
|------------------|-----------------------------------|
| Óxidos | 2,70 |
| Mixtos | 2,80 |
| Sulfuros masivos | 3,00 |

| Tipo de Desmonte (Roca) | Factor |
|--------------------------|--------|
| Intrusivo | 2.50 |
| Volcánico - Sedimentario | 2,50 |

Tabla III: Pesos específicos

4.7.3.- Estimaciones clásicas y Bloques de Cubicación.

La forma y dimensión de los bloques de cubicación de Recursos y Reservas, se delinearon siguiendo el **método geométrico o clásico** para el caso de las estructuras mineralizadas tipo veta, se ha definido el Bloque de Mineral considerando el área encerrado entre galerías, niveles, subniveles, chimeneas, piques, ventanas, cámaras y estocadas.

Se han elaborado secciones longitudinales en las vetas y se ha procedido con la elaboración de bloques empleando distintos rangos de leyes y valor de mineral por tonelada, procediendo luego a la confección de bloques con dimensiones variables y niveles de confianza de acuerdo a la información geológica a través de correlaciones e interpretaciones con el empleo de planos geológicos en planta, ploteando las leyes del muestreo sistemático, tipo de estructura, persistencia de la mineralización, interpretaciones de referencias isovalóricas y controles de la mineralización. Estas informaciones son amarradas con secciones transversales con espaciamiento de 20m. El resultado de este trabajo es la determinación de bloques de Recursos Medidos, Recursos Indicados y Recursos Inferidos. **(Ver Plan 3.)**

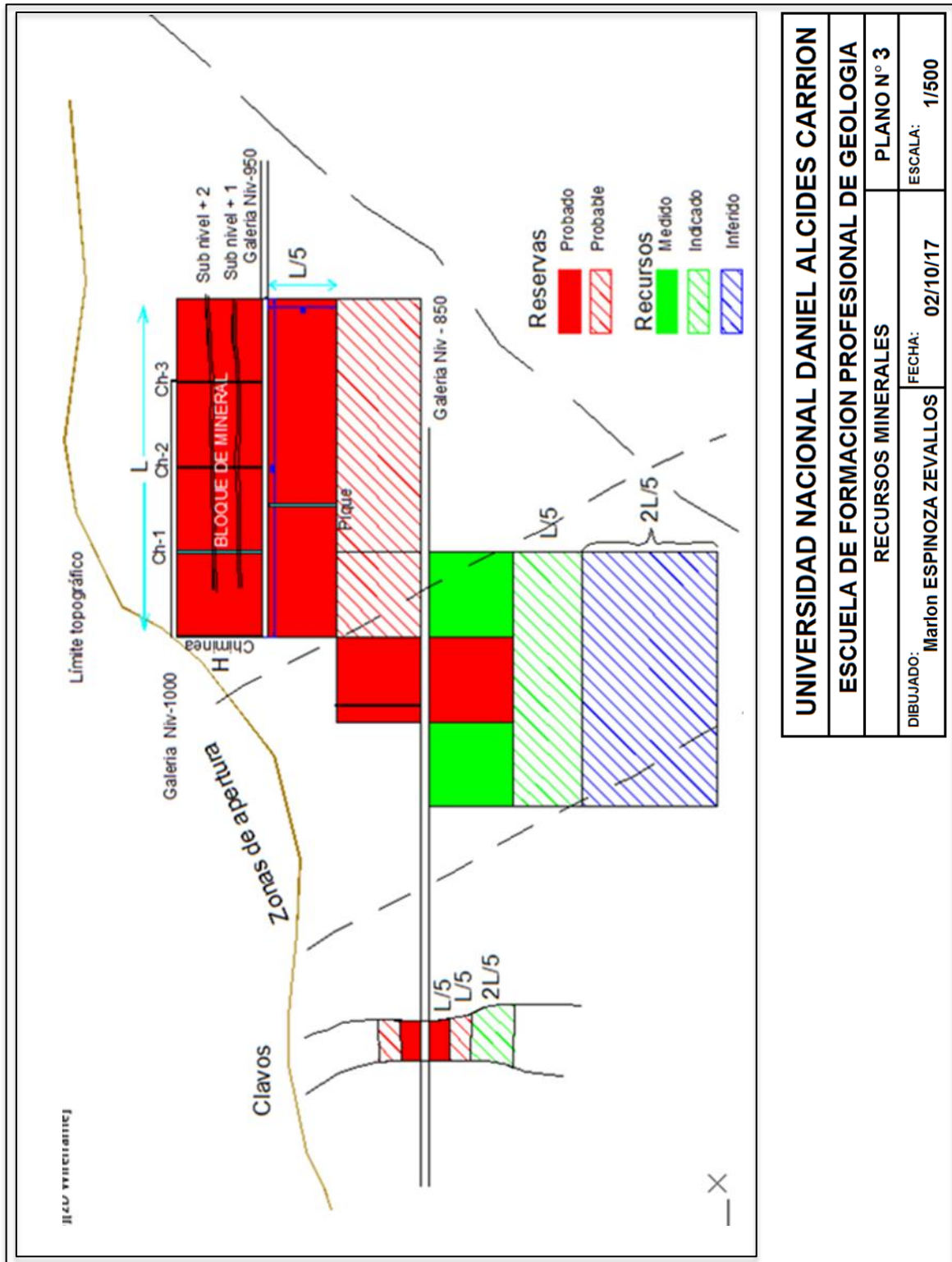
Para recurso Medido o Reserva Probada el área del bloque de mineral el contorno está delimitado por labores mineras como

galerías, subniveles, chimeneas, piques, ventanas y estocadas que se hayan minado sobre veta con mineralización económica es decir $(L * H)$.

Este Recurso o Reserva se proyecta en profundidad debajo de la galería principal en una distancia de $L/5$ del tramo mineralizado.

Para los recursos indicados o Reserva Probable se adiciona la misma dimensión de $(L/5)$. Y para los recursos Inferidos se estima $(2L/5)$.

Si el bloque de mineral no está delimitado en su totalidad le corresponde $(H/2)$ de la altura de la chimenea o pique.



| | |
|---|------------------------|
| UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION | |
| ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE GEOLOGIA | |
| RECURSOS MINERALES | |
| PLANO N° 3 | |
| DIBUJADO: Marlon ESPINOZA ZEVALLOS | FECHA: 02/10/17 |
| ESCALA: 1/500 | |

Plan. 3: Consideraciones geométricas para clasificar los bloques como Reserva de mena o Recurso Mineral. ESCALA: 1/500.

4.7.4.- Laboratorios

Las muestras obtenidas, han sido enviadas al laboratorio de la Compañía Refinadora el Pacífico S.A.C. para su preparación y análisis por Au y Ag que comprende la trituración y pulverizado de la totalidad de la muestra, en mallas menos 100, luego es fundida en crisol mezclado con fundente y posterior copelación para obtener el Botón Doré (contenido de Au y Ag) que luego se lamina y pesa para realizar la partición o ataque químico en 2 tiempos; la primera es con ácido débil (Ácido Nítrico diluido con agua destilada) el segundo ataque, con el ácido fuerte. Finalmente se procede al secado, calcinación y pesado del Au final para obtener la ley que será reportada.

Algunas muestras son conservadas para re-ensayos en laboratorios externos si el caso lo amerita.

4.7.5.- Factores de corrección

4.7.5.1.- Factor de buzamiento.

Las vetas generalmente tienen inclinaciones mayor a $>45^\circ$. Pero, el perfil de la veta Colorada y Raquel se ha proyectada hacia un plano vertical porque el buzamiento es desde $\pm 45^\circ$ a 75° SE y para el caso de la Veta El Hierro se ha proyectada hacia un plano Horizontal debido a que la veta es echada $\pm 33^\circ$ SE. éstas longitudes reales son proyectadas a un plano

vertical y corregidas por un factor de buzamiento (FB) que corrige las desviaciones de rumbo que tiene la veta respecto a la línea de sección:

$$FB = \frac{1}{\text{Seno Buz. x Veta}}$$

$$FB = \frac{1}{\text{Coseno R. x Veta}}$$

R = Angulo entre el rumbo de la veta y la línea de sección.

El Volumen se determina multiplicando el área corregida por el ancho promedio de la veta.

Los tonelajes de los bloques se calculan considerando la gravedad específica de cada estructura mineralizada.

4.7.5.2.- Factores de concentración(FC).

El factor de concentración es un porcentaje variable (10% a 30%) que se estima castigar a las TMS, debido a que la mineralización es irregular en una veta, hay tramos de estrangulamiento o

zonas de cierre en la que la mineralización no progresa, otros donde no reemplazó por condiciones geoquímicas y bordes de la mineralización de baja permeabilidad que restringe la concentración en los tramos con panizo y arcillas que no dejan pasar el flujo hidrotermal.

4.7.6.- PARAMETROS BASICOS DE ESTIMACION DE RESERVAS

4.7.6.1.- Determinación del ancho promedio(m)

Como media de las potencias en los tramos de los bloques, es decir el promedio de los anchos de muestreo(canal) de la veta de acuerdo al muestreo sistemático practicado en forma correlativa, adicionando además el promedio de dos o más canales cuando la veta es ancha.

4.7.6.2.- Determinación del área real(m2)

La relación entre el área real (S) y el área proyectada (S1) en el plano vertical es:

$$\mathbf{S=S1*\sen (\beta)}$$

Para el plano horizontal:

$$\mathbf{S=S1*cos (\beta)}$$

$$\mathbf{S= S1*FB}$$

Donde β es el ángulo de buzamiento del yacimiento

El área proyectada (S1) normalmente es menor que el área real y para calcular esta área se digitalizan en **Autocad** los contornos de la mineralización del yacimiento mineral, comúnmente se trazan el contorno techo de la veta.

Después del levantamiento geológico y los datos proporcionados por la exploración por galerías, chimeneas, piques, sub niveles, etc, se representa el yacimiento proyectándolo en un plano conveniente.

La base para la proyección de las vetas y el cálculo del área son las secciones longitudinales y secciones transversales cada 20m proporcionados por el área de topografía.

En estos planos el Ing. geólogo mapea y delimita la geoforma de la mineralización en planta y se proyecta en una **Sección Longitudinal**, colocando toda la información como: galerías, chimeneas, piques, sub niveles, leyes, tipo de mineralización, contactos geológicos, etc. Luego con esta información el geólogo interpreta el plunge de la mineralización, tendencias de isovalores, límites de la forma de mineralización como óxidos, mixtos y sulfuros, etc. Y de acuerdo a este criterio se delimita las categorías según el grado de estudio etc.

4.7.6.3.- Determinación del Tonelaje (Tm)

El tonelaje resulta de multiplicar el área del bloque por el ancho promedio de la veta y el peso específico. A este resultado se castiga por el factor de concentración (FC) que fluctúa entre 10 a 30% que corresponde a los pilares que se dejan y los tramos empobrecidos.

El principal parámetro que permite calcular el “**contenido metálico**” (CM) en onzas finas Au se deduce de la siguiente ecuación básica:

$$\mathbf{CM = S \times m \times d \times C}$$

S- área real de la proyección del cuerpo mineral en un plano determinado.

m- Ancho promedio de la veta mineralizada en la dirección perpendicular al plano de proyección.

d- Peso específico

C- Promedio de ley en OnzAu de la veta(promedio ponderado (ley x potencia)).

De esta ecuación básica se pueden derivar otras fórmulas como:

$\mathbf{V=S \times m}$ - volumen total ocupado por el yacimiento mineral (m³)

$t=V \times d$ - Tonelaje o cantidad de reservas de mineral útil (**TMS**).

El tonelaje obtenido es a potencia neta veta, no está considerado el ancho de labor, por lo que la dilución es cero. Se debe determinar la dilución de diseño según O'Hara y optar el diseño más apropiado en explotación de la veta para optimizar mejor la cantidad de mineral extraído, tanto en la zona Esperanza Corte y Relleno Ascendente, Hierro en cámaras y pilares y Carolina Shiringe.

| COMPañIA MINERA SANTA FE SAC | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
| MINA SANTA FE | | | | | | | | | |
| CÁLCULO DE RESERVAS DE MINERALES | | | | | | | | | |
| Mina: ...Santa Fe..... | <input type="checkbox"/> | PROBABLE | <input type="checkbox"/> | INFORMATIVO | <input type="checkbox"/> | RECURSO MED. | <input checked="" type="checkbox"/> | | AÑO.....2015 |
| Veta:Esperanza. | | | | | | | | | |
| Block:.....P-1000-1... | <input type="checkbox"/> | ECONÓMICO | <input type="checkbox"/> | MARGINAL | <input type="checkbox"/> | SUBMARGINAL | <input type="checkbox"/> | RECURSO IND. | |
| Ref. niv. Sup..... | <input type="checkbox"/> | ACCESIBLE | <input type="checkbox"/> | EVEN. ACCES. | <input type="checkbox"/> | INACCESIBLE | <input type="checkbox"/> | RECURSO INF. | |
| Niv. Inf. | | | | | | | | | |
| PROMEDIO DE ENSAYOS | | | | | | | | | |
| LABORES | LONG. | POTENCIA | LONG. X POTENCIA | Oz Au | Oz Ag | % Cu | OBSERVACIONES | | |
| Afloramiento | 6 | 0.56 | 3.38 | 0.286 | 0.273 | 0.000 | Veta Colorada | | |
| 411-W | 6 | 0.60 | 3.60 | 0.414 | 1.773 | | | | |
| PROMEDIO CASTIGADO | 12 | 0.58 | 6.98 | 0.35 | 1.05 | 0.00 | | | |
| TONELAJE ESTIMADO | | | | | | | | | |
| MINERAL: | | | | | DESMONTE: | | | | |
| Longitud de Block | | m | Dilución | | 0.0000000 | m | | | |
| Altura del Block (real) | | m | Volumen | | 0 | m ³ | | | |
| Factor de Buzamiento (FB) | 1.03528 | | Peso Especifico | | 2.7 | TMS/m ³ | | | |
| Ancho Promedio (m) | 0.58 | | Toneladas | | 0.00 | TMS | | | |
| Area proyectada (S1) | 852.158 | m ² | Factor de Dilucion | | 1 | | | | |
| Area Real (S) | 882.219 | m ² | % Dilución | | 0.00% | | | | |
| Volumen (V) | 511.69 | m ³ | Total Toneladas | | 1381.56 | TMS | | | |
| Peso Especifico (d) | 2.7 | TMS/m ³ | Calculado | | | | | | |
| Toneladas (TMS) | 1381.56 | TMS | Revisado | | | | | | |
| Ancho Diluido | 0.58 | m | | | | | | | |
| SUMARIO | | | | | | | | | |
| RESERVAS TMS | POTENCIA MINADO | PROMEDIO ENSAYOS | US \$ EQUIVALENTE | | TOTAL - US \$ | | | | |
| 1381.56 | 0.58 | Onz Au Dnz Ag % Cu | gr Au | gr Ag | % Cu | | | | |
| 0.85 | | 0.352 | 1.046 | 0 | | | | | |

Fig.9: Tabla Dinámica (Excel). Cálculo Tonelaje.

4.7.6.4.- Descripción de tonelaje estimado en la tabla dinamica.

TONELAJE ESTIMADO DE MINERAL:

Longitud de block.- Es la longitud de block muestreado.

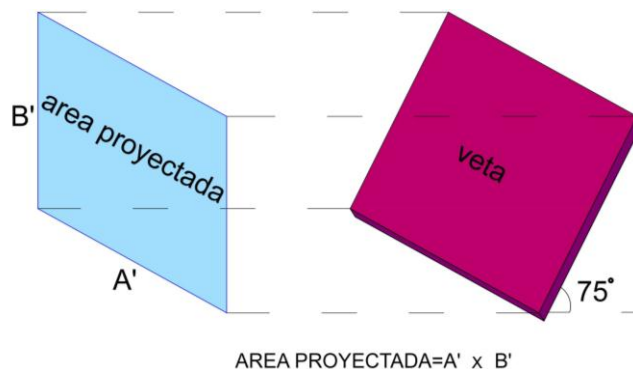
Altura del block (real).- Es la longitud vertical real, no altura proyectada.

Factor de buzamiento.- Factor de buzamiento, vease formula.

$$FB=1/\text{Sen}(\text{Angulo de buzamiento})$$

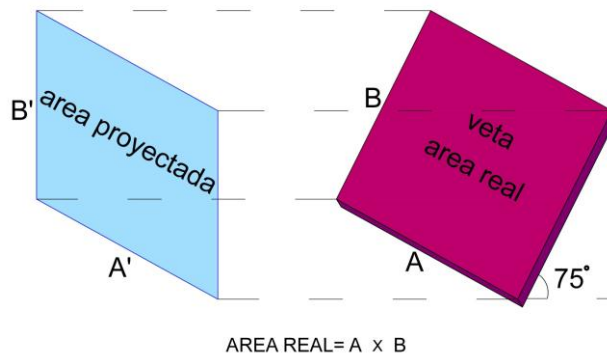
Ancho promedio.- Resultado que se obtiene al dividir la suma de todos los anchos por el número de anchos sumandos.

Área proyectada. - Es el área proyectada sobre una superficie plana imaginaria perpendicular a las líneas de los límites del block.



Area real.- Es el area visto perpendicular al plano del block.

AR=Altura real del block x Longitud del block.



Volumen.- Es la cantidad de espacio que ocupa el block.

V=Área Real x Ancho Promedio.

Peso específico.- Es la relación entre el peso del mineral y su volumen, en este caso es 27 TMS/m³.

d=Peso de mineral /volumen.

Toneladas.- Es el peso en toneladas métricas.

TMS=d x volumen de block.

Ancho diluido.- Es el ancho de contaminación del mineral.

m=Ancho promedio + Dilución.

TONELAJE ESTIMADO EN DESMONTE:

Dilución.- Se trata de la contaminación del mineral.

Volumen.- Volumen de desmonte.

$$V = \text{Área} \times \text{Dilución.}$$

Peso específico.- Es la relación entre el peso del mineral y su volumen, en este caso es 25 TMS/m³.

$$d = \text{Peso de mineral} / \text{volumen.}$$

Toneladas.- Toneladas de desmonte.

$$\text{TMS} = V \times \text{Peso específico} \times \text{Factor de Buzamiento.}$$

Factor de dilución.- $FD = \text{toneladas de mineral} / \text{tonelada total.}$

% dilución.- La fórmula se expresa.

$$\%D = 1 - \text{Factor de dilución.}$$

Total toneladas.- Toneladas en total.

$$\text{TMS(Total)} = \text{Tonelada de mineral} + \text{tonelada desmonte.}$$

DESCRIPCION DE TABLA SUMARIO:

Reservas TMS.- Cantidad del mineral disponible.

TMS=Total de toneladas x Factor de concentración.

Factor de concentración.- Es el grado de enriquecimiento que tiene que presentar un elemento con respecto a su concentración normal para que resulte explotable, es decir:

$$\mathbf{Fc} = \frac{\text{Ley de corte}}{\text{Clark}}$$

4.7.7.- FACTORES DE CUBICACION DE RESERVAS (Económico-minable).

4.7.7.1.- Introducción

Los Recursos Medidos e Indicados son evaluados económicamente por un equipo de trabajo multidisciplinario para convertir en Reservas Probado-Probables. En este proceso se consideran modificaciones por factores realistas de minado, metalúrgicos, económicos, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales. Estas evaluaciones demuestran que la extracción es razonablemente viable al momento del informe.

4.7.7.2.- Dilución de Mineral

Se disminuye la dilución debido a que se realiza una clasificación del mineral y pallequeo en canchas y debido a este proceso se mejora aun la ley en minerales sulfurados principalmente.

El proceso consta inicialmente en zarandear el mineral, en la que se obtiene un mineral fino(llampo) y grueso(Chancho) en el cual se escoge los fragmentos con mineral visto normalmente con sulfuros de galena, calcopirita, pirita y esfalerita. La dilución es mínima llegando a mejorar la ley en un 20%.

El área de control de calidad, muestrea en forma diaria y clasifica el mineral por labor, tipo de mineral (oxido común, mixtos y

sulfuros), grados de concentración (mineral rico, regular, pobre) y los envía al laboratorio de Buenavista.

Luego del reporte de leyes se coloca estas leyes en cada pila muestreada para hacer un Blending del lote de mineral con leyes en Au de acuerdo al estimado mensual, cada lote de 32TMS con 0.28 Onz Au.

4.7.7.3.- Recuperaciones

Se ha realizado las pruebas metalúrgicas en zonas representativas de la veta Colorada, Hierro y Raquel en la Mina Santa Fe, las recuperaciones se muestran en el cuadro adjunto. Las recuperaciones promedio es de 87.45 % Au y 57.552 en Ag.

| Código | Au Oz | Recup. Au% | Ag Oz | Recup. Ag% | NaCN kg/TM |
|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|------------|
| 1200 | 0.333 | 91.76 | 2.435 | 80.745 | 9.423 |
| 1203 | 0.137 | 83.17 | 0.49 | 35.86 | 3.425 |
| 1204 | 0.277 | 87.42 | 0.758 | 56.05 | 2.41 |
| Prom | 0.249 | 87.450 | 1.228 | 57.552 | |

| Cu gr/m3 | Pb gr/m3 | Fe gr/m3 | Zn gr/m3 | Descripcion |
|----------|----------|----------|----------|--|
| 0.97 | 2.40 | 3.70 | 1.80 | <u>Sulfuro masivo Veta Raquel</u> : pirrotita, sph, py, gn |
| 7.00 | 5.40 | 0.65 | 13.70 | <u>Sulfuro Carolina</u> : Py, sph, gn, clorita y calcopirita |
| 4.60 | 11.00 | 1.98 | 3.00 | <u>Oxido Hierro</u> , lim, goetita, jarosita |
| 4.19 | 6.27 | 2.11 | 6.17 | |

Tabla IV: Ensayo de prueba Metalúrgica.

4.7.7.4.- Recuperaciones Metalúrgicas en Planta de Ancón y

Precios

A fin de llevar a cabo la estimación de Reservas de Mena se tomó las siguientes recuperaciones metalúrgicas y los siguientes precios de los metales involucrados:

Recuperación metalúrgica:

- Au: 88.00%
- Ag: 45.00%

Precio de los metales:

- Au: 1100 \$/Oz
- Ag: 15 \$/Oz

4.7.7.5.- Estimación de “Cut-off” económico (operativo)

De acuerdo al balance de la unidad minera Santa Fe se tiene un Cut off de 0.15 Oz Au/ton, para 2,000t/m, el cual nos sirvió para llevar a cabo la estimación de Reservas de Mena .

4.8.- SUMARIOS Y CÁLCULO DE RESERVAS

4.8.1.- INTRODUCCION

Para la estimación de Reservas de mena y Recursos naturales, primero se revisó la información existente en antiguos informes, planos geológicos y muestreos de los diferentes niveles de las vetas, luego se muestreo en las nuevas zonas de exploración accesibles que faltaban en los bloques de cubicación.

En la Estimación de Recursos y Reservas se ha tenido en cuenta la guía estándar del **código JORC Australiano** (Fig.7). Para el cálculo de reservas en este informe se considera un nivel de Recursos y Reservas a potencia veta neta(Sin dilución).

Para la obtención de la Estimación de Reservas se han aplicado métodos tradicionales, tomándose en consideración que en éste tipo de yacimiento **“Vetiforme”** el oro es errático y en tramos concentra “clavos” de alta ley. Se le da el tratamiento correspondiente que permiten estimar y clasificar las Reservas y Recursos, tomando como sustento una base de datos de muestreo geoquímico sistemático, pruebas metalúrgicas, prueba de densidades, etc, en interior mina y superficie.

Las consideraciones en los bloques para la clasificación de reservas de mena o recursos minerales se muestran en la **Fig.11**. La misma que esta modelado de acuerdo a la interpretación de las tendencias de mineralización localizadas en las zonas de apertura y cierre de la veta que indicarían un futuro potencial de interés en profundidad.

Se han utilizado software(s) Autocad, Excel, MapInfo y Surfer que permiten obtener mediciones con precisión de las áreas de la geoforma del mineral, cálculo de promedios, isovalores, etc. Y de esta forma realizar el cálculo de Recursos confiable para un programa de planeamiento de explotación minera.

Todas los Recursos y Reservas, están ubicadas dentro de la concesión Don Alfonso # 1 de propiedad de la empresa Inversiones Mineras Santa Fe S.A.C.

4.8.2.- Sumario de Reservas Explotadas

Desde sus inicios de Operación en la Mina Santa Fe se ha recuperado Mineral tanto en Galerías de Avance, Chimeneas, Tajeos como de regalías. Desde Enero del 2015 a Septiembre del presente se han extraído un total de: 6435TM con 0.33 Oz Au

En el siguiente Cuadro se presenta la Producción mensual del año 2015.

| Produccion Mensual(Au) | | | | |
|-------------------------------|------------|-----------|---------------|---------------|
| | | | Au | Ag |
| AÑO | MES | TM | Oz./Tn | Oz./Tn |
| 2014 | Oct | 114 | 0.21 | |
| | Nov | 128 | 0.20 | |
| | Dic | 61 | 0.26 | |
| 2015 | Ene | 289 | 0.356 | |
| | Feb | 314 | 0.431 | |
| | Mar | 320 | 0.400 | |
| | Abr | 608 | 0.346 | |
| | May | 800 | 0.418 | |
| | Jun | 1184 | 0.289 | |
| | Jul | 928 | 0.302 | |
| | Ago | 992 | 0.290 | |
| | Sep | 1068 | 0.350 | |

Tabla V: Produccion mensual

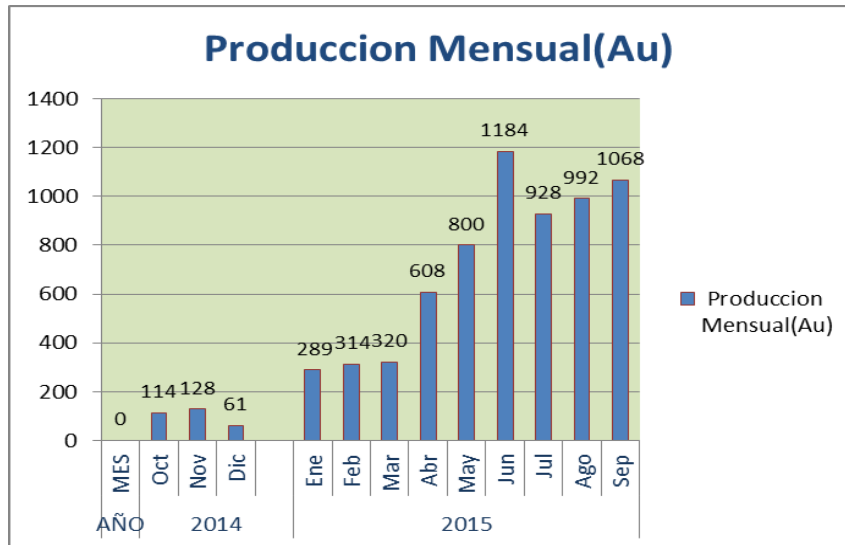


Tabla VI: Tabla comparativa de Reservas Veta Colorada

RESERVAS

Tabla VII Comparación de Reservas últimos 2 años

| Año | Ton. | Au | Ag |
|------|----------|----------|----------|
| | | Oz./Ton. | Oz./Ton. |
| 2014 | 7,082.42 | 0.28 | 2.32 |
| 2015 | 75325 | 0.27 | 1.21 |

4.8.3.- CALCULO DE RESERVAS Y RECURSOS MINERALES:

VETAS: COLORADA, EL HIERRO Y RAQUEL.

El presente cálculo considera los bloques de mineral clasificados como mineral Probado, Probable, establecido para el presente cálculo.

El valor de mineral se ha calculado con precios proyectados de 1100\$/Oz para el Oro y 15 \$/Oz para la Ag.

4.8.3.1.- Reservas

Este Inventario de Reservas y Recursos de Mina Subterránea son efectivas a partir de la fecha 30/Set/2015. El total incluye las reservas de minerales clasificados como probado y probable, como se define en el Código JORC y se muestra en el siguiente cuadro:

RESERVAS POR TIPO DE MINERAL

| DESCRIPCION | Tipo de Mineral | Ton. | Au | Ag |
|--|-----------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | Oz./Ton. | Oz./Ton. |
| PROBADAS | Sulfuros | 12892 | 0.356 | 1.576 |
| | Óxidos | 20841 | 0.286 | 1.228 |
| Sub-Total | | 33,733 | 0.313 | 1.361 |
| PROBABLES | Sulfuros | 29503 | 0.21 | 2.74 |
| | Óxidos | 13362 | 0.30 | 0.76 |
| Sub-Total | | 42,865 | 0.241 | 2.122 |
| Total | Sulfuros | 42,395 | 0.26 | 2.39 |
| | Óxidos | 34,203 | 0.29 | 1.04 |
| TOTAL RESERVAS: Sulfuros + Óxidos | | 76598 | 0.273 | 1.787 |
| | | | | |

Tabla VIII: Estimación de reservas Probado y Probable

La nueva optimización se ha ejecutado sobre la base de Recursos Medidos e Indicados calculados por el Departamento de Geología, empleando métodos convencionales y el uso de Autocad.

4.8.3.2.- Recursos

Los recursos calculados son los siguientes:

| DESCRIPCION | Ton. | Au | Ag | US \$ |
|--|----------------|--------------|--------------|------------|
| | | Oz./Ton. | Oz./Ton. | |
| PROBADAS: Sulfuros + Óxidos | 33,733 | 0.313 | 1.361 | 364 |
| PROBABLES: Sulfuros + Óxidos | 42,865 | 0.241 | 2.122 | 297 |
| Sub Total Reservas | 76,598 | 0.273 | 1.787 | 327 |
| MEDIDO: Sulfuros + Óxidos | 7,363 | 0.272 | 1.632 | 324 |
| INDICADO: Sulfuros + Óxidos | 56,753 | 0.224 | 2.145 | 279 |
| Sub-Total Recursos Medidos e Indicados | 64,117 | 0.229 | 2.086 | 284 |
| INFERIDO: Sulfuros + Óxidos | 95,342 | 0.204 | 0.968 | 239 |
| Sub Total Recursos inferidos | 95,342 | 0.204 | 0.968 | 239 |
| TOTAL RESERVAS + RECURSOS | 236,057 | 0.233 | 1.537 | 280 |

Tabla IX: Total Reservas y recursos

En el siguiente cuadro se muestra las reservas y recursos totales estimados en la Mina Subterránea:

Las reservas en el ejercicio 2015, han tenido una evolución favorable debido sobre la base de un **muestreo sistemático** en los avance de las Galerías, chimeneas, tajeos, subniveles y ventanas de exploración y mapeo detallado en interior mina y superficie.

Sobre las tres vetas Colorada, Raquel y El Hierro con las labores de exploración (GI 411 E, 240 E, 670 E, subniveles y

chimineas) se ha corrido 1598m en el semestre del 2015, y fue fundamental para la Estimación de Recursos y Reservas.

RESERVAS POR ESTRUCTURA MINERALIZADA

| VETAS | PROBADO - PROBABLE | | | | | US\$ |
|-------------------|--------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|------------|
| | TMS | Oz Au | Oz Ag | Oz finas Au | Oz finas Ag | |
| Colorada | 53518 | 0.26 | 1.33 | 13849 | 71062 | 303 |
| Raquel | 5909 | 0.21 | 1.97 | 1239 | 11646 | 258 |
| El Hierro | 17171 | 0.34 | 2.52 | 5791 | 43322 | 406 |
| Total | 76598 | 0.27 | 1.65 | 20879 | 126030 | 323 |
| Recursos | 159458 | 0.21 | 1.53 | 34153 | 243677 | 257 |
| Gran Total | 236057 | 0.23 | 1.57 | 55032 | 369707 | 278 |

Tabla X: Reservas por estructura mineralizada

En resumen entre Reservas y Recursos se tiene 236,057 TM con 0.23 Oz Au y 1.57 OzAg. La nueva veta El Hierro ha proporcionado sobre los 17,171 Tms en la Reservas del 2015.

El abajo firmante desea agradecer a los Ingenieros, Rómulo Suni (Jefe de Geología), Marlon Espinoza (Asistente de Geología) Luis Mejía Huerta (Cadista) Toribio Olivera (Topógrafo) por toda su ayuda en la preparación de todos los datos y los modelos utilizados para la elaboración del presente informe.

CONCLUSIONES

- 1).- Realizando la caracterización geológica en la mina Santa Fe, se definió que es un depósito vetiforme cuarzo-oro, caracterizado por minerales de polimetálicos plomo-zinc-plata, de origen mesotermal. El control principal es estructural asociados a un sistema NE-SW.

- 2).- La mineralización en las vetas difieren parcialmente en su composición: La veta Colorada consta de cuarzo gris con pirita, marmatita, galena, pirrotita, tenantita y arsenopirita. La Veta El Hierro consta de cuarzo-serisita, poroso con flujos de sílice gris "Ahumado", venillas de pirita fina, Calcopirita, esfalerita y galena. Mientras que la veta Raquel son cuerpos estratiformes o lenticulares de sulfuros compuesto mayormente de Pirita masiva con pirrotita con sulfuros polimetálicos de marmatita, galena, Calcopirita y Arsenopirita. El tipo de depósito cuarzo-oro e IOCG.

- 3).- Estructuralmente la concentración de lineamientos tienen tendencia principal NO-SE, siendo la orientación secundaria N-S Y las vetas están asociadas al sistema NE – SW el cual concuerda con la tendencia regional.

- 4).- Utilizando la guía JORC, se ha logrado hacer un mapeo a detalle y muestreo geoquímico, tanto en interior mina como en superficie, logrando obtener 1319 muestras geoquímicas, 08 Pruebas Metalúrgicas y 6 muestras para gravedad específica.

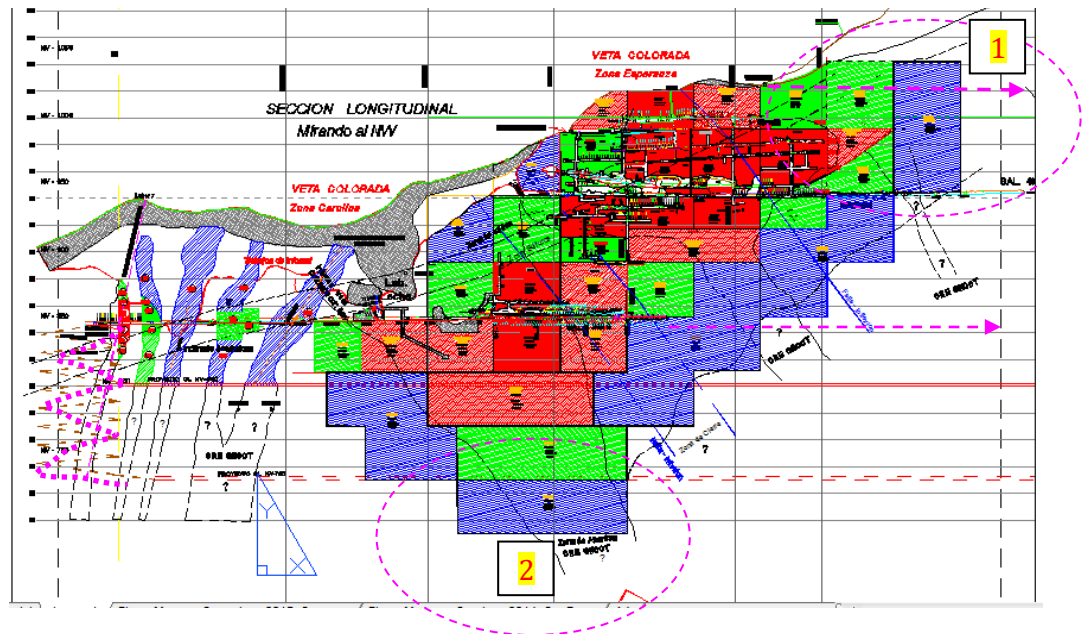
Lográndose cubicar:

- ✓ Reservas (Probados + Probables) estimados en 76,598 TM con 0.27 Oz Au y 1.65 Oz Ag.
- ✓ Recursos (Medidos + Indicados) estimados en 64,117 TM con 0.23 Oz Au.
- ✓ Recursos Inferidos en 95,342 TM con 0.20 Oz Au.
- ✓ Gran Total de 236,057 con 0.23 Oz Au.

5).- En superficie se ha mapeado tramos de alteración argílica entre el contacto volcánico-intrusivo, fracturamiento con pátinas de limonitas y jarositas que son manifestaciones de un centro termal de un sistema de cobre porfirítica y a la vez son el responsable de del emplazamiento de las vetas auríferas.

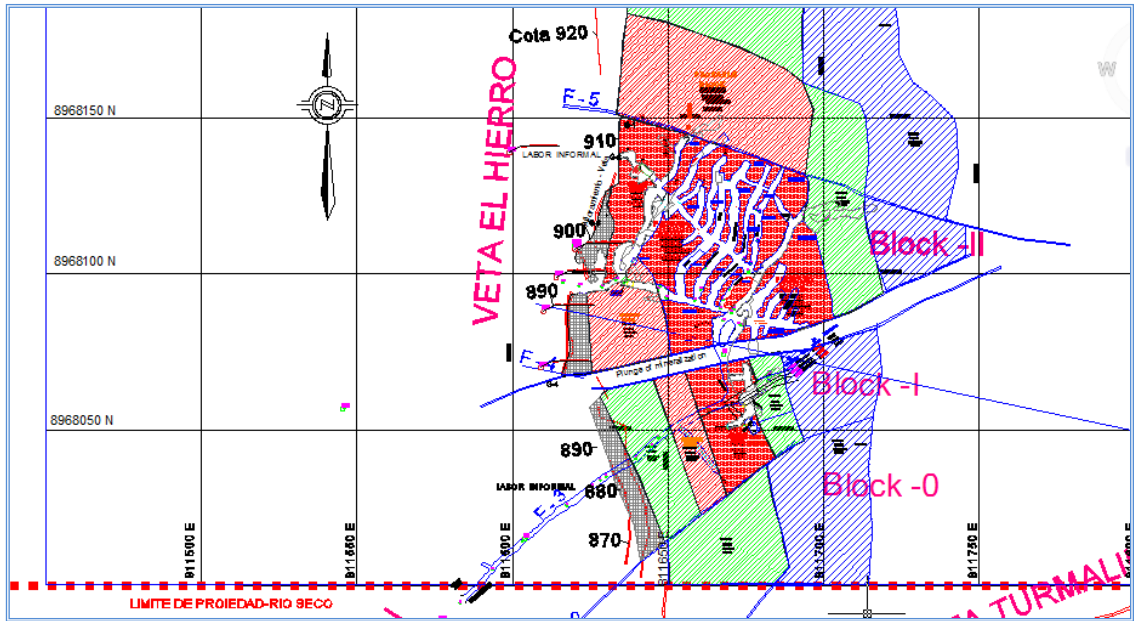
RECOMENDACIONES

1.- Luego de las reinterpretaciones geológicas, es necesario explorar de la parte alta de veta Colorada en Lucero, (Punto 1) y la profundización de la veta Colorada en el nivel Carolina mediante una rampa o inclinado (Punto 2) con fines de Cubicar Reservas y Recursos minerales.



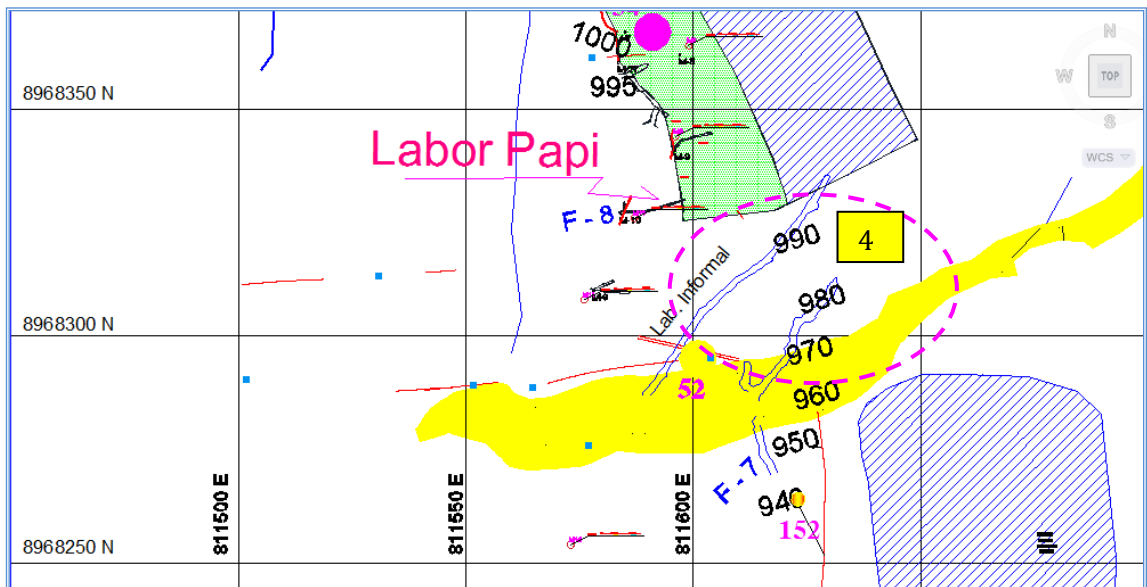
ESCALA: 1/500

2.- Desde el avance de la Gal 240 E se debe continuar con el pique sobre la zona de apertura explorando a la veta Colorada en profundidad (Punto 2).



ESCALA: 1/500

3.- Desde el inclinado milagroso, profundizar y avanzar por estructura sobre veta en dirección SE y explorar en profundidad hasta llegar a la veta Turmalina (Ver punto 3).



ESCALA: 1/500

4.- Preparar la mina Papi, desde la labor informal en las Coordenadas UTM: 811589 E, 8968285N y 952msnm. Ubicar la estructura y avanzar sobre veta para convertir los Recursos a Reservas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

1. Carrasco Diaz, Sergio. (2009) Metodología de la investigación científica Lima - Perú.
2. Cobbing E.J.(1978) Evaluación Geológica de La Zona de Colpayoc y Alrededores.
3. Dávila Burga, Jorge. (2006) Diccionario geológico Español – Inglés Lima peru.
4. Heber Fernando Hernández Guerra. (2012) Código de Australasia para Informar sobre Recursos Minerales y Reservas de Mena, Universidad pedro de Valdivia, la Serena, 2012 Facultad de ingeniería.
5. Jaroslav hyrsl, Jack A. Crowley, Rock H. Currier, Terry Szenies. (2010) Peru Paraiso de Minerales, Lima - Peru.
6. Rivera Mantilla, Hugo. (2001) Introducción a la Geoquímica General y Aplicada Lima - Perú.
7. Valera Lopez, J. Geologia de los depositos Minerales Metalicos. (1985) Ed.Omega Lima – Peru.
8. Vega Oyola, Armado Germi. Calculo de Reservas de la veta “PARAISO”, Mina Paraiso – Distrito Ponce Enrique (2013) Guayaquil - Ecuador.
9. Yhonny Paul, Ruiz Dioses. “Aplicación de Software Libre Para la Estimación de Recursos y Para la Evaluación Técnica Económica de las Reservas Minerales”, Piura - Peru.

ANEXOS