

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**SEMINARIO DE GRADUACIÓN:
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO GEÓLOGO**

**EVALUACIÓN GEOLÓGICO MINERA DEL PROSPECTO AURÍFERO SAN
JUAN, CONCESIÓN LA LIBERTAD, CHONTALES**

AUTORES:

**Br. MAYKOOL JOSÉ MORENO CASTRO
Br. CARLOS MARIANO COBAN CRUZ**

TUTOR:

MSc. GEMA VELÁSQUEZ ESPINOZA

ASESOR:

MSc. JUSTO NOVOA

MANAGUA, NICARAGUA

2015

Managua, 26 de Noviembre del 2015

MSc. Elim Campos

Director
Departamento de Tecnología
Facultad de Ciencias e Ingeniería
UNAN-Managua

Estimado MSc. Campos

El motivo de la presente es para comunicarle que he dirigido y revisado el trabajo de Seminario de Graduación elaborado por los Brs.: **Maykool José Moreno Castro** y **Carlos Mariano Coban Cruz** de la carrera de Ingeniería Geológica de la UNAN-Mangua, titulado "Evaluación geológica minera del prospecto aurífero San Juan, Concesión La Libertad Chontales".

Dado lo anterior, ratifico que el trabajo realizado contiene conocimientos que son científicamente aceptados y técnicamente prácticos, enmarcados en el tema. Por lo antes expuesto doy aval para que dichos bachilleres defiendan Seminario de Graduación.

Sin más a que referirme, me despido deseándole éxito en sus labores diarias.

Atentamente

MSc. Gema Velásquez Espinoza
Coordinador de la carrera de Ing. Geológica
Departamento de Tecnología
Facultad de Ciencias e Ingeniería (UNAN-Managua)

DEDICATORIA

Dedicado principalmente a nuestro señor Dios quien nos dio la vida, sabiduría, mucha perseverancia y paciencia.

A nuestros grandes compañeros de universidad quienes sin duda son nuestros hermanos y forman parte indispensable de nuestro aprendizaje, uno en especial Salomón Sevilla.

A mi esposa Marjori Salazar, mi hija Sofía Alejandra y mis padres quienes son mi mayor pilar y quienes siempre me han dado su apoyo.

A mis padres Ing. Joel Coban, Lic. Isabel Cruz Sánchez, por brindarme su apoyo incondicional en todo el transcurso y etapas de mi vida, por darme siempre el ejemplo de superación y lucha día a día.

AGRADECIMIENTO

El desarrollo y culminación del presente estudio solo pudo ser posible con el apoyo de varios especialistas que con sus aportes y sugerencia son parte invaluable en el desarrollo de la misma.

En primer lugar y muy especial agradecimiento a Dios nuestro señor por darnos la sabiduría y la perseverancia para lograr culminar la investigación.

A nuestra tutora de seminario, MSc. Muriel Gómez, MSc. Gema Velázquez y el Ing. Gessner Grillo, por su tiempo, dedicación y empeño en la revisión y asesoramiento durante todo el desarrollo de la misma, de igual manera un agradecimiento al MSc. Justo Novoa, asesor de la misma por su aporte vital en el desarrollo de esta.

A la empresa B2Gold, por el apoyo fundamental facilitando sus instalaciones y recursos para la investigación. A los ingenieros Aquiles Quintana y Martha Sánchez integrantes del grupo B2Gold Exploración quienes aportaron sus conocimientos y observaciones a la investigación.

RESUMEN

Mina La Libertad se localiza a 170 Km de Managua, a 7 Km del casco urbano del municipio del mismo nombre, en el departamento de Chontales. Mina La Libertad está siendo administrada por la empresa minera B2Gold, a través de su subsidiaria DESMINIC, S.A., en un área de 10.950 Ha, adjudicada por el Ministerio de Energía y Minas el 31 de Agosto de 1994 para el término de 40 años de explotación.

Como respuesta a las necesidades de identificar prospectos con potencial minero y aumentar reservas minerales de la empresa para extender la vida útil de la mina, entre Julio y Agosto del 2015 se realizó el cálculo de recursos estimados del prospecto aurífero San Juan. Este recurso se hizo en base a la perforación de 30 sondeos (pozos) diamantinos con recuperación de núcleo y toda la información recolectada en el transcurso del estudio.

Para el tipo de depósito al cual pertenece el Prospecto San Juan y debido al número de sondeos presupuestados se utilizó el método de clasificación de recursos conocido como "Kriggin" con el cual se generó un modelo de bloques longitudinal asignando la categoría de recursos medido (Confiability del 70%) a San Juan.

Los resultados obtenidos de la cuantificación de recursos indican que el potencial minero del prospecto San Juan cumple con las expectativas previstas en esta primera fase de exploración, obteniendo para este prospecto un total de 712,210 toneladas de mineral con una ley promedio de 4.41 g/ton para un total de 100,911 onzas troy de oro.

Otro objetivo del presente estudio consistió en la caracterización geológica del área de San Juan, con los resultados del mapeo geológico, se establece que la

zona de estudio se encuentra formada por flujos de composición basáltica, brechas de composición andesítica, tobas líticas y lapilli. Las rocas indicadas tuvieron formación durante el período Mioceno. La alteración asociada con el depósito es típica de los depósitos epitermales de baja sulfuración: asociación mineralógica adularia-sericita.

Las vetas de cuarzo forman un halo de alteración caracterizada por los procesos de silicificación en la roca encajante, seguida por una zona argílica y distalmente una zona propilítica, que afectan a los diferentes tipos de roca.

Del análisis de los resultados se plantean las acciones y recomendaciones a seguir para obtener la evaluación final del recurso y hacer la estimación final de reservas para la construcción del modelo de bloques tridimensional utilizado para la elaboración del diseño de mina.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. ANTECEDENTES.....	4
1.3. JUSTIFICACIÓN:.....	5
1.5. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS.....	6
1.6. METODOLOGÍA.....	9
2. MARCO GEOTECTÓNICO	21
2.1. TECTÓNICA DE AMÉRICA CENTRAL Y NICARAGUA.....	21
2.2. GEOLOGÍA REGIONAL DE NICARAGUA	23
3. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	26
3.1. UNIDAD DE ROCAS VOLCÁNICAS.....	26
3.1.1. Sub-Unidad Basáltica (Tpcb).....	26
3.1.2. Sub-Unidad Andesítica Tmcd (A).....	28
3.1.3. Sub-Unidad de Tobas (Tomm (i)).....	30
3.2. UNIDAD DE ROCAS INTRUSIVAS HIPOABISALES.....	32
3.2.1. Sub-Unidad de Dique de composición basáltica.....	32
3.4. MINERALIZACIÓN.....	36
3.5. ALTERACIÓN.....	43
3.6. CÁLCULO DE RECURSOS.....	46
3.7. QA; QC.....	50
4. CONCLUSIONES.....	55
5. RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
ANEXOS.....	59

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Coordenadas de pozos perforados.....	13
Tabla 2. Clasificación de Recursos según red de exploración (Kriging).....	17
Tabla 3. Tabla de correlación entre contenido Pirita vs Promedio de Oro (g/ton)	39
Tabla 4. Valor en porcentajes de pirita.	40
Tabla 5. Clasificación de mena según ley de corte, <0.40 g/ton= Estéril.....	47
Tabla 6. Resumen de recursos obtenidos del modelo de bloques San Juan.....	47
Tabla 7. Tonelaje de recursos según clasificación por contenido de oro.....	49

LISTA DE FOTOS.

Foto 1. Drone Trimble UX5, utilizado en el levantamiento topográfico detallado.....	10
Foto 2. Drone Trimble UX5 en posición de despegue.....	11
Foto 3. Zona de veta en superficie, Cuarzo Sacaroides, textura bandeada.....	12
Foto 4. Máquina perforadora diamantina rotativa modelo Gopher UG 3000.....	14
Foto 5. Ejemplo de cajas de núcleos de sondeos, SJ-08-021.....	16
Foto 6. Procedimiento de corte de muestras en núcleos de perforación.....	16
Foto 7. Flujo de composición basáltica interceptado en el sondeo SJ-08-022 a una profundidad de 59.48 m.	27
Foto 8. Intercepto de flujos de composición basáltica sondaje SJ-08-024.	28
Foto 9. Andesita Afanítica con alteración propilítica.....	29
Foto 10. Andesitas porfíricas, porfiroclastos de plagioclasas. SJ-08-019.....	30
Foto 11. Toba lapilli o hialoclastita de color gris verdoso, SJ-08-029.	31
Foto 12. Dique de composición basáltica aflorando en superficie e interceptado en sondaje, SJ-08-008.	33
Foto 13. Zona de falla en sondeo SJ-08-06.....	35
Foto 14. A) Veta de Cuarzo con textura en bandas coliforme - crustiforme y vuggy. B) Veta de Cuarzo con textura masivo sacaroidal.	38
Foto 15. A) <i>Vetas de Cuarzo con Texturas Coloforme. B) Veta de cuarzo con textura de drusas. SJ08 – 024.</i>	40
Foto 16. A) Veta de cuarzo con textura vuggy – latice (Vesículas de desgasificación) y presencia de óxidos. B) Brecha de cuarzo con textura acrecional, con moderada oxidación Limonita – Hematita.	41
Foto 17. Ejemplo de alteración propilítica. A) Andesita con moderada alteración clorita en matriz más zeolitas rellenas de vesículas. B) Andesita porfírica, matriz con moderada alteración clorita, fenocristales de plagioclasas caolinizados mas locales bandas de oxidación hematita. SJ08 – 010 (110m de profundidad).	44
Foto 18. Alteración Argílica en zona de mineralización.	45
Foto 19. Alteración Sílica en roca caja. A) Brecha de Roca caja, con matriz de cuarzo con textura comb, soportando clastos sub-angulosos a sub-redondeados de roca (Andesita porfírica) con	

moderada a fuerte Silicificación. B) Vetillas entrelazadas de cuarzo con textura comb, roca encajante con moderada a fuerte Silicificación más leve a moderada oxidación limonita (Stockwork).....	45
--	----

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. A) Mapa de ubicación regional. B) Mapa Topográfico La Libertad Chontales. C) Mapa de localización del área de estudio San Juan, Distrito Minero La Libertad Chontales.	8
Figura 2. Equipo de medición Réflex para sondeos diamantinos.	15
Figura 3. Mapa Tectónico de América Central (Frischbutter, 2002).....	21
Figura 4. Mapa de Provincias Geológicas de Nicaragua. Tomado de Hodgson, 1998.	25
Figura 5. Mapa Geológico San Juan Escala 1:4,000.	34
Figura 6. Modelo Epitermal de baja Sulfuración (Buchanan 1981).	37
Figura 7. Modelo de Alteración de depósitos Epitermal Baja Sulfuración (Buchanan 1981).....	43
Figura 8. Estándar CDN GS-1G, Valor Original.	51
Figura 9. Estándar CDN GS-1G, Resultados Laboratorio.	52
Figura 10. Estándar CDN GS-1P5C, Valor Original.	52
Figura 11. Estándar CDN GS-1P5C, Resultados Laboratorio.....	53
Figura 12. Comportamiento de resultados obtenidos de muestras blancos.	54

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Sondeo SJ-08-012. Intercepto de brecha hidrotermal de 91.07 metros a 105.1 metros de profundidad.	60
Anexo 2. Sondeo SJ-08-022. Intercepto de brecha hidrotermal de 145.7 metros a 155 metros de profundidad.	61
Anexo 3. Sondeo SJ-08-025. Intercepto de cuarzo brecha de 109.9 metros a 125.6 metros de profundidad.	62
Anexo 4. Plano de collares de sondeos propuestos.....	63
Anexo 5. Plano de collares de sondeos realizados.....	64
Anexo 6. Mapa de Elevación.	65
Anexo 7. Sección longitudinal Modelo de Bloques.....	66
Anexo 8. Sección longitudinal Modelo de Bloques y Sondeos Realizados.	67
Anexo 9. Tabla de Logueo sondeo SJ-08-25.....	68
Anexo 10. Mapa geológico San Juan escala 1:4,000.	69
Anexo 11. Plano de composito de ubicación de sondeos San Juan.....	70
Anexo 12. Sección Transversal San Juan, Sondeos SJ-08-24, SJ-08-10, SJ-08-28.....	72

1. INTRODUCCIÓN.

La minería de yacimientos metálicos (Oro Plata), se ha consolidado en los últimos años como uno de los sectores claves que impulsan el crecimiento económico de Nicaragua, gracias a la mayor demanda internacional de minerales y a los altos costos del proceso de explotación que han propiciado una expansión de las actividades de explotación minera, convirtiéndose en una de las industrias con los mayores crecimientos.

En Nicaragua B2Gold se consolida como el mayor exportador de oro y plata del país teniendo en operación dos minas, Tritón Minera, S.A en el municipio El Limón, departamento de León y la más importante DESMINIC, S.A, en el municipio de La Libertad, Chontales.

DESMINIC, S.A, tiene en operación una planta de procesamiento de oro por el método de lixiviación y flotación en solución cianurada con una capacidad de procesamiento de 6,300 toneladas secas de material por día, lo cual genera un gran reto para el área minera de proveer diariamente el material suficiente para mantener en operación dicha planta.

La estimación de recursos/reservas se considera un proceso continuo que se inicia con la exploración y recopilación de la información seguida de la interpretación geológica y la estimación de recursos. Posteriormente se consideran los factores modificadores (mineros, metalúrgicos, ambientales y legales) y se realiza al estimado de reservas.

Los proyectos de exploración necesitan diversas tareas previas para poder llegar a definir las características del yacimiento a explotar, incluyendo como parámetro fundamental la calidad del mineral y su ubicación espacial. En este aspecto es

importante entender “Calidad de un mineral”, como la cantidad la cantidad de elementos aprovechables económicamente dentro de una matriz rocosa, además de sus características geotécnicas, que influirán en gran medida la selección del método de explotación. De este modo es clave conocer tanto la forma de yacimiento como la concentración de minerales en la estructura mineralizada, debiendo definir la ley de cada mineral de interés en cada uno de los puntos del yacimiento con la mayor precisión posible.

Para lograr los objetivos de este estudio se realizaron trabajos exploratorios básicos como muestreo de afloramientos, recolección de muestras de mano y perforaciones para hacer un cálculo preliminar de recursos por el método de modelo de bloques. El estudio se realizó con la finalidad de hacer la cuantificación de recursos del prospecto y evaluar su potencial minero.

El presente estudio recopila una serie de datos técnicos obtenidos a partir de reconocimientos geológicos de campo y de recopilación de información de estudios previos del área. Se plantean los objetivos generales y específicos a cumplir, el planteamiento del problema y se detalla la metodología utilizada para lograr estos objetivos.

El Marco Geotectónico abarca los aspectos más relevantes de la tectónica de América Central y de Nicaragua para establecer la relación directa o indirecta que tienen estos factores dentro del área de estudio.

Los Análisis y Resultados son presentados en cinco sub-capítulos que engloban la geología local, en donde se establecen las unidades geológicas características del área de estudio, la mineralización y alteración que se encuentra presente en las diferentes unidades geológicas y estructuras mineralizadas, los aspectos geo-estructurales relevantes que inciden directamente con la mineralización y el cálculo de recursos que es el principal objetivo del estudio

Se realizó el mapa geológico a escala de 1:4,000 en un área de 1.6 km², identificando dos unidades geológicas principales como son la unidad de rocas volcánicas para las cuales se reconocieron las subunidades de rocas volcánicas de composición Andesítica, rocas volcánicas de composición basáltica y tobas. La unidad de rocas intrusivas hipoabisales en la que se identificó un dique de composición basáltica. (Figura 5).

El cálculo de recursos realizado en este estudio se obtuvo a partir de la realización de 30 sondeos diamantinos rotativos a lo largo de 1,200 metros de longitud, con los resultados obtenidos se realizó el modelo de bloques para los recursos.

Con los resultados obtenidos se realizaron recomendaciones para próximas campañas de exploración para verificación de resultados y cambiar de categoría los recursos a reservas medidas para su evaluar la factibilidad del prospecto.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El proceso de explotación es de vital importancia la búsqueda constante de recursos y reservas que sustituyan las actuales que se están explotando. Esto representa un gran reto en la actualidad debido a las variaciones en el precio internacional de oro que afectan directamente las reservas actuales de la mina.

Dentro de la concesión existen diversos prospectos mineros, en el cual se encuentra San Juan, que fue levemente explotado por la empresa “GreenStone” utilizando el método de Tajo a cielo abierto. Existe muy poca información de este prospecto minero que justifique su explotación, solo se encuentran indicios de altos valores de mineral por los trabajos de pequeña minería desarrollados en los ríos de las cercanías.

1.2. ANTECEDENTES.

CentralSun M., (2008), Caracterización Geológica Detallada Distrito Minero La Libertad. Se tuvo como objetivo principal elaborar el primer mapa geológico base de la sección Río Mico – El Gobierno – Los Ángeles – San Juan, dando prioridad a las unidades litológicas, zonas de alteración y mineralización; estructuras mineralizadas y fallas. Así como el modelo geológico de la mineralización existente en el sector.

Lemans R., (1979), PCR´s Santa Elena, evaluación preliminar de recursos del prospecto aurífero Santa Elena, se calcularon 1,262,520 toneladas de mineral con una ley promedio de 5.6 g/ton para 227,309 onzas troy de oro.

GreenStone, (1989), PCR´s Crimea, realización de sondeos PCR´s para estimación de recursos del prospecto Crimea, se estimaron 950,368 toneladas de mineral con una ley promedio de 3.2 g/ton para 97,776 onzas troy de oro. Se exploró la continuidad de la estructura hacia el NE, sin encontrar indicios de la estructura.

GRENICA, (1994), PCR´s El Tigre, los resultados obtenidos del prospecto lo ubicaron fuera de las zonas de interés para explotación debido a que la cantidad de mineral fue de apenas 100,000 toneladas con una ley promedio de 1.2 g/ton para un total de 3,858 onzas troy de oro.

GreenStone, (1999), Mapeo Geológico del distrito Minero La Libertad. El área del distrito de Mina La Libertad fué mapeada a una escala de 1:20,000 identificando los principales rasgos geológicos y estructurales del área.

GreenStone, (2001), Cálculo de Recursos Mojón, GreenStone como propietaria de Mina La Libertad realizó 89 sondeos diamantinos rotativos para la estimación de recursos de Cerro El Mojón, se estimaron 5,251,323 toneladas de mineral con una ley promedio de 5.1 g/ton para un total de 861,052 onzas troy de oro.

Lemans R., (1979), PCR´s Santa Elena, evaluación preliminar de recursos del prospecto aurífero Santa Elena, se calcularon 1,262,520 toneladas de mineral con una ley promedio de 5.6 g/ton para 227,309 onzas troy de oro.

Minera Glencairn (2011), Cálculo de reservas Jabalí, Santo Domingo. Las reservas probadas y medidas realizadas a base de 120 perforaciones con sondeos diamantinos rotativos dieron como resultado 3,854,620 toneladas de mineral con una ley de 6.2 g/ton para 768,358 onzas troy de oro.

Minera Glencairn (2013), Recalculo de reservas Mojón. Esta fase de exploración consistió en cerrar la malla de perforaciones a 25 x 25 metros y aumentar la profundidad de las perforaciones con el propósito de aumentar las reservas y estudiar la viabilidad de la construcción de una mina subterránea para este prospecto.

1.3. JUSTIFICACIÓN:

El actual desarrollo de las investigaciones en el campo de la exploración de recursos minerales apunta constantemente a la búsqueda de nuevos depósitos y el entendimiento de los procesos que dieron origen a dichos depósitos.

Queda claro que la estimación de recursos es de vital importancia para el éxito de una inversión minera, por lo que los cálculos de la ley y el tonelaje deben ser lo más confiable posible a partir de las muestras disponibles, la calidad de los análisis y la definición de los controles geológicos de la mineralización.

Con el apoyo de la empresa B2Gold – Exploraciones; se desarrolló este estudio de exploración que tiene como objetivo principal la evaluación geológica del yacimiento San Juan, el cual presenta rasgos relevantes como es la ubicación cerca de la planta así como de las principales vías de acceso, entre otros aspectos.

Los recursos y reservas minerales estimadas para la empresa minera significan la continuidad de las operaciones mineras e influyen directamente en el costo de las acciones en la bolsa de valores que cotiza la corporación, es por esto que se destinan recursos económicos para la constante búsqueda de estas reservas y recursos minerales.

Este estudio se realiza en respuesta a la necesidad de la búsqueda de nuevos recursos y reservas tomando como objetivo de estudio el prospecto mineral San Juan por presentas las características factibles para su explotación.

1.4. OBJETIVOS.

General:

- Realizar la evaluación geológica minera del prospecto aurífero San Juan.

Específicos:

- Confeccionar mapa geológico a escala 1: 4,000.
- Aplicar modelo de bloque para la estimación de recursos del prospecto.
- Describir los aspectos mineralógicos en el prospecto.
- Realizar una evaluación económica preliminar del prospecto San Juan.

1.5. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS.

El área de estudio está localizada en el departamento de Chontales, Municipio La Libertad, comprendida en la hoja topográfica La Libertad (3152 - I), editada por INETER en el año 1971. El sitio se encuentra a 177 Km al NE de Managua en la zona central de Nicaragua. (Ver Figura 001).

Las coordenadas de los vértices del área de estudio son: NW: N 1352873.212, E 698428.85. NE: N 1352873, E 700042. SE: N 1351803, E 700042. SW: N 13511803, E 698428.

Las vías de acceso al lugar de estudio desde la capital de Nicaragua, Managua, es por medio de la carretera Panamericana Norte, se recorren 25 Km desviándose hacia el este en el empalme de San Benito, luego haciendo un recorrido de 113 km hasta Juigalpa, cabecera departamental de Chontales, a través de una vía de primer orden, desde aquí se continúa hasta el pueblo de La Libertad en un recorrido de 32 Km por una vía de segundo orden. Desde el pueblo a la mina se llega por una vía privada de 7 Km.

La concesión abarca un área de 10.950 Ha y el área del prospecto San Juan es de 1.6 km² la cual colinda al Norte con el cerro El Gobierno, al Este con la Comarca El Zapote, al Sur con el Pueblo La Libertad y Oeste con Cerro El Mojón. La elevación promedio es de 550 msnm, presentando relieve moderado con pendientes suaves, la vegetación corresponde a un bosque secundario intervenido.

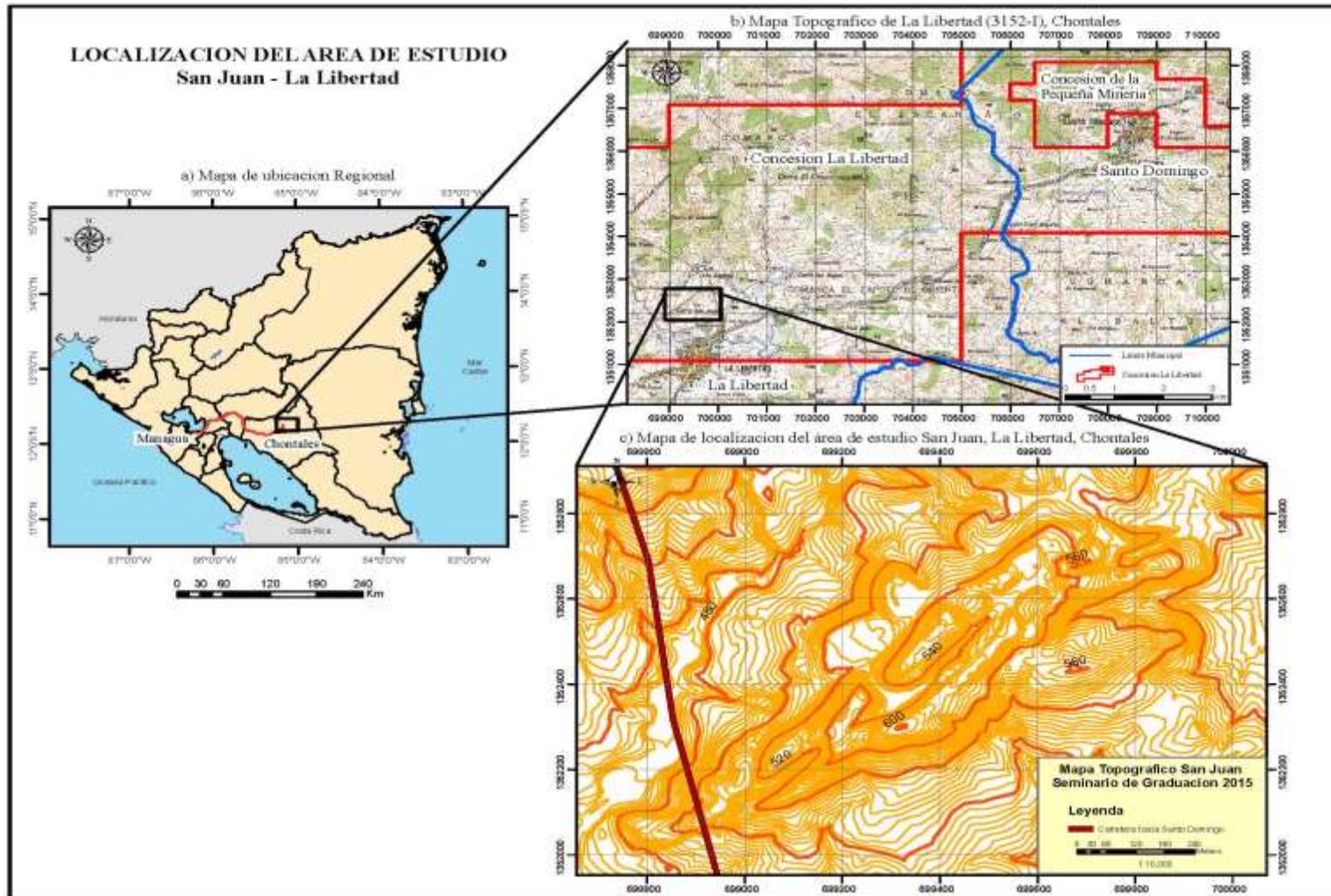


Figura 1. A) Mapa de ubicación regional. B) Mapa Topográfico La Libertad Chontales. C) Mapa de localización del área de estudio San Juan, Distrito Minero La Libertad Chontales.

1.6. METODOLOGÍA.

La metodología empleada en este trabajo consistió en tres fases principales:

a) Trabajo de Gabinete: esta fase consistió en recolectar toda la información existente del sitio de estudio, mapas topográficos y trabajos anteriores como son informes técnicos realizados en el sitio o en áreas aledañas.

Con un mapeo geológico anterior se determinó el rumbo de la estructura mineralizada con rumbo definido Noreste y su buzamiento hacia el Noroeste, con estos datos se definieron los sitios de las perforaciones diamantinas. Debido a la longitud de la veta se presupuestaron treinta sondeos, cubriendo así la longitud de 1.6 Km y 100 M de profundidad que se pretende con esta primera fase de estudios.

Para lograr más detalle en el mapeo se planificaron cortes en algunos taludes que facilitan la obtención de datos geológicos, sumado a esto se planificó la construcción de accesos al área de estudio.

b) Trabajo de Campo: en esta fase se procedió a realizar los trabajos de campo pertinentes para el desarrollo de la etapa de exploración.

Se obtuvo un mapa topográfico de un área total de 8 km², utilizando como herramienta un Drone marca Trimble, modelo UX5, este Drone utiliza sistemas aéreos no tripulados (UAS por sus siglas en inglés) para la cartografía por fotogrametría aérea.

El programa de navegación que utiliza el Drone Trimble calcula el tiempo total de vuelo necesario para cubrir la zona de interés y permite al usuario dividir la zona en varios vuelos si es necesario cuando el tamaño de la zona es muy grande.

Para cada vuelo, el piloto identifica la dirección del viento, la ubicación del lanzamiento y el lugar de aterrizaje, por lo que la duración del vuelo se re-calcula en base a las condiciones de campo en el momento del vuelo.



Foto 1. Drone Trimble UX5, utilizado en el levantamiento topográfico detallado.

Después de lanzar el Drone, el vuelo se controla con la estación de control en tierra, después de que el Trimble UX5 aterrice, se completa la lista de verificación posterior al vuelo para transferir los datos al ordenador. Este proceso permite una comprobación de la integridad de los datos.

Se pueden obtener diversos archivos del Trimble UX5 como son: Ortofotos, modelos tridimensionales (3D), nubes de puntos y modelos digitales de superficie (DSM por sus siglas en inglés).

Las imágenes obtenidas con el Drone se procesan en el programa PhotoScan Pro. el cual genera modelos tridimensionales, posterior a esto, en Global Mapper se generan las curvas de nivel al detalle deseado.



Foto 2. Drone Trimble UX5 en posición de despegue.

Se realizó una etapa de reconocimiento y mapeo superficial en toda el área, se tomaron muestras representativas de rocas en cada uno de los afloramientos, las que fueron sometidas a descripción macroscópica de campo, logrando así delimitar en superficie la estructura mineralizada de San Juan e identificando las características litológicas predominantes en superficie. (Foto 3).

En la fase de perforación se ubicaron las plataformas de perforación y los collares de los sondeos con estación total para un total de 30 perforaciones con diferentes ángulos que varían entre -45° y -60° y profundidades que van de los 54 m, hasta los 240 m, para lograr interceptar la estructura en las diferentes profundidades. (Tabla 1).



Foto 3. Zona de veta en superficie, Cuarzo Sacaroide, textura bandeada.

Debido a que el rumbo de la estructura es NE – SW con un buzamiento hacia NO, los sondeos fueron planificados todos con un rumbo SE para así interceptar la estructura transversalmente a su rumbo.

Las perforaciones fueron realizadas con seis maquinas modelo Gopher UG 3000 (Foto 4), se perforaron un total de 30 pozos con un diámetro 3.5” (HQ), para un total de 14,733.20 M; los cuales se realizaron en un período de 53 días a razón de 46 M diarios por máquina.

EVALUACIÓN GEOLÓGICO MINERA DEL PROSPECTO AURÍFERO SAN JUAN DE LA CONCESIÓN LA LIBERTAD, CHONTALES

Tabla 1. Coordenadas de pozos perforados.

Código	Este	Norte	Elevación (M)	Proyección	Rumbo	Inclinación (°)	Profundidad (M)
SJ-08-001	699584.0	1352758.0	534.21	WGS84	170.00	-60.00	200.00
SJ-08-002	699516.4	1352647.2	551.02	WGS84	135.00	-50.00	180.00
SJ-08-003	699418.6	1352610.8	538.46	WGS84	135.00	-50.00	250.00
SJ-08-004	699466.9	1352556.1	546.08	WGS84	135.00	-50.00	120.00
SJ-08-005	699370.4	1352451.4	545.38	WGS84	135.00	-50.00	120.00
SJ-08-006	699300.1	1352377.4	522.97	WGS84	135.00	-50.00	150.00
SJ-08-007	699211.4	1352316.8	542.91	WGS84	135.00	-50.00	150.00
SJ-08-008	699131.0	1352261.0	525.20	WGS84	135.00	-50.00	120.00
SJ-08-009	699115.1	1352284.0	524.11	WGS84	136.00	-55.00	180.00
SJ-08-010	699052.9	1352206.2	529.09	WGS84	135.00	-50.00	250.00
SJ-08-011	699626.7	1352752.6	539.65	WGS84	170.00	-60.00	250.00
SJ-08-012	698936.8	1352184.8	500.33	WGS84	170.00	-45.00	120.00
SJ-08-013	698838.0	1352112.0	481.29	WGS84	170.00	-45.00	120.00
SJ-08-014	699503.1	1352606.7	543.32	WGS84	135.00	-51.00	70.00
SJ-08-015	699441.7	1352577.6	541.55	WGS84	135.00	-56.00	120.00
SJ-08-016	699503.1	1352606.7	543.32	WGS84	135.00	-56.00	70.00
SJ-08-017	699266.4	1352374.8	531.69	WGS84	146.00	-45.00	70.00
SJ-08-018	699341.8	1352424.3	544.29	WGS84	135.00	-56.00	100.00
SJ-08-019	699233.1	1352382.3	541.77	WGS84	135.00	-53.00	120.00
SJ-08-020	699403.4	1352527.5	554.51	WGS84	135.00	-48.00	100.00
SJ-08-021	698962.4	1352188.4	504.67	WGS84	135.00	-46.00	120.00
SJ-08-022	699368.8	1352564.3	536.49	WGS84	135.00	-48.00	190.00
SJ-08-023	699521.6	1352698.6	531.55	WGS84	130.00	-52.00	190.00
SJ-08-024	698995.0	1352257.9	501.99	WGS84	135.00	-50.00	190.00
SJ-08-025	699289.6	1352449.5	532.90	WGS84	135.00	-49.00	120.00
SJ-08-026	699086.9	1352250.1	532.32	WGS84	135.00	-52.00	120.00
SJ-08-027	699086.9	1352250.1	532.32	WGS84	135.00	-65.00	120.00
SJ-08-028	699022.2	1352231.9	508.34	WGS84	135.00	-45.00	100.00
SJ-08-029	699177.3	1352295.9	539.90	WGS84	135.00	-49.00	70.00
SJ-08-030	699153.8	1352330.9	522.19	WGS84	135.00	-45.00	120.00



Foto 4. Máquina perforadora diamantina rotativa modelo Gopher UG 3000.

Durante el periodo en que se realizaron las perforaciones se controló periódicamente el ángulo correcto de inclinación efectuando mediciones con Réflex (Figura 02), cada 50 M, este utiliza un GPS con cámara integrada que se introduce dentro de la tubería el cual emite una señal que es transferida al mando o control remoto y este envía los datos de Inclinación, dirección y temperatura del pozo en perforación.

Los núcleos extraídos de cada sondeo fueron descritos y muestreados en las zonas de interés que en este caso corresponden a estructuras de vetas, stockworks, así como las zonas de alteración, zonas de brechas y contactos entre estas estructuras y su roca caja.



Figura 2. Equipo de medición Réflex para sondeos diamantinos.

Para el muestreo de los núcleos, estos fueron cortados a lo largo de su eje, con una maquina cortadora de núcleos portátil **Yamaha MZ175**, con el fin de obtener dos caras de la roca, una de estas para ser llevada al laboratorio para su respectivo análisis químico por ensayo de fuego y la otra quedando almacenada en su caja con su número de serie para un control de las muestras enviadas. (Foto 5).

Los sondeos realizados fueron colocados en cajas de madera con dimensiones de 1.5 M de largo por 0.30 M de ancho, la codificación para estos sondeos consiste en dos letras mayúsculas SJ que corresponden al nombre del prospecto (San Juan), seguido de los números 08 el cual es la posición que ocupa San Juan dentro de los prospectos reconocidos en la concesión y por último la numeración ordenada de los pozos comenzando del 001 al 030.



Foto 5. Ejemplo de cajas de núcleos de sondeos, SJ-08-021.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio metalúrgico propiedad de DESMINIC, S.A, entregadas en paquetes de 22 muestras dentro de los cuales se colocan, un duplicado de muestras, un control certificado y un blanco, esto con el propósito de controlar la calidad de los resultados brindados por el laboratorio.



Foto 6. Procedimiento de corte de muestras en núcleos de perforación.

c) **Procesamiento y análisis de datos de campo:** finalizada la etapa anterior se procedió a analizar todos los datos obtenidos en campo, así como realizar secciones transversales de los sondeos utilizando programas especializados como MineSight y Gemcom Projects.

Con el mapeo en superficie y los sondeos se logró identificar la estructura mineralizada de San Juan en una sección de aproximadamente 1,150 M de longitud y 100 M de profundidad (profundidad evaluada mediante perforaciones).

Los sondeos realizados fueron procesados en una base de datos y trabajados con el programa Gemcom Projects para la realización de perfiles, modelamiento, realización de modelo de bloque el cálculo de recursos se realizó con el uso de la herramienta de software MineSight.

Para cuantificar los recursos encontrados se debe establecer un sistema de clasificación de los mismos. Los principales sistemas de clasificación que se emplean a nivel mundial se fundamentan en la confianza geológica y en la viabilidad económica del prospecto.

El sistema de clasificación que se utilizó es por **Densidad de la red de exploración (Kriging)**, para las distintas categorías se recomienda un determinado espaciamiento de la red de exploración, lo cual está en función del tipo de yacimiento. Se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2. Clasificación de Recursos según red de exploración (Kriging).

TIPOS DE YACIMIENTOS	DENSIDAD DE LA RED PARA LAS DISTINTAS CLASES DE RECURSOS		
	MEDIDA	INDICADA	INFERIDA
YACIMIENTOS DE CARBON	250m x 250m	350m x 350m	500m x 500m

YACIMIENTOS DE ORO	25m x 25m	50m x 50m	100m x 100m
YACIMIENTOS DE NIQUEL	25m x 25m	50m x 50m	100m x 200m
PLACERES DE MINERALES PESADOS	200m x 40m	400m x 80m	Continuidad Geológica

Para establecer un plan de explotación se requiere de un modelo de bloque, así como una solución integrada de un modelamiento geológico. En este trabajo se utilizó la herramienta MineSight debido a que es el único paquete de planificación minera general que ofrece una solución integrada de modelamiento geológico y proceso de producción.

Debido al número de perforaciones planificadas y al espaciamiento de la red de perforación se construyeron bloques en sección longitudinal con dimensiones de 20 M de alto y 60 M de largo, asignándoles espesores reales interceptados en las perforaciones de tal manera que el cálculo volumétrico de los bloques se realice con el menor error posible.

Muestreo y Control de calidad (QA; QC)

A continuación se describe el procedimiento utilizado para el análisis de los controles de calidad que fueron utilizados para el aseguramiento de la precisión y exactitud de los resultados.

Como principio básico de los programas de aseguramiento y control de la calidad (ACC), es asegurar la integridad de la información, para garantizar que los datos generados permitan su utilización en estimaciones de recursos y reservas, controles de leyes y conciliaciones.

El aseguramiento de la calidad son todas aquellas acciones sistemáticas preestablecidas orientadas a mantener un nivel de confianza de un programa de exploración. El control de la calidad comprende los protocolos de rutina utilizados

para monitorear la eficacia. Por lo tanto, el aseguramiento de la calidad conlleva a la prevención, y el control de la calidad está relacionado con la detección de problemas.

Conceptos básicos en el control de la calidad.

Exactitud: Se define como la proximidad de los resultados a un valor verdadero o aceptado, y está vinculado a errores sistemáticos. La inserción de estándares determina la exactitud.

Contaminación: Transferencia involuntaria de material de una muestra o del medio circundante a otra. La contaminación se determina a través de los blancos.

Para asegurar la calidad es necesario identificar los diferentes tipos de errores que pueden ocurrir durante el proceso.

Errores aleatorios: Fluctuaciones estadísticas en los resultados de las mediciones, debido a limitaciones en la precisión del instrumento de medición o la inhabilidad del experimentador de repetir la misma medición exactamente del mismo modo para obtener el mismo resultado.

Errores sistemáticos: Desviación de exactitud que ocurren consistentemente en la misma dirección. Frecuentemente se deben a la persistencia de un problema durante todo el experimento.

Errores groseros: Incumplimiento de los protocolos de trabajo. Estos errores no deben de considerarse en el análisis de error experimental.

El aseguramiento de la calidad actúa mediante la elaboración e implementación de protocolos de trabajo, orientados a evitar los errores groseros, y a minimizar los errores aleatorios y sistemáticos.

Una vez obteniendo los valores de oro los cuales fueron agregados a las secciones determinando las zonas de mayor interés económico o intercepto. Con

las leyes agregadas a las potencias interceptadas se realizaron los cálculos ponderados (Compósitos) para la estimación de los recursos identificados.

Estos resultados son procesados en el software MineSight que nos permite generar un informe de la estimación de los recursos encontrados que contienen los datos finales de toneladas con una ley ponderada y cantidad de Onzas Troy de oro mediante la modelación por modelo de bloques con el método de kriggin.

El método de Kriggin consiste en estimar el valor de un bloque como una combinación lineal de variables desde muestras normalmente distribuidas en cada bloque.

Esta técnica considera una variabilidad de las muestras en la asignación de los pesos de cada una, es decir que este método da más peso en el cálculo a las muestras cercanas entre sí, que muestras distantes, de modo que se establece un parámetro para mostrar la continuidad, anisotropía y geometría del depósito mineral.

Una vez generada la sección longitudinal con los bloques de recursos indicados, se determinaron los objetivos necesarios a interceptar para cambiar la categoría de detalle en los recursos y las reservas. Ya identificados los objetivos, se podrá proyectar y definir los collares de los sondeos propuestos para la próxima campaña de perforación con el fin de cambiar de categoría los recursos a reservas.

menores y al Oeste limita con la fosa Mesoamericana. (Dengo y Casae 1990). (Figura 03).

América Central en su basamento, está constituida por bloques tectónicos de diferentes naturalezas (Dengo 1968), cuyos márgenes son complejos cinturones tectónicos activos que han evolucionado a lo largo del Cenozoico y se caracterizan por un fallamiento horizontal, plegamiento compresional, empuje y deformación (Dengo y Case 1990) estos bloques son:

- A. Bloque Maya:** Su naturaleza es continental compuesto por rocas ígneas y metamórficas, cubiertas por rocas sedimentarias del Paleozoico superior y se localiza en la porción Norte de la placa Caribe.

- B. Bloque Chortis:** De naturaleza continental compuesto por rocas metamórficas de edades paleozoicas a Pre-Terciario, intruidas por numerosos plutones de diferentes edades (Dengo y Case 1990), está limitado al N por la Falla Motagua-Polochic y al SW por la Fosa Mesoamericana. En Nicaragua este bloque está representado por el complejo metamórfico Esquistos de Nueva Segovia, constituyendo las rocas más antiguas del país.

- C. Bloque Chorotega:** De naturaleza oceánica compuesto por una secuencia de ofiolitas de edad Cretácica, constituidas por basaltos en almohadillas, gabros, peridotitas y peridotitas serpentinizadas sobreyacidas por sedimentos con abundantes restos de fósiles (radiolaritas). (Dengo y Case 1990).

2.2. GEOLOGÍA REGIONAL DE NICARAGUA

Nicaragua está dividida en cinco Provincias Geológicas correspondientes a: **Provincia de la planicie Costera del Pacífico, Provincia de la Depresión de Nicaragua, Provincia Central, Provincia del Norte, Provincia de los Llanos de la Costa Atlántica.** (McBirney y Williams, 1965; Hodgson, 2000). (Figura 04).

Provincia Central:

El distrito minero La Libertad cubre un área aproximada de 150 Km², dentro de un cinturón de rocas volcánicas Terciarias que son diferenciadas en dos unidades mayores denominadas Grupo Matagalpa, Coyol del Oligoceno y Mioceno (McBirney y Williams, 1965).

Esta provincia se encuentra dentro de la provincia Meridional de América Central, a su vez gran parte situada dentro del bloque Chortis y una pequeña porción en el bloque Chorotega. Se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas del periodo Terciario y Cretáceo, compuestas por extensos depósitos piroclásticos de composición intermedio – ácida, (basalto y andesita aglomerática, dacita, lava riolítica y toba). Todas las rocas que conforman esta provincia están agrupadas en los **Grupos Pre Matagalpa, Matagalpa y Coyol.**

McBirney and Williams (1965). Reconocieron tres divisiones para los productos volcánicos, que se diferencian generalmente por sus especies de rocas:

A) Una sección inferior. Compuesto por sedimentos volcánicos, brechas laháricas, lava andesítica y basáltica.

B) Una serie intermedia. La serie Matagalpa, compuesta por lava andesítica-dacítica y depósito piroclásticos de edad Mioceno inferior. Datación radio-métrica de la parte superior señala 19.1 Ma. (McBirney 1965).

C) Un tercer grupo. Contemporáneo, en parte con el Matagalpa, compuesto de ignimbrita andesítica y dacítica e intercalación de toba y delgadas capas de lava basáltica. Su interdigitación con la parte superior del Matagalpa, lo coloca dentro de la edad Mioceno y Plioceno.

El Pre Matagalpa del Cretáceo Superior, está constituido por un complejo de rocas volcánicas y sedimentos tobáceos, aflorando principalmente en la parte Central Este del País. A esta formación sobreyace la Formación Matagalpa del Eoceno Oloceno, caracterizada por extensos depósitos de tobas de composición intermedia a ácida, lavas e intrusivos.

El Grupo Coyol del Mio Plioceno está conformado por rocas volcánicas básicas a ácidas con grandes espesores de Ignimbrita. La subdivisión del Grupo Coyol se refleja en la secuencia alterna de rocas básicas, intermedias y ácidas que son una deposición cíclica de eventos volcánicos.

Pequeños cuerpos intrusivos máficos y félsicos del Terciario están distribuidos a lo largo de la zona y están emplazados en zonas de falla con tendencia NE-SW; en estas rocas se encuentra emplazado un sistema epitermal de baja temperatura con valores significativos de oro y en menor cantidad plata. (Hodgson, 1998).

ORIGEN DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS TERCIARIAS DE LA PROVINCIA CENTRAL DE NICARAGUA.

Hay ciertas diferencias entre los primeros autores con referencia al centro de erupción de las rocas volcánicas Terciarias: McBirney y Williams (1965), señalan que las ignimbritas silíceas incluyendo lava máfica, del Coyol se originaron a través de fisuras orientadas N50W cerca del borde de la Depresión de Nicaragua (las extensas área formadas y el relieve en mesas explican las erupciones fisurares-lineales).

La serie Matagalpa del interior del país, en donde unidades de rocas volcánicas individuales son de pocas extensiones, se originaron de una faja de bajos conos

agrupados que forman penínsulas o archipiélagos (cadenas de varias islas volcánicas) cerca de la presente zona montañosa central Norte de Nicaragua.

Las actividades volcánicas se relacionan con calderas volcánicas centrales, las cuales a su vez están relacionadas con zonas de subducción y tectónicas de placas. Interpretación de Imágenes de Radar (Hunting Geology and Geophysics, 1972).apa estructural de Nicaragua preparado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 1972, e interpretación de imágenes de LandSat en 1984, por la Swedish Space Corp., señalan más de 600 estructuras circulares, que fueron interpretadas por como calderas de subsidencias reflejando actividades volcánicas centrales.

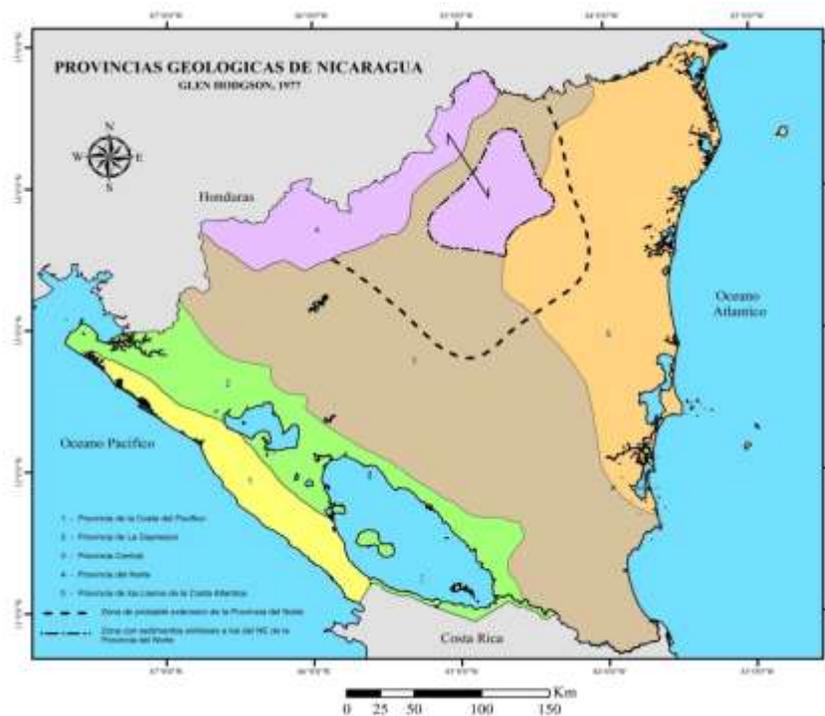


Figura 4. Mapa de Provincias Geológicas de Nicaragua. Tomado de Hodgson, 1998.

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

El área de estudio fue definida geológicamente en base al mapeo del sitio, tomando como base el mapa topográfico obtenido del Drone y mapa de sombras, para esto se realizó la caracterización geológica del área pudiendo identificar dos unidades principales: Unidad de Rocas Volcánicas (Sub-unidad de Basaltos, Sub-unidad de Andesitas, Sub-unidad de Tobas) y Unidad de Rocas Intrusivas Hipoabisales (Sub-Unidad de Dique de composición Basáltica).

Las unidades identificadas, la zona mineralizada y los rasgos estructurales más relevantes fueron dibujados en un mapa geológico a escala 1:4,000.

Con el mapeo geológico y el cotejo de las perforaciones se puede establecer que la columna estratigráfica local se encuentra formada por flujos de composición basálticas (≥ 30 M), flujos de composición andesítica (60 M aproximadamente), Tobas aglomeráticas y lapilli (≤ 40 M) siendo todas cortadas por un dique de composición basáltica que tiene un rumbo paralelo a la estructura mineralizada de cuarzo con rumbo NE – SW y buzamiento de aproximadamente 80° hacia el NW.

3.1. UNIDAD DE ROCAS VOLCÁNICAS.

3.1.1. Sub-Unidad Basáltica (Tpcb).

Esta sub-unidad pertenece al grupo Matagalpa según Hodgson (2000), se encuentra ampliamente distribuida principalmente en el flanco NE del área estudiada, constituye la base de la secuencia volcano-sedimentaria, se caracteriza por ser rocas con baja intensidad de alteración, textura afanítica a porfirítica, con propiedades magnéticas y presentan minerales esenciales correspondientes a plagioclasas, olivinos y piroxenos determinados con las descripciones macroscópicas realizadas en el logueo.

Las rocas basálticas tienen: Color gris oscuro, con textura afanítica, fenocristales de olivino y piroxeno oxidados o reemplazados por hematita, presencia de clorita en concentraciones esporádicas, presencia moderada de magnetita.



Foto 7. Flujo de composición basáltica interceptado en el sondeo SJ-08-022 a una profundidad de 59.48 m.

Las perforaciones realizadas permiten establecer que los basaltos en los lugares indicados corresponden a flujos, presentan cierto bandeamiento que, de acuerdo a la inclinación con el eje del sondaje serían sub-horizontales, en la parte superior muestran una alta concentración de fracturas que se encuentran rellenas de cuarzo y calcita, las que a profundidad disminuyen hasta mostrarse como una roca masiva. (Foto 7).

Dentro del área de interés esta unidad se encuentran aflorando debido a procesos erosivos de las partes superiores y en las partes más bajas se logran apreciar la unidad por cortes realizados con maquinaria ya que han sido utilizados como bancos de préstamos en la elaboración de agregados para construcciones civiles.

La alteración predominante es del tipo Propilítica leve, caracterizada por una asociación de minerales, pirita 3 % el cual fue determinado en secciones pulidas por consultores externos, presenta bandeamiento de óxido de hierro (hematita), fracturamiento moderado con ángulo de 40°, 50° y 70° con respecto al eje del núcleo. Presenta vetillas de calcita con diferentes ángulos. (Foto 8).



Foto 8. Intercepto de flujos de composición basáltica sondaje SJ-08-024.

3.1.2. Sub-Unidad Andesítica Tmcd (A).

Las andesitas constituyen la segunda sub-unidad litológica más extensa, es una secuencia de flujos de composición andesítica con texturas afaníticas y porfiríticas; se ha logrado establecer que existe una marcada diferencia entre las andesitas del flanco NE con las del SW. Las andesitas del flanco NE se caracterizan por presentar texturas porfiríticas mientras que las otras presentan texturas afaníticas.

Las andesitas afaníticas presentan cristales microcristalinos, de color gris claro, gris púrpura o en tonalidades rojizas y café. Las andesitas están compuestas de fenocristales de plagioclasas de 1 a 2 mm, presentan una variedad de texturas en la matriz, las vesículas están rellenas de cuarzo, calcita, zeolita, clorita o adularia, en función del grado de alteración que presente la roca.

Las andesitas fueron cortadas con un espesor promedio de 40 m, el ángulo de contacto es sub-horizontal, variando de 5° a 8°, el tipo de deformación observado es de tipo frágil. (Foto 9).



Foto 9. Andesita Afanítica con alteración propilítica.

Las andesitas porfíricas se caracterizan por presentar fenocristales de plagioclasas de 15 a 20%, con diámetros de 2 a 5 mm esparcidos en la matriz, esporádicamente se pueden apreciar cristales de piroxeno, con porcentajes inferiores al 2%.

Cuando la roca está inalterada es posible mirar hornblenda y zeolitas, son de color gris a café dependiendo del grado de meteorización, abundante óxido de hierro y manganeso en fracturas, pirita diseminada en cantidades trazas igual o menor a 1 %.

Los pórfidos se encuentran calcificados en un 80 %, un 20 % argilizados. No se nota la presencia de vesículas, estas rocas corresponden posiblemente a flujos bandeados lo que le diferencia de las andesitas afaníticas que son flujos laminados. Los mejores afloramientos se encuentran expuestos al NE del área de estudio.



Foto 10. Andesitas porfíricas, porfiroclastos de plagioclasas. SJ-08-019.

Las brechas andesíticas, se caracterizan por presentar fragmentos andesíticos sub-angulares de diferente tamaño, emplazados en una matriz de color gris verdoso de igual composición, la matriz presenta fenocristales de plagioclasas, presentan concentraciones irregulares de hematita tanto en la matriz como en los fragmentos.

Estas brechas presentan un rumbo 200° y 25° de inclinación hacia el Este. Los rasgos estructurales indicados se los asocian con la disposición general de la secuencia volcano-sedimentaria de la zona de estudio. Al SE del área de estudio estas rocas se encuentran meteorizadas por lo que los fragmentos presentan tonalidades blanquecinas y rojizas.

3.1.3. Sub-Unidad de Tobas (Tomm (i)).

La clasificación se ha realizado en función del tamaño de los granos o fragmentos: toba fina ($<1/16$ mm), toba cristalina (1/16 – 2 mm), toba lítica – lapilli (2-64 mm) y piroclastos en bloques (>64 mm).

Se encuentran expuestas como una franja sub-horizontal, el espesor de las capas varía por el fallamiento del sector, existen bloques levantados y hundidos.

Tobas cristalinas han sido identificadas en los sondajes, se caracterizan por presentar bandeamiento entre 35° y 50° con relación al eje del testigo, lo que sugiere que las capas se encuentran sub-horizontales con un espesor de hasta 20 M (SJ-08-029, 53.86-76.20 m).



Foto 11. Toba lapilli o hialoclastita de color gris verdoso, SJ-08-029.

La matriz es rica en cristales o pequeños gránulos que no sobrepasan los 2 mm de diámetro, ocasionalmente presenta concentraciones de hematita, a veces se encuentran intercaladas con tobas líticas, lo que sugiere la actividad volcánica del sector.

Tobas líticas - lapilli, se caracterizan por presentar líticos sub-angulares predominantemente de composición andesítica en una matriz fina color rojiza. Alteración argílica leve, pirita diseminada 1 %.

Localmente presentan bandeamiento y al igual que las tobas cristalinas representan estratos sub-horizontales, su génesis involucra transporte y depositación, localmente los fragmentos presentan alteración clorítica.

Los piroclástos se encuentran ampliamente expuestos en el prospecto San Juan y se extienden hacia el NW, posiblemente corresponden a la parte superior de las tobas líticas, por lo que se les ha considerado como una sola unidad, esto se confirma con los sondajes realizados, ya que a profundidad la roca presenta un predominio de fragmentos menores a 64 mm en una matriz granular.

Cuando estas rocas se encuentran en contacto con las vetas de cuarzo presentan alteración argílica moderada (Sericita) y en profundidad clorítica.

3.2. UNIDAD DE ROCAS INTRUSIVAS HIPOABISALES.

3.2.1. Sub-Unidad de Dique de composición basáltica.

Las rocas que afloran al SW de San Juan son de color gris claro, corresponden a basaltos con textura afanítica y localmente porfírica de grano muy fino, por lo que son distintas a los basaltos reconocidos en el resto del área, se encuentran limitadas por fallas con rumbo definido NE y buzamiento con aproximadamente 80° de inclinación hacia el NW, por lo que resaltan en el sector, cortando abruptamente la topografía, son fallas del tipo normal.

Esta relación combinada con algunas de las texturas de las rocas sugieren que esta unidad sea un Dique, esta roca se presenta sericitizada y en menor escala silicificada, contiene pirita diseminada de grano fino abundante (10%).

El las perforaciones realizadas en el sector (SJ-08-008) se corta este cuerpo a 150 M de profundidad presentando: color gris oscuro, textura Afanítica, poco fracturado, silicificación leve, vetillas de calcita de espesor abundante con ángulo de 40° del eje del núcleo, pirita al 2%, presenta magnetita diseminada (10%),

reemplazando minerales máficos y en vetillas, definimos que se trata de un Dique de composición basáltica que aflora en superficie paralelo a la zona de veta.

En superficie el dique tiene un espesor variable que va desde los 3 m, hasta los 10 m en la parte más ancha, en profundidad los espesores no varían mucho, estos van de los 2 m hasta 12 m. En las perforaciones se midió el ángulo de intercepción promedio de 60°. Como resultado de la intrusión dio lugar a la alteración propilítica, con abundante contenido de clorita y epidota.



Foto 12. Dique de composición basáltica aflorando en superficie e interceptado en sondaje, SJ-08-008.

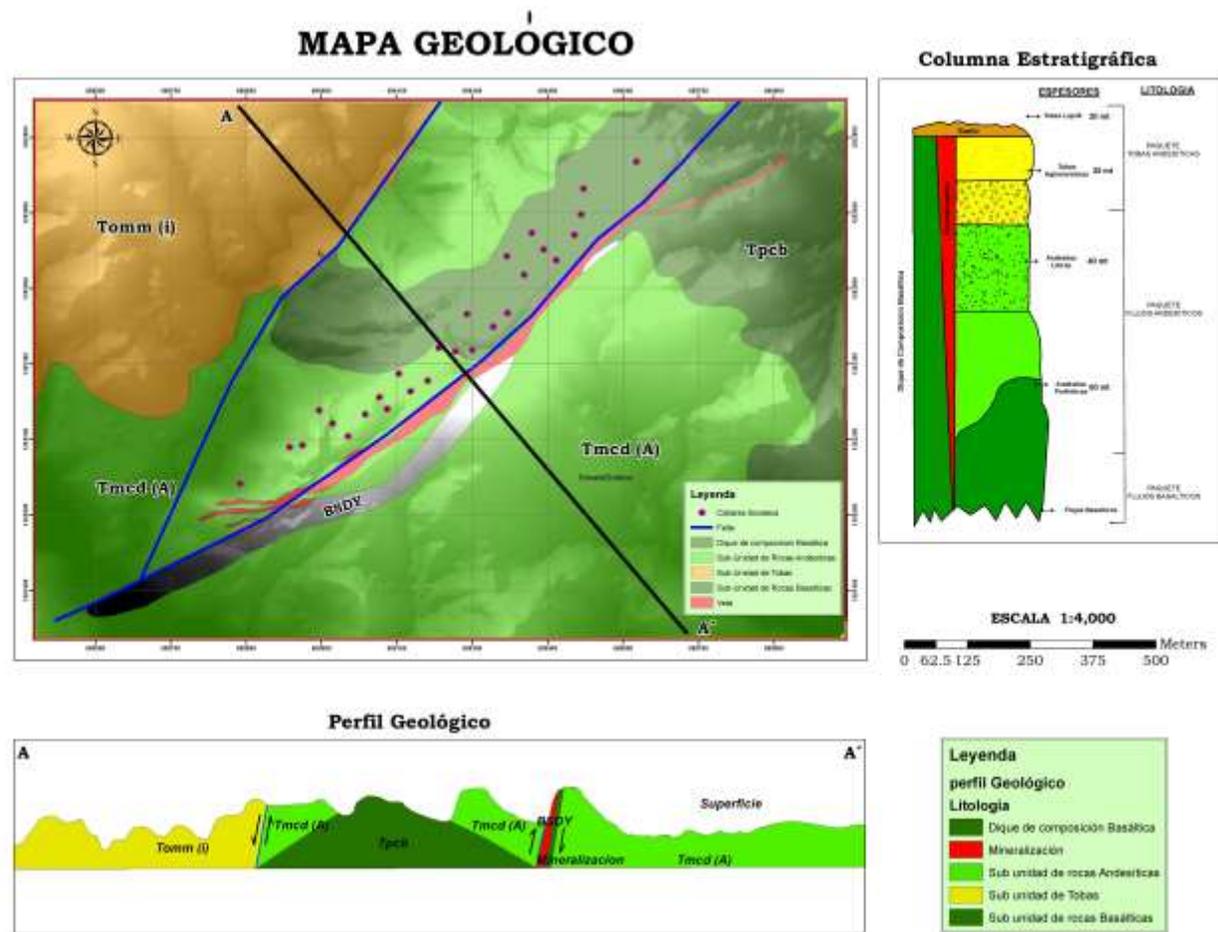


Figura 5. Mapa Geológico San Juan Escala 1:4,000.

3.3. ASPECTOS GEO-ESTRUCTURALES.

En el área de estudio se lograron identificar en superficie dos fallas estructurales, la primera ubicada al NW, con rumbo NE-SW comprendida entre las coordenadas N= 1352010, E= 698578 y N= 1352892, E= 699266, buzando hacia el NW con ángulo de inclinación de $\pm 85^\circ$ con movimiento de tipo normal siendo el bloque SE el que se levanta con una longitud de 920 M aproximadamente. Esta falla sirve como límite entre la Sub-unidad basáltica y la Sub-unidad de Tobas. (Figura 5).

Aparentemente sobre esta estructura se encuentra una zona de dilatamiento o apertura estructural originada por una pequeña rotación (Anexo 6) que se genera por movimiento lateral izquierdo.

La segunda falla presenta el mismo rumbo y buzamiento con ángulo $\pm 85^\circ$ entre las coordenadas N= 1351912, E= 698572 y N= 1352851, E= 699788, a diferencia de la primera tiene movimiento inverso siendo el bloque NW el que se levanta, esta falla corre paralela a la veta (Figura 5).



Foto 13. Zona de falla en sondeo SJ-08-06.

Esta segunda falla no tiene incidencia directa como controlador estructural de la mineralización (Post-Mineralización), ya que hacia el NE la veta San Juan presenta pequeños desplazamiento que son indicadores que la mineralización fue anterior al evento estructural, la veta se cierra cuando atraviesa la Sub-unidad basáltica estrangulándose con el dique de composición basáltica.

Las deformaciones en las rocas son del tipo frágil debido a que se observan algunas deformaciones y fracturamiento en ellas. Existen zonas de cizallas conjugadas que controlan las fases de desarrollo de las vetas de cuarzo (Brechas, vetas y stockworks), aparentemente cada fase pudo venir acompañada con pulsos de mineralización.

Regionalmente el distrito La Libertad existe un sistema de fallas NE que controlan la distribución de las fracturas conjugadas y extensionales, la mayoría de las fallas laterales tienen movimiento izquierdo, estos eventos son posteriores a la mineralización.

Hacia el NE aparentemente existe un sistema de fallas NW posterior a los eventos de mineralización y alteración indicados, estos cortan toda la secuencia volcano-sedimentaria pudiendo estos formar bloques hundidos o levantados que han desplazado la veta en su extensión NE.

3.4. MINERALIZACIÓN.

La mineralización de oro en el distrito minero de La Libertad ocurre en un set de vetas de 1.7km de ancho desde el corredor Mojón – Santa Elena hasta Buenos Aires, incluyendo las secciones Victoria – Santa María, Esmeralda, Esmeraldita, Los Ángeles, San Juan, y, 10km de longitud, desde el Cerro Volcán hasta Santo Domingo, el típico sistema epitermal de baja Sulfuración. (Darce1998).

En el prospecto San Juan la veta de cuarzo muestra múltiples fases de mineralización epitermal. De la evidencia de inclusiones fluidas, el carácter de la multi-fase es debido a las variaciones de la temperatura del fluido, de 172 a 316

°C durante la mineralización (Estudio de inclusiones fluidas CentralSun2008). Las variaciones de temperatura han producido dos tipos diferentes de vetas de cuarzo, un tipo de temperatura bajo y otro de temperatura alta.

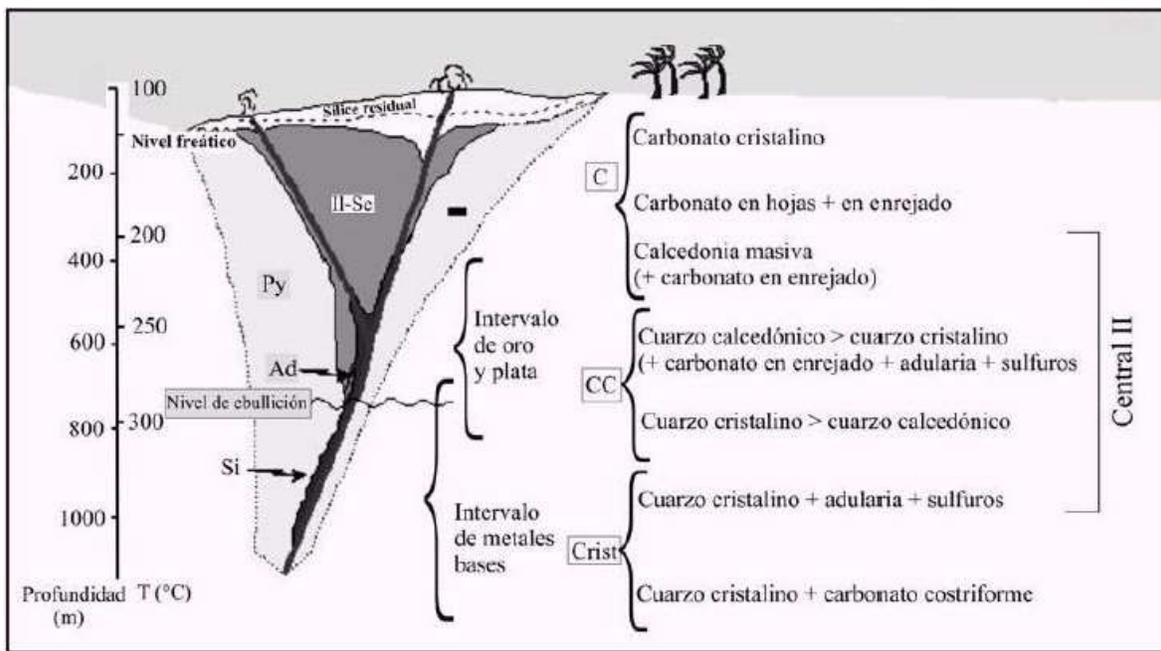


Figura 6. Modelo Epitermal de baja Sulfuración (Buchanan 1981).

Los depósitos epitermales de baja Sulfuración están asociados a sistemas hidrotermales relacionados a volcanismo o geotermiales, arcos de islas volcánicas y arcos magmáticos de márgenes continentales activos; también en campos volcánicos continentales relacionados a estructuras de extensión, sistemas de fallas regionales relacionadas a graben, calderas resurgentes, complejos de domos de flujo y raramente en sistemas de maar-diatremas.

La mineralogía característica de estos depósitos (principal y subordinada) está compuesta por: Piritita, electrum, oro, plata, argentita, calcopirita, esfalerita, galena, sulfosales de plata y/o seleniuros. Los depósitos están comúnmente zonados verticalmente en 250 a 350 m siendo ricos en Au-Ag.

Las texturas de cuarzo características en los sistemas epitermales se forman por relleno de espacios abiertos y de desgasificación (vuggy), bandeamiento simétrico y de otros tipos (coloforme y crustiforme), estructura en peineta (comb - Drusas) y brechamiento múltiple. (Hedenquist 1987).

Las vetas de temperatura bajas son caracterizadas por cuarzo de textura sacaroidal (Foto 15), bien cristalizado, sin zonación termal. Estas vetas presentan textura drústica, con cristales de más de un centímetro de longitud, indicando temperaturas bajas y el crecimiento de cristal lento.

Las vetas de temperatura alta presentan finos granos de cuarzo lechoso, texturas coloforme, bandeado y estructuras de brechas de reemplazamiento, es en estas estructuras es donde se tienen los mejores valores de oro. (Foto 14).



Foto 14. A) Veta de Cuarzo con textura en bandas coloforme - crustiforme y vuggy. B) Veta de Cuarzo con textura masivo sacaroidal.

Las inclusiones fluidas sugieren que ocurrieron varios eventos de mineralización, también sugieren que la mineralización original ocurrió a las profundidades entre los 370 a 570 m debajo de la superficie.

La presencia de fallamiento y/o diaclazamiento no tiene afectación en la mineralización de San Juan, esto debido a que no se establece ninguna afectación al contenido de oro en toda la veta. Se considera que este fallamiento se dio después de la mineralización.

En el prospecto San Juan el oro se encuentra asociado a la pirita y se presenta en forma de pequeños núcleos en los cristales de esta. Con la oxidación subsecuente y a profundidades mayores a 150 metros, esto tomado en base al logueo detallado, realizados para los pozos de esta área y a los resultados de las muestras (valores de oro) siendo estos analizados en una tabla de correlación, obteniendo los siguientes resultados, los cuales muestran el promedio del Oro en base al contenido de pirita.

Tabla 3. Tabla de correlación entre contenido Pirita vs Promedio de Oro (g/ton)

Pirita	Promedio de Oro (g/ton)
0	1.18
1	1.84
2	3.02
3	5.86
Total general	1.40

En la fase de logueo se utilizaron valores desde 0 a 3, estos valores indican el porcentaje de pirita que se observó macroscópicamente para cada muestra, donde:

Tabla 4. Valor en porcentajes de pirita.

Valor Intensidad	Porcentaje
0	Ausente - Trazas
1	Trazas – 1%
2	1% - 5%
3	>5%.

Logrando observar la asociación del Oro respecto a la pirita, el cual tiene un aumento gradual a medida que se incrementa el contenido de pirita en cada muestra, dando una excelente correlación mineralógica.

De trabajos de secciones pulidas, una porción pequeña de oro esta encapsulado en sílice. Aparte de limonita, minerales asociados con el oro incluyen hematita, calcopirita, galena, esfalerita y plata nativa.

En el área de estudio la veta es de cuarzo calcedonico – sacaroidal principalmente, presenta textura bandeada, coloforme - crustiforme, en la parte norte se encuentra el cuarzo con forma buggy siendo este un indicador de altos valores de oro según los resultados obtenidos de laboratorio.

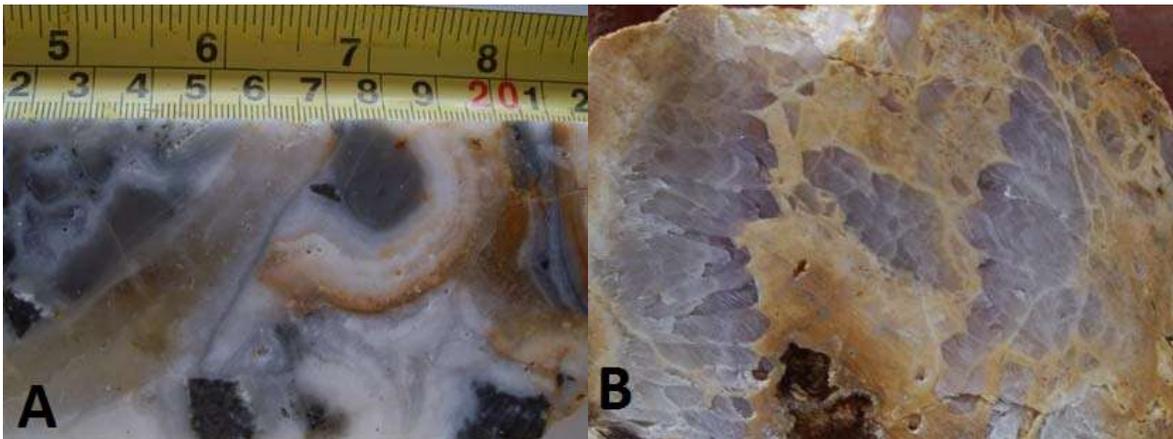


Foto 15. A) Vetas de Cuarzo con Texturas Coloforme. B) Veta de cuarzo con textura de drusas. SJ08 – 024.

En el techo de la veta se forman pequeños hilos de cuarzo los cuales se encuentran rellenos de esfalerita y en algunas zonas solo se encuentra el cuarzo fuertemente cloritizado, esto debido al reemplazo de minerales ferromagnesianos.

La roca encajante presenta dos tipos de alteraciones predominantes, una argílica en los contactos con la estructura (veta), y silicificación en los halos de la veta más local silicificación en zonas de stockwork en el centro, aunque en algunas zonas la alteración argílica es predominante en toda la estructura.

El contenido de sulfuros es relativamente bajo del 1% al 2%, los sulfuros predominantes son pirita, calcopirita y en menor porcentaje galena. Los óxidos predominantes son Hematita (Hierro) y Pirolusita (Manganeso) los cuales fueron agregados al sistema por meteorización de minerales de hierro y manganeso respectivamente.



Foto 16. A) Veta de cuarzo con textura vuggy – latice (Vesículas de desgasificación) y presencia de óxidos. B) Brecha de cuarzo con textura acrecional, con moderada oxidación Limonita – Hematita.

En los núcleos de perforación se nota claramente las tres fases de desarrollo del cuarzo: vetas, brechas y cuarzo con brechas; tienen una tendencia noreste con fuerte buzamiento hacia el suroeste.

La fase de formación de cuarzo en veta consiste en la liberación de una solución hidrotermal rica en minerales que viaja por una zona de debilidad estructural que puede ser una falla o fractura, en esta se forma un cuerpo tabular que se denomina veta de cuarzo por su composición principal que son minerales de cuarzo. Las dimensiones o propiedades físicas de la veta dependen en su mayoría de la cantidad de energía liberada por la solución y la roca encajante.

Las brechas y enjambre de vetas (Stockworks), se forman bajo el mismo principio, con la diferencia que estas se forman en un evento conocido como segunda ebullición que consiste en la exolución de la fase volátil o fluida desde un magma saturado o hidratado, que viaja desde la cámara magmática hasta la superficie por zonas de debilidad estructural como son fracturas o sustituyendo minerales en las rocas que son fácilmente alterables bajo condiciones de presión y temperatura determinada.

La alteración sílica es la típica de los depósitos epitermales se encuentra junto a las vetas, seguida por zonas argílicas y propilíticas que afectan a los diferentes tipos de roca. Es necesario indicar que las vetas en algunos lugares se forman caballos de tierra (Horts), aquí la roca se muestra completamente silicificada.

Caballos de tierra (Horses), es un término utilizado en minería, el cual se refiere a un bloque de roca completamente encerrado u atrapado dentro de una veta de cuarzo.

3.5. ALTERACIÓN.

La baja temperatura afecta todas las rocas del prospecto de San Juan, mas no afecta a los diques de basalto que son posteriores a la mineralización. Las fases de alteración hidrotermal son: silicificación, fílica, argílica intermedia, argílica, propilítica y zeolita.

En los depósitos epitermales de baja Sulfuración, la alteración se caracteriza por extenderse en tres fases: Extensa Silicificación en menas con múltiples generaciones de cuarzo y calcedonia, comúnmente acompañadas de calcita. Silicificación pervasiva en las rocas cajas y flanqueadas por asociaciones de sericita-illita-caolinita. Alteración argílica intermedia [caolinita-illita-montmorillonita (smectita)] se forma adyacente a algunas vetas; alteración argílica avanzada (caolinita-alunita) puede formarse en la parte del techo de las zonas mineralizadas. La alteración propilítica domina en profundidad y en la periferia de las vetas, pudiendo ser extensa, compuesta por Clorita, Carbonatos y pirita.

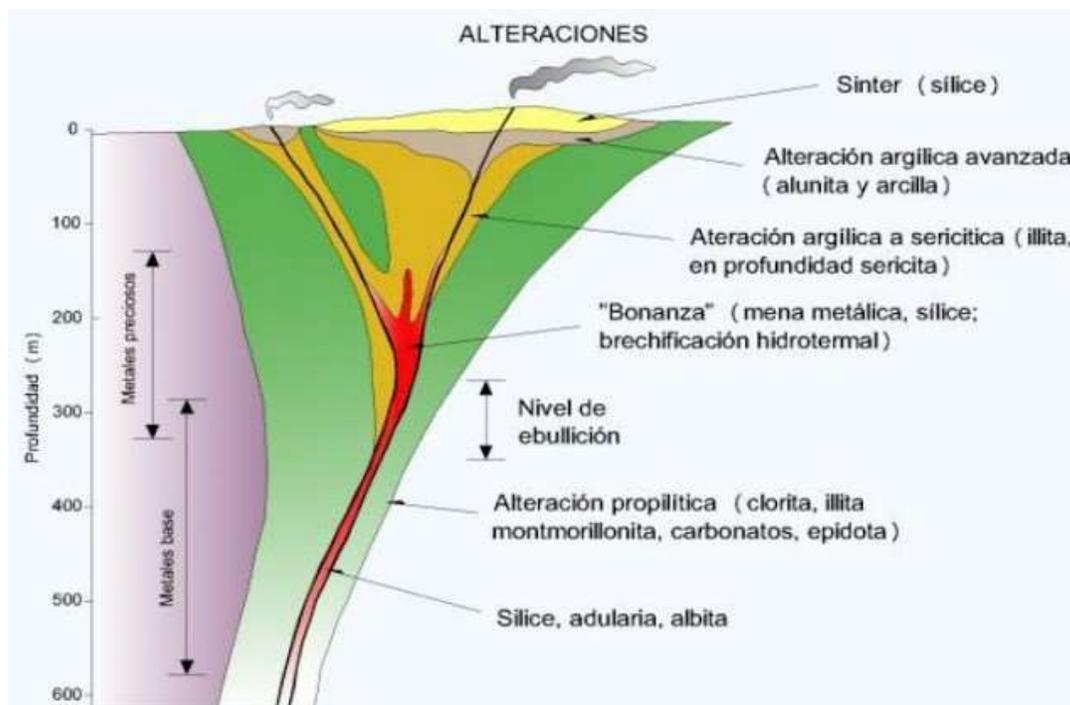


Figura 7. Modelo de Alteración de depósitos Epitermal Baja Sulfuración (Buchanan 1981).

La presencia de zeolitas en las andesitas limita las zonas de interés, debido a que se presenta en las periferias de las aureolas de alteración de baja temperatura, estas tienden a crecer en las vesículas primarias y aparecer como manchas verdes o grises, se les ha reconocido con facilidad en el prospecto San Juan así como en otros yacimientos cercanos (Los Ángeles).

Las fases propilíticas involucran asociaciones de clorita, calcita, caolinita y es menos común albita, se presentan en vesículas y oquedades de desgasificación, en la matriz de la roca y en fenocristales de plagioclasas.

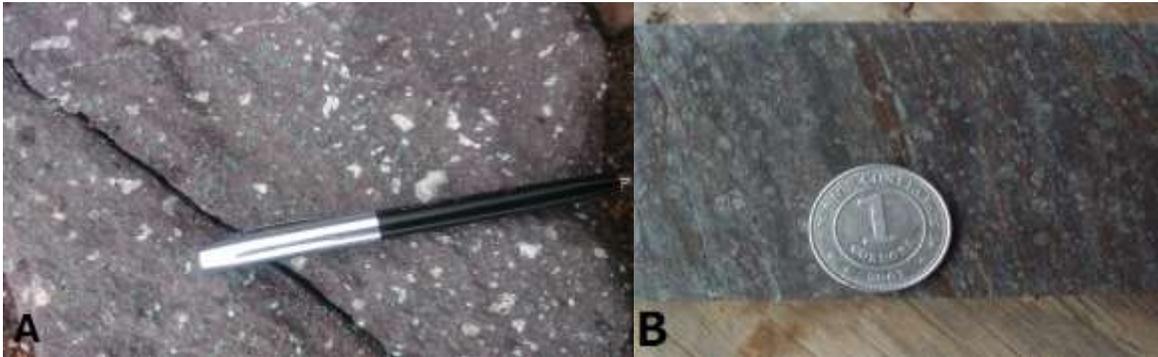


Foto 17. Ejemplo de alteración propilítica. A) Andesita con moderada alteración clorita en matriz más zeolitas relleno vesículas. B) Andesita porfirítica, matriz con moderada alteración clorita, fenocristales de plagioclasas caolinizados mas locales bandas de oxidación hematita. SJ08 – 010 (110m de profundidad).

Las fases argílica y argílica intermedia se caracterizan por presentar minerales arcillosos como illita, caolinita, clorita; sulfuros como pirita, se encuentra ampliamente dispersa a lo largo de las estructuras mineralizadas, sin embargo la alteración en algunos casos es difícil de reconocer por el grado de meteorización de la zona.

Las fases fílicas se caracteriza por la abundancia de cuarzo secundario que reemplaza fenocristales y una matriz donde la illita y mica blanca reemplazan la adularia, se nota la presencia de pirita diseminada con hábito cristalino cúbico, es común encontrar este tipo de alteración en los bordes de las vetas de cuarzo.



Foto 18. Alteración Argílica en zona de mineralización.

La silicificación se ha reconocido principalmente en lugares en donde las vetas de cuarzo han formado estructuras de “caballos de tierra”, y en donde las rocas encajantes han sido completamente alteradas como producto del metasomatismo de contacto, se han reconocido áreas silicificadas en casi todos los tipos de rocas, asociada principalmente a la presencia de vetas o stockwork con cuarzo.

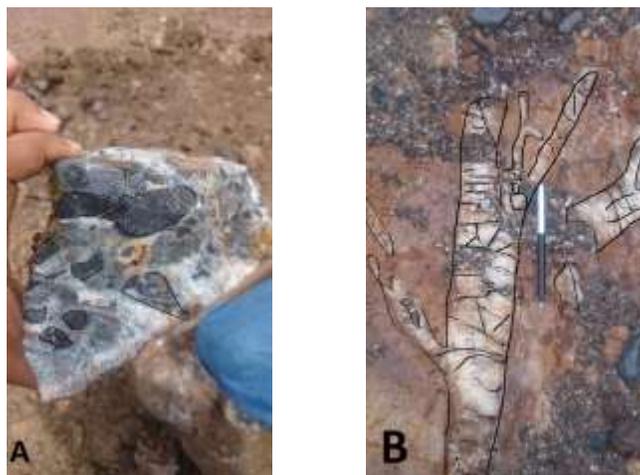


Foto 19. Alteración Sílica en roca caja. A) Brecha de Roca caja, con matriz de cuarzo con textura comb, soportando clastos sub-angulosos a sub-redondeados de roca (Andesita porfirítica) con moderada a fuerte Silicificación. B) Vetillas entrelazadas de cuarzo con textura comb, roca encajante con moderada a fuerte Silicificación más leve a moderada oxidación limonita (Stockwork).

3.6. CÁLCULO DE RECURSOS.

Entre Julio y Agosto del 2015 se realizó el cálculo de los recursos estimados del prospecto aurífero San Juan. Este recurso se hizo en base a la información obtenida de la perforación de 30 sondeos diamantinos (pozos), con recuperación de núcleo y toda la información recolectada en el transcurso del proyecto.

El cálculo de recurso se realizó mediante técnicas de exploración, basados en un número limitado de muestras (931 muestras) y el grado de recursos estimados utilizando métodos volumétricos de Modelación por bloques, como método tradicional de categorización en función de la densidad de la red de exploración o Kriging.

Existen parámetros que definen el rango de valores de mineral en los recursos que son de interés económico para las empresas mineras (Ley de corte), esto debido a que existen costos de producción a los cuales se deben de ajustar los presupuestos y planes de producción anuales.

La ley de corte no es un valor absoluto o fijo, sino que es un valor que se ajusta y cambia constantemente respecto al precio internacional del oro, así como entre otros factores fijos como es la capacidad de procesamiento de la planta, distancia del depósito a la planta, entre otros.

Para el prospecto minero San Juan los factores antes mencionados han definido la ley de corte en 0.40 g/ton que es el valor mínimo por tonelada de mineral que es de interés económico para la empresa, es decir todo material por debajo de esta ley será considerado estéril y todo material que esté por encima de este valor de oro por tonelada será considerado mena y será integrado en la estimación de recursos.

Los recursos obtenidos en este estudio son categorizados como recursos medidos, están divididos en la siguiente categoría: Baja ley (0.40 g/ton a 1.50 g/ton), Media ley (1.51 - 5.00 g/ton) y Alta ley (5.10 a mas). Estas categorías tendrán asignado una escala de colores la cual se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación de mena según ley de corte, <0.40 g/ton= Estéril.

Baja Ley	0.40 - 1.50 g/ton
Media Ley	1.51 - 5.00 g/ton
Alta Ley	5.10 - ∞

El modelo tiene una longitud total de **1,250** m con dirección NE – SO, una profundidad promedio de **100** m y un espesor promedio de 3 a 5 m, separados por bloques con una red de 25 x 60 m.

Los cálculos del modelo de bloques realizados con el software MineSight son los siguientes:

Tabla 6. Resumen de recursos obtenidos del modelo de bloques San Juan.

Bloque	Área (m ²)	Ancho (m)	Volumen (m ³)	Densidad (T/m ³)	Toneladas	(G/Ton)	Onzas (Au)
1	1186.0	2.60	3083.70	2.12	6537	7.24	1521
2	1975.2	2.60	5135.62	2.12	10888	7.24	2533
3	1500.0	3.90	5850.00	2.12	12402	1.80	718
4	1500.0	3.90	5850.12	2.12	12402	1.80	718
5	1500.0	11.50	17250.00	2.12	36570	1.64	1922
6	1500.0	11.50	17250.00	2.12	36570	3.27	3845
7	1500.0	3.50	5250.00	2.12	11130	3.59	1283
8	1500.0	3.50	5250.00	2.12	11130	3.59	1283
9	1543.9	6.40	9880.64	2.12	20947	2.27	1529
10	1500.0	4.20	6300.00	2.12	13356	4.51	1937
11	1500.0	1.10	1650.00	2.12	3498	0.47	53
12	1500.0	1.10	1650.00	2.12	3498	0.94	106
13	1500.0	8.00	12000.00	2.12	25440	0.85	695
14	1500.0	8.00	12000.00	2.12	25440	0.43	348
15	1500.0	1.50	2250.00	2.12	4770	1.54	236

EVALUACIÓN GEOLÓGICO MINERA DEL PROSPECTO AURÍFERO SAN JUAN DE LA CONCESIÓN LA LIBERTAD, CHONTALES

16	2112.7	7.60	16056.22	2.12	34039	2.86	3130
17	1500.0	4.90	7350.00	2.12	15582	0.40	200
18	1500.0	4.00	6000.00	2.12	12720	0.59	241
19	1500.0	1.70	2550.00	2.12	5406	1.27	221
20	1538.5	2.10	3230.75	2.12	6849	1.28	282
21	1500.0	4.20	6300.00	2.12	13356	1.85	794
22	1500.0	1.90	2850.00	2.12	6042	18.28	3551
23	1500.0	3.40	5100.00	2.12	10812	1.04	362
24	1228.5	4.20	5159.66	2.12	10938	1.57	552
25	1500.0	3.40	5100.00	2.12	10812	1.32	459
26	1500.0	4.00	6000.00	2.12	12720	1.32	540
27	1500.0	0.90	1350.00	2.12	2862	1.38	127
28	1240.0	4.50	5579.78	2.12	11829	1.16	441
29	1500.0	3.50	5250.00	2.12	11130	1.76	630
30	1500.0	0.9	1350.00	2.12	2862	1.27	117
31	1500.0	0.9	1350.00	2.12	2862	1.27	117
32	1526.8	3.1	4732.93	2.12	10034	3.00	968
33	1500.0	2.7	4050.00	2.12	8586	7.68	2120
34	1500.0	0.90	1350.00	2.12	2862	1.17	108
35	1500.0	0.90	1350.00	2.12	2862	1.17	108
36	2144.9	3.50	7507.19	2.12	15915	1.13	578
37	1500.0	3.50	7507.19	2.12	15915	1.13	578
38	1048.4	1.20	1258.06	2.12	2667	1.01	87
39	1500.0	1.20	1258.06	2.12	2667	1.01	87
40	1500.0	5.00	7500.00	2.12	15900	2.00	1022
41	1500.0	5.00	7500.00	2.12	15900	4.04	2065
42	1619.1	8.20	13276.54	2.12	28146	1.74	1575
43	1500.0	4.00	6000.00	2.12	12720	2.00	818
44	1500.0	2.80	4200.00	2.12	8904	5.00	1431
45	1500.0	2.80	4200.00	2.12	8904	35.58	10185
46	1500.0	1.20	1800.00	2.12	3816	17.58	2157
47	1632.2	4.4	7181.59	2.12	15225	10.00	4895
48	1500.0	4.4	6600.00	2.12	13992	58.69	26402
49	1500.0	7.7	11550.00	2.12	24486	14.45	11376
50	1500.0	3.8	5700.00	2.12	12084	1.05	408
51	1500.0	3.8	5700.00	2.12	12084	1.05	408
52	1500.0	3.8	5700.00	2.12	12084	1.05	408
53	1500.0	3.8	5700.00	2.12	12084	1.20	466
54	1500.0	1.6	2400.00	2.12	5088	1.22	200
55	1500.0	1.6	2400.00	2.12	5088	1.22	200

EVALUACIÓN GEOLÓGICO MINERA DEL PROSPECTO AURÍFERO SAN JUAN DE LA CONCESIÓN LA LIBERTAD, CHONTALES

56	1500.0	5.1	7650.00	2.12	16218	1.31	683
57	1500.0	5.1	7650.00	2.12	16218	1.31	683
58	1500.0	2.0	3000.00	2.12	6360	2.00	409
TOTAL					712,210	4.41	100,911

Estos resultados en esta primera etapa de exploración nos proponen que el prospecto San Juan es un prospecto con un gran potencial minero que cuenta preliminarmente con 712,210 toneladas de mineral con una ley ponderada de 4.41 g/ton para un total de 100,911 onzas troy de oro en una extensión de aproximadamente 1,150 m y 100 m de profundidad.

Existen dos zonas en las cuales se encuentra la mayor concentración de altos valores de oro, una es al SO de la estructura y la otra en la parte NE, dejando la parte central como una zona de bajos valores pero de mayor espesor.

La clasificación de los recursos es la siguiente:

Tabla 7. Tonelaje de recursos según clasificación por contenido de oro.

**CÁLCULO DE RECURSOS SAN JUAN
RESUMEN DE RECURSOS**

CLASIFICACION	TONELADAS	LEY AU (G/TON)	ONZAS
BAJA LEY	287,029	1.01	9308
MEDIA LEY	326,705	2.56	26864
ALTA LEY	98,476	20.45	64739
GRAN TOTAL	712,210	4.41	100,911

Este yacimiento posee una de las particularidades más notables de los yacimientos epitermales de baja sulfuración, el comportamiento de los valores de oro varia en la horizontal en este caso dejando una zona de baja ley en el centro del yacimiento que en este caso no tiene un impacto negativo ya que utilizando estrategias de mezclado de mineral en la fase de explotación se pueden

aprovechar junto con las altas leyes para lograr el promedio ponderado de 712,210 toneladas con 4.41 g/ton de oro.

3.7. QA; QC.

El análisis QA; QC realizado en esta investigación se hizo con el propósito de garantizar el aseguramiento de la calidad de los resultados de las muestras obtenidos del laboratorio químico.

La exactitud fue evaluada a través de materiales de referencia, que fueron preparados en condiciones especiales en laboratorios de reconocida reputación (Muestras estándares). Los materiales de referencia fueron insertados de forma anónima.

Se utilizaron estándares certificados con un orden alterno en cuanto al contenido de Au (bajo, medio, alto), según ley de corte de la mina. También fueron utilizados estándares con la misma matriz del depósito por lo que facilitó un mejor análisis de la exactitud.

A continuación se describen los estándares utilizados así como los gráficos que demuestran el comportamiento de los mismos. Para cada estándar se presentan dos gráficos, el primero representa el análisis inicial y el segundo el re-análisis de las muestras en el caso que en el primer análisis no pasaran el control de calidad.

Al realizar el re-análisis de aquellos estándares que no pasaron el control de calidad, en el segundo gráfico se podrán ver dentro de los límites, en este caso pasando el control de calidad.

Los puntos azules de cada gráfico representan los análisis de los estándares certificados analizados en diferentes laboratorios de prestigio de esa manera comparamos con los puntos rojos que representan los mismos estándares analizados pero en nuestro laboratorio designado para la campaña.

La línea celeste representa el límite inferior del estándar en cuestión, la línea verde representa el valor certificado del estándar y la línea roja el límite superior. Es decir para, para definir que nuestro estándar pasó el control de calidad debe estar dentro de la línea roja y celesta, saliendo de ese límite el estándar no pasa el control y se debe realizar un segundo análisis.

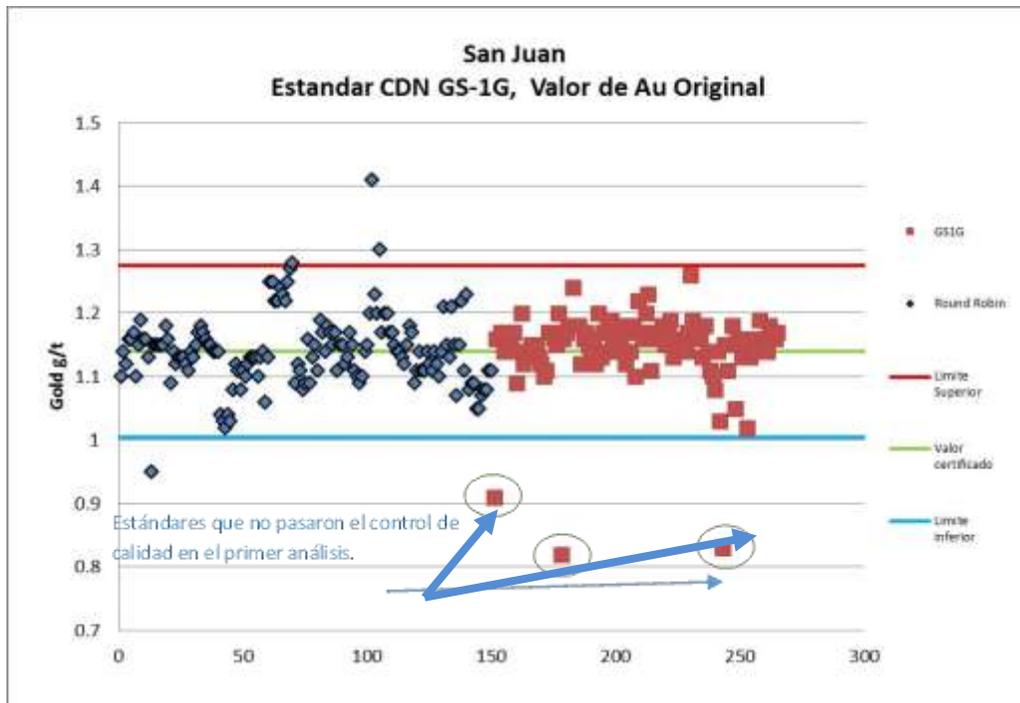


Figura 8. Estándar CDN GS-1G, Valor Original.



Figura 9. Estándar CDN GS-1G, Resultados Laboratorio.

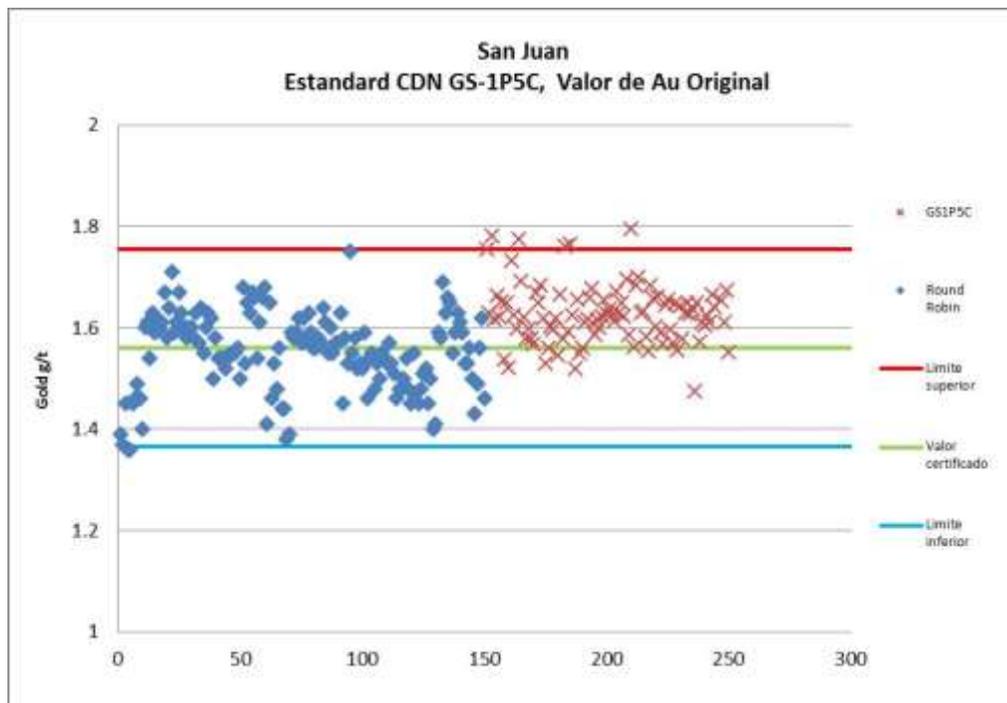


Figura 10. Estándar CDN GS-1P5C, Valor Original.

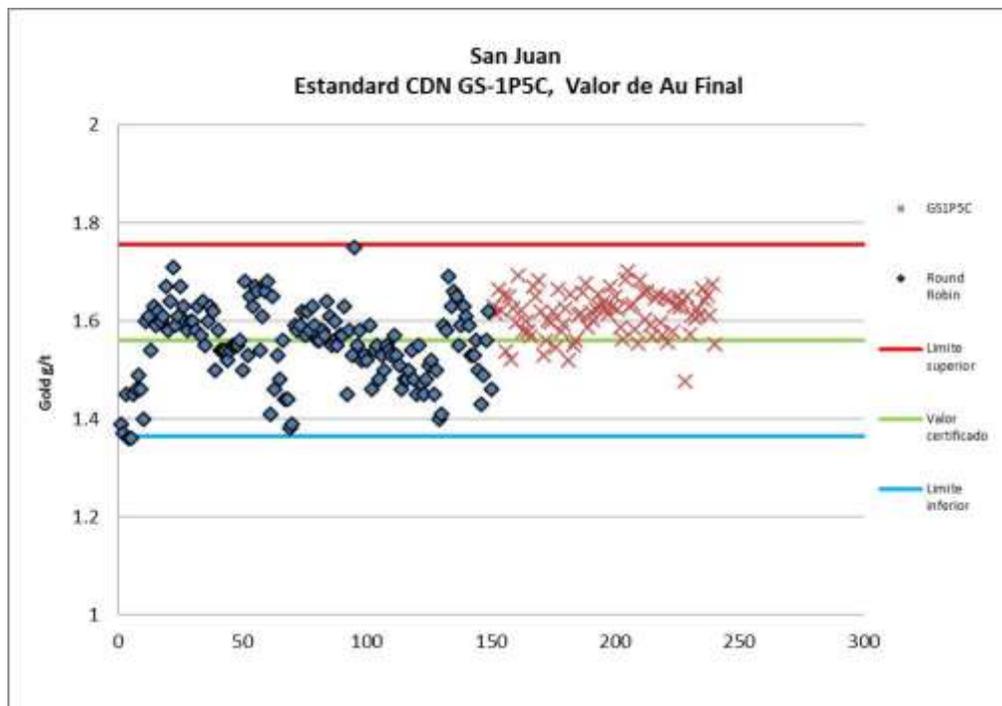


Figura 11. Estándar CDN GS-1P5C, Resultados Laboratorio.

Durante la preparación se evaluó contaminación, a través de blancos gruesos y durante el análisis a través de blancos finos. El blanco utilizado fue basalto triturado, adquirido lejos de las instalaciones de la mina.

Los blancos gruesos fueron preparados con todo el lote de muestras en una secuencia establecida para identificar contaminación por falta de limpieza en los equipos. Los blancos finos fueron preparados por separado, limpiando bien los equipos y posteriormente insertarlos en es la secuencia definida.

La siguiente secuencia de inserción fue la utilizada:

MUESTRA RICA → BLANCO FINO → BLANCO GRUESO

A continuación se muestran los gráficos con blancos analizados donde se puede apreciar que no hubo contaminación de las muestras durante la preparación o análisis químico.

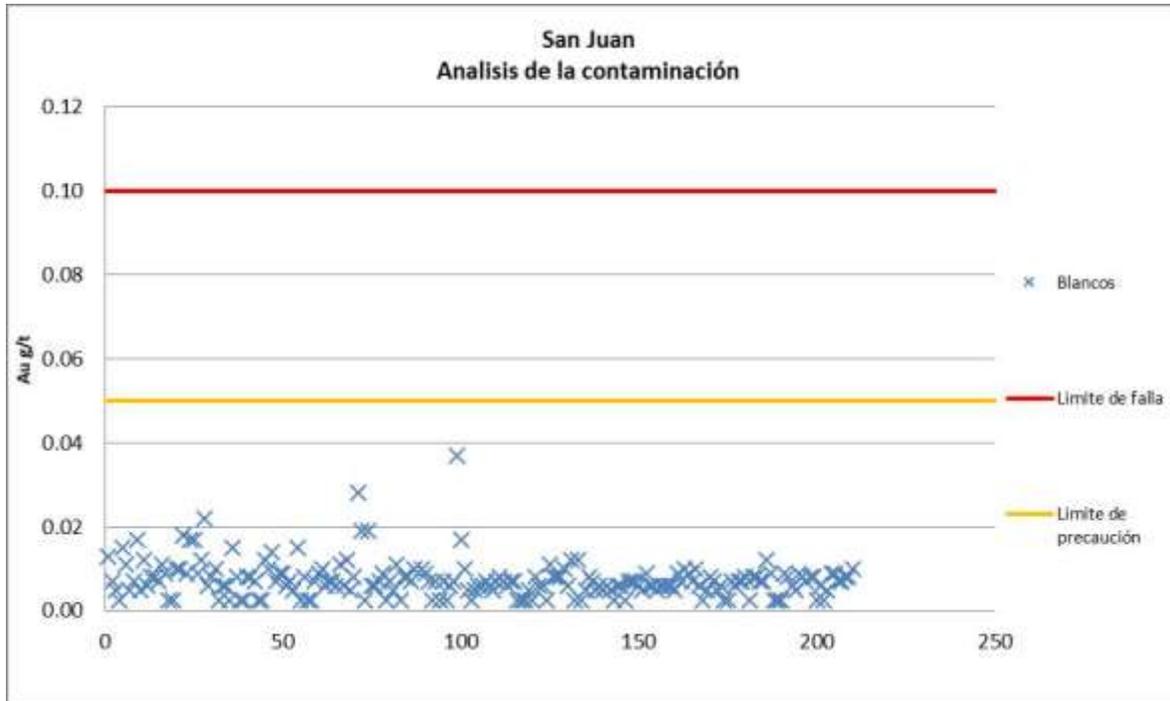


Figura 12. Comportamiento de resultados obtenidos de muestras blancos.

4. CONCLUSIONES.

Existen dos unidades litológicas principales; La Unidad de Rocas Volcánicas la cual se subdivide en 3 sub-unidades correspondientes a: Sub-unidad Basáltica, Sub-unidad Andesítica y Sub-unidad de tobas. La Unidad de Rocas Intrusivas Hipoabisales y su Sub-Unidad de Intrusivos de composición basáltica.

La mineralización existente en el prospecto aurífero San Juan corresponde a un típico depósito epitermal con asociación de minerales de Oro – Plata de baja sulfuración. El tipo de alteración es Adularia-Sericita; Cuarzo-Adularia, los tipos de estructuras mineralizadas corresponden a vetas de cuarzo, stockworks, cuarzo brecha y brechas hidrotermales.

El cálculo de recursos del prospecto aurífero San Juan indica gran potencial minero de gran interés económico para la empresa Minera Desminic, S.A. Los resultados obtenidos fueron 712,210 toneladas de mineral con una ley ponderada de 4.41 g/ton para un total estimado de 100,911 onzas troy de oro.

Estos resultados justifican indudablemente una segunda campaña de exploración (In Fill), para el cambio de categoría de los recursos a reservas probadas medidas del prospecto San Juan, de igual manera explorar la extensión norte y sur así como el comportamiento a mayor profundidad de la estructura mineralizada y el comportamiento de los valores de oro para incrementar las reservas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio cumplen con todas las normas y controles de calidad que fueron ejecutados durante los análisis químicos realizados a las muestras de los sondeos.

5. RECOMENDACIONES.

- ✓ Realizar una nueva campaña de exploración para la verificación de recursos y aumento de reservas en longitud y profundidad del prospecto.
- ✓ Realizar un mapeo geológico estructural a detalle para la identificación de los controladores estructurales de la geología y mineralización del área.
- ✓ Considerando los resultados obtenidos y los parámetros de explotación actuales, así como el método de explotación a emplear en el depósito definir el cono óptimo de explotación para la elaboración del diseño de minas.
- ✓ Realizar sondeos para estudios de geomecánica de rocas para el estudio de estabilidad de taludes y/o capacidad de sostenimiento de túneles.
- ✓ Preparar, digitalizar e interpretar secciones transversales con la información geológica de los sondajes realizados en la última campaña de perforación, se debe incluir litología, alteración, estructuras y resultados de laboratorio para la elaboración del modelo geológico.
- ✓ Elaborar el modelo de bloques final en tres dimensiones con una densidad de bloques mayor para mejorar la dispersión de tenores en el modelo.
- ✓ Realizar un estudio de variabilidad espacial de valores de oro con geoestadística para establecer el parámetro de muestreos en trincheras una vez comenzada la fase de explotación.
- ✓ Definir niveles de bancos cada seis metros en el eje vertical y ubicar en ellos el modelo de bloques de ese nivel para fines de explotación.

BIBLIOGRAFÍA.

- **Dengo, (1973)**. Estructuras geológicas, historia tectónica y morfología de América Central. Guatemala, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnológica Industrial.
- **Donnelly, (1990)**, Geologic History of the Caribbean and Central America.
- **Hodgson G., (1952)**, Sub división fisiográfica y caracterización geológica estructural de Nicaragua.
- **Hodgson G., (1984)**, Resumen de la Geología dentro de la Geotransversal Costa a Costa.
- **Hodgson G., (2000)**, Geología Regional de Nicaragua (Introducción al Léxico Estratigráfico de Nicaragua).
- **Hodgson G., (2002)**, Geología Histórica Regional e Historia Geológica Estructural Tectónica simplificada de Nicaragua y América Central.
- **Hodgson G., (2013)**, Potencial Minero Metálico y No Metálico de Nicaragua MEM.
- **McBirney & Williams, (1956)**, División fisiográfica de Nicaragua.
- **Rodríguez D., (1994)**. Geology and geochemistry of igneous rocks associated with minerals deposits in Northeastern Nicaragua, Central America.
- **Álvarez M., (2008)**, Reporte de Levantamiento Geológico, Mina La Libertad.
- **Sepúlveda G., (2011)**, Blocks model for a deposit of massive sulphurs using the MineSight® software.
- **Acosta J., (2013)**, Depósitos Epitermales.
- **Collins D., (2014)**, MINESIGHT PARA GEÓLOGOS: Enfoque integrado para el modelado geológico.
- **Gabbitus M., (2014)**, Modelamiento al estilo MineSight.
- **Einaiudi, M.T., Meinert, L.D. y Newberry, R.J., (1981)**, Skarn Deposits. Economic Geology, 75th Anniversary Vol., 317-391.

- **Arseneau, G. J. y Roscoe, W. E., (1970).** Practical Applications of Geology to Resource/Reserve Estimation.
- **Diehl, P. & David, M., (1982).** Classification of Ore Reserve/Resource based on Geostatistical Methods. The Canadian Mining and Metallurgical Bulletin.
- **Buchanan., (1981).** Depósitos Epitermales de Baja Sulfuración.
- **Frischbuttlar, (2002).** Tectónica de América Central.
- **J.W.Travett., (1972).** Hunting Geology and Geophysic.
- **Dengo G., and Case J.E., (1990).**

ANEXOS.

Anexo 1. Sondeo SJ-08-012. Intercepto de brecha hidrotermal de 91.07 metros a 105.1 metros de profundidad.



Anexo 2. Sondeo SJ-08-022. Intercepto de brecha hidrotermal de 145.7 metros a 155 metros de profundidad.

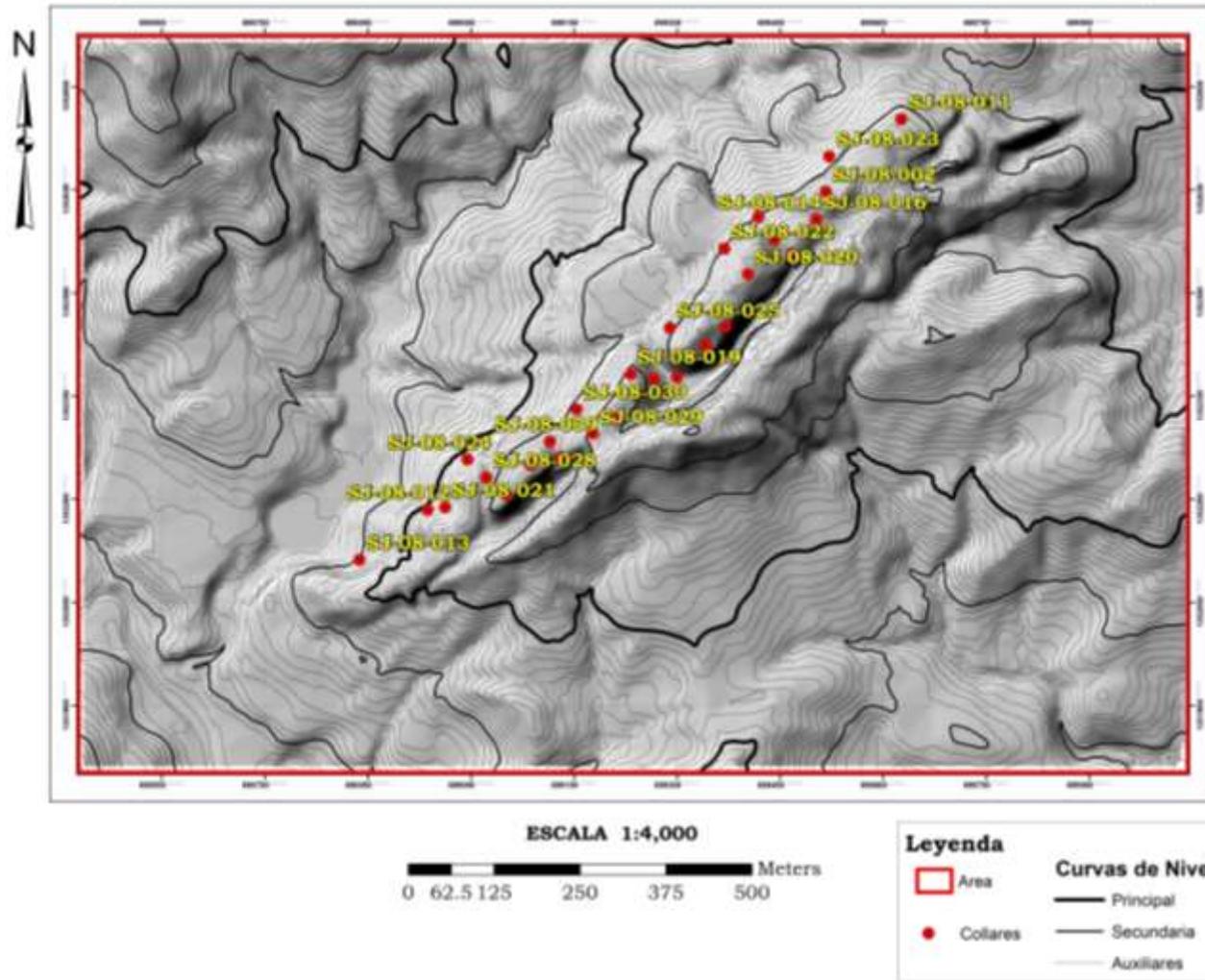


Anexo 3. Sondeo SJ-08-025. Intercepto de cuarzo brecha de 109.9 metros a 125.6 metros de profundidad.

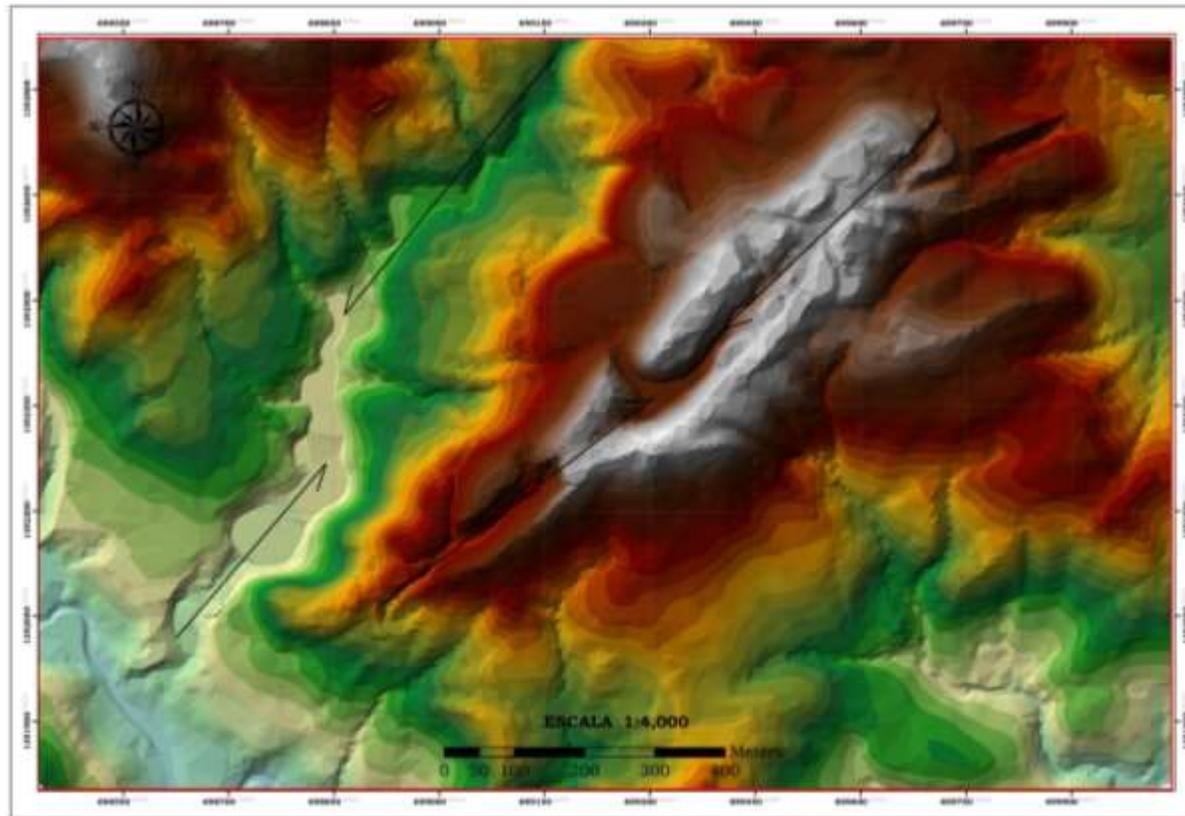


Anexo 5. Plano de collares de sondeos realizados.

Ubicación de Collares Sondeo Realizados San Juan



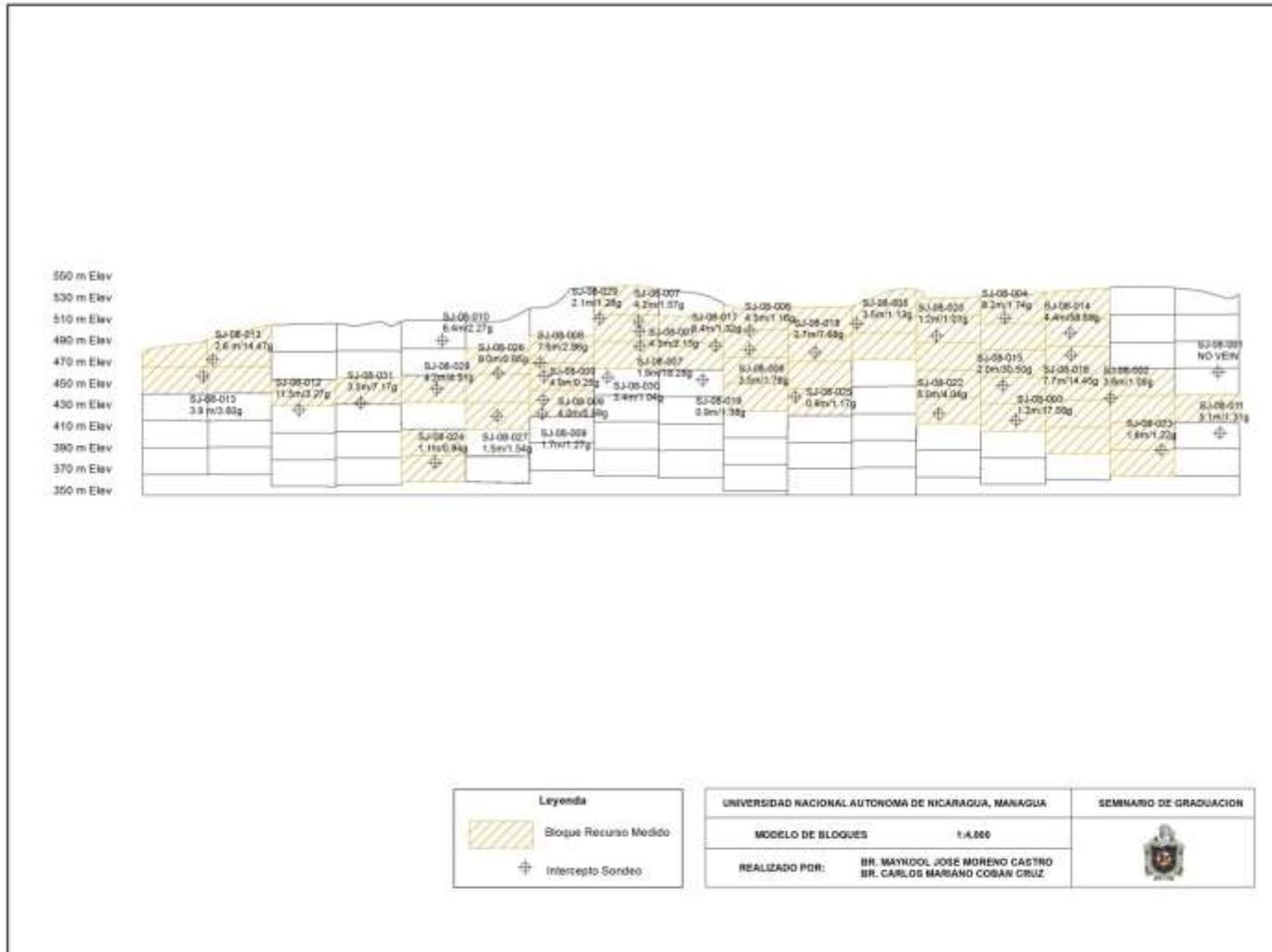
Anexo 6. Mapa de Elevación.



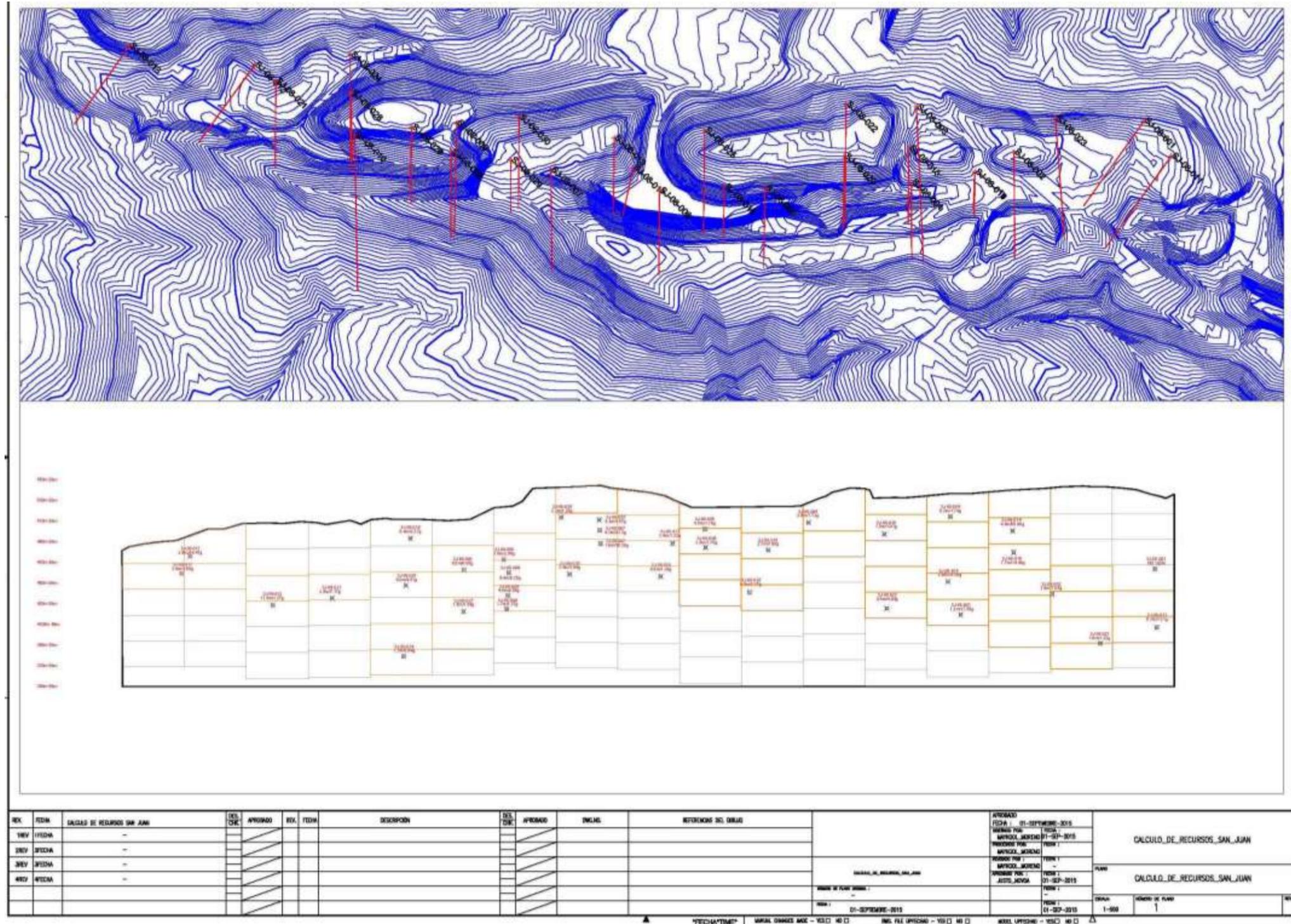
Leyenda

elevacion	544.571 - 547.857	529.143 - 532.229	513.714 - 516.8	498.286 - 501.371	482.857 - 485.943	467.429 - 470.514	452 - 455.096
506.914 - 509	541.486 - 544.571	526.357 - 529.143	510.829 - 513.714	495.2 - 498.286	479.771 - 482.857	464.343 - 467.429	
503.829 - 506.914	538.4 - 541.486	522.871 - 526.357	507.543 - 510.829	490.114 - 495.2	476.886 - 479.771	461.257 - 464.343	
500.743 - 503.829	535.314 - 538.4	519.886 - 522.871	504.457 - 507.543	485.029 - 490.114	473.6 - 476.886	458.171 - 461.257	
547.857 - 550.743	532.229 - 535.314	516.8 - 519.886	501.371 - 504.457	485.943 - 489.029	470.514 - 473.6	455.096 - 458.171	

Anexo 7. Sección longitudinal Modelo de Bloques.



Anexo 8. Sección longitudinal Modelo de Bloques y Sondeos Realizados.

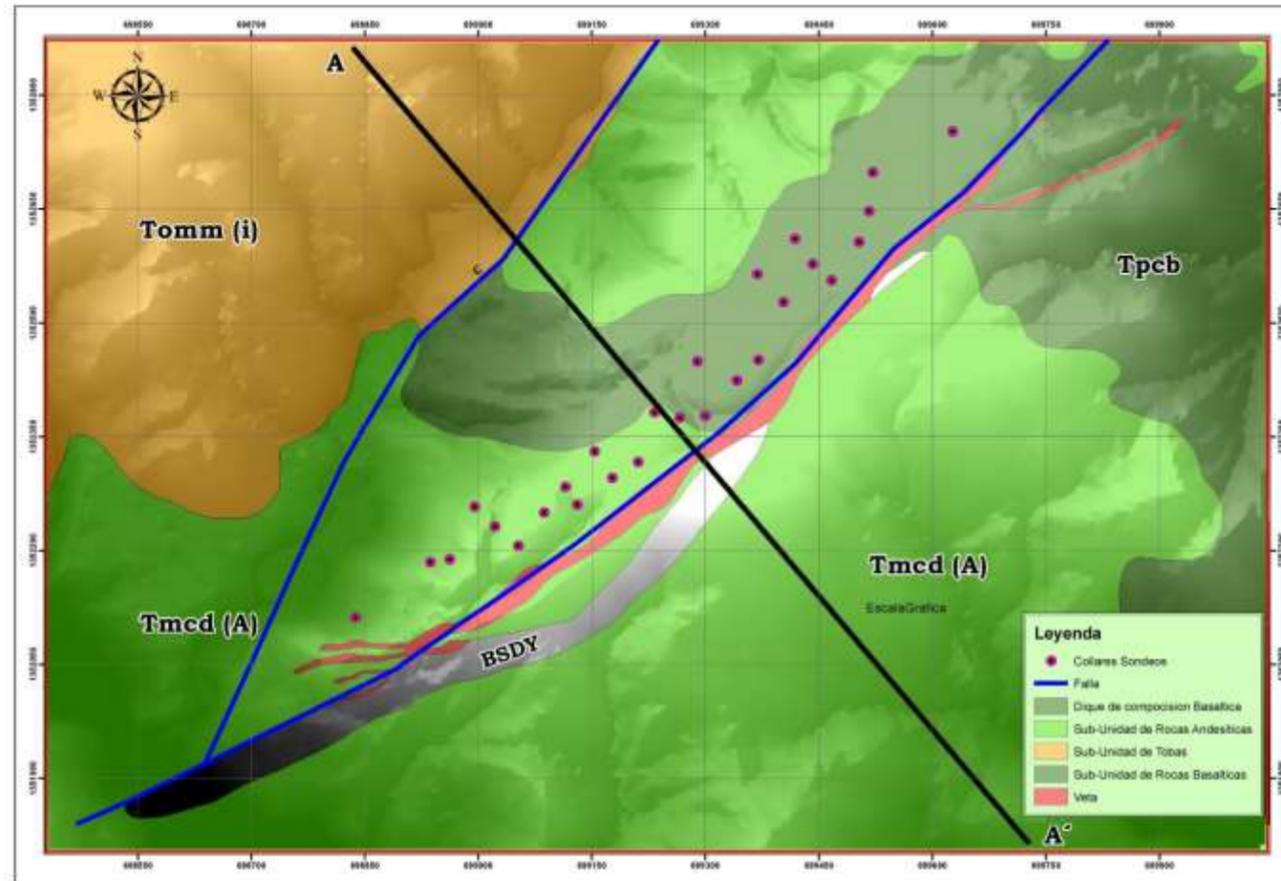


Anexo 9. Tabla de Logueo sondeo SJ-08-25.

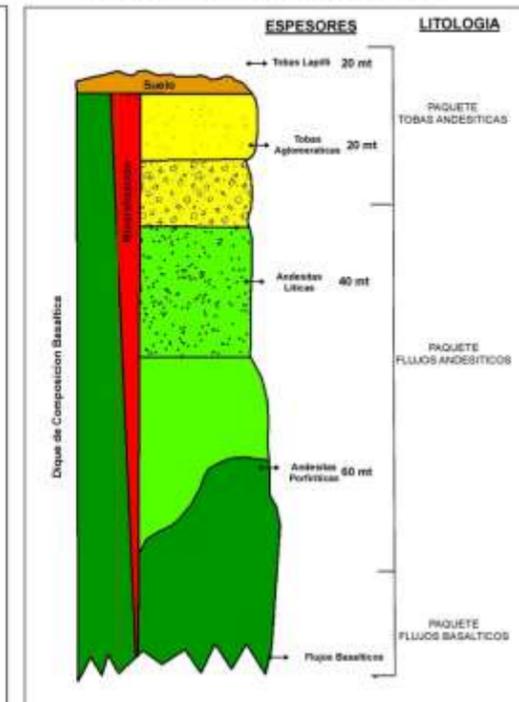
Nombre	De	A	Longitud (m)	Oro (g/ton)	Plata (g/ton)	Litología	N° Muestra	Agilización	Silicificación	Propilización	%QZ	Pirita	Comentarios
SJ-08-025	0	28.3	28.3	0.015	0.015	SADO	9599				0	0	De 0.0 - 1.0, se presenta material de relleno, fragmentos de roca con arcilla. A continuación arcilla con alto grado de humedad y altamente plástica, color rojo intenso a rojo marrón. La roca original totalmente meteorizada, con abundante óxido de hierro.
SJ-08-025	28.3	30.48	2.18	0.015	0.015	BSFL	9601	2		1	0	0	Color café claro, fuertemente fracturado, con ángulos desde 20°, 40° - 50°, en las fracturas abundante óxido de manganeso, en la roca no se observa ningún rasgo textural debido al moderado grado de meteorización que presenta el intervalo.
SJ-08-025	30.48	39.24	8.76	0.015	0.015	ANLT	9775	2			0	0	Andesita lítica de color café marrón, presenta textura porfírica, observándose grandes fenocristales de feldespatos alterados a caolín y los clastos subredondeados, los clastos subredondeados, que flotan dentro de la matriz de la roca, son monomíticos
SJ-08-025	39.24	42.05	2.81	0.62	0.015	ANPO	9776	1			6	1	Color gris oscuro, con presencia de fenocristales de feldespatos y plagioclasas moderadamente alterados. Fracturamiento moderado con ángulos de 40° y 50°, presencia de óxido de hierro. Ángulo de contacto superior de 40°, alteración argílica leve.
SJ-08-025	42.05	47.24	5.19	5.21	5.11	ZNFL	9777	1			5	3	Albergada en BSFL, roca totalmente fracturada, triturada en fragmentos angulosos que van desde 0.5 cm hasta los 10 cm. Los fragmentos de origen basáltico de color gris oscuro con textura afanítica, con óxido de hierro en las fracturas, alteración argílica
SJ-08-025	47.24	58.53	11.29	4.32	8.3	BSFL	9778	2		1	3	3	Color gris, fracturamiento de moderado a fuerte, con ángulos de 30°, 40°, 50° y subvertical. Óxido de hierro en fracturas. Calcita en finas venillas. Se observa también zeolita rellenando vesículas.
SJ-08-025	58.53	70.2	11.67	1.1	0.015	ANLT	9779	1			4	1	Toba andesítica lítica de color gris verdoso con pigmentos subredondeados de color marrón. Abundantes clastos subredondeados montmorilloníticos de color café a marrón, dentro de una débil matriz alterada con presencia de arcilla montmorillonítica de color
SJ-08-025	70.2	81.1	10.9	1.37	0.015	ANFL	9780				8	1	Color gris, textura afanítica, feldespatos y plagioclasas, alguna vesículas rellenas de calcita, con ángulo aproximado de 30°. Se observa arcilla montmorillonítica en pocas cantidades, rellenando algunas vesículas.
SJ-08-025	81.1	83.3	2.2	8.61	5.69	BSFL	9781	2		1	10	3	Color gris, textura afanítica, leve fracturamiento con 40°, rellenas de calcita, también fino vetilleo de calcita, fenocristales de adularia rodeados en los bordes de clorita, también clorita en algunos pigmentos.
SJ-08-025	83.3	94.4	11.1	5.42	0.015	ANFL	9782	1			1	3	Color gris, al final del intervalo color rojizo hematítico. Fracturamiento leve de 10°, 20° y 40°. Fracturas rellenas de calcita. Al final del intervalo se observan abundantes vesículas rellenas de montmorillonita, color verde aceituno. Argilización leve.
SJ-08-025	94.4	100.2	5.8	2.33	0.015	BSFL	9783	2		1	2	2	Color gris, roca masiva, núcleo levemente fracturado a 30°, textura afanítica, finas vetillas rellenas de calcita, algunas vesículas también rellenas de calcita, núcleo sano, no alterado.
SJ-08-025	100.2	107.4	7.17	0.79	0.015	ANFL	9784	1			6	1	Color gris, al final del intervalo color rojizo hematítico. Fracturamiento leve de 10°, 20° y 40°. Fracturas rellenas de calcita de 55° y subverticales. Al final del intervalo se observan abundantes vesículas rellenas de montmorillonita, color verde aceituna.
SJ-08-025	107.4	108	0.6	0.015	0.015	ZNFL	9786	3	2		5	0	Fuerte fracturamiento, con fragmentos angulosos de desde 1 -10 cm. Abundante óxido de hierro en fracturas, presencia de pirita 1 %, una vetilla deformada de Qz cristalino, contacto inferior de 30°.
SJ-08-025	108	109.9	1.88	0.48	0.015	BSFL	9787	2		1	3	0	Color gris, textura afanítica, abundante venilleo de calcita (de 0.5 -1 cm), con ángulos de 10° -30°. Fracturamiento leve.
SJ-08-025	109.9	111.7	1.88	0.015	0.015	QZBH	9788		3		90	0	Color blanquecino, con tono marrón, presenta clastos angulosos, también fragmentos, algunos de color verdoso, con leve Argilización. Fuerte fracturamiento, con ángulo de 30° y 40°. Silicificación 80% crustiforme. Óxido de hierro en fracturas.
SJ-08-025	111.7	118.9	7.14	0.015	0.015	QZST	9789		2		30	0	QZST de moderado a fuerte, albergado en BSFL, color gris, fracturamiento leve, con ángulos de 40° y 50°. También presenta fracturas conjugadas de 30° y 50°. Presenta venillas finas de calcita, las cuales se conjugan con la venillas de qz. Pirita menor al
SJ-08-025	118.9	120.9	2.05	0.015	0.015	QZBH	9790	1	3		90	0	Color blanquecino marrón, clastos angulosos y subredondeados de color verde, levemente argilizados, flotando dentro de una matriz posiblemente basáltica fuertemente silicificada. Presencia de abundante vetilleo de Qz. Fracturamiento moderado.
SJ-08-025	120.9	125.6	4.68	0.015	0.015	QZBH	9791		3		90	0	Color blanquecino con tono marrón, clastos y matriz fuertemente silicificados, presencia abundante de cavidades con drusas de qz, rellenas también de óxido de hierro. Fracturamiento moderado de 40°, 60°. Qz crustiforme 95 %.
SJ-08-025	125.6	132.6	6.98	0.015	0.015	BSFL	9792	2		1	3	0	Color gris, textura afanítica, fracturamiento leve, venillas finas de calcita, magnetita moderada.

Anexo 10. Mapa geológico San Juan escala 1:4,000.

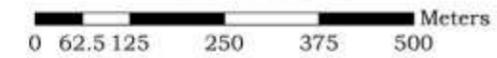
MAPA GEOLÓGICO



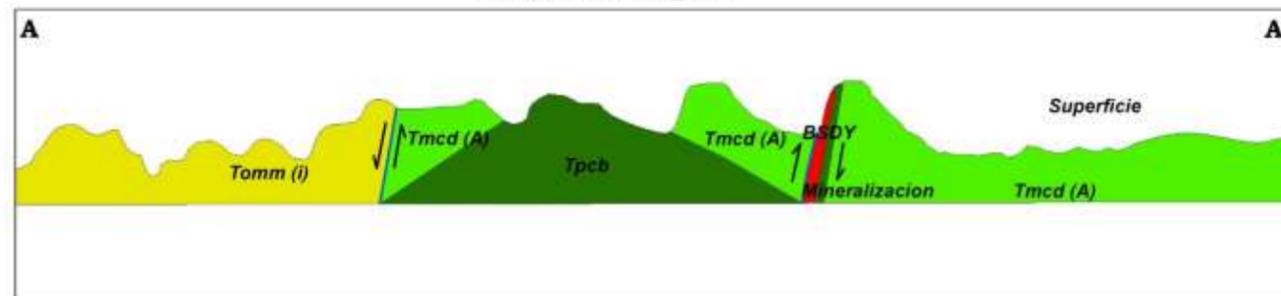
Columna Estratigráfica



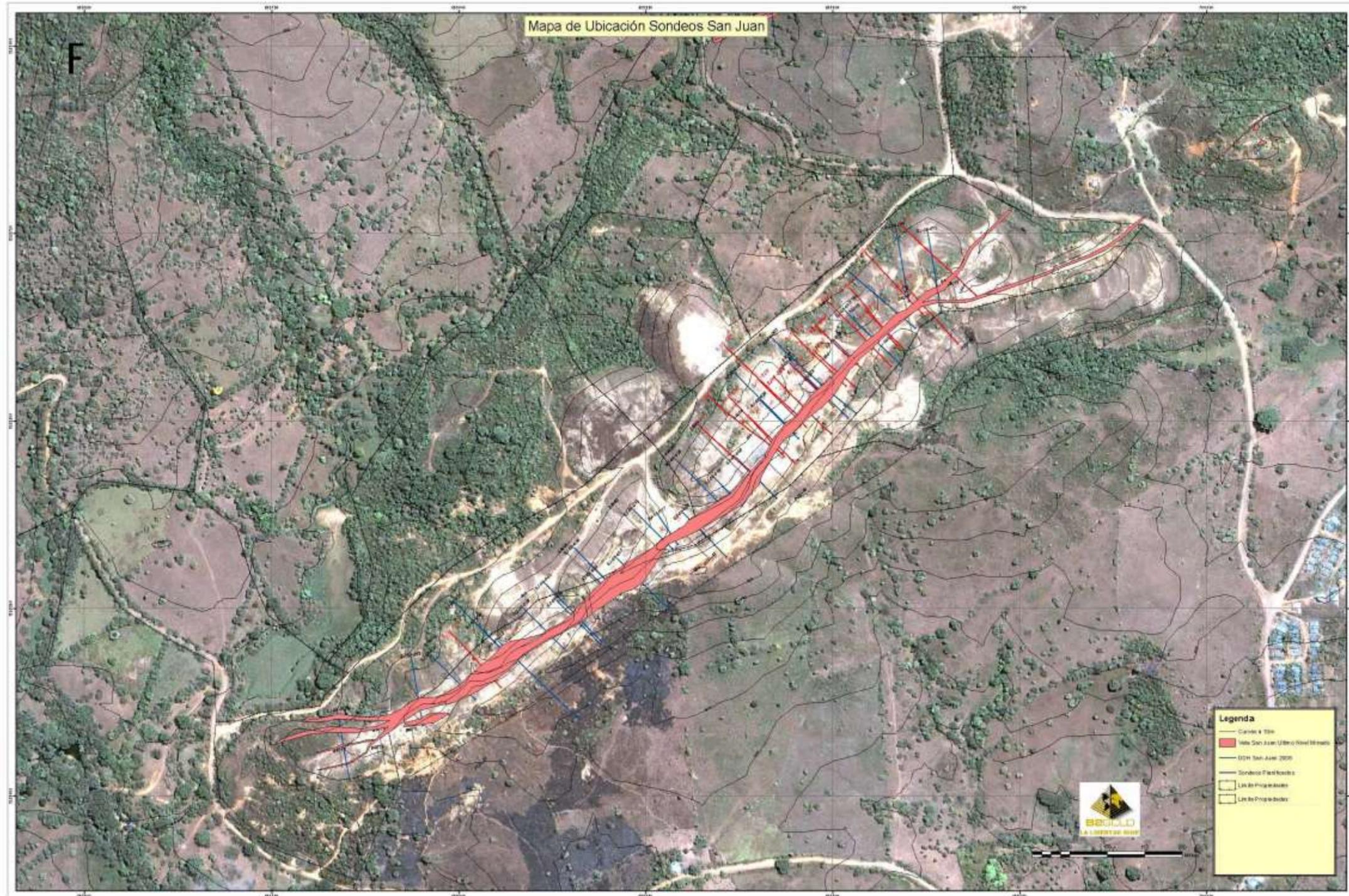
ESCALA 1:4,000



Perfil Geológico



Anexo 11. Plano de composito de ubicación de sondeos San Juan.



Anexo. 12. Sección Transversal San Juan, Sondeos SJ-08-24, SJ-08-10, SJ-08-28

