

**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOQUÍMICO APLICADO A LA EXPLORACIÓN DE  
METALES PRECIOSOS Y BASE EN LA VEREDA SANTA ROSA, MUNICIPIO  
VALLE DE SAN JUAN (TOLIMA)**

**IBETH TATIANA RÚA MEJÍA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA**

**2012**

**ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOQUÍMICO APLICADO A LA EXPLORACIÓN DE  
METALES PRECIOSOS Y BASE EN LA VEREDA SANTA ROSA, MUNICIPIO  
VALLE DE SAN JUAN (TOLIMA)**

**IBETH TATIANA RÚA MEJÍA**

**Trabajo de grado realizado como requisito para optar el título de Geólogo,  
Modalidad práctica empresarial.**

**Director**

**CARLOS ALBERTO GARCÍA RAMÍREZ  
Geólogo, M.Sc, Ph.D en Geología y Mineralogía**

**Codirector**

**BLADIMIR RENE REVELO  
Ingeniero Geólogo**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS  
ESCUELA DE GEOLOGÍA  
BUCARAMANGA**

**2012**

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía, por darme la sabiduría para poder desarrollar este trabajo y la habilidad para terminarlo.

A mi mamá por su confianza, porque me enseñó a no desfallecer en los momentos difíciles, gracias a por grande esfuerzo para sacarme adelante... aquí está su recompensa mami.

A mis hermanos porque son mi motivo de seguir y porque quiero que sepan que con dedicación se pueden lograr las metas por muy difíciles que sean.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Geólogo Carlos Alberto García, por darme la confianza, paciencia y por la sabiduría transmitida para la elaboración de este trabajo.

A René Revelo, mi codirector, por su gran apoyo, consejos y por la disposición para enseñarme y formarme como profesional.

A George y Alex, porque siempre estuvieron dispuesto a colaborarme y enseñarme.

Al GIS Juan José por enseñarme acerca de sistemas de información geográfica para la culminación de este trabajo.

A los profesores de Geología por transmitir todos sus conocimientos en las diferentes áreas.

A mi abuela, mis tíos por su apoyo y confianza para poder lograr esta meta.

A mis amigos y compañeros de Geología Silvia Jerez, Carlos Ballesteros, Alicia Caicedo, Gina Rodríguez, Álvaro Moncada, Diana Carolina, Aidalid Pacheco (Los Pajareros), con los cuales compartí momentos agradables.

A las empresas ROVIRA MINING LIMITED y RED EAGLE MINING por abrirme las puertas a la vida laboral y poder desarrollar este trabajo.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	17
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. METODOLOGÍA	19
2.1 FASE DE PRE-CAMPO	19
2.2 FASE DE CAMPO	19
2.2.1 Mapeo Geológico	19
2.2.2 Muestreo de Rocas	20
2.2.3 Muestreo de Suelos	21
2.3 FASE DE LABORATORIO	23
2.3.1 Descripción Macroscópica.	23
2.3.2 Descripción Microscópica	23
2.3.3 Análisis Geoquímico de Rocas y de Suelos	23
2.4 FASE DE OFICINA	24
3. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	25
3.1 LOCALIZACIÓN	25
3.2 VÍAS DE ACCESO	26
3.3 MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JUAN	26
4. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL	29
4.1 FORMACIÓN EL IMÁN (DI)	29

4.2 INTRUSIVOS GRANÍTICOS (Pzg)	29
4.3 FORMACIÓN LUISA (Trl)	30
4.4 FORMACIÓN PAYANDÉ (Trp)	32
4.5 FORMACIÓN SALDAÑA (Jsv-Jsp)	32
4.6 INTRUSIVOS (Jl - Jd - Jn - Ja - Jp - Jsc)	33
4.6.1 Batolito de Ibagué (Jl)	34
4.6.2 Stock de Payandé (Jp)	34
4.6.3 Stock de Dolores (Jd)	35
4.6.4 Stocks Los Naranjos (Jn), Anchique (Ja), y San Cayetano (Jsc)	35
4.7 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	36
4.8 RECURSOS MINERALES	36
5. ANTECEDENTES	38
6. MARCO GEOLOGICO LOCAL	40
6.1 ESTRATIGRAFÍA	40
6.1.1 Formación Luisa	40
6.1.1.1 Petrografía	46
6.1.2 Formación Payandé	49
6.1.2.1 Petrografía	51
6.1.3 Formación Saldaña	54
6.1.3.1 Petrografía	56
6.1.4 Cuerpos Intrusivos y Extrusivos	58
6.1.4.1 Petrografía.	60
6.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	61
6.3 MINERALIZACIÓN	62
7. GEOQUIMICA DE ROCAS Y SUELOS	64
7.1 PROCESAMIENTO DE DATOS PARA LA DEFINICIÓN E INTERPRETACIÓN DE ZONAS ANOMÁLAS.	64

7.2 ANOMALÍA DE ORO, PLATA, COBRE, PLOMO Y ZINC EN ROCAS	65
7.3 ANOMALÍA DE ORO, PLATA, COBRE, PLOMO Y ZINC EN SUELOS	69
8. MAPAS TEMÁTICOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	71
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXOS	83

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Mapa de la malla para los muestreos geoquímicos de suelos (modificado).	22
Figura 2. Localización geográfica de la zona de estudio. Valle de San Juan, Tolima.	25
Figura 3. Vías de acceso a la zona de estudio.	26
Figura 4. Panorámica de la zona de estudio en el Municipio del Valle de San Juan.	28
Figura 5. Mapa geológico de los alrededores de la sección tipo de la Formación Luisa.	31
Figura 6. Afloramiento de las brechas de la Formación Luisa, tomada en la Quebrada La Iguana	41
Figura 7. Microfotografías de la brecha de color rojizo. A). Clastos de cuarzo y feldespato k, clastos líticos de cuarzo+feldespato k. Cemento de calcita entre clastos. B). Clastos de plagioclasas cortadas por vetillas de calcita. C). Textura diabáscla de los clastos de plagioclasas con un poco de calcita intersticial. En nicoles cruzados, aumento 10x.	42
Figura 8. A). Ojos de cuarzo y fenocristales de plagioclasa en volcánico desvitrificado vítreo. Originalmente dacita? B). Vetillas de calcita cortando clasto de feldespato pertítico. Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 5x.	43
Figura 9. Brecha de color rojizo de la Formación Luisa. Tomada en la quebrada Pavo Real.	44
Figura 10. Microfotografía de la brecha de color gris verdoso. A). Clorita sucia como matriz con algo de calcita, granos de apatito y cuarzo. Trazas de epidota en clorita. B). Clastos angulares de cuarzo, epidota, clorita, microclina y ortoclasa triangular. C). Clastos de cuarzo, cuarzo+pertita, clasto grande y	

redondeado de limolita o volcánico desvitrificado argilizado. D). Feldespato potásico argilizado cortado por feldespatos de grano fino que a su vez ambos son cortados por vetilla de calcita. En nicoles cruzados, aumento 10x.	45
Figura 11. Diagrama de clasificación de rocas detríticas de Pettijohn (1942).	46
Figura 12. Clastos de cuarzo y feldespato potásico, clastos de plagioclasa en matriz de cuarzo angular de grano fino con clorita y calcita intersticial. Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 10x.	47
Figura 13. Clastos subangulares a angulares de cuarzo, feldespato potásico y clorita. Un poco de matriz de grano muy fino arcillosa/limosa. Microfotografía en nicoles paralelos, aumento 10x.	48
Figura 14. Pequeños clastos de epidota, plagioclasa y cuarzo. Clastos grandes de volcánico desvitrificado (cuarzo y feldespato potásico). Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 10x.	49
Figura 15. Panorámica de afloramiento El Derrumbe en el sector de Pavo Real en donde se encuentran las areniscas y las calizas de la Formación Payandé	50
Figura 16. Microfotografía de limolita. Se observa banda de jarosita/sericita, con granos de cuarzo y plagioclasa, la textura radial de la muscovita y granos de plagioclasa alterados a Limonita/Hematita. En nicoles cruzados, aumento 10x.	51
Figura 17. A). Sedimento cuarzoso bien empaquetado pero inmaduro con clorita intersticial. B). Vetilla de cuarzo drussy euhedral de grano grueso con parches pequeños de sedimento de grano fino de cuarzo+clorita. Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 20x.	53
Figura 18. Caliza micrítica con lente de caliza de grano más fino cortada por vetilla de calcita. Microfotografía de nicoles paralelos, aumento 10x.	54
Figura 19. Microfotografía de una roca volcanoclástica. Originalmente una plagioclasa zonada que está completamente sericitizada dentro de una matriz vítrea desvitrificada de grano muy fino. En nicoles cruzados, aumento 10x.	55
Figura 20. Muestra de mano de la brecha arcósica con alto contenido de óxidos de hierro y vetillas de cuarzo drusiforme.	55

Figura 21. Microfotografía de brecha arcósica. Feldespato potásico (Perfítico), clastos de cuarzo. Matriz de grano fino de cuarzo angular en sericita/illita. En nicoles cruzados, aumentos 10x.	56
Figura 22. Microfotografía de la muestra de grauvaca. A). Fenocristales de plagioclasa sericitizados en una matriz feldespática y manchas de óxidos de hierro. B). Granos de plagioclasa sericitizada con intersticios de clorita y vidrio volcánico desvitrificado. En nicoles cruzados, aumento 10x.	57
Figura 23. A). Clastos de cuarzo y plagioclasa sericitizada. B). Muscovita como clasto en matriz clástica angular de cuarzo+sericita/illita. Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 10x.	58
Figura 24. Microdiorita con delgadas vetillas de calcita.	59
Figura 25. Diagrama de Streckeisen para clasificación de rocas volcánicas según UIGS (1974) (modificado).	60
Figura 26. Microfotografía de traquitas. A). Sericita reemplazando lo que originalmente eran fenocristales de feldespato en una matriz clorítica vítrea. B). Listones de lo que antes eran feldespatos que muestran el flujo de grandes cristales de óxidos de hierro. En nicoles cruzados y paralelos, aumento 10x.	61
Figura 27. Ejemplo del método gráfico utilizado para determinar fondo, umbral y anomalía.	68

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Valores estadísticos de clark, fondo, umbral y anomalía en rocas para oro, plata, cobre, plomo y zinc.	66
Tabla 2. Valores estadísticos de clark, fondo, umbral y anomalía en suelos para oro, plata, cobre, plomo y zinc.	69

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo 1. Análisis geoquímicos para Au, Ag, Cu, Pb y Zn.	84
Anexo 2: Análisis geoquímicos para Au, Ag, Cu, Pb y Zn en suelos.	88
Anexo 3: Catálogo de descripción Macroscópica de muestras de mano.	92
Anexo 4: Catálogo Petrográfico de secciones delgadas.	93
Anexo 5. Mapas Geoquímicos, Geológico y de ubicación de muestras	94

## RESUMEN

**TITULO:** ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOQUÍMICO APLICADO A LA EXPLORACIÓN DE METALES PRECIOSOS Y BASE EN LA VEREDA SANTA ROSA, MUNICIPIO VALLE DE SAN JUAN (TOLIMA).

**AUTOR(A):** IBETH TATIANA RÚA MEJÍA\*\*.

**PALABRAS CLAVES:** PAVO REAL, VALLE DE SAN JUAN, GRAUVACAS, VETILLAS, ALTERACION, MINERALIZACION, ANOMALÍA GEOQUÍMICA.

La zona de Pavo Real se encuentra ubicada en la vereda Santa Rosa del municipio del Valle de San Juan. Esta zona está compuesta litológicamente por grauvacas de la Formación Luisa, cuarzoarenitas con intercalaciones de limolitas y calizas de la Formación Payandé, grauvacas líticas y volcano-sedimentos de la Formación Saldaña y por cuerpos intrusivos y extrusivos como microdioritas, granitos, aplitas y traqui-andesitas, estas últimas corresponden al miembro volcánico de la Formación Saldaña.

Este trabajo se realizó en base a un estudio geológico en donde se describieron cada una de las unidades litológicas que afloran allí y se identificaron cuerpos vetiformes mineralizadas de poco espesor, compuestas de cuarzo con presencia de sulfuros (pirita-calcopirita) diseminados y masivos y óxidos de hierro (hematita-limonita-jarosita-goetita), minerales de alteración como sericita, clorita, epidota, así como también vetillas de calcita donde hay poca presencia de mineralización. La mineralización se encuentra encajada en rocas de la Formación Luisa, Payandé y Saldaña, además de los cuerpos ígneos correspondientes a un evento tardío que así como las estructuras tiene una dirección preferencial NW-SE; en algunos sectores se encuentran fallados controlando la mineralización.

A partir de esta información geológica obtenida se llevó a cabo un muestreo selectivo de estructuras mineralizadas, roca encajante y algunos cuerpos ígneos con presencia de mineralización, esto con el propósito de establecer las rocas asociadas la mineralización y a anomalías geoquímicas en oro, plata, cobre, plomo y zinc, las áreas donde se destacan estas anomalías que podrían ser de interés y el potencial metalogénico de la zona en general.

---

\* Trabajo de Grado. Modalidad Práctica Empresarial

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Geología. Director: Msc. Carlos Alberto García Ramírez  
Codirector Bladimir Rene Revelo

## ABSTRACT

**TITLE:** GEOLOGIC AND GEOCHEMISTRY STUDY APLIED TO THE EXPLORATION PRECIOUS AND BASE METALS IN THE VILLAGE SANTA ROSA, MUNICIPALITY OF VALLE DE SAN JUAN (TOLIMA)\*.

**AUTHOR (A):** IBETH TATIANA RÚA MEJÍA\*\*.

**KEY WORDS:** PAVO REAL, VALLE DE SAN JUAN, GRAUWACAS, VEINLETS, ALTERATION, MINERALIZATION, GEOCHEMISTRY ANOMALY.

The zone of Pavo Real is located in the path Santa Rosa of the municipality of the Valley of San Juan. This zone is in favor compound lithologically of graywackes of the Luisa Formation, cuarzoarenitas with intercalations of siltstones, and limestones of the Payandé Formation, lithic graywackes and volcano-sediments of the Saldaña Formation and by intrusive and extrusive bodies like microdiorites, granites, aplites and traqui-andesites, these last ones correspond to the volcanic member of the Saldaña Formation.

This work was made on the basis of a geologic study in where it described each one of the lithological units that arise there and mineralized vetiformes bodies of little thickness were identified, composed of quartz with presence of disseminated and massive sulfides (pyrite-chalcopyrite) and iron oxides (hematite-limonite-jarosite-goethita), minerals of alteration like sericite, clorite, epidote, as well as calcite veinlets where there is few present of mineralization. The mineralization is fitted on rocks of the Luisa, Payandé and Saldaña Formation, as well as in the igneous bodies corresponding to a late event that also the structures have a preferential direction NW-SE; in some sectors is failed controlling the mineralization.

From this obtained geologic data a selective sampling of mineralized structures out, encajante rock and some igneous bodies with mineralization was carried, this in order to establish rocks associate the mineralization and geochemical anomalies in gold, silver, copper, lead and zinc, the areas where these anomalies stand out that could be of interest and the metallogenic potential of the zone in general.

---

\* Degree Work. Modality Business Practice.

\*\* Faculty of Physical and Chemical Engineering. Geology School. Director: Msc. Carlos Alberto García Ramírez. Codirector Bladimir Rene Revelo

## INTRODUCCIÓN

En la etapa de exploración de la compañía ROVIRA MINING LIMITED en el año 2012, se desarrolló la presente práctica empresarial, mediante la cual se realizó un estudio geológico que consistió de mapeo de las unidades litológicas aflorantes en el sector de Pavo Real y descripción a nivel macroscópico y microscópico de ocho muestras correspondientes a las Formaciones Luisa, Payandé, Saldaña y a cuerpos andesíticos, graníticos y microdioríticos, obtenidas de la quebrada Pavo Real y zonas cercanas a esta.

A partir de los análisis macroscópicos y microscópicos se pudo establecer las características mineralógicas, alteraciones, texturas y el tipo de roca, para poder obtener mayor información que permitiera la elaboración del esquema geológico de la zona y la identificación de forma más precisa de las rocas que se asocian a la mineralización.

Además del estudio geológico, se llevó a cabo un estudio geoquímico basado en muestreo selectivo de zonas mineralizadas y de interés, al igual que muestreo de suelos mediante una técnica específica; esto con el fin de hallar las anomalías en rocas y suelos para oro, plata, cobre, plomo y zinc, mediante procesamiento de datos geoquímicos con métodos estadísticos. Estas anomalías se convierten en sitios de interés para la posterior aplicación y planteamiento de otros estudios, como algún tipo de estudio de geofísica y perforaciones.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Realizar estudios geológicos y geoquímicos preliminares de las manifestaciones de metales preciosos (Au, Ag) y metales base (Cu-Pb-Zn) en el sector de Santa Rosa, Valle de San Juan (Tolima) para determinar su potencial metalogénico.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar cartografía geológica de superficie a escala 1:1000, basándose en mapeo de caminos, quebradas, túneles y afloramientos.
- Realizar análisis petrográficos – mineralógicos con el fin de identificar las características texturales y composicionales de algunos tipos de rocas presentes en la zona de estudio.
- Realizar mapas de anomalías geoquímicas con base en geoquímica de rocas y suelos para cada uno de los elementos con el propósito de determinar zonas de interés metalogénico.
- Analizar e interpretar los análisis geoquímicos para determinar zonas de enriquecimiento mineral, las rocas asociadas a la mineralización y su posible control estructural.

## **2. METODOLOGÍA**

El trabajo se realizó en cuatro fases, las cuales se mencionan y describen a continuación.

### **2.1 FASE DE PRE-CAMPO**

Esta fase inicia con la recopilación y análisis de información existente para el área de estudio, consistente en: Base de datos, mapas geológicos, artículos e informes. Esta información se consultó en la biblioteca de la empresa, la biblioteca central de la UIS en su colección de revistas y base de datos en línea, biblioteca del INGEOMINAS y en internet.

### **2.2 FASE DE CAMPO**

Esta fase consistió en tres aspectos: Mapeo geológico de superficie y de túneles, muestreo geoquímico de rocas y de suelos.

#### **2.2.1 Mapeo Geológico**

Se concentró principalmente en el sector de Pavo Real en zona aledaña a la Quebrada con el mismo nombre, siendo una de las zonas de interés del Proyecto. El mapeo geológico inició con el reconocimiento de las unidades litológicas aflorantes en el área y las zonas mineralizadas de interés a escala 1:1.000.

Se recopiló información geológica en campo que consistió de mapeo superficial de afloramientos y quebradas, en donde se identificaron y describieron las rocas existentes en el área de estudio, además de características estructurales, alteraciones y mineralización. Este mapeo implica: a) Georeferenciación del punto de muestreo utilizando un GPS marca Garmin 86Csx, b) Descripción de afloramientos, c) Identificación de las estructuras y toma de datos estructurales con Brújula marca Brunton. d) Toma de muestras, marcación y empaque. e) Toma de fotografías de afloramientos.

La exploración geoquímica estuvo basada en el muestreo de suelos mediante metodología estándar de suelos convencionales. Adicionalmente, se realizaron muestreos selectivos de roca.

### **2.2.2 Muestreo de Rocas**

Se tomaron 103 muestras de roca, que incluyen 90 tomadas de superficie y quebradas y 13 de túneles (los mapas de túneles no se incluyeron en el presente documento por motivos de confidencialidad), la mayoría mediante técnica de canal y de forma perpendicular a las estructuras y/o vetillas, también se muestreo algunos rodados de gossans y venas. Las 103 muestras colectadas fueron enviadas al laboratorio ALS CHEMEX en Perú para el análisis geoquímico mediante Espectrometría de Emisión Atómica con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-AES) más 33 elementos.

Los resultados de análisis de Au, Ag, Cu, Pb y Zn se detallan en el *Anexo N° 1. Análisis geoquímicos para Au, Ag, Cu, Pb y Zn.*

### 2.2.3 Muestreo de Suelos

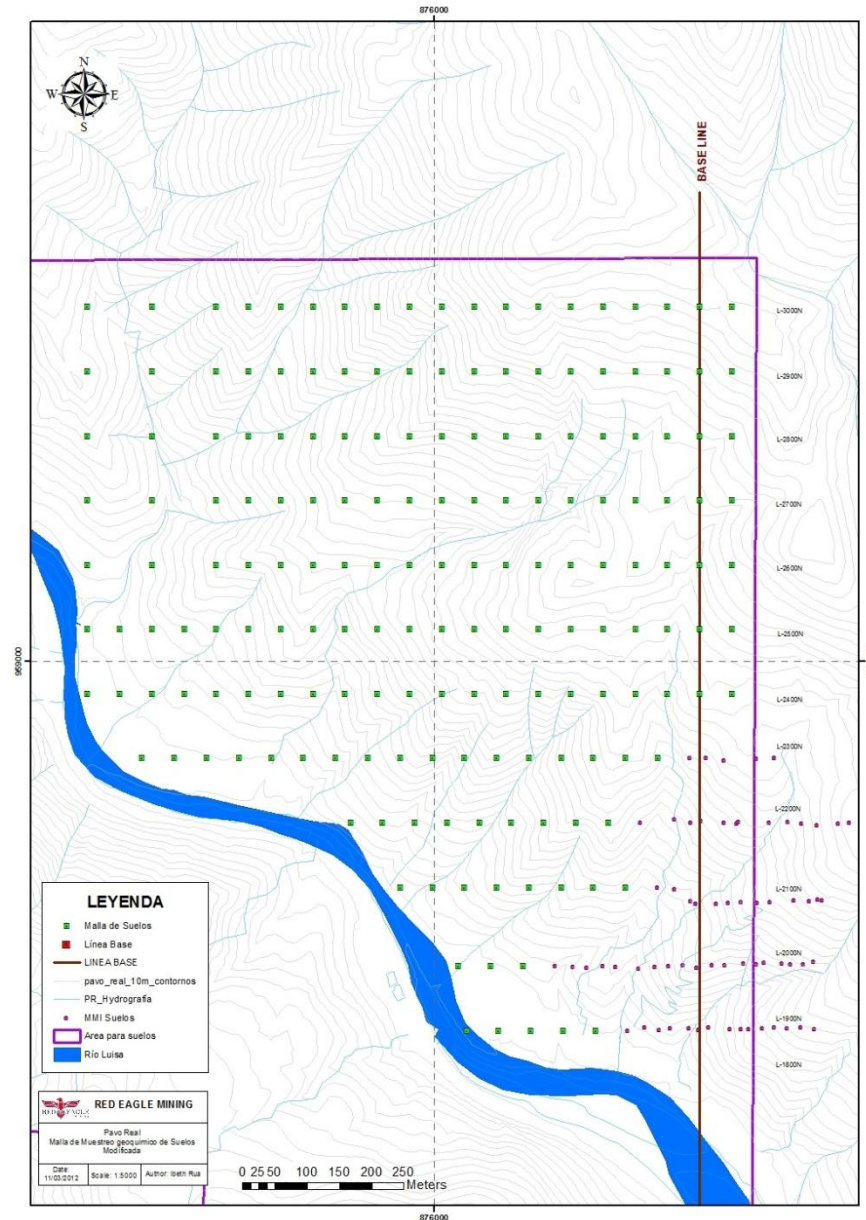
Para hacer muestreo de suelos convencionales se construyó una malla con 13 líneas de 1000 metros cada una a excepción de las líneas L2300 y L2400 que poseen 950 metros de longitud, las líneas L2200 y L2100 que poseen 800 y 650 metros de longitud y las líneas L2000 y L1900 que poseen 550 metros de longitud, las líneas se encuentran separadas 100 m con muestras de suelos cada 50 m y cada 100 m en algunos sectores con un total de 11,45 kilómetros lineales, distribuidos en una superficie de 1,1 Kilómetros cuadrados. Las líneas tienen dirección E-W (Figura 1). Las 155 muestras obtenidas fueron enviadas al laboratorio ACME LABS en Canadá para análisis geoquímico mediante denominado Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS).

La recolección de muestras a partir de suelos convencionales implica: a). Ubicar el punto con coordenadas, b). Hacer un agujero de 30 cm de diámetro y un metro de profundidad. c) Tomar la muestra de donde empiece aparecer el horizonte B hacia abajo. d) Para la toma de la muestra se utiliza palas pequeñas, baldes, cernidores de plástico (el material de plástico se utiliza con el fin de que no se contamine la muestra con otros metales) y material de muestreo como bolsas, marcador negro, cinta flagging, e). Se hace una descripción litológica del material presente en el punto de muestreo, se toma la inclinación de la topografía. f). Se cierra la muestra y se saca aproximadamente 1 Kg de muestra. g). Se empaca en la bolsa ya marcada con código, se sella.

Los resultados de análisis de Au, Ag, Cu, Pb y Zn se detallan en el *Anexo N° 2: Análisis geoquímicos para Au, Ag, Cu, Pb y Zn en suelos.*

En base a este proceso se han recolectado datos de muestras que sirvieron para la determinación de zonas anómalas, los cuales están basados en métodos geológicos y geoquímicos.

**Figura 1. Mapa de la malla para los muestreos geoquímicos de suelos (modificado).**



Fuente. Base de datos de Rovira Mining Limited.

## **2.3 FASE DE LABORATORIO**

A las muestras recolectadas en campo se les realizaron análisis geoquímicos mediante análisis de ensayo a fuego, ICP-AES e ICP-MS y a ocho de ellas análisis petrográficos (macroscópicos y microscópicos). Los análisis de laboratorio fueron realizados en los laboratorios de los petrógrafos L. T. Larson y. John G. Payne en Canadá, ALS CHEMEX y ACME LABS.

### **2.3.1 Descripción Macroscópica.**

La descripción de las muestras de mano se realizó en el laboratorio de estereomicroscopía de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander, utilizando la lupa binocular marca NIKON Inc. NI-150 modelo C-PS. Con el fin de describir la composición mineralógica y la textura de las muestras recolectadas en campo (Ver *Anexo N° 3: Catálogo de Descripción Macroscópica de Muestras*).

### **2.3.2 Descripción Microscópica**

En esta fase se realizaron estudios de petrografía en secciones delgadas. Las muestras fueron preparadas y analizadas por los laboratorios de los petrógrafos L. T. Larson y. John G. Payne en Canadá. El análisis microscópico de las muestras permitió tener mayor información. (Ver *Anexo N° 4: Catálogo Petrográfico de Secciones Delgadas*).

### **2.3.3 Análisis Geoquímico de Rocas y de Suelos**

El análisis geoquímico de muestras de rocas y suelos se hizo para poder estudiar el contenido de los metales preciosos y base, entre otros en dichas muestras con el fin de definir áreas de mineralización y anomalías geoquímicas en la zona de

estudio. Para esto se llevaron a cabo análisis de ensayo al fuego, Espectrometría de Emisión Atómica con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-AES) y Espectrometría de Masas con fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS). Estos análisis se realizaron en los laboratorios ALS CHEMEX en Perú y ACME LABS en Canadá respectivamente.

## **2.4 FASE DE OFICINA**

Esta fase consistió en recopilar los datos obtenidos en campo y laboratorio para su posterior análisis e interpretación.

El procesamiento de los datos numéricos y gráficos se realizó con ayuda del software ArcGIS 9.3 con especial énfasis en la geología, mapa de muestras y de distribución de elementos.

Por último, ya teniendo los datos de interpretación y mapas se procedió a generar el informe de entrega final.

### 3. GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

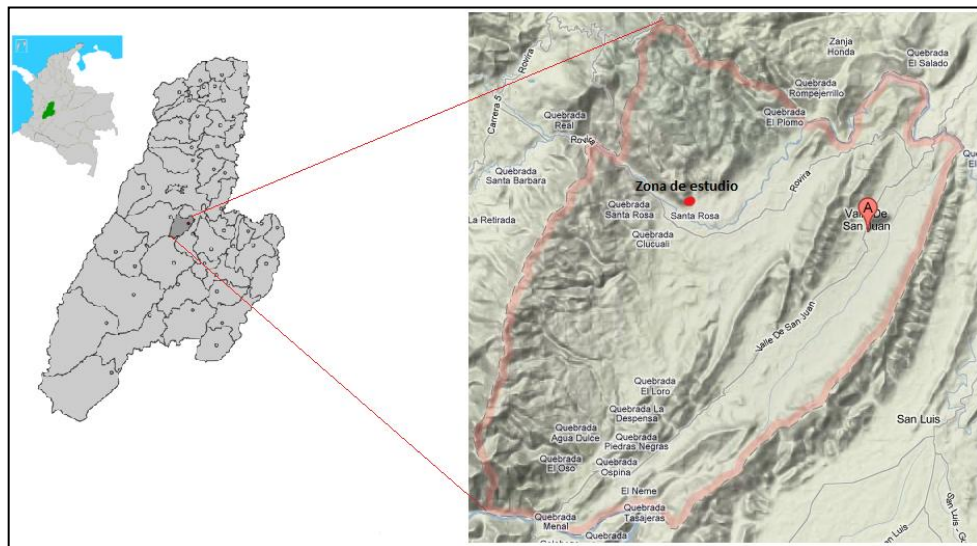
El área de estudio se encuentra ubicada entre las veredas Santa Rosa y Vallecito correspondientes al Municipio de Valle de San Juan en el Departamento del Tolima, en la margen derecha del Río Luisa, aguas arriba, en el sector llamado Pavo Real (Figura 2). El área de estudio está enmarcada entre las coordenadas UTM:

X1: 875670E; Y1: 958400N

X2: 876673E; Y2: 959515N

El área de interés se encuentra en la vía que comunica los municipios de Valle de San Juan y Rovira.

**Figura 2. Localización geográfica de la zona de estudio. Valle de San Juan, Tolima.**



Fuente. Google Maps.

### 3.2 VÍAS DE ACCESO

Para llegar al área de estudio se toma la vía Valle de San Juan-Rovira, la cual está ubicada al noroeste del municipio y que atraviesa las veredas El Dinde, La Manga, El Capote y posteriormente Santa Rosa, que se encuentra aproximadamente a 6 Km del casco urbano (Figura 3).

**Figura 3. Vías de acceso a la zona de estudio.**



Fuente. Google Maps.

### 3.3 MUNICIPIO DE VALLE DE SAN JUAN

El Municipio del Valle de San Juan de acuerdo con la información que se encuentra en la página web de este (<http://valledesanjuan-tolima.gov.co>). El Municipio de Valle de San Juan, se encuentra situado en la provincia fisiográfica de la vertiente oriental de la Cordillera Central en la región nor-occidental del Departamento del Tolima, su cabecera municipal se localiza sobre las coordenadas 4° 12' 08" de latitud Norte y los 75° 07' 17" de longitud al oeste del meridiano de Greenwich, a 48 Kilómetros de la Ciudad de Ibagué, capital del

departamento. Al oriente y norte limita con el Municipio de San Luis, al occidente con el Municipio de Rovira, al sur con el Municipio de Ortega (IGAC, 1977). Tiene un área de extensión total de 198 Km<sup>2</sup>. La altitud de la cabecera municipal es de 600 m.s.n.m. y su temperatura media es de 25°C.

El marco geográfico del municipio comprende una serie de vertientes de montaña, que articulan pequeñas áreas planas (abanicos) formadas por arrastre de materiales en épocas de lluvias, los cuales se localizan en los pie de monte y cuentan con agua permanente de pequeñas quebradas las cuales discurren en sentido perpendicular a la dirección del valle geográfico. El Municipio de Valle de San Juan está integrado por un suelo fértil, en el cual se denotan valles y llanuras. También se encuentran ríos y quebradas que acompañan el paisaje, con un bosque de mediana altura.

Entre las principales fuentes hídricas se encuentran las siguientes: Quebrada Guarrucera, Quebrada Lavapatás y Quebrada Valle que son afluentes del Río Luisa, Río Cucuana, la Quebrada La Liga, la Quebrada El Pajarito y la Quebrada Seca.

**Figura 4. Panorámica de la zona de estudio en el municipio del Valle de San Juan.**



Fuente: Autores del Proyecto

## **4. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL**

El sector de Pavo Real se encuentra ubicado en el sector noroeste del Municipio de Valle de San Juan. Este sector está compuesto por rocas sedimentarias de edades Paleozoicas y Mesozoicas, rocas ígneas Paleozoicas y del Jurásico.

A continuación se describen las formaciones de las más antiguas a las más recientes presentes en la región donde se ubica la zona de estudio, tomando como guía la información referenciada en la memoria explicativa del departamento del Tolima (Núñez, 2001).

### **4.1 FORMACIÓN EL IMÁN (DI)**

Nombre utilizado por Núñez y Murillo (1982) para describir la secuencia sedimentaria fosilífera expuesta en el cerro El Imán al suroeste de Rovira. La unidad consta de arcillolitas y arenisca con algunos niveles conglomeráticos; contiene fauna del Devónico Medio, aunque no se descarta que exista también del Carbonífero. Con base a esto se da una edad Paleozoica Media a Superior. La secuencia parece estar intruída por rocas graníticas y cubierta discordantemente o en relación tectónica (fallada) con rocas de la Formación Luisa.

### **4.2 INTRUSIVOS GRANÍTICOS (Pzg)**

Afloran al sur de Rovira, en la cuchilla conocida como el Alto del Cielo. Se trata de stocks (Núñez y Murillo, 1982) constituidos por granodiorita con variaciones

frecuentes a cuarzomonzonita y granito. En los afloramientos normalmente la roca se encuentra meteorizada con desarrollo de suelos arenosos y espesos.

Las labores cartográficas (Núñez et al., 1982) indican que el intrusivo está cubierto discordantemente por la Formación Luisa, por lo que se infiere una edad Paleozoica.

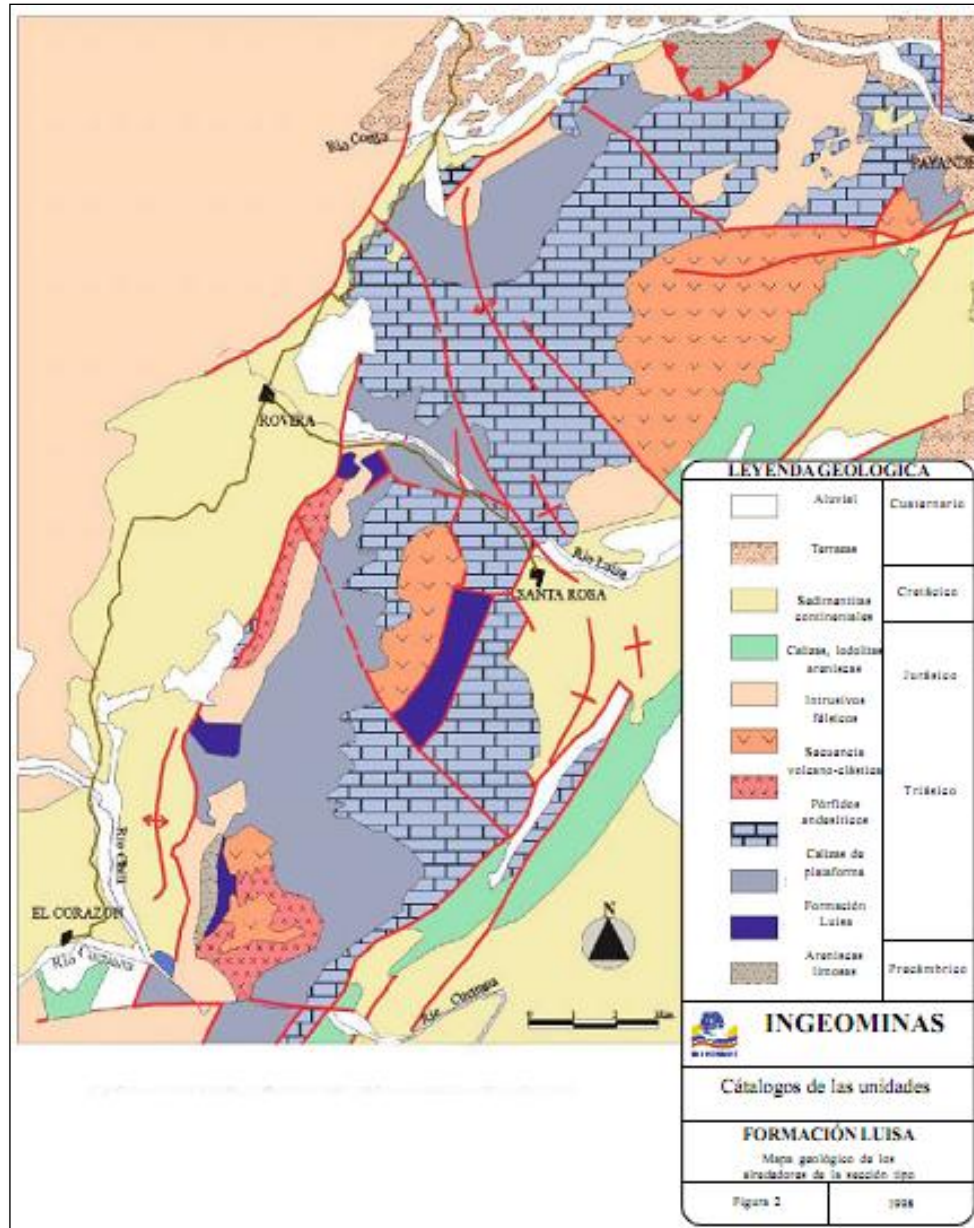
### **4.3 FORMACIÓN LUISA (Tri)**

Esta unidad descrita inicialmente por Renz (1943) como “*Pre-Payandé Red Beds*”; Nelson (1959) la denomina Formación Pre-Payandé. Geyer (1973) la redefine proponiendo por primera vez Formación Luisa, llamada así por el Río Luisa y ubicó la sección tipo, en el trayecto que se encuentra entre Rovira y el caserío en la zona de Santa Rosa, en la zona central del Departamento del Tolima.

Está conformada por conjuntos de capas rojas “*Reds Beds*” en donde se encuentran limolitas, areniscas de grano fino hasta conglomerático, conglomerados brechosos y brechas polimícticas cortadas frecuentemente por diques de composición ácida y básica. El espesor de la unidad no está muy bien definido debido a complicaciones tectónicas dándose cifras entre 150m (Renz, op. cit.) y 600m (Cediel et al., 1980,1981). El contacto inferior se ha observado en el Río Luisa y el Alto del Cielo, en donde es discordante sobre migmatitas, El contacto superior es discordante con la Formación Payandé (Figura 5). La ausencia de fauna no ha permitido datar con precisión pero se le asigna teniendo en cuenta a la suprayacente y discordante Formación Payandé, del Triásico (Noriano). El ambiente de depositación ha sido determinado como continental-fluvial; Geyer (1973) acepta esta interpretación y deja abierta la posibilidad de que algunos estratos puedan ser de origen marino.

En las rocas de la Formación Luisa se conoce la mina de Pavo Real, en donde se presentan fracturas y microfisuras rellenas por materiales auríferos, provenientes de cuerpos intrusivos.

**Figura 5. Mapa geológico de los alrededores de la sección tipo de la Formación Luisa.**



Fuente. INGEOMINAS, 2002.

#### **4.4 FORMACIÓN PAYANDÉ (Trp)**

Fue así denominada por Renz (1943) en la región de Payandé; aflora en la Cordillera Central, entre el Río Coello, al norte, y los límites del Departamento del Huila. Consta de calizas grises y negras, con matices azulosos e intercalaciones menores de arenisca, limolitas, arcillolitas y margas, las calizas son localmente fosilíferas y brechosas. Los niveles arenosos y clásticos son comunes hacia la parte superior y los materiales limolíticos en la parte inferior; esto permitió a Mojica y Llinás (1984) separar la unidad en los miembros inferior y superior. El contacto inferior es discordante con la Formación Luisa. La Formación Payandé es intruída por el Batolito de Ibagué y el Stock de Payandé, que producen marmorización y zonas de skarn. El contacto superior con la Formación Saldaña, es concordante y parece tener carácter transicional, con la aparición gradual de material volcánico que representa el vulcanismo de la “Época Saldaña” de acuerdo con la interpretación de Mojica y Llinás (1984), Mojica y Dorado (1987), y Rodríguez y Rodríguez (1990). El espesor de la unidad, dado por diferentes autores, varía desde 150m (Geyer, 1973) y 600-700m (Cediel et al., 1980,1981). La edad establecida para esta unidad con base a la fauna fósil es del Noriano y la posibilidad de Carniano en la parte inferior y Retiano en la parte superior. La Formación Payandé fue depositada en un ambiente marino de aguas someras y tranquilas, con circulación y oxigenación de aguas restringidas temporalmente (Cediel et al., 1980).

#### **4.5 FORMACIÓN SALDAÑA (Jsv-Jsp)**

Esta unidad fue denominada, originalmente, por Renz (1943) como "Post-Payandé Red Beds"; posteriormente Geyer (1973) propuso el nombre de Formación El Salitre y, finalmente, Cediel et al. (1980, 1981), la redefinieron como Formación Saldaña. Se divide en dos miembros: El superior de carácter volcánico, Miembro

Prado y el conjunto sedimentario inferior, Miembro Chicalá. La parte volcánica (Jsv) consta de tobas de ceniza y lapilli y aglomerados de composición lítica, vítrea o cristalina, flujos de lava andesíticos a riolíticos e intercalaciones de areniscas tobáceas areniscas feldespáticas y lutitas rojizas.

Los cuerpos hipoabisales (Jsp) son de composición andesítica a dacítica, de tamaño variable, están constituidos por rocas porfiríticas, que intruyen la Formación Saldaña y que tienen una relación con el vulcanismo. El hecho de que estos cuerpos hipoabisales intruyen depósitos volcano-sedimentarios de la Formación Saldaña, junto con el carácter discordante de la Formación Yaví (Cretáceo Inferior) sobre alguno de ellos permiten postular edad Jurásica para estos, lo que sugiere una relación entre la Formación Saldaña y el magmatismo jurásico entre la Cordillera Central.

En las rocas de la Formación Saldaña son muy frecuentes las manifestaciones de barita; algunas de ellas fueron explotadas en el pasado. También se conocen manifestaciones de Cobre nativo y barita en Natagaima.

La mineralización del sector se atribuye a actividad magmática del Mesozoico, en donde se formaron pórfidos andesíticos-dacíticos por donde subieron fluidos hidrotermales ascendentes que a la vez dieron origen a los filones con dirección NW que fueron rellenando fracturas (Suescún, 1950).

#### **4.6 INTRUSIVOS (Jl - Jd - Jn - Ja - Jp - Jsc)**

Se describen bajo la denominación de cuerpos intrusivos, que afloran en las Cordilleras Central y Oriental, Así como el valle del Magdalena Medio.

Estos cuerpos ígneos intruyen las rocas metamórficas precámbricas, desarrollando algunas veces "skarn", como el existente sobre la Quebrada Chorros Blancos, afluente del Río Cocora al SW de Ibagué, así como zonas migmatíticas. También intruyen las rocas calcáreas de la Formación Payandé originando zonas de "skarn", como las de Mina Vieja (Payandé), El Sapo (Valle de San Juan) y Copete (Chaparral), así como zonas de mármoles. Las rocas volcano-sedimentarias de la Formación Saldaña son también intruídas por estos plutones. En varios sitios del valle del Magdalena se observa a la Formación Yaví reposando sobre ellos.

#### **4.6.1 Batolito de Ibagué (Jl)**

Es la unidad geológica de mayor extensión en el área departamental. Sus afloramientos, situados siempre en la Cordillera Central, comprenden una franja continua desde un poco al norte de la destruida población de Armero, hasta el sur y suroccidente de Planadas. Su nombre se debe a Nelson (1959).

Composicionalmente muestra un amplio rango de variaciones, desde tonalita hasta monzogranito, pasando por cuarzodiorita, granodiorita, monzonita y cuarzomonzonita.

#### **4.6.2 Stock de Payandé (Jp)**

Aflora al occidente de Payandé, en la zona central del departamento. Los afloramientos más importantes se encuentran sobre el río Frío y la quebrada El Salto y demás afluentes. Las rocas más comunes son de grano medio, color gris, frecuentemente teñida de rosado por óxidos de hierro. La textura es granular hipidiomórfica.

De acuerdo con las investigaciones de Barrero (1969), está conformado por dos unidades petrográficamente diferentes, pero estrechamente relacionadas en el tiempo: un cuerpo cuarzodiorítico intruido por una facies granodiorítica.

#### **4.6.3 Stock de Dolores (Jd)**

Este nombre fue utilizado para designar un cuerpo intrusivo que aflora en la Cordillera Oriental, al SW de la cabecera municipal de Dolores.

Guerrero y Támara (1982) hicieron un estudio petrográfico del cuerpo e identificaron una secuencia que se inició con una intrusión cuarzomonzonítica, seguida por emplazamiento de diques de andesita, dacita y aplita. Dentro del plutón se encuentran zonas con autolitos de composición diorítica cuarzodiorítica.

#### **4.6.4 Stocks Los Naranjos (Jn), Anchique (Ja), y San Cayetano (Jsc)**

Son cuerpos menores que se presentan al sur del Departamento del Tolima; intruyen las rocas vulcano-sedimentarias de la Formación Saldaña. Los más importantes son el Stock de Los Naranjos (Rodríguez y Fuquen, 1989) localizado al suroriente del municipio de Ataco, el Stock de Anchique (Cossio et al., 1995) que aflora en el río Anchique (Municipio de Natagaima) y el Stock de San Cayetano expuesto en el río Meche y en las quebradas Lemayá, Totarco, Guaguarco y El Niple, entre Natagaima, Ataco y Coyaima.

Se caracterizan por ser de color rosado, con esporádicas zonas grises; la textura es fanerítica media a gruesa, con zonas de textura porfirítica. Frecuentemente se presentan muy meteorizados, generando suelos arcillo-arenosos de color rojizo; es común la meteorización esferoidal que da como resultado zonas "pavimentadas" por esferas. La composición varía entre cuarzomonzonita, cuarzomonzodiorita, monzonita y monzogranito, con facies locales dioríticas-

cuarzodioríticas; la composición mineral es plagioclasa tipo oligoclasa-andesina, cuarzo, ortoclasa, microclina y como minerales ferromagnesianos biotita, hornblenda y piroxeno.

#### **4.7 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL**

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Departamento del Tolima localizado en la zona Andina, región colombiana sometida a interacción de las placas tectónicas del Pacífico (Nazca) y Suramérica.

Los mayores rasgos morfoestructónicos son las cordilleras Central y Oriental y el Valle del Magdalena, accidentes posiblemente asociados a fenómenos distensivos y compresivos.

Localmente, el rasgo estructural más importante son las fallas. Existen por lo menos dos direcciones predominantes de fallamientos NW-SE y NE-SW con desplazamiento sinextral y dextral. La zona presenta un conjunto de fallas regionales y fallas normales dispuestas en tres direcciones N-S, NW-SE y NE-SW.

#### **4.8 RECURSOS MINERALES**

La zona de estudio ha tenido una importante influencia de la minería artesanal y de algunas empresas que han hecho exploraciones debido a la presencia de oro asociado a venas y/o vetillas.

Los yacimientos filonianos se concentran en la Cordillera Central, en la región central y norte, municipios de Cajamarca, Ibagué, Líbano, Santa Isabel, Valle de San Juan y Villahermosa. Ocurren dentro o adyacentes a intrusivos como los

Batolitos de Ibagué y el Bosque y los stocks de Santa Isabel y El Hatillo o cuerpos hipoabisales o en filones alojados dentro de rocas metamórficas del Complejo Cajamarca.

En la zona de estudio, las fracturas formadas fueron rellenadas y alterados los respaldos hidrotermalmente, trayendo mineralización en alto grado, formando varios filones de cuarzo, mineralizados con pirita euhedral acompañado de oro y plata, presentes también en amplias zonas de la roca encajante.

Las manifestaciones de cobre, en el Departamento del Tolima, están asociadas a dos ambientes geológicos diferentes: depósitos de "skarn" o metamorfismo de contacto, como Mina Vieja (San Luis), El Sapo (Valle de San Juan) y Los Guayabos (San Antonio); y depósitos de tipo porfirítico como El Infierno, Los Andes y Chili (Rovira) y Colopo en Dolores.

## 5. ANTECEDENTES

El sector de Pavo Real ha sido de importancia debido a que anteriormente se extraía oro por los mineros artesanales, sin embargo pocos son los estudios que se han hecho en la zona; de ellos los más importantes son de tipo geológico.

INGEOMINAS (1945), realizó un estudio geológico sobre la mina Pavo Real, en donde se describió la zona geológicamente y los problemas relacionados con la explotación de oro.

INGEOMINAS (1950), hizo un estudio con el fin de contribuir con la geología económica del Tolima, donde estableció las zonas mineras del departamento, entre estas zonas mineras aparece la mina Pavo Real, caracterizando la ocurrencia de los minerales mena y ganga, el origen de la mineralización y el potencial de la mina.

INGEOMINAS (1951), realizó una comisión con el propósito de estudiar la capacidad de producción de sulfuros, las condiciones de explotación de los valores y la posibilidad de ensanche de la Mina Pavo Real, dentro del sector con el mismo nombre.

INGEOMINAS (1986), levantó parte de la sección tipo en el Rio Luisa de la Formación Luisa que aflora en la vereda Santa Rosa e hizo la descripción de ésta, dividiéndola en tres conjuntos; el conjunto A compuesto de limolitas violáceas compactas cortadas por diques andesíticos, el conjunto B compuesto de areniscas de tamaño de grano fino a muy grueso y el conjunto C compuesto de paquetes potentes de conglomerados y brechas.

CEMENTOS BOYACA S.A. (1994), efectuó estudios geológicos de exploración en los municipios de Rovira, Valle de San Juan y San Luis.

MIRANDA GOLD CORPORATION y EXPOGOLD COLOMBIA S.A (2010) con el fin de desarrollar estudios geológicos, geoquímicos en la zona de Pavo Real en busca de potencial metalogénico en esta zona, realizaron mapeos y muestreos en donde identificaron los cuerpos conglomeráticos y los arenosos además de intrusivos con algún contenido de oro, pero no obtuvieron resultados de interés por lo que las empresas abandonaron la zona. La empresa MGC solicitó la licencia minera del área ante Minercol.

## **6. MARCO GEOLOGICO LOCAL**

Dentro de la zona de estudio se encuentran aflorando cuatro unidades litológicas, la Formación Luisa y la Formación Payandé del Triásico, la Formación Saldaña del Jurásico, algunos cuerpos ígneos del Jurásico.

### **6.1 ESTRATIGRAFÍA**

A continuación se describen las formaciones de la más antigua a la más reciente presentes en la zona de estudio.

#### **6.1.1 Formación Luisa**

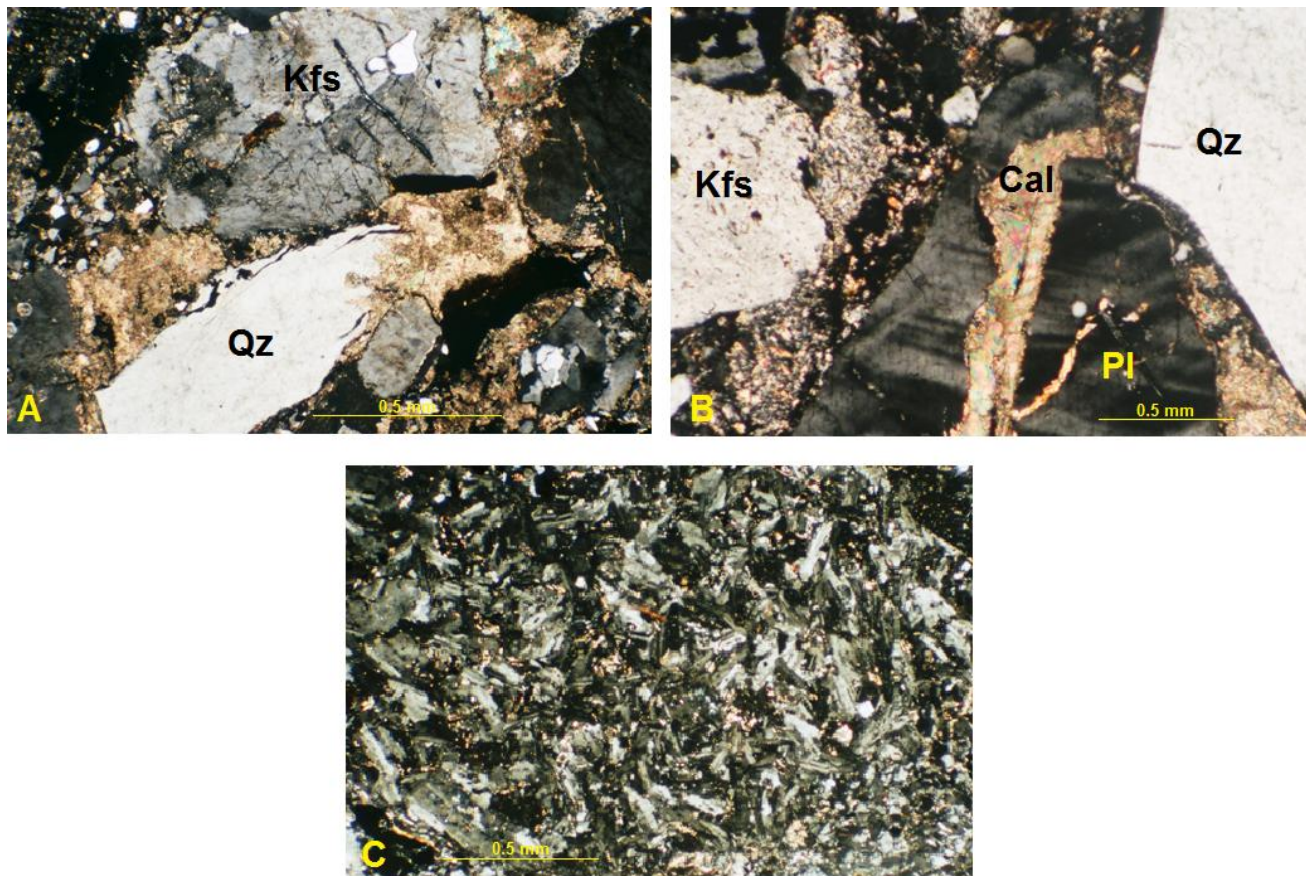
Corresponde a brechas de tonalidades color rojizo a gris verdoso, estas de color rojizo presenta intercalaciones de arenisca de grano fino, areniscas conglomeráticas. Las brechas de color rojizo presenta matriz arenosa de grano fino y los clastos presentes son de rocas ígneas, en algunos casos se observan rocas metamórficas como neises también se observan clastos de feldespatos y cuarzo (Figuras 6 y 7).

**Figura 6. Afloramiento de las brechas de la Formación Luisa, tomada en la Quebrada La Iguana**



Fuente: Autores del Proyecto

**Figura 7. Microfotografías de la brecha de color rojizo. A). Clastos de cuarzo y feldespato k, clastos líticos de cuarzo+feldespato k. Cemento de calcita entre clastos. B). Clastos de plagioclasas cortadas por vetillas de calcita. C). Textura diabásica de los clastos de plagioclasas con un poco de calcita intersticial. En nicoles cruzados, aumento 10x.**

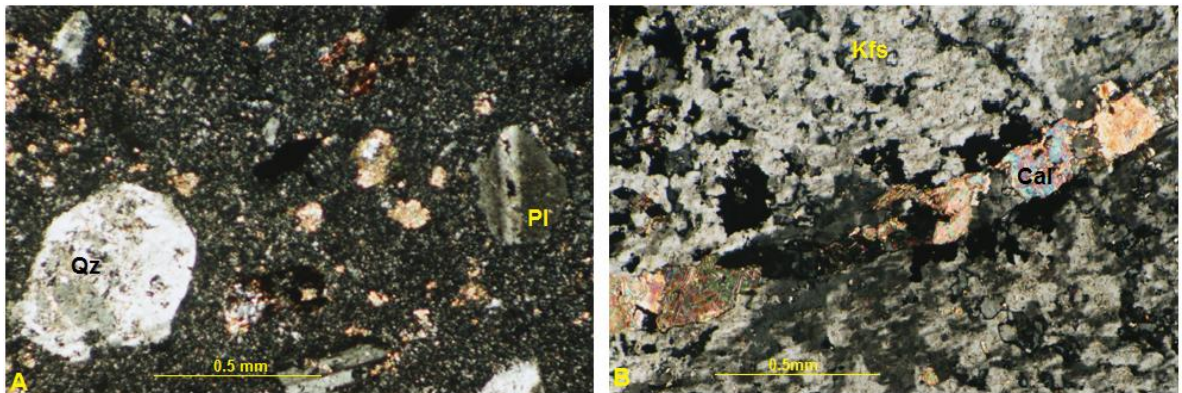


Fuente: Autores del Proyecto

La brecha de color rojizo presenta una matriz compuesta por cuarzo angular de grano fino, plagioclasa, clorita y calcita intersticial (Figura 7B). Presenta clastos grandes y pequeños de cuarzo y plagioclasas angulares a subangulares que se observan también como fenocristales en clastos volcánicos desvitrificados (Figura. 8A), de feldespato potásico con cuarzo como clastos líticos y clastos de pertita/antipertita (Figura. 8B).

La alteración hidrotermal es baja, correspondiente a cloritización y un estadio tardío de carbonatización.

**Figura 8. A). Ojos de cuarzo y fenocristales de plagioclasa en volcánico desvitrificado vítreo. Originalmente dacita? B). Vetillas de calcita cortando clasto de feldespato pertítico. Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 5x.**



Fuente: Autores del Proyecto

Macroscópicamente estas brechas presentan una matriz rojiza arenosa de cuarzo y plagioclasa, los clastos son de rocas ígneas como andesitas y dioritas, clastos de cuarzo, feldespatos y en algunas partes en observan clastos de rocas metamórficas como neises, algunos son > 1 cm de longitud, angulares a subangulares y mal calibrados (Figura 9).

Las brechas de color gris verdoso que se encuentran en la parte baja cerca del puente Pavo Real en el río Luisa y en la parte NW, sur y este de la zona de estudio. La matriz presenta susceptibilidad magnética y esta cloritizada, tiene pirita fina disseminada (1%) y epidota tanto en la matriz como parches y en los clastos. La mineralización y alteración se observa en los lugares donde estas brechas se encuentran en contactos con diques.

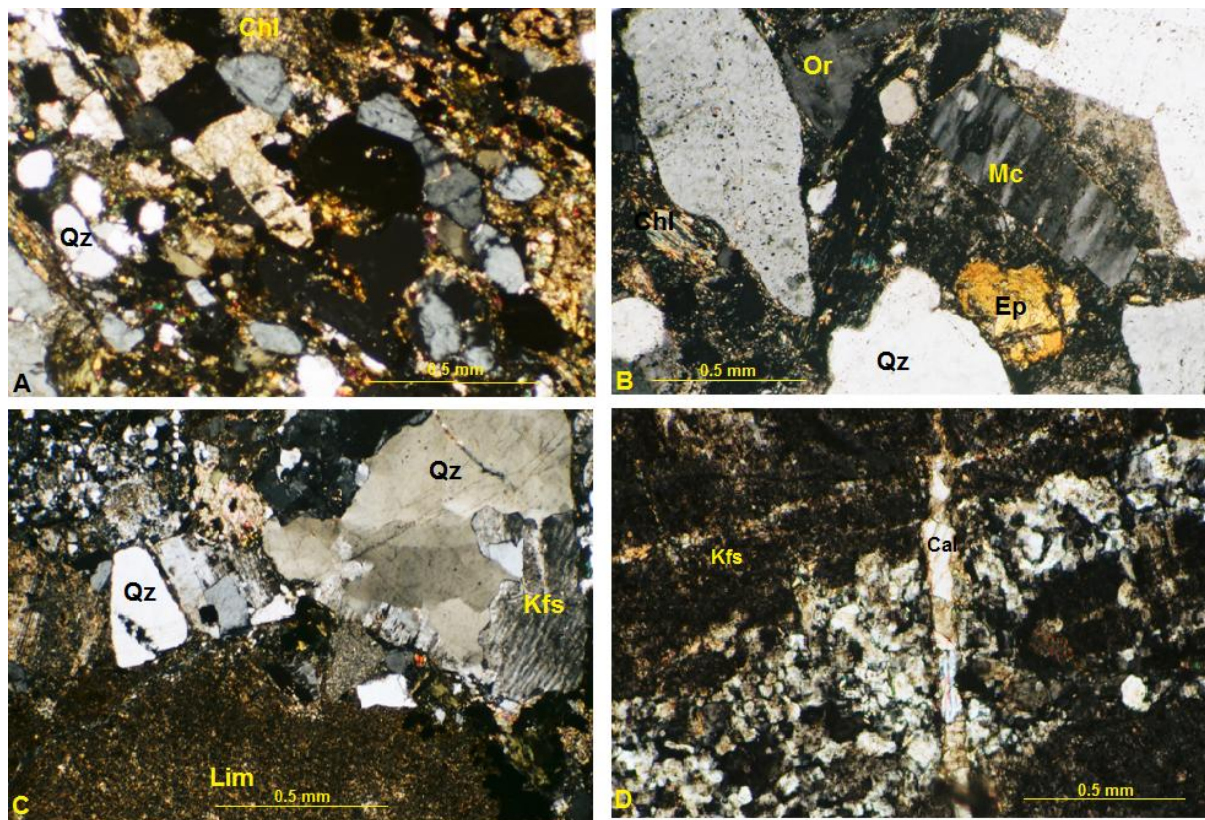
**Figura 9. Brecha de color rojizo de la Formación Luisa. Tomada en la Quebrada Pavo Real.**



Fuente: Autores del Proyecto

La matriz de esta brecha está compuesta de cuarzo angular a subangular, plagioclasa, feldespato potásico en poca cantidad y clorita intersticial. Se observa clastos de cuarzo, plagioclasa polisintética, feldespato (perita/antiperita), granos de epidota (anfíboles alterados) con clorita, clastos de roca volcánica desvitrificada y vetillas de calcita como último evento. Al igual que los clastos en la brecha rojiza algunos son  $> 1$  cm y presentan mala selección y calibración (Figura 10).

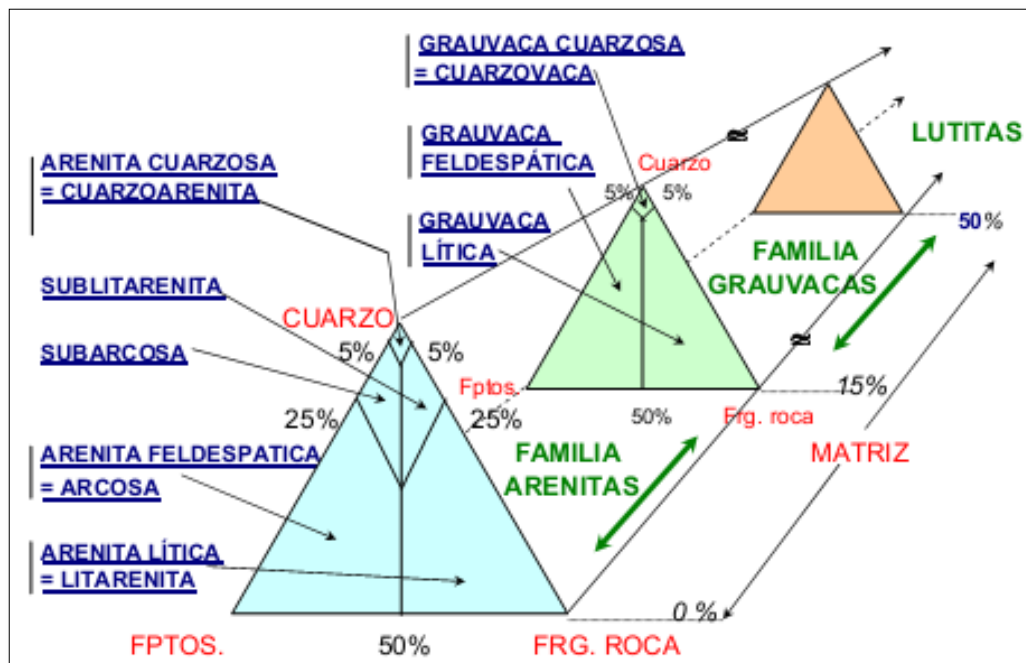
Figura 10. Microfotografía de la brecha de color gris verdoso. A). Clorita sucia como matriz con algo de calcita, granos de apatito y cuarzo. Trazas de epidota en clorita. B). Clastos angulares de cuarzo, epidota, clorita, microclina y ortoclasa triangular. C). Clastos de cuarzo, cuarzo+pertita, clasto grande y redondeado de limolita o volcánico desvitrificado argilizado. D). Feldespato potásico argilizado cortado por feldespatos de grano fino que a su vez ambos son cortados por vetilla de calcita. En nicoles cruzados, aumento 10x.



Fuente: Autores del Proyecto

**6.1.1.1 Petrografía.** El análisis petrográfico de los brechas de la Formación Luisa se realizó mediante la descripción microscópica de dos secciones delgadas PR-SD-001 y PR-SD-002, correspondientes a muestras de la Quebrada Pavo Real, los cálculos fueron aproximados y visuales y no se basaron en conteo de puntos. Estas muestras se clasificaron según la clasificación de Pettijohn (1972) y fueron clasificadas como grauvacas (wackas) líticas (Figura. 11) (Ver Anexo N° 4: *Catálogo Petrográfico de secciones delgadas*).

**Figura 11. Diagrama de clasificación de rocas detríticas de Pettijohn (1972).**



Fuente. Jesús Arias de Velasco, 2009.

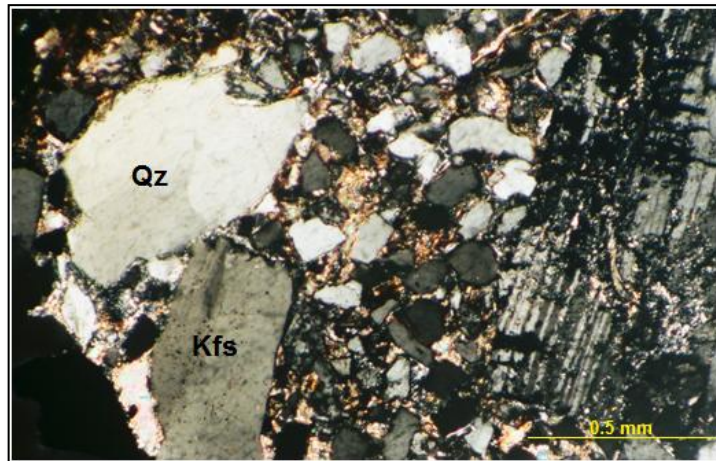
Texturalmente, ambas muestras presentan una matriz clasto-soportada de grano fino a muy fino, la roca es pobremente seleccionada, granos angulares a subangulares e inmaduro, los clastos son algunos de varios centímetros y angulares.

Grauvaca lítica (muestra PR-SD-001) compuesta principalmente de cuarzo (35-25%) que se presenta como clastos angulares con o sin feldespato, como granos angulares finos que constituyen la matriz y también como fenocristales “ojos” en clastos volcánicos desvitrificados; de plagioclasa (15-25%) que se encuentra como clastos y como pequeños fenocristales en volcánicos desvitrificados junto con “ojos” de cuarzo; de feldespato potásico (10-20%) con cuarzo como clastos líticos, como clastos angulares del mismo, como clastos de pertita/antipertita y como matriz de grano muy fino en clastos volcánicos (Figura 12).

Se observa clorita (5-10%) como matriz con cuarzo y calcita y como clastos (probablemente biotita), calcita (8-12%) la cual se encuentra paragenéticamente tardía, como vetillas y cemento entre clastos. Los minerales opacos (2-3%) se observan como pequeñas laminas anhedrales diseminadas.

**Figura 12. Clastos de cuarzo y feldespato potásico, clastos de plagioclasa en matriz de cuarzo angular de grano fino con clorita y calcita intersticial.**

**Microfotografía en nicols cruzados, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

Grauvaca lítica (muestra PR-SD-002) compuesta de cuarzo (15-25%) que se observan como fragmentos angulares a subredondeados, granos finos detríticos

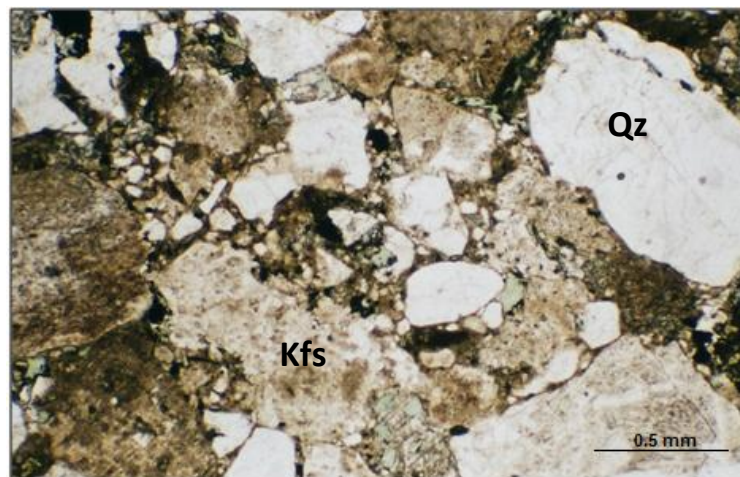
junto con feldespato potásico y como cemento entre clastos; la plagioclasa (15-20%) como clastos angulares polisintéticos y maclados, en clastos con feldespato potásico y cuarzo y como matriz feldespática de clastos de textura diabásica. Ortoclasa y microclina (15-25%) con algo de pertita, estas se observan con cuarzo como clastos líticos y como grano fino con cuarzo constituyendo matriz y cemento.

Los anfíboles (2-3%) se presentan como granos alargados junto con epidota. La calcita (2-3%) como vetillas y parches interlíticos. La clorita (3-6%) se observa entre clastos líticos de cuarzo y feldespato, reemplazando anfíboles y como vetillas. Arcillas y limos (5-10%) en matriz submicroscópica y como alteración argílica de feldespatos (Figuras 13 y 14).

La epidota (2-4%) como fragmentos de cristales y parches anhedrales con o sin clorita o anfíboles. Los minerales opacos (trazas) están como pequeños puntos anhedrales y manchas de óxidos de hierro.

**Figura 13. Clastos subangulares a angulares de cuarzo, feldespato potásico y clorita. Un poco de matriz de grano muy fino arcillosa/limosa.**

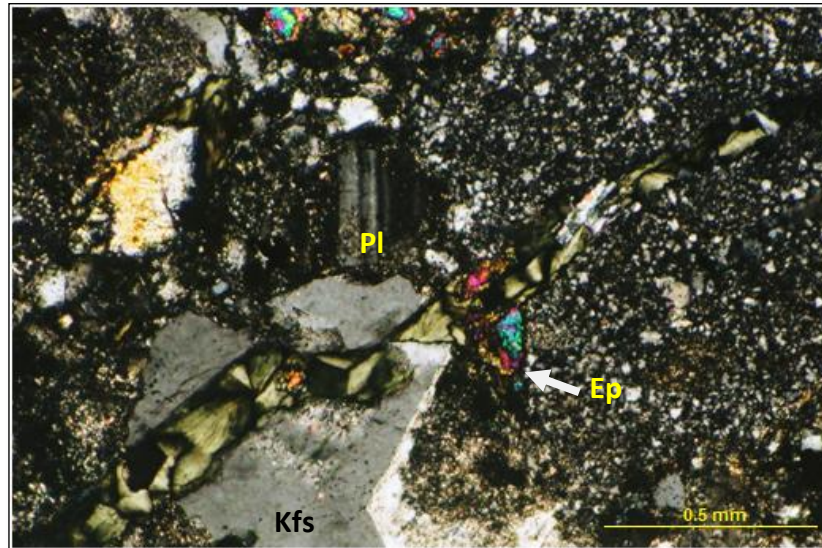
**Microfotografía en nicolas paralelos, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

**Figura 14. Pequeños clastos de epidota, plagioclasa y cuarzo. Clastos grandes de volcánico desvitrificado (cuarzo y feldespato potásico).**

**Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

La roca presenta vetillas calcáreas, de clorita y de feldespato potásico+magnetita de fase tardía, también hay algunas zonas de brechificación y se constituye como roca caja de la mineralización vetiforme, estas son principalmente vetas de cuarzo, óxidos de hierro relacionados probablemente a un evento de mineralización posterior. La alteración hidrotermal presente es la cloritización de ferromagnesianos junto con la formación de epidota (alteración propilítica) y sectores de oxidación.

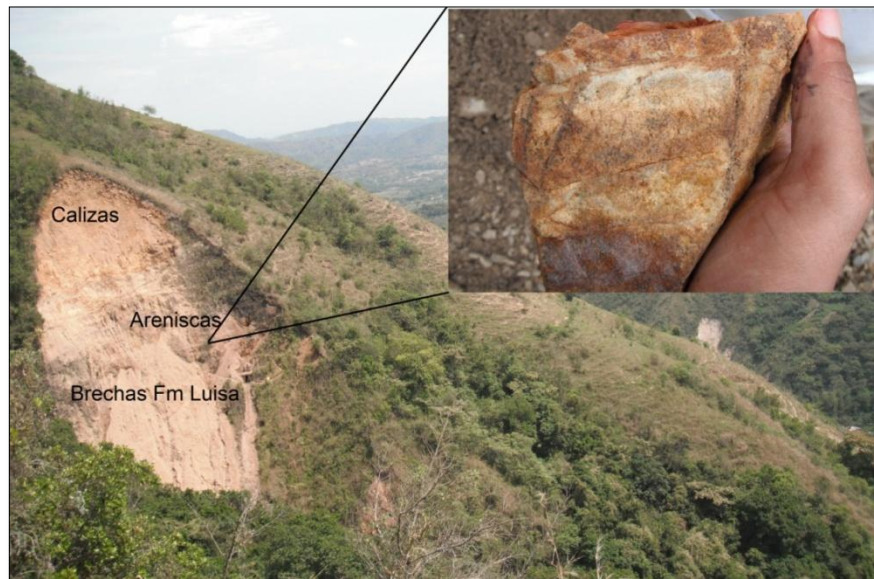
### **6.1.2 Formación Payandé**

Corresponde a paquetes de areniscas de grano fino a medio de color amarillo estratificadas con intercalaciones de limolitas, estas areniscas subyacen a las calizas grises de grano muy fino con vetillas de calcita <1 cm de la misma formación. Las areniscas están en contacto con la Formación Luisa (Figura 15).

Macroscópicamente las areniscas tienen tamaño de grano fino a medio y en algunas partes la granulometría aumenta de medio a grueso, matriz areno-soportada, granos de subangulares a subredondados, compuestos de cuarzo, tiene presencia de pirita cúbica en algunas zonas y vetillas de cuarzo “*drussy*”. También presenta óxidos de hierro, fracturas con óxidos de manganeso. Las limolitas presentan óxidos de hierro y moldes dejados por la lixiviación de la pirita, también presenta silicificación. En algunos lugares se encuentran cuerpos vetiformes encajados en la arenisca que están paralelos a la estratificación y se componen de vetas de cuarzo, óxidos de hierro y sulfuros, con altos valores en oro.

Las calizas son de grano fino a muy fino con vetillas de calcita en stockwork en algunos sectores se puede encontrar pirita, los granos son subredondeados, matriz areno-soportada compuesta de carbonatos.

**Figura 15. Panorámica de afloramiento El Derrumbe en el sector de Pavo Real en donde se encuentran las areniscas y las calizas de la Formación Payandé**

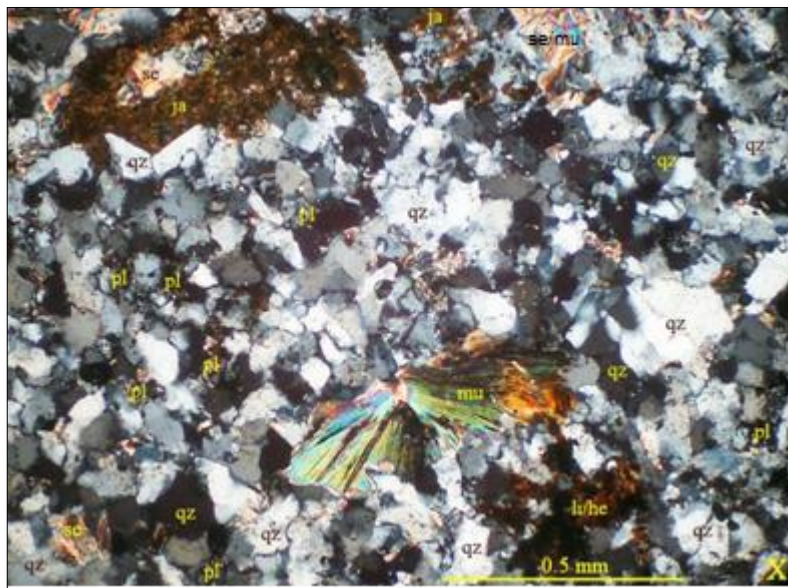


Fuente: Autores del Proyecto

**6.1.2.1 Petrografía.** Para esta Formación se realizó la descripción de tres secciones delgadas PR-SD-003, PR-SD-004 y PR-SD-005, que microscópicamente fueron clasificadas como limolita, cuarzo arenita y caliza micritica según Folk (1962) y Petijohn (1972) consecutivamente y que corresponden a muestras tomadas en el sector El Derrumbe ubicado en el área de Pavo Real.

Limolita (muestra PR-SD-003) compuesta por granos de cuarzo (65-70%) subangular a angular y algo de plagioclasa, la matriz se compone de plagioclasa y sericita/muscovita (7-8%). Hay presencia de óxidos de hierro (Jarosita, Limonita y Hematita) y cavidades diseminadas (Figura 16).

**Figura 16. Microfotografía de limolita. Se observa banda de jarosita/sericita, con granos de cuarzo y plagioclasa, la textura radial de la muscovita y granos de plagioclasa alterados a Limonita/Hematita. En nicoles cruzados, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

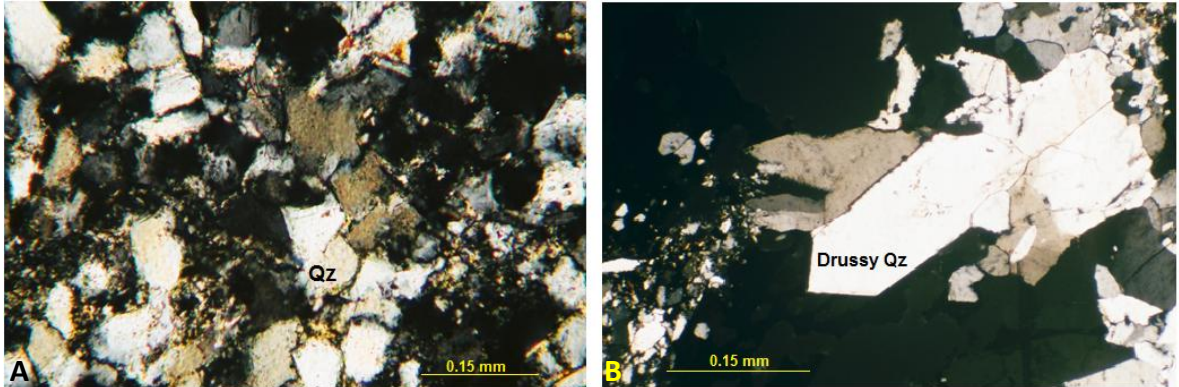
La plagioclasa forma granos anhedrales que fueron alterados moderadamente a sericita. Algunos son probablemente detríticos otros probablemente representan masa basal intersticial entre los granos de cuarzo. Hay presencia de grafito en menor cantidad que forma dos agrupaciones y circón (trazas) el cual forma granos anhedrales. La muscovita forma agregados subradiales de 0,6 mm de diámetro. Las cavidades subhedrales de 0.1-0.5 mm representan probablemente la pirita alterada y lixiviada, la pirita forma algunos granos frescos encerrados en granos de cuarzo. Algunos están bordeados por zonas delgadas de hematita/ limonita y otros contienen agregados coliformes de limonita/Hematita en sus núcleos. También se pueden observar bandas de jarosita y sericita/muscovita (4-5%).

La cuarzo arenita (muestra PR-SD-004) presenta granos bien seleccionados pero el sedimento es inmaduro. El sedimento cuarzoso se observa junto con clorita intersticial.

Microscópicamente la muestra está compuesta de cuarzo (>90%) de grano fino angulares a subangulares, bien empaquetados, el cuarzo también se presenta como vetillas de cuarzo drussy delgadas. La clorita (3-5%) observa como granos desgastados y triturados y pequeños parches intersticiales. Los minerales opacos (1-2%) posiblemente pirita u óxidos de hierro se observan como puntos negros muy pequeños y disseminados con clorita intersticial (Figura 17).

**Figura 17. A). Sedimento cuarzoso bien empaquetado pero inmaduro con clorita intersticial. B). Vetilla de cuarzo drussy euhedral de grano grueso con parches pequeños de sedimento de grano fino de cuarzo+clorita.**

**Microfotografía en nicoles cruzados, aumento 20x.**



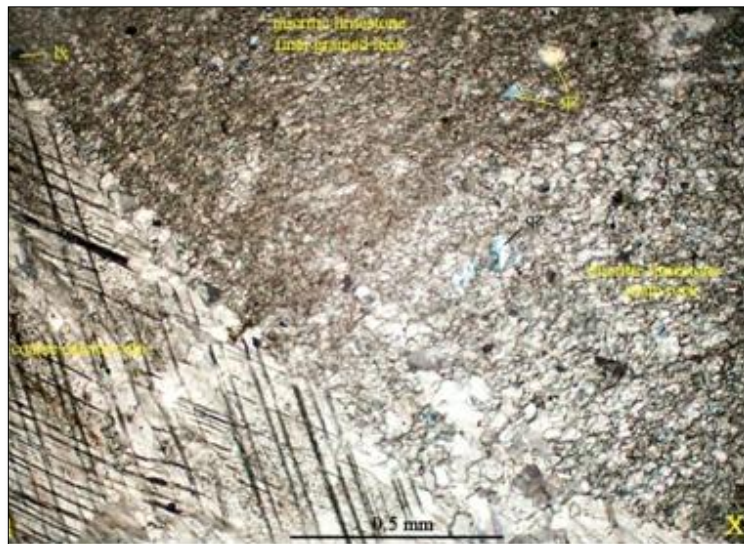
Fuente: Autores del Proyecto

La caliza micrítica (muestra PR-SD-005) está compuesta principalmente por calcita con cuarzo y pirita en menor cantidad. Contiene lentes subparalelos de caliza micrítica de grano más fino. Una banda discontinua levemente plegada contiene mucho más granos detríticos de cuarzo en una matriz de caliza micrítica y limonita (Figura 18).

La calcita (75-80%) forma grano anhedral con una orientación preferente que es paralela a una foliación débil definida por lentes de hasta 1 mm de grosor de granos micríticos mas finos en una matriz micrítica de granos más gruesos.

El cuarzo (4-5%) forma granos anhedral diseminados. La pirita (<1%) forma granos anhedral a localmente subhedral diseminados. También hay presencia de hematita en menor cantidad y leucoxeno (trazas) que forma granos diseminados. Presenta una vetilla de calcita (15-20%) de hasta 5 mm de ancho y varias más pequeñas, vetillas subparalelas de calcita de grano grueso, el tamaño de grano por lo general aumenta con el ancho de la vetilla.

**Figura 18. Caliza micrítica con lente de caliza de grano más fino cortada por vetilla de calcita. Microfotografía de nicoles paralelos, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

### **6.1.3 Formación Saldaña**

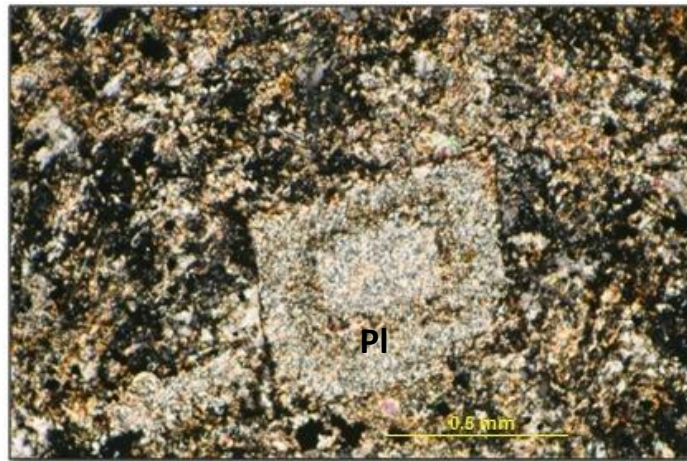
En la zona de estudio la Formación Saldaña está representada por depósitos volcanoclásticos o volcanosedimentos, brechas arcósicas y cuerpos hipoabisales de composición andesítica.

Las rocas volcanoclásticas y/o volcanosedimentos presentes en la zona son de textura afáníticas, macroscópicamente presentan vidrio volcánico de grano muy fino, cuarzo angulares a subangulares y plagioclasa, en algunos sectores se observa la roca alterada a sericita y con fracturas con óxidos de manganeso (Figura 19).

Los brechas arcósicas tienen alto contenido de óxidos de hierro (jarosita, hematita, limonita) en microvetillas y como parches, presenta una textura brechoide, vetas (<15 cm) y vetillas de cuarzo “drussy” y cuarzo oqueroso, óxidos

de hierro, sulfuros y espacios abiertos (Figura 20), pirita diseminada fina (10%), calcopirita (<1%), se observa sericita por las plagioclasas alteradas (Figura 21).

**Figura 19. Microfotografía de una roca volcanoclástica. Originalmente una plagioclasa zonada que está completamente sericitizada dentro de una matriz vítrea desvitrificada de grano muy fino. En nicoles cruzados, aumento 10x.**



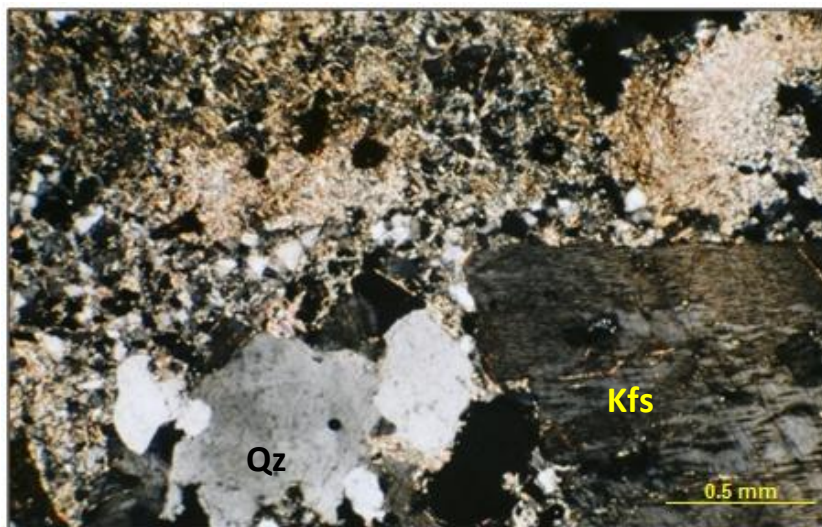
Fuente: Autores del Proyecto

**Figura 20. Muestra de mano de la brecha arcósica con alto contenido de óxidos de hierro y vetillas de cuarzo drusiforme.**



Fuente: Autores del Proyecto

**Figura 21. Microfotografía de brecha arcósica. Feldespato potásico (Pertítico), clastos de cuarzo. Matriz de grano fino de cuarzo angular en sericita/illita. En nicoles cruzados, aumentos 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

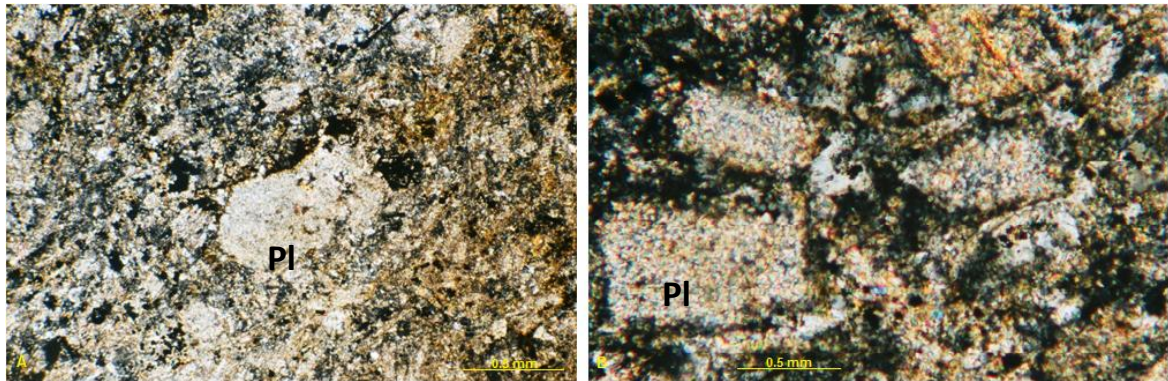
**6.1.3.1 Petrografía.** Para esta Formación se realizó la descripción de dos secciones delgadas PR-SD-006 y PR-SD-007, que microscópicamente fueron clasificadas grauvaca y grauvaca lítica con algunos clastos volcánicos según Pettijohn (1972) consecutivamente y que corresponden a muestras tomadas en la quebrada Pavo Real.

Grauvaca (muestra PR-SD-006) con clastos de rocas ígneas, posiblemente de rocas traquíticas, está compuesta de cuarzo (2-4%) el cual se presenta como fenocristales y como clastos angulares; feldespato potásico (20-30%) como matriz entre los listones de plagioclasa sericitizada, probablemente formada por vidrio volcánico desvitrificado de grano muy fino (Figura 22).

Plagioclasa (30-40%), en esta muestra todas las plagioclasas originales están sericitizadas tanto los granos en forma de listones cuya orientación sugiere textura traquítica como los fenocristales, muscovita (2-3%), clorita (3-5%) se observa

como matriz y como reemplazo de ferromagnesianos intersticiales, minerales opacos (<1%) se observan óxidos de hierro como manchas. El tipo de alteración hidrotermal que presenta la muestra es sericitización (filica), cloritización y oxidación.

**Figura 22. Microfotografía de la muestra de grauvaca. A). Fenocristales de plagioclasa sericitizados en una matriz feldespática y manchas de óxidos de hierro. B). Granos de plagioclasa sericitizada con intersticios de clorita y vidrio volcánico desvitrificado. En nicoles cruzados, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

Grauvaca lítica (muestra PR-SD-007) con clastos volcánicos compuesta por cuarzo (30-40%) que se observa como clastos angulares en algunas zonas acompañado de feldespato y como clastos finos angulares que constituyen una matriz siliciclástica (volcanoclástica?) con Illita/sericita, feldespato potásico (10-20%) como fragmentos/clastos angulares de grandes a pequeños y posiblemente como partículas en la matriz siliciclástica.

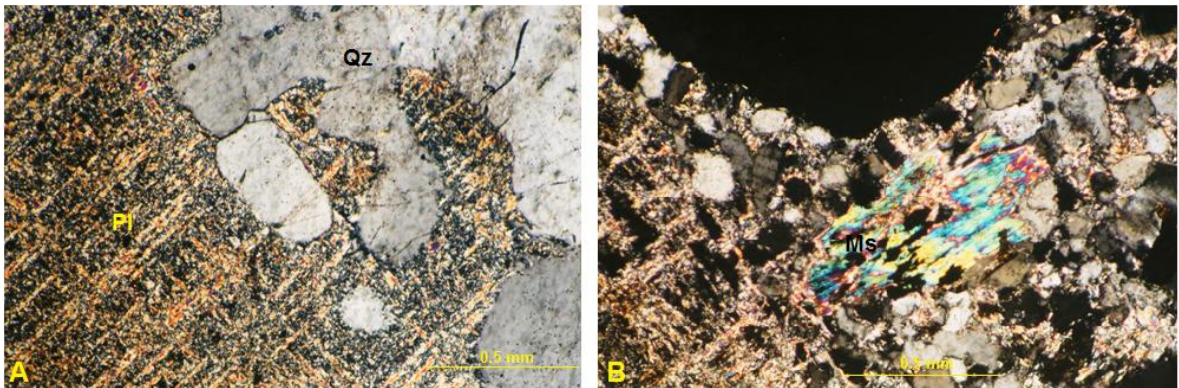
La plagioclasa (1-2%) como granos de plagioclasa reemplazados por sericita y que conservan el maclado de forma imprecisa, muscovita (20-30%) como sericita reemplazando la plagioclasa, como illita/clorita intergranular a granos de cuarzo en matriz y como fragmentos de muscovita, vidrio volcánico (2-3%) se observa vidrio desvitrificado potásico de grano muy fino como matriz, jarosita (2-3%) se ve como

muchos clastos angulares de grano muy fino en matriz de granos de cuarzo, minerales opacos (<1%) como granos irregulares y diseminados, posiblemente pirita.

La alteración hidrotermal presente es fílica, los intersticios de la matriz fueron originalmente argílica.

**Figura 23. A). Clastos de cuarzo y plagioclasa sericitizada. B). Muscovita como clasto en matriz clástica angular de cuarzo+sericita/Illita.**

**Microfotografía en nicols cruzados, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

#### **6.1.4 Cuerpos Intrusivos y Extrusivos**

Existen en la zona algunos cuerpos plutónicos como granitos y dioritas, cuerpos hipoabisales como diques aplíticos y microdioríticos, y otros extrusivos como los diques andesíticos que se encuentran cortando las grauvacas y demás litologías.

Los diques graníticos son cuerpos de gran espesor que se encuentran cortando las grauvacas de la Formación Luisa, están compuestos de feldespato potásico principalmente, hornblendas, plagioclasa en menor cantidad, este presenta textura pegmatítica y se encuentra altamente meteorizado.

Las dioritas se encuentran cortando las calizas de la formación Payandé son cuerpos grandes, compuesto de cuarzo, plagioclasa, biotitas y hornblendas que en algunas partes se encuentran muy meteorizados.

Las microdioritas se encuentran compuestas de cuarzo, hornblendas cloritizadas en algunos casos, plagioclasa, en algunos partes presentan rodocrosita como parches y en vetillas, microvetillas de calcita, trazas de pirita y calcopirita, magnetita en la matriz (Figura 24). Las microdioritas y los diques aplíticos presentan una textura muy afanítica.

Los diques andesíticos que hacen parte del miembro volcánico de la formación Saldaña son cuerpos de color verde oscuro a claro, de textura afanítica, en algunos sectores presenta textura porfirítica, están compuestos por cuarzo, hornblenda con alteraciones a clorita y plagioclasa alteradas a epidota, presenta pirita diseminada fina (1%), con vetillas de calcita <1cm.

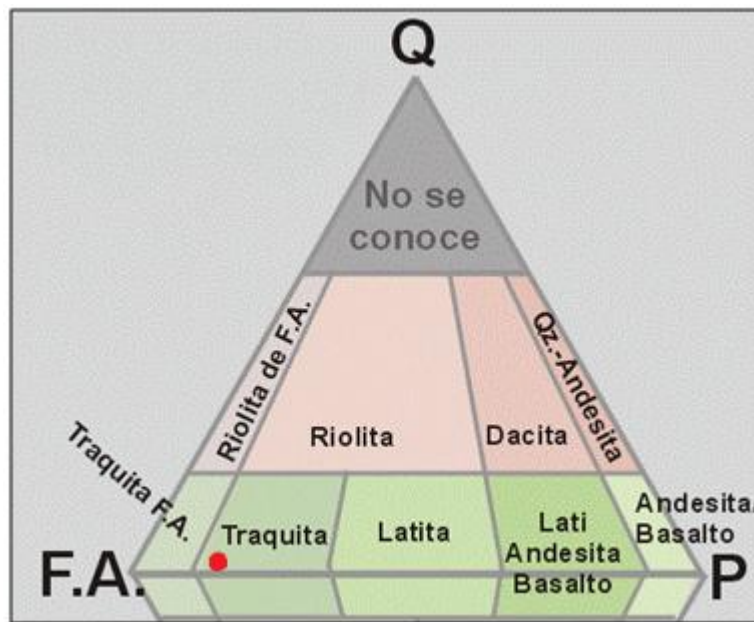
**Figura 24. Microdiorita con delgadas vetillas de calcita.**



Fuente: Autores del Proyecto

**6.1.4.1 Petrografía.** Para el análisis petrográfico solo se tomó una sola muestra PR-SD-008 en la parte alta de Pavo Real, la cual fue clasificada microscópicamente como traquita o traquiandesita volcánica porfirítica según Streckeisen (1974) (Figura 25).

**Figura 25. Diagrama de Streckeisen para clasificación de rocas volcánicas según UIGS (1974) (modificado).**

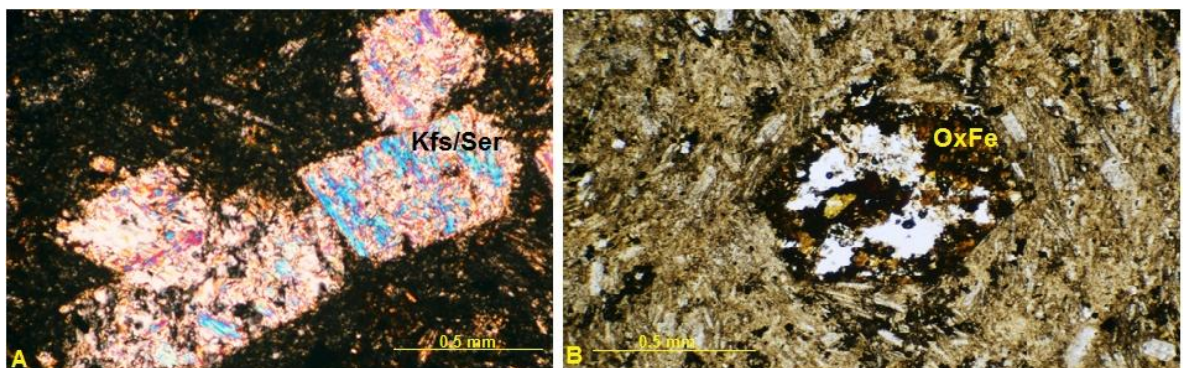


Fuente. <http://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap04a-s.htm>

La muestra está compuesta de Muscovita/Sericita (30-40%) que se encuentra reemplazando a todos los fenocristales y listones de feldespatos que componen la roca, vidrio (en parte desvitrificado pero de grano muy fino) (35-45%) como matriz entre los cristales de feldespatos reemplazados, clorita (10-12%) intersticial entre los granos de feldespato y probablemente como alteración de los ferromagnesianos originales, minerales opacos (1-2%) como óxidos de hierro como reemplazo y como manchas (Figura 26). El tipo de alteración hidrotermal que presenta la roca es sericitización, cloritización y oxidación. No se puede

observar los minerales originales porque todos están alterados, por lo que no se pueden distinguir los tipos de feldespatos y ferromagnesianos.

**Figura 26. Microfotografía de traquitas. A). Sericita reemplazando lo que originalmente eran fenocristales de feldespato en una matriz clorítica vítrea. B). Listones de lo que antes eran feldespatos que muestran el flujo de grandes cristales de óxidos de hierro. En nicols cruzados y paralelos, aumento 10x.**



Fuente: Autores del Proyecto

## 6.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Localmente se denota actividad tectónica como fallamientos con dirección predominante NW-SE. El Río Luisa marca claramente este patrón de dirección que a su vez es cortado por estructuras en esa misma dirección, también las quebradas de la zona son cortadas por estructuras que van en esa dirección, lo mismo que algunas fracturas y diaclasas. En la dirección NE-SW también se muestran algunos fallamientos. Las vetas y estructuras mineralizadas de interés en el área se localizan en la dirección NW-SE aunque también hay algunas vetas en dirección N-S que son esporádicas, algunas encajadas en la arenisca.

Las fracturas y diaclasas se encuentran de manera aleatoria en las grauvacas de la Formación Saldaña y en algunos cuerpos ígneos.

### **6.3 MINERALIZACIÓN**

La mineralización en el sector de Pavo Real está asociada a varios eventos y múltiples movimientos que han permitido el origen de venas y vetillas, esta se encuentra emplazada en las rocas de la Formación Luisa, Payandé y Saldaña principalmente, así como en algunos cuerpos ígneos. Las venas están constituidas por cuarzo, en algunos casos con textura drusiforme y óxidos de hierro (hematita, limonita, jarosita, goetita).

La mineralización de sulfuros se presenta con sulfuros de hierro (pirita) diseminada, cúbica o concentrados en forma de nidos generalmente asociada al cuarzo y sulfuros de hierro y cobre (calcopirita). El espesor de las venas es reducido y no mayor a 15 cm.

Algunos contactos fallados tienen presencia de *gouge* lo que sugiere la reactivación de fallas en régimen frágil posteriores a la mineralización. Los contactos presentan cloritización y epidotización de máficos lo cual como en el caso de una de las grauvacas de la Formación Luisa es lo que le da la apariencia verdosa. En algunos casos se observa sericitización tanto en el interior de la veta como los respaldos siendo la roca encajante las grauvacas de la Formación Saldaña y las limolitas de la Formación Payandé, las cuales presentan granos de plagioclasa altamente alterados a sericita.

La cloritización que se observa está presente en la mayoría de las rocas estudiadas de las diferentes formaciones, a excepción de las limolitas y calizas de

la Formación Payandé que fueron poco alteradas por los procesos hidrotermales y las grauvacas líticas de la Formación Saldaña.

## **7. GEOQUIMICA DE ROCAS Y SUELOS**

Las zonas anómalas son muy importantes y de gran ayuda para el desarrollo de un proyecto minero que puede llegar a ser de interés económico o no. Este estudio está basado en la determinación del contenido y concentración de los elementos en un área; el lugar donde la cantidad de cada elemento es abundante que en otras partes del área es lo que constituye una anomalía.

Para hallar estas anomalías se requieren de estudios relacionados con la prospección geoquímica y procesamiento de datos geoquímicos mediante métodos estadísticos. En el área de estudios se tomaron muestras de rocas y suelos.

### **7.1 PROCESAMIENTO DE DATOS PARA LA DEFINICIÓN E INTERPRETACIÓN DE ZONAS ANOMÁLAS.**

El procesamiento estadístico de datos geoquímico permitió establecer los valores de fondo, umbral y anomalía. Estos valores fueron determinados mediante un método gráfico (Lozano y Pérez, 1977). El método consiste en:

1. Se obtuvo N que es igual al número de muestras en total, tanto para rocas como para suelos.
2. Se halló el RANGO, que corresponde a la diferencia entre el valor más alto y el valor más bajo.
3. Se calculó el NUMERO DE CLASE según la definición de Dijkstra (1978), que corresponde a la raíz cuadrada del número total de datos (N).
4. Se calculó la AMPLITUD DE CLASE, la cual se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\text{AMPLITUD DE CLASE: } \frac{\text{RANGO}}{\text{NUMERO DE CLASE}}$$

5. Con la amplitud de clase y el número de clase se determinaron los intervalos de clase para cada elemento.
6. Luego de obtener los intervalos de clase, se halló la FRECUENCIA para cada uno de los intervalos.

Habiendo hecho esto, se procede a graficar colocando en el eje de las ordenadas los intervalos de forma ascendente y el eje de las abscisas el número total de muestras que representan el 100%. Luego se plotea la frecuencia en cada intervalo, en forma acumulativa y como segmentos de rectas, se traza por la mitad de cada segmento la curva que mejor se ajuste y con pendientes diferentes, lo cual indicará poblaciones diferentes que son limitadas por puntos de quiebre (Figura 27).

Con base en estas graficas se determinaron las poblaciones, fondos, umbrales y anomalías, una vez hecho esto, se presentan los resultados obtenidos a continuación los cuales fueron utilizados para la elaboración de los mapas de anomalías de rocas y suelos para cada elemento.

## **7.2 ANOMALÍA DE ORO, PLATA, COBRE, PLOMO Y ZINC EN ROCAS**

El procesamiento estadístico realizado a los datos geoquímicos de rocas y suelos ha permitido obtener los rangos en los que están ubicados los valores de los elementos estudiados en el sector de Pavo Real. A continuación se muestran los valores resultantes para cada elemento.

**Tabla 1. Valores estadísticos de clark, fondo, umbral y anomalía en rocas para oro, plata, cobre, plomo y zinc.**

ELEMENTO	CLARK	FONDO	ENTRE FONDO Y UMBRAL	UMBRAL	ANOMALÍA
<b>Au</b>	<0,469 ppm	0,47-0,569 ppm	0,58-12,19 ppm	12,2-23,19 ppm	>23,2 ppm
<b>Ag</b>	<0,09 ppm	0,1-1,19 ppm		1,2-12,19 ppm	>12,2 ppm
<b>Cu</b>		8-107,9 ppm	108-307,9 ppm	308-407,9 ppm	>408 ppm
<b>Pb</b>		1-28,9ppm	29-56,9 ppm	57-84,9 ppm	>85 ppm
<b>Zn</b>	<1,9 ppm	2-25,9 ppm	26-73,9 ppm	74-97,9 ppm	>98 ppm

Fuente: Autores del Proyecto

Los valores de anomalía y umbral para oro que se presentan van desde 12,2 ppm los cuales se concentran en la quebrada Pavo Real, los túneles El Renacedero y El derrumbe y sectores de Pavo Real donde fueron tomadas muestras superficiales pero no existe una anomalía representativa a excepción de unas pocas muestras. Los valores entre 0,47 y 12,19 ppm se encuentran la mayoría en la diferentes quebradas muestreadas y el túnel El Renacedero. Los valores anómalos están relacionados a las vetas de cuarzo mineralizadas y las grauvacas líticas de la formación Saldaña (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de Rocas para Oro*).

Los valores anómalo de plata que se presentan van desde 1,2 ppm los cuales se encuentran en la quebrada Pavo Real y sus alrededores, La Iguana y los túneles El Renacedero y El Derrumbe. En general los valores del sector varían entre 0,1 ppm y 12,19 ppm, la presencia de valores menores a 0,1 ppm son muy escasos (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de Rocas para Plata*).

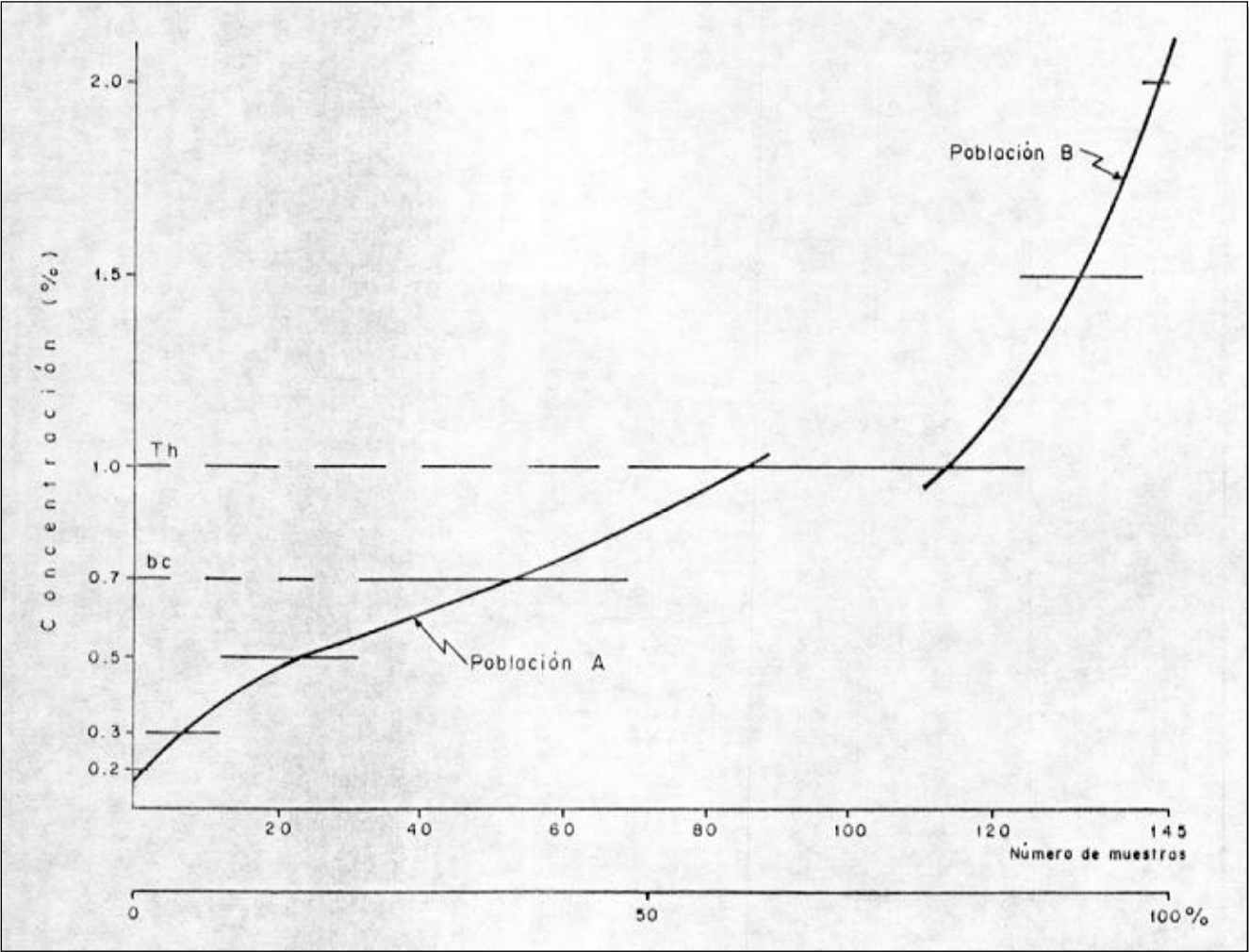
La anomalía en cobre predomina en el sector de la quebrada Pavo Real y en el túnel El Renacedero con valores superiores a 408 ppm, los valores desde 8 ppm

hasta 307,9 ppm se encuentran dispersos en todo el sector donde se realizó el muestreo (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de Rocas para Cobre*).

Los valores de plomo en el sector se concentran entre 1,0 ppm y 28,9 ppm en todo el sector y existe una pequeña anomalía en el túnel El Renacadero y unas pocas muestras dispersas anómalas (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de Rocas para Plomo*).

El zinc presenta mayor concentración en el sector desde 2,0 ppm a 73,9 ppm, los valores menores a 2,0 ppm son muy escasos y no existen anomalías grandes como tal a excepción de la que se observa en el túnel El Renacadero y unas escasas muestras en los alrededores de Pavo Real (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de Rocas para Zinc*).

Figura 27. Ejemplo del método grafico utilizado para determinar fondo, umbral y anomalía.



Fuente. INGEOMINAS, 1979.

### 7.3 ANOMALÍA DE ORO, PLATA, COBRE, PLOMO Y ZINC EN SUELOS

A continuación se muestran los valores resultantes para cada elemento en suelos.

**Tabla 2. Valores estadísticos de clark, fondo, umbral y anomalía en suelos para oro, plata, cobre, plomo y zinc.**

ELEMENTO	CLARK	FONDO	ENTRE FONDO Y UMBRAL	UMBRAL	ANOMALÍA
Au	<0,29 ppb	0,3-48,9 ppb	49-148,9 ppb	149-198,9 ppb	>199 ppb
Ag		8-94,9 ppb	95-355,9 ppb	356-442,9 ppb	>443 ppb
Cu		1,37-26,36 ppm	26,37-76,36 ppm	76,37-101,36 ppm	>101,37 ppm
Pb	<4,41 ppm	4,42-7,41 ppm	7,42-16,41 ppm	16,42-19,41 ppm	>19,42 ppm
Zn	<36,69 ppm	36,7-54,69 ppm	54,7-90,69 ppm	90,7-108,69 ppm	>108,7 ppm

Fuente: Autores del Proyecto

Los valores anómalo y de umbral de oro se observan en los márgenes de la quebrada Pavo Real y van desde 149 ppb hasta mayores de 199 ppb, los valores menores se abren hacia el este y el oeste de la zona (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de suelos para Oro*).

Para la plata se observan valores superiores a 95 ppb en el centro sector de estudio y hacia el noreste, en la línea L2600N se ubica una pequeña anomalía que atraviesa la quebrada Pavo Real. Los valores que van desde 8 ppb a 94,9 ppb se abre predominantemente en dirección oeste (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de suelos para Plata*).

Los valores de anomalías de cobre superiores a 101,37 ppm se encuentran concentrados en una pequeña zona en los alrededores de la quebrada Pavo Real, la mayor concentración de valores entre 1,37 ppm a 26,36 ppm se encuentran en

gran parte de la malla abriéndose a ambos lados de esta (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de suelos para Cobre*).

En general no se presentan importantes anomalías en Plomo, los valores localizados entre 7,42 ppm y 16,41 ppm se concentran la mayor parte en la zona alta de Pavo Real en la dirección noreste, ubicados en las líneas L3000N, L2900N, L2800N y L2700N. En la parte este se presenta los valores que van desde 4,42 ppm a 7,41 ppm (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de suelos para Plomo*).

De forma escasa aparecen valores anómicos de Zinc sobre los 108,7 ppm al norte y al sur de la zona. Los valores entre 54,7 ppm y 90,69 ppm se presentan en casi todo el sector, los valores umbrales se encuentran en unas pocas muestras distribuidas (*Ver ANEXO: Mapa de Anomalías de suelos para Zinc*).

## 8. MAPAS TEMÁTICOS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Con la ayuda de los datos proporcionados del mapeo geológico y de estructuras se definió y realizó un mapa geológico, en este mapa se incluyeron características geológicas como estructuras mineralizadas, fallas y litología (*Ver ANEXO: Mapa Geológico*). Basados en esto, se identificaron varios grupos litológicos presentes en la zona; conformados por grauvacas líticas, areniscas, volcanosedimentos, calizas, rocas volcánicas como traqui-andesitas, rocas plutónicas como granitos y dioritas; y rocas hipoabisales como las aplitas y las microdioritas, estos cuerpos ígneos tabulares tiene una dirección preferencial NW-SE. También se identificaron depósitos superficiales como coluviones que se encuentra en la parte baja del sector. Las grauvacas líticas de la formación presentan un alto contenido de oro, cobre, Plomo y Zinc.

Así mismo, con la información recolectada del muestreo de rocas y de suelos, los resultados de geoquímica, el procesamiento estadístico de los datos y los resultados obtenidos de dicho procesamiento, se generaron mapas de anomalías de rocas y suelos para los metales preciosos Au y Ag, y para los base Cu, Pb y Zn (*Ver ANEXO: Mapas Geoquímicos*).

Los mapas de anomalías de rocas y suelos permitieron identificar la presencia de correlaciones moderadas de oro con valores mayores a 23,2 ppm en rocas y 199 ppb en suelos, plata con valores mayores a 12,2 ppm en rocas y 443 ppb en suelos, cobre con valores mayores a 408 ppm en rocas y 101,37 ppm en suelos, plomo con valores mayores a 85 ppm en rocas y 19,42 ppm en suelos; y zinc con valores mayores a 98 ppm en rocas y 108,7 ppm en suelos. Estas correlaciones (Ag-Au, Pb-Au, Pb-Ag y Zn-Pb en rocas; Ag-Au, Cu-Au y Cu-Ag en suelos) se encuentran ubicadas cortando la Quebrada Pavo Real y en el túnel El

Renacedero, en una dirección E-W. A partir de este contorno los valores disminuyen hacia los lados de la malla.

El contenido de metales preciosos y base en las rocas del entorno de la mineralización muestra distribuciones muy asimétricas. Esto debido a la existencia de algunos valores anómalamente altos que puede ser evidencia sobre la presencia de un efecto pepita (*nugget effect*). El oro y la plata son uno de estos que tiene valores que se mantiene en el grupo de muestras, pero que va aumentando considerablemente en las grauvacas de la Formación Saldaña las cuales presentan un enriquecimiento proveniente de la gran cantidad de venas y vetillas que se encuentran hospedadas en este cuerpo.

Cobre, Plomo y Zinc aumentan considerablemente en las grauvacas de la Formación Saldaña permaneciendo más o menos constante en el resto de muestras. La baja concentración de estos elementos en la mineralización determina que las rocas de su entorno sea muy moderado y que quede restringido grauvacas de la Formación Saldaña sino a las areniscas de esta misma formación y grauvacas de la Formación Luisa, las cuales cerca al contacto presentan una alteración propilítica caracterizada por la presencia de clorita-pirita, este tipo de alteración se presenta en el contacto con diques.

En general las anomalías se encuentran estrechamente asociadas a zonas de venas y bordes de alteración.

Por otra parte, los análisis macroscópicos y microscópicos evidencian la presencia de mineralización en forma de venas y/o vetillas y mineralización ocasionada por los diferentes eventos magmáticos ocurridos en la zona y que produjeron minerales de alteración que fueron observados en las secciones delgadas. La mineralización está relacionada a eventos magmáticos y movimientos estructurales que permitieron el origen de venas y vetillas. La mineralización

presente en las venas y vetillas es principalmente cuarzo, generalmente muy oxidadas con presencia de limonita, hematita, goetita, jarosita y con altos contenidos de oro (valores mayores a 23,2 ppm), también presenta sulfuros de hierro (pirita). La mayor densidad de venas se presenta en las proximidades de la quebrada Pavo Real, encajadas en las grauvacas líticas y la arenisca y su dirección preferencial es NW-SE.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el área de estudio afloran rocas de las formaciones Luisa, Saldaña y Payandé, rocas plutónicas e hipoabisales las cuales han producido zonas de alteración y mineralización tanto en ellas mismas como en las grauvacas y areniscas pertenecientes a la formación Luisa y Saldaña.

La mineralización ocurre como cuerpos vetiformes compuestos principalmente de cuarzo con presencia de óxidos de hierro como jarosita, limonita, goetita y hematita; y sulfuros de hierro como la pirita y de hierro y cobre como la calcopirita.

Las grauvacas líticas de la Formación Luisa y Saldaña presenta una textura clasto soportada y la mayoría de sus clastos son cuarzo, feldespatos y algunos fragmentos líticos de origen volcánico. Las grauvacas de la Formación Luisa presentan minerales de alteración como la epidota y clorita; minerales que representa la alteración propilítica de baja temperatura, al igual que zonas de oxidación.

Las grauvacas de la Formación Saldaña presenta minerales de alteración como la sericita propia de la alteración fílica, también hay presencia de calcopirita, vetillas de cuarzo drusiforme y valores significativos de oro, cobre, plomo y zinc se relacionan a este tipo de roca.

El control estructural predominante es NW-SE. La mayor densidad de vetas se hacen presenten en la parte alta y los márgenes de la quebrada Pavo Real con una dirección preferencial NW-SE y buzamiento hacia el SW.

Las correlaciones moderadas de oro con valores mayores a 23,2 ppm en rocas y 199 ppb en suelos, plata con valores mayores a 12,2 ppm en rocas y 443 ppb en suelos, cobre con valores mayores a 408 ppm en rocas y 101,37 ppm en suelos, plomo con valores mayores a 85 ppm en rocas y 19,42 ppm en suelos; y zinc con valores mayores a 98 ppm en rocas y 108,7 ppm en suelos.

Estas correlaciones (Ag-Au, Pb-Au, Pb-Ag y Zn-Pb en rocas; Ag-Au, Cu-Au y Cu-Ag en suelos) se encuentran ubicadas cortando la quebrada Pavo Real y en el túnel El Renacedero, en una dirección E-W. A partir de este contorno los valores disminuyen hacia los lados de la malla. Estas correlaciones se le atribuyen al emplazamiento de los cuerpos vetiformes y al alto contenido de mineralización que presentan las grauvacas de la Formación Saldaña.

Por medio de los datos geoquímicos se obtuvo los mapas de anomalías de rocas y suelos para oro, plata, cobre, plomo y zinc con los cuales se pudo hacer las correlaciones mineralógicas y además localizar las áreas de interés o de posible potencial metalogénico. La descripción mineralógica y textural además del mapeo geológico del área de estudio fueron base para la elaboración del mapa geológico de la zona.

Teniendo en cuenta los valores anómalos en rocas y suelos se puede concluir que las zonas con mayor perspectiva son la parte alta de la quebrada Pavo Real y los márgenes de dicha quebrada.

Debido a que en la zona hay pocos afloramientos y que el mapeo se realizó principalmente en quebradas se recomienda realizar más exploración, basándose en las anomalías se pueden realizar trincheras para ver continuidad de los cuerpos y estructuras.

Se recomienda también realizar estudios mineralógicos y petrográficos de la mineralización y roca encajante para determinar el potencial y las características de la mineralización.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDILA, O., RÍOS, C., (1989). Estudio Geoquímico de la Cuenca Alta del Río Surata para los Elementos Cobre, Plomo y Zinc. Tesis de Grado. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, pp 59-88.

BAYONA, G., GARCÍA, MORA G., (1994). La Formación Saldaña: Producto de la Actividad de Estratovolcanes Continentales en un dominio de Retro-Arco. En: Estudios Geológicos del Valle Superior del Magdalena. Etayo, F (Ed.). Bogotá. Departamento de Geociencias. Universidad Nacional de Colombia, pp. 11-70.

CASTILLO, H., (2011). Determinación de Zonas Anomálicas (Cu, Au, Mo), Modelamiento Geológico y de Alteraciones para el Proyecto Minero El Huato. Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador. Quito, pp. 32-41.

CEDIEL, F., MÓJICA, J., MACÍA, C., (1980). Definición Estratigráfica del Triásico en Colombia, Suramérica; Formaciones Luisa, Payandé y Saldaña. Newsletters on Stratigraphy. Hannover. Vol 9. No. 2, pp. 73-90.

CEDIEL, F., MÓJICA, J., MACÍA, C., (1981). Las formaciones Luisa, Payandé y Saldaña y sus columnas estratigráficas características. Geol. Norandina, Bogotá, pp. 3:11-19.

FERNANDEZ, J., DURÁN M., (1987). Determinación Práctica de Umbrales de Anomalías en Prospección Sobre Redes de Drenaje. Cuaderno do Laboratorio Xeológico de Laxe, pp. 366-370.

GAETA, C., DÍAZ, F., BUENA, J., (2005). Age and Sources of Gold Mineralization in the Marmato Mining District, NW Colombia: A Miocene-Pliocene Epizonal Gold Deposit. *Ore Geology Reviews*. Volumen 33, 510 p.

GALÁN, E., FERNANDEZ-CALIANI, J.C., GONZÁLEZ, I., APARICIO, P., ROMERO, A., (2008). Influence of Geological Setting on Geochemical Baselines of Trace Elements in Soils. Application to Soils of South–West Spain. *Journal Geochemical Exploration*. Volumen 98, Issue 3, pp. 102-105.

GEYER, O., (1973). Das Präkretazische Mesozoikum Von Kolumbien. *Geol. Jahrbuch*, Hannover, pp. 1-155.

JIMENEZ, R., CONDE, P., ET AL., (2010). Niveles de Fondo Geoquímico e Influencia del Marco Geológico en las Concentraciones Edafogeoquímicas de Base de Suelos Seleccionados de Castilla-La Mancha. *Estudios Geológicos*. Volumen 66, pp 125-128.

LOBO-GUERRERO, A., (2003). Gold and Copper Dissemination in the Igneous-volcanic Saldaña Formation, Natagaima, Tolima, Colombia, and Extension of the Mineral Province in the Andean Cordillera, Economic Geology Research Institute, pp. 3-6.

LOBO-GUERRERO, A., (1995). Estudio Geológico de la Licencia de Exploración 0038-73 Rovira y Valle de San Juan (Tolima). Reporte no publicado de LOBO-GUERRERO LTDA. Para Cementos Boyacá S.A. Bogotá.

LOZANO, H., PÉREZ, H., (1977). Método Gráfico para Determinar los Valores de Background y Threshold en Prospección Geoquímica. Carta técnica. INGEOMINAS, Bogotá.

LOZANO, H., PULIDO, O., (1986). Situación Actual del Oro y la Plata en Colombia. Geología, Génesis, Aspectos Mineros y Producción. Boletín Geológico, Bogotá, pp. 1-56.

MIRANDA GOLD CORPORATION y EXPOGOLD COLOMBIA S.A (2010). Reportes Geológicos no Publicados. Ibagué.

MOJICA, J., LLINÁS, R., (1984). Observaciones Recientes Sobre las Características del Basamento Económico del Valle Superior del Magdalena en la Región de Payandé – Rovira (Tolima-Colombia). Universidad Nacional., Geol. Col., Bogotá, pp. 81-127.

MOJICA, J., DORADO, J., (1987). El Jurásico Anterior a los Movimientos Intermálicos en los Andes Colombianos, Parte A: Estratigrafía. In: VOLKHEIMER, W. y MUSACCHIO, E. (Editors). Bioestratigrafía en los Sistemas Regionales del Jurásico y Cretácico de América del Sur. Mendoza (Argentina).Tomo 1., pp. 49-110.

MORALES, C., NUÑEZ, A., (2002). Catálogo de las Unidades Litoestratigráficas de Colombia: Formación Luisa. INGEOMINAS. Bogotá, pp. 5-8, 20.

MOSQUERA, D., NÚÑEZ, A., VESGA, C., (1982). Reseña explicativa del Mapa Geológico preliminar plancha 244 Ibagué. Escala 1:100.000. INGEOMINAS, Ibagué, pp.11-21.

MURILLO, A., NUÑEZ, A., LOZANO, H., (1979). Geología y Prospección Geoquímica en la Región de Peralonso, Ortega, Tolima. Informe N° 1782 INGEOMINAS. Ibagué, pp. 5-70.

NELSON, W., (1959). Contribution to the Geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the Sector Between Ibaguè and Cali. Leidsche Geol. Meded. Leiden. 22., pp. 1-75.

NÚÑEZ, A., MOSQUERA, D., VESGA, C., (1982). Mapa geològico preliminar de la Plancha 263 Ortega (Tolima). Escala 1:100.000. Con memoria explicativa. INGEOMINAS. Bogotá.

NÚÑEZ, A., MURILLO, A., (1982). Geología y Prospección Geoquímica de las Planchas 244 Ibaguè y 363 Ortega. INGEOMINAS, Informe 1879. Ibaguè., 366 p.

NÚÑEZ, A., (2001). Mapa Geològico del Departamento del Tolima. Escala 1:250.000. Memoria explicativa. INGEOMINAS, Ibaguè, pp. 24-25.

PÉREZ-SEGURA, E., CHEILLETZ, A., HERRERA-URBINA, S., HANES, Y., (1996). Geología, Mineralización, Alteración Hidrotermal y Edad del Yacimiento de Oro de San Francisco, Sonora- Un Depòsito Mesotermal en el Noroeste de México. Revista Mexicana de Ciencias Geològicas Vol. 13,. Numero 1, pp. 71-73.

PULIDO, O., (1985). Geología y Geoquímica del Àrea de San Antonio, Cajamarca, Tolima. Informe N° 1948. INGEOMINAS. Ibaguè pp. 39-75

RODRIGUEZ, G., RODRIGUEZ, M., (1990). Formación Saldaña: Nuevos Aportes Estratigráficos y Fosilíferos (Valle Superior del Magdalena-Tolima-Colombia). INGEOMINAS, Bogotá, pp. 6-7.

RODRÍGUEZ, G., AZEVEDO, F., COIRA, B., BRODIE, C., (2001). Mineralizaciones Auríferas en Sedimentitas Ordovícicas de la Sierra de Rinconada (Jujuy-Argentina): Implicaciones para la Exploración Minera. Revista Geol. Chile. Vol 20, Numero 1. Santiago.

SOTO, A., (1997). Estudio Estadístico para la Validación del Muestreo Geoquímico en Perforaciones de Producción, Mina Aurífera Arenal, Minas de Corrales, Rivera, Uruguay. Tesis de Grado. Universidad de la República. Uruguay. 50 p

SUESCÚN, D., ARRIAGA, C., (1945). Mina "Pavo Real". Reporte Interno no Publicado. INGEOMINAS. Bogotá.

SUESCÚN, D., (1950). Contribución al Conocimiento de la Geología Económica del Tolima. Boletín Geológico INGEOMINAS. Volumen 12. , pp. 10, 48-49

SUESCUN, D., CARDONA, C., (1951). Estudio Preliminar de la Mina "Pavo Real", Mpio de El Valle-Dpto. del Tolima. Reporte Interno no Publicado. INGEOMINAS, Ibagué, pp. 4-6.

TABORDA, A., (1950). Contribución al Conocimiento de la Geología del Tolima. Informe N° 712. INGEOMINAS. Ibagué, pp 21-23

TOUSSAINT, J., (1995). Evolución geológica de Colombia 2: Triásico-Jurásico. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 94 p.

TRUMPY, D., (1943). Pre-Cretaceous of Colombia. Bulletin Geological Society. New York. 54., pp. 1281-1304.

WHITNEY, D., EVANS, B., (2010). Abbreviations for names of rock-forming minerals. American Mineralogist, Volume 95, pp. 185–187

## **PÁGINAS WEB**

Sitio oficial del municipio de Valle de San Juan en Tolima, Colombia. Consultado el 10 de Enero de 2012, <http://www.valledesanjuan-tolima.gov.co/index.shtml>.

Sitio oficial del municipio de Rovira en Tolima, Colombia. Consultado el 15 de Enero de 2012, <http://www.rovira-tolima.gov.co/index.shtml>.

Procesamiento de Datos Geoquímicos en Exploracion, Parte I. Consultado el 6 de Febrero de 2012. <http://noticiasmineras.mining.com/2010/07/11/procesamiento-de-datos-geoquimicos-en-exploracion-parte-i/>

Procesamiento de Datos Geoquímicos en Exploracion, Parte II. Consultado el 6 de Febrero de 2012. <http://noticiasmineras.mining.com/2010/08/08/procesamiento-de-datos-geoquimicos-en-exploracion-parte-ii/>

Rocas Ígneas o Magmáticas. Consultado el 5 de Junio de 2012. <http://www.geovirtual.cl/geologiageneral/ggcap04a-s.htm>.

# **ANEXOS**

### Anexo 1. Análisis geoquímicos para Au, Ag, Cu, Pb y Zn.

CODIGO	COORDENADAS		MUESTRA	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
	X	Y						
QPR-01 (1)	875753,7	958858,09	Microdiorita	0,024	0,2	96	840	50
QPR-02 (2)	875752,7	958850,94	Granito pegmatítico	0,102	-0,2	12	670	56
QPR-03.(3)	876152	959168	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,426	0,7	39	490	8
QPR-04 (4)	876155	959153	Veta de cuarzo-pirita	3,9	1,9	48	600	11
QPR-05 (5)	876156	959154	Grauvaca lítica	6,89	0,8	69	770	8
QPR-06 (6)	876157	959155	Grauvaca lítica	0,512	0,8	351	900	29
QPR-07 (7)	876158	959156	Grauvaca lítica	3,57	5	247	560	46
QPR-08 (8)	876161	959152	Grauvaca lítica	0,966	1,4	66	330	15
QPR-09 (9)	876163	959152	Grauvaca lítica	0,221	0,5	112	1030	19
QPR-10 (10)	876165	959161	Microdiorita	0,012	-0,2	21	640	95
QPR-11 (11)	876176	959163	Grauvaca lítica	3,02	0,5	140	860	7
QPR-12 (12)	876242	959252	Float de veta de cuarzo	7,14	7,2	192	50	108
QPR-13 (13)	876262	959260	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	3,2	6,1	337	570	25
QPR-14 (14)	876261	959258	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,071	0,2	173	760	39
QPR-15 (15)	876260	959257	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,051	-0,2	27	770	45
QPR-16 (12)	876284	959251	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	16,2	5,1	61	350	30
QPR-17 (17)	876286	959251	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	3,43	0,9	59	390	9
QPR-18 (18)	876287	959246	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,256	0,5	100	470	22
QPR-19 (19)	876289	959248	Veta de cuarzo	42,6	22,3	50	10	212
QPR-20 (20)	876291	959252	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,943	0,5	630	840	46
QPR-21 (21)	876271	959245	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,9	0,8	41	710	9
QPR-22 (22)	876267	959245	Dique aplítico	0,115	0,3	449	580	76
QPR-23 (23)	876292,72	959341,51	Limolita silicificada	0,757	0,8	189	400	35
QPR-24 (24)	876292,72	959339,51	Limolita silicificada	1,3	1,4	733	380	70
QPR-25 (25)	876281,7	959324,38	Limolita silicificada	0,353	2,1	60	430	37
QPR-26 (26)	876271,82	959312,88	Cuarzoarenita silicificada	0,26	1,1	70	790	77
QPR-27 (27)	876247,91	959288,27	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,165	0,4	203	820	35

CODIGO	COORDENADAS		MUESTRA	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
	X	Y						
QPR-28 (28)	876251,43	959280,02	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,04	0,3	297	950	36
QPR-29 (29)	876242	959384	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	3,58	2,7	711	1100	199
QPR-30 (30)	876285	959336	Veta de cuarzo	11,55	9,1	204	660	10
QPR-31 (31)	876264,3	959327,76	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	1,155	1	255	750	28
QPR-32 (32)	876263,56	959323,02	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,111	0,6	80	890	40
QLA-01 (33)	875902,35	958868,93	Microdiorita	0,042	0,2	24	740	57
QLA-02 (34)	875932,03	958890,25	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	1	6,4	25	200	-2
QLA-03 (35)	875954,1	958902,65	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,308	1,1	39	740	8
QLA-04 (36)	875962,67	958908,43	Boulder de Brecha	1,02	2,5	221	1740	8
QLA-05 (37)	875967	958917	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,284	1,1	8	440	2
QLA-06 (38)	875970	958920	Veta de cuarzo	0,908	2,3	30	290	3
QLA-07 (39)	875968	958921	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,543	0,9	27	250	3
QLA-08 (40)	875970	958923	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,577	1,3	62	490	4
QLA-09 (41)	875972	958924	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,281	1,3	43	330	4
QLA-10 (42)	875975	958926	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,202	0,5	43	440	5
QLA-11 (43)	875976	958927	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,167	0,6	51	420	5
QLA-12 (44)	875978	958928	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,817	2,2	22	250	3
QLA-13 (45)	875979	958929	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,165	0,5	53	590	9
QLA-14 (46)	875980	958930	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,117	0,4	62	550	13
QLA-15 (47)	875981	958931	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,214	0,5	68	620	9
QER-01 (48)	876095	958740	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,022	-0,2	11	840	23
QER-02 (49)	876120	958779	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	1,98	1,6	234	590	6
QLG-01 (50)	876147	958602	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,269	0,9	8	1010	2
TER-1 (51)	876228,2	959240,7	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	1,64	2,2	163	600	10
TER-2 (52)	876230,1	959240,9	Veta de cuarzo	16,8	5,2	689	660	25
TER-3 (53)	876233,8	959241,15	Veta de cuarzo	1,395	2,5	83	270	10
TER-4 (54)	876234,45	959241,85	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	25,8	95,9	67	70	11
TER-5 (55)	876239,3	959241,65	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	4,77	15,4	905	530	218
TER-6 (56)	876239,2	959240,75	Veta de cuarzo	3,05	3,5	710	540	55
TER-7 (57)	876244,85	959240,6	Veta-Falla	0,598	2,9	185	540	11
TER-8 (58)	876244,7	959239,75	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	3,53	6,1	354	730	80
TER-9 (59)	876255,6	959240,05	Veta-Falla	1,73	2,8	330	740	95
TER-10 (60)	876255,5	959239,45	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	68,2	22,7	351	370	210
TER-11 (61)	876263,1	959237,25	Veta-Falla	1,025	1,7	84	600	19

CODIGO	COORDENADAS		MUESTRA	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
	X	Y						
TER-12 (62)	876263	959232,9	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,33	1	299	670	34
TED-01 (63)	876141,8	959180,7	Vetilla	98,2	26,6	62	930	32
SPR-01 (64)	876188,48	959276,74	Cuarzoarenita silicificada	0,582	0,9	91	700	32
SPR-02 (65)	876191,44	959284,15	Float de gossans silicificado	4,41	4	246	310	68
SPR-03 (66)	876217,08	959270,83	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	1,67	0,9	154	770	25
SPR-04 (67)	876217,16	959269,13	Estructura silicificada	0,94	2	89	310	14
SPR-05 (68)	876216,41	959267,61	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,268	0,8	337	880	40
SPR-06 (69)	875716,12	959046,39	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,142	1,6	12	660	8
SPR-07 (70)	875831,91	959199,69	Float de Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,262	0,8	134	570	16
SPR-08 (71)	875890,38	959221,96	Float de Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,946	3,5	29	300	11
SPR-09 (72)	876119,91	959182,74	Veta de cuarzo	4,33	7,6	899	760	212
SPR-10 (73)	876134	959191	Vetilla	13,8	9,1	225	740	202
SPR-11 (74)	876135	959189	Cuarzoarenita	3,48	3,2	133	510	50
SPR-12 (75)	875865	958750	Microdiorita	0,015	-0,2	145	950	39
SPR-13 (76)	875710	959170	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,339	0,5	324	1190	23
SPR-14 (77)	876095,4	959149,2	Vetilla de cuarzo	59,8	26,6	846	1410	8
SPR-15 (78)	875950	958953	Float de Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,064	0,7	19	260	2
SPR-16 (79)	875965	958935	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,487	0,4	40	480	9
SPR-17 (80)	875993	958932	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,489	0,5	146	760	26
SPR-18 (81)	875990	958929	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,785	1,9	198	480	16
SPR-19 (82)	875987	958928	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,193	0,4	253	850	31
SPR-20 (83)	875983	959129	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	1,76	3	552	570	32
SPR-21 (84)	875979	959112	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	9,15	7,4	273	710	19
SPR-22 (85)	875978,9	959160,2	Dique cuarífero/riolítico	0,017	-0,2	22	450	158
SPR-23 (86)	876149	959150	Vetilla de cuarzo	1,045	1,3	158	640	19
SPR-24 (87)	876265,76	959276,29	Volcano sedimento	0,033	-0,2	110	1000	78
SPR-25 (88)	875987	958935	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,067	0,8	34	440	3
SPR-26 (89)	875988	958935	Grauvaca lítica (Fm Saldaña)	0,216	1,1	61	520	15
SPR-27 (90)	876033	958956	Cuarzoarenita silicificada	-0,005	0,4	14	760	43
SPR-28 (91)	875790	958846	Granito pegmatítico	0,005	-0,2	10	710	43
SPR-29 (92)	875938,65	958664,13	Float de Cuarzoarenita silicificada	0,008	-0,2	9	230	4

CODIGO	COORDENADAS		MUESTRA	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
	X	Y						
SPR-30 (93)	875976,56	958704,79	Float de Cuarzoarenita silicificada	1,97	0,6	31	540	7
SPR-31 (94)	875976,7	958707,24	Andesita	0,012	0,2	26	790	62
SPR-32 (95)	875999,7	958756,3	monzonita/granito	0,005	-0,2	9	690	61
SPR-33 (96)	876012,62	958790,64	Dique cuarcifero porfirítico	0,033	0,4	64	270	8
SPR-34 (97)	876017,08	958987,16	Cuarzoarenita silicificada	0,006	0,2	12	1070	85
SPR-35 (98)	876014,83	958997,51	Cuarzoarenita silicificada	-0,005	-0,2	24	900	108
SPR-36 (99)	875807,1	958742,8	Microdiorita	0,009	0,1	52	1	44
SPR-37 (100)	875805,2	958743,5	Microdiorita	0,026	0,1	67	1	46
SPR-38 (101)	875769,9	958768,2	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,157	2,7	37	6	24
SPR-39 (102)	875768,4	958768,2	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,281	1	13	4	25
SPR-40 (103)	875767	958767,6	Grauvaca lítica (wacka) (Fm Luisa)	0,523	1,1	35	4	20

## Anexo 2: Análisis geoquímicos para Au, Ag, Cu, Pb y Zn en suelos.

N° MUESTRA	LINEA	COORDENADAS		Au ppb	Ag ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
		X	Y					
SC-PR-001 (1)	L2000N-1300E	876135	958493	48,3	65	32,99	6,2	42,5
SC-PR-002 (2)	L1900N-1850E	876250	958427	5	72	10,17	5,64	49,4
SC-PR-003 (3)	L1900N-1800E	876196	958427	28,4	187	28,14	19,48	96,3
SC-PR-004 (4)	L1900N-1750E	876154	958426	30,6	115	24,32	8,02	45,9
SC-PR-005 (5)	L1900N-1700E	876099	958428	11,3	46	34,03	13,53	71,3
SC-PR-006 (6)	L2000N-1250E	876082	958496	66,8	100	37,45	4,43	46,1
SC-PR-007 (7)	L2000N-1200E	876043	958498	11	113	25,25	9,42	66,2
SC-PR-008 (8)	L2200N-1925E	876337	958703	7,3	63	18,29	9,01	62,5
SC-PR-009 (9)	L2100N-1875E	876300	958648	71,2	414	156,51	36,06	89,7
SC-PR-010 (10)	L2100N-1825E	876250	958650	3,9	10	4,31	2,42	51,5
SC-PR-011 (11)	L2100N-1775E	876201	958650	14,2	187	20,92	1,93	36,7
SC-PR-012 (12)	L2100N-1725E	876150	958650	80,9	132	28,99	2,82	56,9
SC-PR-013 (13)	L2100N-1675E	876099	958650	10,6	32	10,69	2,45	86,4
SC-PR-014 (14)	L2100N-1625E	876052	958651	7,6	47	9,79	3,46	38,9
SC-PR-015 (15)	L2100N-1575E	876000	958652	28,5	57	19,9	5,94	54
SC-PR-016 (16)	L2100N-1525E	875950	958650	422,3	383	41,88	5,79	38,2
SC-PR-017 (17)	L2200N-1875E	876279	958662	1,9	29	5,71	11,28	50,8
SC-PR-018 (18)	L2200N-1775E	876196	958702	10,9	130	9,89	3,19	110,6
SC-PR-019 (19)	L2200N-1725E	876148	958710	114,1	354	26,49	3,47	39,8
SC-PR-020 (20)	L2200N-1675E	876118	958706	82,2	101	13,43	2,48	93,5
SC-PR-021 (21)	L2200N-1625E	876072	958701	53,8	152	20,64	6,41	43,3
SC-PR-022 (22)	L2200N-1575E	876015	958713	17,4	53	13,29	5	64,3
SC-PR-023 (23)	L2200N-1525E	875977	958683	17,8	88	26,76	5,68	44,6
SC-PR-024 (24)	L2200N-1425E	875881	958703	21	170	19,12	5,39	40,1
SC-PR-025 (25)	L2300N-1925E	876344	958850	7,2	90	40,00	9,82	172,8
SC-PR-026 (26)	L2300N-1875E	876300	958850	8,4	53	7,86	7,34	18,7
SC-PR-027 (27)	L2300N-1825E	876250	958850	7,6	44	16,47	5,75	44,3
SC-PR-028 (28)	L2300N-1775E	876200	958850	9,2	42	19,32	3,07	87,5
SC-PR-029 (29)	L2300N-1725E	876150	958850	5,2	43	18,80	2,35	88,0
SC-PR-030(30)	L2300N-1675E	876099	958850	50,5	183	12,70	4,76	37,5
SC-PR-031 (31)	L2300N-1625E	876050	958850	157,8	503	42,61	4,31	65,0
SC-PR-032(32)	L2300N-1525E	875951	958847	67,9	294	77,77	2,82	75,4
SC-PR-033 (33)	L2300N-1475E	875900	958847	52,9	141	44,73	3,27	49,8
SC-PR-034 (34)	L2300N-1425E	875850	958850	154,7	149	10,54	4,20	33,6
SC-PR-035 (35)	L2300N-1375E	875801	958849	35,5	42	14,10	9,54	64,9
SC-PR-036 (36)	L2300N-1325E	875750	958844	3,2	16	7,10	3,45	64,9
SC-PR-037 (37)	L2300N-1275E	875709	958850	33,9	33	7,22	5,68	22,9
SC-PR-038 (38)	L2300N-1225E	876654	958848	27,5	19	8,84	4,42	32,1
SC-PR-039 (39)	L2300N-1175E	875604	958846	18,1	64	12,12	2,60	34,1
SC-PR-040 (40)	L2300N-1125E	875550	958845	322,4	92	14,80	4,60	42,6
SC-PR-041 (41)	L2600N-2050E	876454	959153	2,5	139	9,11	17,16	25,2
SC-PR-042 (42)	L2600N-1950E	876364	959146	1,2	116	33,19	11,55	54,3
SC-PR-043 (43)	L2400N-2050E	876467	958947	1,4	14	29,77	4,35	35,3
SC-PR-044 (44)	L2400N-2000E	876414	958950	3,3	62	18,49	13,51	69,7
SC-PR-045 (45)	L2400N-1850E	876294	958950	4,3	50	18,46	7,37	66,0
SC-PR-046 (46)	L2400N-1650E	876097	958945	9,3	97	17,20	18,83	70,6
SC-PR-047 (47)	L2400N-1600E	876056	958945	4,4	75	20,97	11,63	46,8

N° MUESTRA	LINEA	COORDENADAS		Au ppb	Ag ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
		X	Y					
SC-PR-048 (48)	L2400N-1550E	876009	958946	10,8	43	12,51	3,90	34,2
SC-PR-049 (49)	L2400N-1400E	875892	958952	413,5	421	113,27	6,25	49,1
SC-PR-050 (50)	L2400N-1300E	875800	958954	28,9	138	34,82	5,18	41,9
SC-PR-051 (51)	L2400N-1250E	875752	958954	61,2	101	41,75	4,00	41,9
SC-PR-052 (52)	L2400N-1200E	875703	958953	11,9	52	10,03	5,73	83,6
SC-PR-053 (53)	L2400N-1150E	875653	958955	105,7	93	18,12	9,03	22,2
SC-PR-054 (54)	L2400N-1100E	875609	958955	188,6	72	13,67	6,76	31,7
SC-PR-055 (55)	L2400N-1050E	875553	958956	132,9	58	8,50	7,32	23,3
SC-PR-056 (56)	L2400N-1000E	875506	958956	28,3	46	5,55	4,71	18,7
SC-PR-057 (57)	L2500N-1950E	876361	959048	7,0	70	17,48	13,68	54,0
SC-PR-058 (58)	L2500N-1900E	876310	959044	0,8	80	8,54	3,62	90,8
SC-PR-059 (59)	L2500N-1850E	876261	959051	18,9	142	20,48	16,49	64,9
SC-PR-060 (60)	L2500N-1800E	876210	959050	6,9	128	22,77	14,99	79,1
SC-PR-061 (61)	L2500N-1750E	876160	959050	13,7	164	16,22	16,45	59,9
SC-PR-062 (62)	L2500N-1700E	876110	959050	5,0	129	15,00	19,16	41,8
SC-PR-063 (63)	L2500N-1650E	876060	959060	3,8	42	25,85	7,78	60,5
SC-PR-064 (64)	L2500N-1600E	876010	959050	5,9	44	29,76	7,72	57,4
SC-PR-065 (65)	L2500N-1550E	875961	959049	60,9	76	24,78	12,59	50,0
SC-PR-066 (66)	L2500N-1500E	875910	959050	336,7	376	133,27	6,24	41,3
SC-PR-067 (67)	L2500N-1450E	875862	959053	151,3	189	38,50	6,48	34,4
SC-PR-068 (68)	L2500N-1400E	875809	959050	158,2	61	8,97	6,99	62,1
SC-PR-069 (69)	L2500N-1350E	875758	959045	290,5	95	18,63	5,44	56,4
SC-PR-070 (70)	L2500N-1300E	875707	959049	18,0	30	40,35	3,33	59,0
SC-PR-071 (71)	L2500N-1250E	875660	959051	6,6	67	18,85	2,92	47,3
SC-PR-072 (72)	L2500N-1200E	875609	959049	5,6	12	11,83	4,22	81,7
SC-PR-073 (73)	L2500N-1150E	875561	959051	5,9	23	10,16	4,70	61,4
SC-PR-074 (74)	L2500N-1100E	875510	959050	11,7	50	15,48	7,10	56,8
SC-PR-075 (75)	L2700N-2050E	876460	959251	3,6	66	14,87	10,39	34,1
SC-PR-076 (76)	L2700N-1950E	876361	959251	3,4	132	42,79	10,70	54,0
SC-PR-077 (77)	L2700N-1900E	876310	959250	<0.2	8	6,19	1,42	58,4
SC-PR-078 (78)	L2700N-1850E	876260	959250	9,8	121	26,49	11,65	66,6
SC-PR-079 (79)	L2700N-1700E	876115	959247	42,1	130	61,66	10,95	63,0
SC-PR-080 (80)	L2700N-1650E	876073	959253	114,7	316	50,52	8,58	40,2
SC-PR-081 (81)	L2700N-1600E	876008	959251	58,1	195	32,54	6,67	42,3
SC-PR-082 (82)	L2700N-1550E	875962	959251	35,6	160	33,29	3,69	84,4
SC-PR-083 (83)	L2700N-1450E	875854	959245	117,2	215	23,86	6,11	70,5
SC-PR-084 (84)	L2700N-1400E	875817	959250	15,5	90	16,79	7,77	101,6
SC-PR-085 (85)	L2700N-1350E	875774	959252	4,4	30	12,39	4,50	82,1
SC-PR-086 (86)	L2600N-1900E	876322	959150	0,6	56	48,76	7,80	37,5
SC-PR-087 (87)	L2600N-1850E	876275	959149	3,9	73	48,85	11,67	94,3
SC-PR-088 (88)	L2600N-1800E	876230	959154	109,4	280	31,44	17,11	213,8
SC-PR-089 (89)	L2600N-1750E	876185	959152	13,3	159	18,41	18,95	72,4
SC-PR-090 (90)	L2600N-1650E	876062	959150	605,4	604	271,16	5,85	25,7
SC-PR-091 (91)	L2600N-1550E	875970	959157	488,5	960	249,99	11,74	98,3
SC-PR-092 (92)	L2600N-1450E	875425	959140	143,2	380	76,39	3,59	55,6
SC-PR-093 (93)	L2600N-1400E	875835	959150	139,2	921	206,64	5,84	88,0
SC-PR-094 (94)	L2600N-1350E	875785	959149	81,7	181	52,20	12,20	27,9
SC-PR-095 (95)	L2600N-1300E	875743	959150	38,2	117	21,96	4,86	48,2
SC-PR-096(96)	L2600N-1250E	875699	959157	18,8	108	24,35	6,10	70,9

SC-PR-097 (97)	L2600N-1150E	875907	959157	5,0	84	48,94	5,32	71,1
----------------	--------------	--------	--------	-----	----	-------	------	------

N° MUESTRA	LINEA	COORDENADAS		Au ppb	Ag ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
		X	Y					
SC-PR-098 (98)	L2600N-1050E	875525	959162	6,8	49	11,96	4,93	64,9
SC-PR-099 (99)	L2800N-2000E	876413	959353	8,9	64	25,41	11,90	36,6
SC-PR-100 (100)	L2700N-1300E	875729	959253	1,0	25	12,27	3,87	96,6
SC-PR-101 (101)	L2700N-1250E	875686	959256	4,1	32	13,91	2,68	72,8
SC-PR-102 (102)	L2700N-1150E	875601	959258	2,6	29	4,84	5,34	78,8
SC-PR-103 (103)	L2700N-1050E	875532	959258	2,3	33	10,64	7,07	129,1
SC-PR-104 (104)	L2800N-1350E	875818	959364	3,1	20	12,16	2,33	62,6
SC-PR-105 (105)	L2800N-1300E	875778	959364	12,5	48	17,25	4,98	56,5
SC-PR-106 (106)	L2800N-1250E	875734	959369	2,1	59	15,00	5,11	57,3
SC-PR-107 (107)	L2800N-1200E	875686	959347	2,9	32	8,21	5,28	92,6
SC-PR-108 (108)	L2800N-2050E	876453	959345	3,8	102	24,02	10,23	56,0
SC-PR-109 (109)	L2800N-1950E	876365	959359	16,6	59	22,69	31,98	89,9
SC-PR-110 (110)	L2800N-1900E	876319	959347	7,1	108	14,30	20,95	49,1
SC-PR-111 (111)	L2800N-1850E	876277	959348	26,7	88	23,97	16,22	76,7
SC-PR-112 (112)	L2800N-1750E	876192	959355	126,4	238	25,15	12,20	63,7
SC-PR-113 (113)	L2800N-1700E	876133	959356	204,6	308	77,73	29,15	106,6
SC-PR-114 (114)	L2800N-1650E	876086	959357	163,9	329	96,50	9,10	42,0
SC-PR-115 (115)	L2800N-1600E	876039	959358	16,7	180	32,51	10,06	37,6
SC-PR-116 (116)	L2800N-1550E	876984	959355	14,1	142	33,28	4,90	39,4
SC-PR-117 (117)	L2800N-1500E	875947	959359	17,9	57	10,35	4,57	60,2
SC-PR-118 (118)	L2800N-1450E	875908	959364	62,5	215	42,44	6,63	68,1
SC-PR-119 (119)	L2800N-1400E	875858	959366	37,0	97	18,35	4,59	63,6
SC-PR-120 (120)	L2900N-2000E	876416	959450	3,3	95	26,06	16,78	51,8
SC-PR-121 (121)	L2900N-2050E	876461	959448	8,1	138	28,36	11,00	35,0
SC-PR-122 (122)	L2900N-1950E	876368	959453	11,1	59	16,95	9,60	39,5
SC-PR-123 (123)	L2900N-1900E	876317	959443	2,7	70	11,64	8,06	40,1
SC-PR-124 (124)	L2900N-1850E	876275	959441	6,9	220	14,81	26,73	46,2
SC-PR-125 (125)	L2900N-1800E	876262	959439	4,4	89	22,94	8,92	85,3
SC-PR-126 (126)	L2900N-1750E	876195	959447	16,2	29	5,94	10,23	27,6
SC-PR-127 (127)	L2900N-1700E	876100	959450	39,5	217	31,85	35,04	94,3
SC-PR-128 (128)	L2900N-1650E	876050	959448	182,4	821	260,54	12,00	60,8
SC-PR-129 (129)	L2900N-1600E	876010	959448	124,4	365	51,45	12,91	36,4
SC-PR-130 (130)	L2900N-1350E	875844	959428	12,9	112	21,71	3,44	60,6
SC-PR-131 (131)	L2900N-1300E	875802	959430	0,8	72	20,06	5,23	61,3
SC-PR-132 (132)	L2900N-1250E	875752	959428	0,3	92	31,85	5,98	70,4
SC-PR-133 (133)	L2900N-1200E	875752	959428	1,7	26	9,37	6,11	64,6
SC-PR-134 (134)	L2900N-1100E	875630	959420	0,8	56	13,42	3,08	66,5
SC-PR-135 (135)	L2900N-1000E	875528	959430	0,5	43	19,59	4,24	60,9
SC-PR-136 (136)	L2900N-900E	875361	959421	1,1	31	24,89	8,11	102,2
SC-PR-137 (137)	L3000N-2050E	876455	959552	2,9	116	30,88	14,51	59,8
SC-PR-138 (138)	L3000N-2000E	876410	959550	2,6	55	19,56	12,23	52,6
SC-PR-139 (139)	L3000N-1950E	876360	959550	8,2	107	18,66	15,89	50,9
SC-PR-140 (140)	L3000N-1900E	876312	959554	1,1	31	32,06	6,89	71,2
SC-PR-141 (141)	L3000N-1850E	876258	959547	4,1	67	17,11	8,38	21,7
SC-PR-142 (142)	L3000N-1800E	876214	959547	1,0	50	1,37	2,54	42,4
SC-PR-143 (143)	L3000N-1750E	876162	959545	7,6	511	12,71	37,75	74,8
SC-PR-144 (144)	L3000N-1700E	876120	959544	0,7	41	12,62	3,67	53,8

SC-PR-145 (145)	L3000N-1650E	876085	959544	1,7	32	4,42	7,04	57,0
-----------------	--------------	--------	--------	-----	----	------	------	------

N° MUESTRA	LINEA	COORDENADAS		Au ppb	Ag ppb	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm
		X	Y					
SC-PR-146 (146)	L3000N-1600E	876047	959551	73,1	301	50,24	11,98	156,7
SC-PR-147 (147)	L3000N-1500E	875948	959546	39,8	205	41,52	8,21	46,2
SC-PR-148 (148)	L3000N-1450E	875913	959544	2,2	65	8,72	6,38	36,3
SC-PR-149 (149)	L3000N-1400E	875872	959543	7,8	60	17,09	8,49	63,0
SC-PR-150 (150)	L3000N-1350E	875830	959548	6,5	89	26,08	10,31	81,5
SC-PR-151 (151)	L3000N-1300E	875790	959551	1,8	30	15,55	4,94	91,4
SC-PR-152 (152)	L3000N-1250E	875740	959547	5,0	107	14,55	6,82	88,2
SC-PR-153 (153)	L3000N-1200E	875703	959550	23,4	88	8,55	5,56	28,1
SC-PR-154 (154)	L3000N-1150E	875671	959551	23,8	91	15,75	3,40	60,2
SC-PR-155 (155)	L3000N-1100E	875577	959553	6,1	60	9,26	3,51	78,7

**Anexo 3: Catálogo de descripción Macroscópica de muestras de mano.**  
(Ver Documento Adjunto)

**Anexo 4: Catálogo Petrográfico de secciones delgadas.**  
(Ver Documento Adjunto)

**Anexo 5. Mapas Geoquímicos, Geológico y de ubicación de muestras**  
(Ver Documento Adjunto)