

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

PROYECTO ORO DISEMINADO
FASE I

RECONOCIMIENTO REGIONAL PARA MINERALIZACIONES DE ORO
DISEMINADO EN TRES ZONAS DE LOS DEPARTAMENTOS DE
CALDAS, QUINDIO Y TOLIMA, COLOMBIA

Informe 1947

Por :

OSCAR H. PULIDO U.
Geólogo

1985

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	7
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCION	7
1.1. LOCALIZACION	8
1.2. METODOS DE TRABAJO	8
1.2.1. METODO DE CAMPO	9
1.2.2. METODOS DE LABORATORIO	9
1.3. AGRADECIMIENTOS	10
2. ZONA NORTE	10
2.1. SECTOR ARANZAZU - SALAMINA	10
2.2. SECTOR VILLAMARIA	14
3. ZONA SUR	18
3.1. SECTOR SALENTO	18
3.2. SECTOR CAJAMARCA	18
4. ZONA ORIENTE	22
5. CONCLUSIONES	23
6. RECOMENDACIONES	25
7. BIBLIOGRAFIA	25

FIGURAS

1. Proyecto oro diseminado. Fase I. Localización de zonas seleccionadas	8
2. Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Norte: Mapa Geológico.	11
3. Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Norte: Principales mineralizaciones de Au - Ag - Hg conocidas.	12
4. Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Norte: Sector Aranzazu - Salamina. Anomalías de Hg - As - Sb en sedimentos activos, fracción fina	13
5. Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Norte: Sector Aranzazu - Salamina. Localización de esquirlas de rocas	15
6. Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Sur. Geología y localización de las mineralizaciones visitadas	19
7. Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Oriente: Geología y localización de las mineralizaciones visitadas	24

TABLAS

1. Número de muestras de esquirlas de rocas analizadas y número de análisis realizados. Zona Norte. Sector Aranzazu - Salamina	14
2. Localización geográfica de las mineralizaciones visitadas. Zona Norte. Sector Villamaría	14

Página

3. Número de análisis solicitados para muestras de esquirlas de rocas. Zona Norte. Sector Villamaría	16
4. Localización geográfica de las mineralizaciones visitadas. Zona Sur. Sector Salento	20
5. Número de análisis solicitados para muestras de esquirlas de rocas. Zona Sur. Sector Salento	20
6. Localización geográfica de las mineralizaciones visitadas. Zona Sur. Sector Cajamarca	21
7. Número de análisis solicitados para muestras de esquirlas de rocas. Zona Sur. Sector Cajamarca	21
8. Localización geográfica de las mineralizaciones visitadas. Zona Norte	23

ANEXOS

1. Datos estadísticos correspondientes a la Fase I del proyecto oro diseminado . .	27
2. Resultados analíticos: Zona Norte	28
3. Resultados analíticos: Zona Sur	32

* * *

RESUMEN

Tres zonas, localizadas en distintas regiones de los Departamentos de Caldas, Quindío y Tolima, se seleccionaron para adelantar en ellas una prospección regional (Fase I) orientada a detectar áreas específicas de interés para mineralizaciones de oro diseminado. Con base en la identificación de características geológicas favorables (ej: alteración hidrotermal, mineralización, fracturamiento) y en los resultados analíticos de 107 muestras de esquirlas de rocas, se determinaron varios sitios, aparentemente atractivos, que justifican la realización de estudios de detalle (Fase II).

San Antonio (Zona Sur, Sector Cajamarca), que corresponde a una brecha hidrotermal, y Gallinazo (Zona Norte, Sector Villamaría), relacionado a un stock subvolcánico argilizado, son los dos sitios que ofrecen mejores perspectivas. Otras localidades que presentan algunas posibilidades de éxito son: La Julia y San José (Zona Sur, Sector Cajamarca), Toldafría - California (Zona Norte, Sector Villamaría), y El Edén, Cuba y El Cóndor (Zona Sur, Sector Salento). Tanto en la Zona Oriente como en el Sector Aranzazu - Salamina (Zona Norte) no se detectaron áreas de alguna importancia para el propósito de este proyecto.

Se formulan recomendaciones generales, para la programación de los estudios detallados de superficie en el área de San Antonio.

ABSTRACT

Three zones, located in different regions of Caldas, Quindío, and Tolima Departments, were selected to develop, on them, a reconnaissance program (Phase I), oriented to detect smaller areas of specific interest for disseminated gold ore deposits.

Based on identification of favorable geological features (e.g., hydrothermal alteration, mineralization, fracturing) and on analytical results of 107 rock-chip samples,

several interesting areas were encountered. The two most important localities are: San Antonio (South Zone, Cajamarca Sector), which is related to an hydrothermal breccia, and Gallinazo (North Zone, Villamaría Sector), which is related to an argillized subvolcanic stock. Other areas with some good possibilities are: La Julia and San Jose (South Zone, Cajamarca Sector), Toldafría-California (North Zone, Villamaría Sector), and El Edén, Cuba and El Cóndor (South Zone, Salento Sector).

General recommendations, for a detailed surface exploration program at San Antonio area, are mentioned.

1. INTRODUCCION

Dentro de las regiones productoras de oro en el territorio Colombiano, el Departamento del Tolima ha desempeñado un papel de relativa importancia, que se remonta a la época pre-colombina y a la llegada de los españoles. Desde ese entonces hasta nuestros días, el oro extraído en territorio tolimense proviene esencialmente de dos clases de mineralizaciones: de filón y de aluvión, que con pocas excepciones, han sido explotadas de manera rudimentaria y antitécnica.

Durante la última década, los precios halagadores del oro y los progresos en los métodos de exploración, explotación y beneficio de metales preciosos, han llevado a numerosas compañías mineras en otros países, a concentrar esfuerzos en la búsqueda de ciertos depósitos de oro, diferentes a los tradicionales de filón y de aluvión, conocidos como de "bajo tenor - gran tonelaje" o de "oro diseminado". Estos depósitos generalmente ofrecen condiciones favorables para ser trabajados por medio de métodos masivos de explotación, con las ventajas obvias que representa.

Aunque en la Cordillera Central de Colombia, no se han reportado hasta la fecha depósitos de oro diseminado, el marco geológico de varias regiones de dicha cordillera ofrece excelentes perspectivas para prospec-

tarlos con éxito. Pulido (1984) menciona algunas de estas regiones, ubicadas en los Departamentos de Tolima, Huila, Quindío, Caldas y Risaralda.

Conscientes de la importancia que para el país representaba detectar áreas promisorias específicas, para prospectar en ellas depósitos de metales preciosos de bajo tenor-gran tonelaje, se presentó a las directivas del INGEOMINAS, a través de la División de Geología Regional de la Oficina Regional de Ibagué, un proyecto para prospectar mineralizaciones de oro diseminado, en regiones de los Departamentos de Tolima, Caldas, Quindío y Risaralda (PULIDO, 1983). Este proyecto recibió la aprobación del Instituto.

El proyecto comprende dos fases: Fase I ó de reconocimiento, y Fase II ó de detalle. El propósito principal de la Fase I era detectar, dentro de las regiones aparentemente favorables, zonas con características de alteración hidrotermal y de mineralización, que justificasen estudios más avanzados. La Fase II tiene como objetivo principal, investigar en detalle la información geológica y geoquímica de superficie, en las zonas de interés encontradas durante la Fase I, para determinar si se justifica programar etapas de exploración geofísica y de perforación.

En este informe se describen los trabajos realizados y los resultados obtenidos en la Fase I —Reconocimiento— del proyecto oro diseminado, al tiempo que se plantean las recomendaciones generales para la programación de la Fase II —Detalle— del mismo proyecto. Los principales datos estadísticos correspondientes a la Fase I, se presentan en el Anexo 1.

1.1. LOCALIZACION

Las regiones seleccionadas para visitar durante la Fase I, se encuentran localizadas en los Departamentos de Caldas, Quindío y Tolima, dentro de tres zonas denominadas informalmente: norte, sur y oriente (Fig. 1). Para la selección de estas zonas se tuvo en cuenta la existencia previa de: mapa geológi-

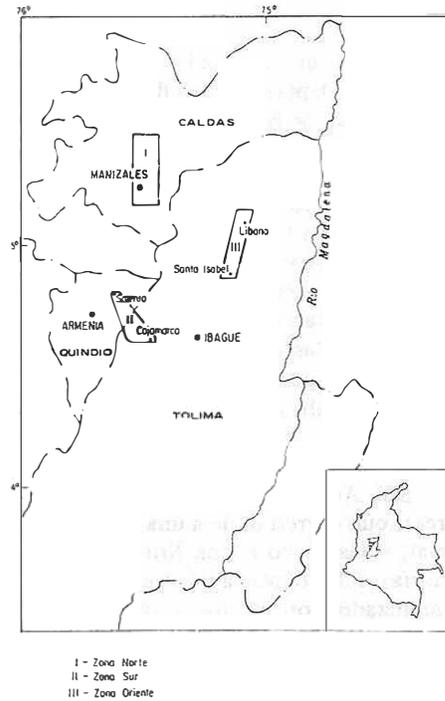


FIG. 1: Proyecto oro diseminado. Fase I. Localización de zonas seleccionadas.

co, conjunto litológico-estructural favorable, anomalías geoquímicas de metales preciosos o de sus elementos guías —pathfinders— y descripciones geológicas de minas activas y abandonadas de oro, plata, antimonio, arsénico y mercurio. Desafortunadamente, limitaciones de diversa índole impidieron cubrir los sitios seleccionados en su totalidad.

1.2. METODOS DE TRABAJO

Radtke and Dickson (1974), Berger and Eimon (1982), Bonham Jr. (1983), Jones (1983) y Sillitoe (1983) son, entre otros, autores que describen los principales rasgos geológicos de alteración hidrotermal y de mineralización de los depósitos auríferos de bajo tenor-gran tonelaje, al tiempo que proponen clasificaciones y subdivisiones según su posible génesis y recomiendan algunas guías para su exploración.

1.2.1. METODO DE CAMPO

Una vez analizada la información geológica, geoquímica y de mineralizaciones disponible para la mayor parte de las regiones escogidas, se seleccionaron y visitaron diferentes áreas, con el propósito de identificar criterios favorables de mineralización y adelantar un muestreo de esquirlas de rocas.

La observación en el campo se concentró en reconocer los diferentes tipos de roca, la existencia de fallas mayores, la intensidad del fracturamiento, la clase e intensidad de alteración hidrotermal (silicificación, argilización, sericitización, cloritización, potásica, etc.), y la presencia de ciertos minerales típicos de depósitos de oro diseminado (pirita, estibina, rejalgar, oropimente y óxidos de hierro entre otros).

Cada muestra de esquirlas de rocas cobre, en promedio, 5 a 8 m² de afloramiento y consiste en 4 a 5 kg de esquirlas, cuyo tamaño oscila entre 1 y 4 cm de diámetro. Ocasionalmente se tomaron muestras de micas y arcillas, para ser identificadas por medio de análisis de Rayos X.

1.2.2. METODOS DE LABORATORIO

Un total de 107 muestras de esquirlas de rocas fueron analizadas en el Laboratorio Químico del INGEOMINAS en Bogotá. De acuerdo con el químico A. Espinosa (comunicación escrita, 1984), las muestras, una vez tamizadas a malla -80 y cuarteadas, se sometieron a análisis para determinar oro-plata - arsénico - antimonio y en algunos casos análisis espectrográfico.

Para ellos, se decidió adoptar la técnica normalizada por Thomas (1976), de agua regia a 90°C, que sirve para solubilizar el contenido metálico, de interés geoquímico, presente en la muestra y permite cuantificar, entre otros elementos, la plata y el arsénico.

La plata se determina, en la solución de agua regia, empleando un equipo de absorción atómica Perkin Elmer, modelo 306 y llama de acetileno-aire, de acuerdo a las con-

diciones de funcionamiento recomendadas por el fabricante Elmer (ELMER, 1971).

El arsénico se cuantifica, en la solución de agua regia, siguiendo el procedimiento colorimétrico de Gutzeit, descrito por Stanton (1968), basado en la reacción de la arsina con el cloruro mercúrico para producir una una coloración amarilla.

La determinación de oro se efectúa utilizando un ataque modificado por Thomas (1976), del tradicional método descrito por Thompson, et al (1968), que consiste en añadir una pequeña cantidad de bromato potásico, para conseguir bromuro, que facilita el ataque y la extracción del oro en la Fase MIBK. Las muestras fueron calcinadas previamente a una temperatura de 700°C para descomponer los sulfuros. El oro se valora en la fase orgánica empleando un equipo de absorción atómica modelo 306 y llama de acetileno-aire de acuerdo con las condiciones instrumentales recomendadas por Elmer (1971).

El antimonio se determinó usando la técnica colorimétrica recomendada por Stanton (1968), que se basa en la reacción del antimonio pentavalente con Rodamina-B para formar un complejo de color rojo-violeta.

Los métodos para el control de los resultados analíticos se basan en:

1. Análisis duplicados por el mismo método.
2. Utilización de patrones internacionales.
3. Análisis de control para laboratorios exteriores.

Un total de 30 muestras de esquirlas de rocas y 3 de sedimentos activos fueron analizadas por espectrografía completa. El análisis espectrográfico es un método semicuantitativo que permite la determinación de elementos mayores y trazas. Su fundamento teórico se basa en la radiación producida por los elementos químicos, al ser excitados por un arco voltaico, la cual es impresa en una placa fotográfica, y medida y valora-

da de acuerdo con patrones debidamente establecidos.

Cinco muestras fueron analizadas por difracción de Rayos X e interpretadas en el Laboratorio Químico de la Oficina del INGEOMINAS en Medellín.

Los resultados analíticos correspondientes a las muestras analizadas, se presentan en los Anexos 2 y 3.

1.3. AGRADECIMIENTOS

El autor manifiesta sus agradecimientos a las Directivas del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico - Mineras INGEOMINAS, por su aprobación para adelantar este proyecto.

Los análisis químicos fueron elaborados en la Subdirección de Investigaciones Químicas del INGEOMINAS, por los químicos Alvaro Espinosa y Alvaro Barato. Los análisis por difracción de Rayos X fueron realizados por el químico Antonio Gutiérrez, del INGEOMINAS, en Medellín.

Se agradece al geólogo Alberto Nuñez T., Director de la Oficina Regional de INGEOMINAS en Ibagué, su constante apoyo durante la realización de este proyecto y sus comentarios e insinuaciones durante la redacción del presente informe. También se agradece al auxiliar Rodrigo Marín T. su eficiente colaboración, durante las labores de campo.

Para la elaboración del presente informe, se contó con la cooperación de la dibujante Nora Hernández y de la Secretaria Argelia de Hoyos.

2. ZONA NORTE

La Zona Norte (I en Figura 1), cubre aproximadamente 825 km² del Departamento de Caldas y se extiende, en forma rectangular, desde unos 5 km al norte de la población de Salamina hasta unos 10 km al sur de la ciudad de Manizales (Fig. 2).

La geología regional generalizada de esta zona (Fig. 2), tomada de Mosquera (1978) y González et al. (1980), muestra dos ambientes favorables para prospeccionar, en ellos, mineralizaciones de oro diseminado: a) Depósitos asociados a rocas sedimentarias y metasedimentarias, carbonoso-calcáreas de la Formación Quebradagrande, preferencialmente cerca a donde estas rocas son afectadas por fallas de gran ángulo (Sector Aranzazu - Salamina), y b) Depósitos asociados a stocks subvolcánicos dacítico-andecíticos y sus rocas encajantes, principalmente al este y sureste de Manizales (Sector Villamaría).

Dentro de la Zona Norte se conocen varias minas, activas y abandonadas, de oro de filón y de venillas, principalmente al este y sureste de Manizales, y la mina abandonada de mercurio de la Nueva Esperanza, al norte de Aranzazu (Fig. 3).

2.1. SECTOR ARANZAZU -SALAMINA

La Formación Quebradagrande (BOTERO, 1963) está compuesta por dos miembros, uno esencialmente sedimentario y otro volcánico; su edad va del Cretáceo inferior al Cretáceo superior (GONZALEZ, 1980). Mosquera (1978), en la descripción de la litología del Cuadrángulo K-8, utiliza el nombre de "Complejo Metasedimentario Volcánico de Aranzazu - Manizales", dado por Lozano et al. (1976), para la misma secuencia, al norte de Salento (Quindío). En este trabajo se utiliza el nombre de Formación Quebradagrande, concentrando la atención en el miembro sedimentario.

El miembro sedimentario de la Formación Quebradagrande, de acuerdo con los autores citados presenta, por zonas, un dominio de shales y lutitas carbonosas, líticas y bancos de caliza negra y chert negro. Los shales y las lutitas son rocas ricas en materia orgánica y en su mayor parte presentan efectos de metamorfismo dinámico. Numerosas fallas de gran ángulo afectan estas rocas, especialmente en los alrededores de la población de Aranzazu (MOSQUERA, 1978).

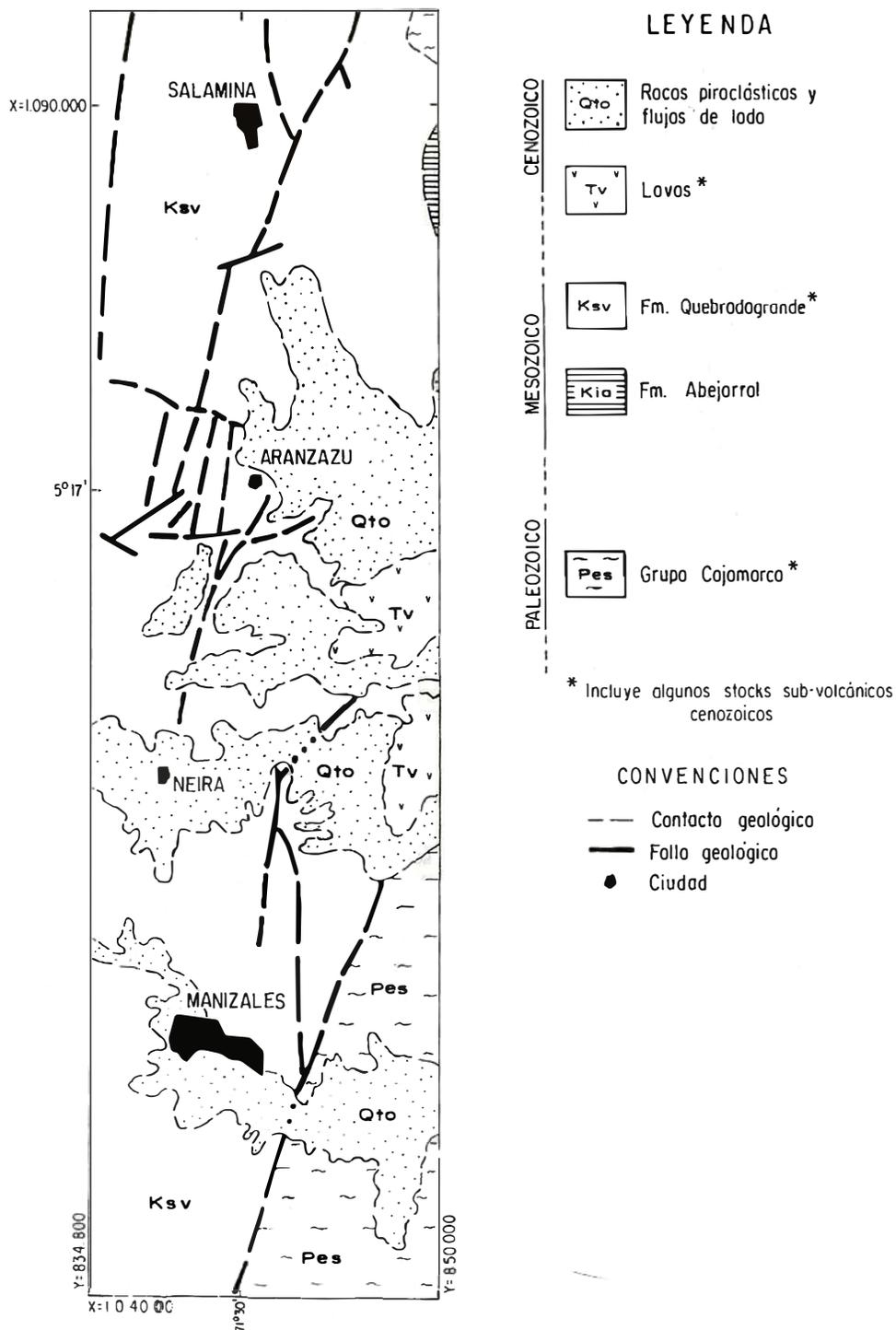
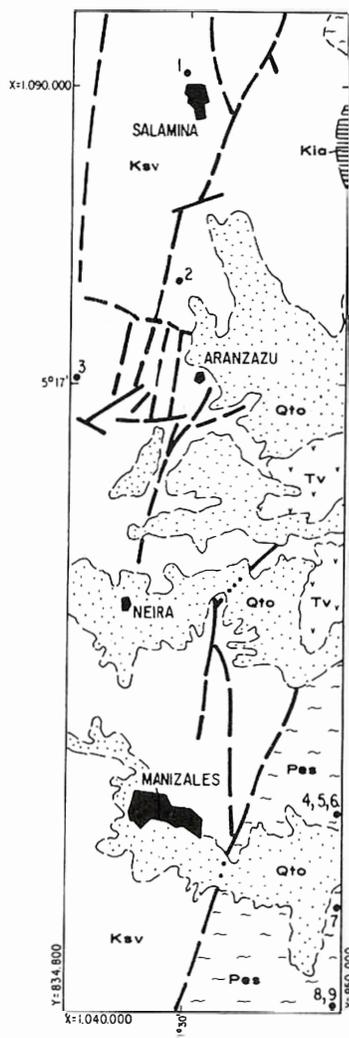


FIG. 2: Proyecto oro diseminado. Fase I Zona Norte: Mapa Geológico. Simplificado de MOSQUERA (1978) y GONZALEZ et al. (1980).



- 1 - El Corozo, Ag (Prospecto, filón)
 - 2 - Nuevo Esperanza, Hg (Mina abandonada relleno de fracturas)
 - 3 - Balmoral, Hg (Prospecto, relleno de fracturas)
 - 4 - Cascada, Au (Mina abandonada, filón)
 - 5 - La Coqueta, Au (Mina activa, filón)
 - 6 - Palmitas, Au (Mina activa, filón)
 - 7 - Gallinazo, Au (Mina activa, filón, stockwork, disseminación)
 - 8 - Toldafria, Au (Mina activa, filones)
 - 9 - California, Au (Mina activa, filones)
- Localización según López (1971)

Nota: Para la leyenda y convenciones ver la Figura 2

1. El Corozo, Ag (Prospecto, filón).
2. Nueva Esperanza, Hg (Mina abandonada, relleno de fracturas).
3. Balmoral, Hg (Prospecto, relleno de fracturas).
4. Cascada, Au (Mina abandonada, filón).
5. La Coqueta, Au (Mina activa, filón).
6. Palmitas, Au (Mina activa, filón).
7. Gallinazo, Au (Mina activa, filón, stockwork, disseminación).
8. Toldafria, Au (Mina activa, filones).
9. California, Au (Mina activa, filones).

NOTA: Para la leyenda y convenciones ver la Fig. 2.

FIG. 3: Proyecto Oro disseminado. Fase I. Zona Norte: Principales mineralizaciones de Au - Ag - Hg conocidos. Localización según LOPEZ (1971).

Estudios de geoquímica regional y detallada alrededor de la mina La Nueva Esperanza (LOZANO et al, 1979), detectaron anomalías positivas de mercurio, arsénico y antimonio, a partir de muestras de sedimentos activos, fracción fina (Fig. 4). Estos elementos son guías (pathfinders) típicos de mineralizaciones de oro disseminado tipo Carlin (Carlin type).

La descripción petrográfica, de 10 secciones delgadas, de los shales del miembro sedimentario de la Formación Quebradagrande, en los alrededores de las poblaciones de Salamina y Aranzazu, dice: "Estas rocas presentan concentraciones no mayores de 10% de cuarzo y plagioclasa en forma de granos pequeños embebidos erráticamente en una matriz compuesta esencialmente por arcilla y grafito, con cantidades variables de calcita. Como minerales accesorios se encuentran cristales de piritita" (LOZANO et al, 1979, p. 129).

Las características geológicas antes descritas permiten definir el miembro sedimentario de la Formación Quebradagrande, en el Sector Aranzazu - Salamina, como una unidad aparentemente favorable para prospectar depósitos de oro disseminado tipo Carlin. Estas características se pueden resumir así: presencia de rocas sedimentarias carbonoso-calcáreas, piritosas, de grano fino y afectadas por fallas de gran ángulo; existencia de mineralizaciones de Hg y de drenajes anómalos para Hg, As y Sb, en sedimentos

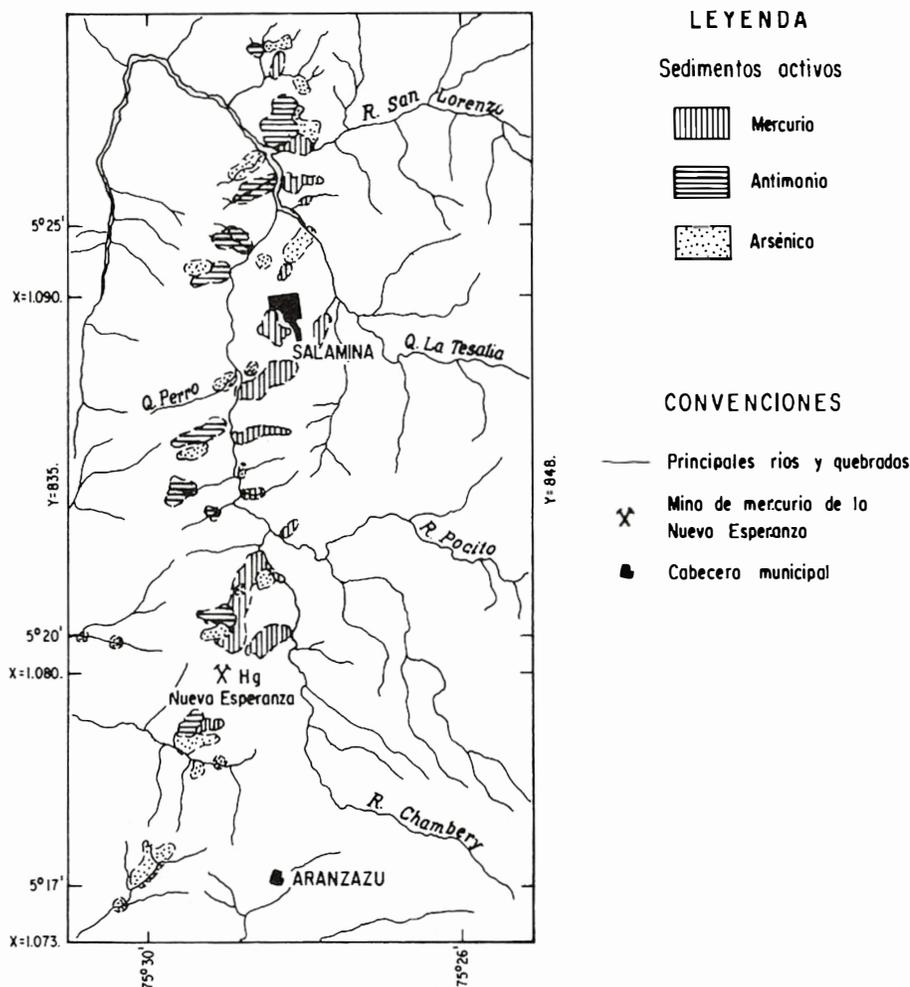


FIG. 4: Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Norte, sector Aranzazu - Salamina. Anomalías de Hg - As - Sb en sedimentos activos, fracción fina. Simplificado de LOZANO et al. (1979).

activos; y presencia de stocks subvolcánicos cenozoicos relativamente cerca.

En el muestreo de esquirlas de rocas, se dio especial importancia a afloramientos en o cerca de las zonas de falla, con rocas que presentasen piritita diseminada, algo de silicificación, presencia de carbonatos, algún contenido de material carbonoso, y anomalía de color debida principalmente a óxidos de hierro.

De las 55 muestras de esquirlas de rocas colectadas, 44 fueron enviadas al laboratorio, obteniéndose 97 análisis según se explica en la Tabla 1.

La Figura 5 indica la localización de las muestras analizadas, dentro del miembro sedimentario de la Formación Quebradagrande, en el Sector Aranzazu - Salamina. Debido a la ausencia de buenos afloramientos y a la existencia de rocas aparentemente no favorables para la mineralización buscada, 15 sitios más, previamente seleccionados, no fueron investigados.

Debido al reducido número de análisis realizados para Au - As - Sb, y a los bajos valores reportados, no se justificó adelantar cálculos estadísticos, para determinar valores normal (background) y umbral (threshold). El Anexo 2-I presenta los resultados analíticos correspondientes.

TAB. 1: Número de muestras de esquirlas de rocas analizadas y número de análisis realizados. Zona Norte, Sector Aranzazu - Salamina.

ANÁLISIS SOLICITADO	No. DE MUESTRAS	No. DE CAMPO*
Espectrografía completa	5	1 al 5
Abs. Atómica (Au), colorimetría (As, Sb)	19	6 al 24
Abs. Atómica (Au), colorimetría (As)	14	25 al 38
Abs. Atómica (Au), colorimetría (Sb)	1	39
Ab. Atómica (Au)	<u>5</u>	40 al 44
Total muestras analizadas	44	

TIPO DE ANÁLISIS	No. DE ANÁLISIS REALIZADOS	LÍMITE DE DETECCIÓN (EN ppm)
Espectrografía completa	5	—
Abs. Atómica para Au	39	0,01
Colorimetría para As	33	1,00
Colorimetría para Sb	<u>20</u>	1,00
Total	97	

NOTA: No se analizó Hg por falta de método analítico confiable.

* Para su localización, ver Fig. 5.

Los valores detectados, en ppm, oscilan así: para oro, entre $< 0,01$ (15 muestras) y 0,1 (1 muestra); para arsénico, entre $< 1,0$ (2 muestras) y 32 (1 muestra); y para antimonio, entre 1,0 (3 muestras) y 7,0 (1 muestra). Estos valores se consideran de poca importancia y no justifican estudios adicionales; por tanto, se descarta la posibilidad de encontrar en este Sector, al menos en los alrededores de los sitios muestreados, áreas específicas de interés para prospectar depósitos de oro diseminado tipo Carlin.

2.2. SECTOR VILLAMARIA

Al este y sureste de Manizales, rocas metamórficas del Grupo Cajamarca y stocks subvolcánicos, de composición ácida a intermedia, hospedan mineralizaciones de oro en filón y en venillas. Las mineralizaciones visitadas en este sector y que, junto con otras, son descritas por López (1971), se conocen con los nombres de Cascada, La Coqueta, Palmitas, Gallinazo, Toldafría y California (Tabla 2 Figura 3, No. 4 a 9). Algunos afloramientos

TAB. 2: Localización geográfica* de las mineralizaciones visitadas. Zona Norte, Sector Villamaría.

MINA	COORDENADAS (m)		ALTURA s.n.m. (m)
	X	Y	
Cascada	1.050.400	852.250	2.695
La Coqueta	1.050.150	852.100	2.710
Palmitas	1.049.320	852.550	2.810
Gallinazo	1.046.400	850.930	2.380
Toldafría	1.038.140	849.090	2.940
California	1.039.500	850.250	2.790
Termales [†]	1.041.100	855.700	3.450

* Tomada de López (1971)

[†] Manifestación

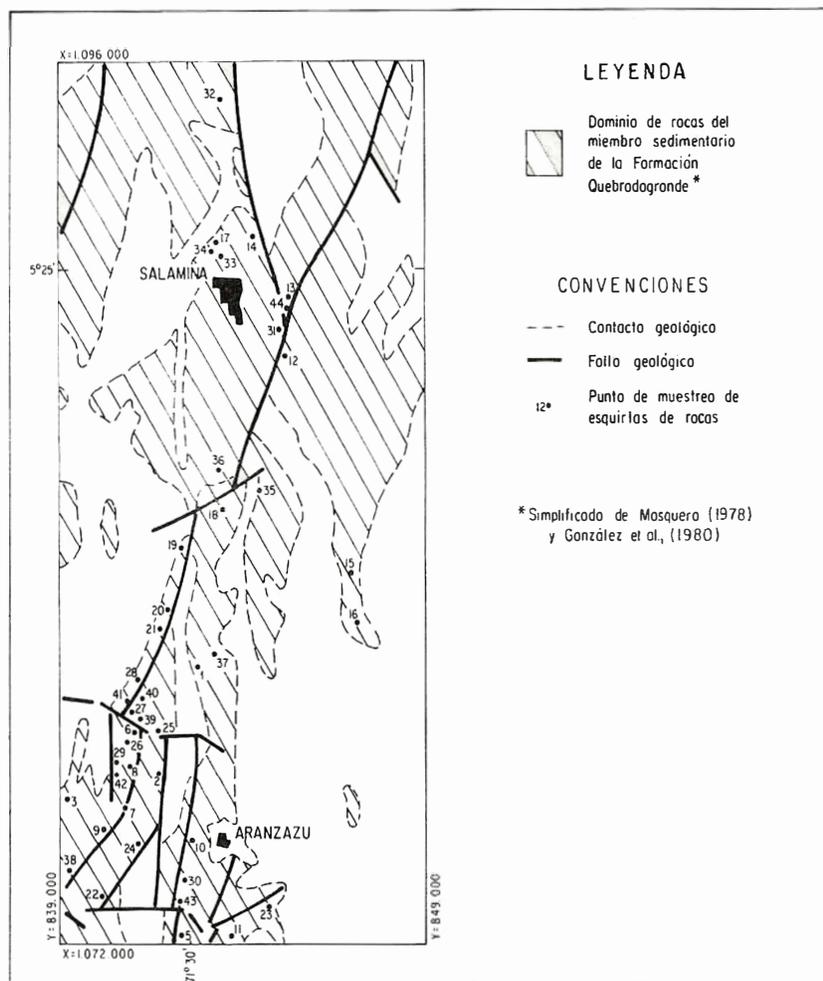


FIG. 5: Proyecto oro diseminado. Fase I. Zona Norte, Sector Aranzazu - Salamina. Localización de muestras de esquirlas de rocas. Simplificado de MOSQUERA (1978) y GONZALEZ et al. (1980).

ramientos de sinters silíceos piritizados, en los alrededores del Hotel Termales, cerca al Nevado del Ruiz, fueron también visitados.

En esta oportunidad, la observación y el muestreo se concentraron en las rocas encajantes de las mineralizaciones, especialmente en zonas entre filones relativamente cercanos, tratando siempre de encontrar indicios de diseminación de oro. La Tabla 3 indica los diferentes análisis solicitados; los resultados analíticos correspondientes, se presentan en el Anexo 2-II.

Las mineralizaciones de Palmitas, La Coqueta y Cascada, junto con las de Farallones y Volcanes, conforman un complejo filoniano localizado en el borde oriental del Municipio de Manizales, que se caracteriza por presentar filones de cuarzo, con espesores entre 0,40 y 1,80 m, y por contener cantidades significativas de metales preciosos, íntimamente relacionados a los sulfuros presentes (LOPEZ, 1971).

De acuerdo con lo observado, los efectos de fracturamiento, alteración hidroter-

T.A.B. 3: Número de análisis solicitados para muestras de esquirlas de rocas. Zona Norte, Sector Villamaría.

Mina	Espectrografía Completa	Absorción Atómica		Colorimetría	
		Au	Ag	As	Sb
Cascada	—	1	1	1	1
La Coqueta	—	1	1	—	—
Palmitas	—	1	1	1	1
Gallinazo	4	7	3	2	2
Toldafría	3	3	2	2	2
California	1	2	1	1	1
Termales ⁺	4	4	4	4	4
Totales	12	19	13	11	11

⁺ Manifestación

mal (principalmente sericitación y argilización), y piritización, se restringen a 20-30 cm de los respaldos de los filones, dejando el resto de la roca de caja prácticamente fresca. Los análisis realizados, en muestras de las rocas encajantes que mostraban algún indicio de piritización, no reportaron ningún valor de importancia (Anexo 2-II-B, muestras Nos. 57-58-59).

Al parecer, la mineralización de interés en esta región se restringe tan sólo a la zona de influencia de los filones, descartando así la posibilidad de encontrar disseminaciones de importancia, en las rocas encajantes.

Las minas de California y Toldafría, localizadas al sur del Municipio de Villamaría y separadas entre sí 1.500 m, aparentemente corresponden a un mismo sistema de filones y venillas de cuarzo, emplazados dentro de esquistos negros del Grupo Cajamarca. En esta región, además de oro libre, se reporta oro íntimamente asociado a los sulfuros, principalmente a piritita (LOPEZ, 1971).

A diferencia del complejo filoniano del Municipio de Manizales, antes mencionado, este sistema se caracteriza por contener filones mucho más angostos (0,10 - 0,40 cm) y más numerosos: en Toldafría se conocen 8 y en California 9 (mineros de la región, co-

municación oral). Algunas zonas, entre los filones muestran venillas de cuarzo con piritita, formando estovercas (stockworks). La muestra No. 60, tomada en una de estas zonas, ubicada en el frente de trabajo de la guía Muñoz, al momento de visitar la mina de Toldafría, arrojó los siguientes valores: 0,46 ppm en Au, 27 ppm en Ag, 200 ppm en As y 19 ppm en Sb (Anexo 2-II-B).

Al parecer, la región de las minas de Toldafría y California ofrece buenas perspectivas para desarrollar allí una exploración y un muestreo sistemáticos, que permitan delinear mineralizaciones de metales preciosos asociados a estovercas (stockworks), con posibilidades de ser explotadas masivamente.

Desafortunadamente, los dueños de estas minas, al no poder emprender una investigación detallada por los costos que ella implica, se limitan a recuperar el oro libre de los filones sin aprovechar el oro contenido en los sulfuros, y mucho menos el de las zonas potenciales de estovercas.

Los dueños de las minas de Toldafría y California, de otro lado, no tienen ningún inconveniente en facilitar sus minas para adelantar estudios de detalle. Obviamente, los resultados no sólo serían de utilidad en dichas minas sino que podrían ser proyectados hacia las regiones vecinas.

La mineralización de Gallinazo, ubicada al oriente del Municipio de Villamaría, presenta características diferentes a las de las minas antes tratadas, que se pueden resumir como sigue:

- a) Roca huésped: roca intrusiva de textura porfirítica con fenocristales de plagioclasa alterada y, en menor proporción, fenocristales de cuarzo, en una matriz argilizada. La roca original no se observó en los afloramientos visitados; al parecer se trata de un pórfido andesítico-dacítico.
- b) Alteración hidrotermal: intensa; afecta masivamente la roca huésped oscureciendo su textura original. Macroscópicamente se observa silicificación y argilización. Análisis por difracción de Rayos X del material argilizado reportaron, en orden de importancia, los siguientes minerales: cuarzo + caolinita + sericita + feldespato potásico + pirita.
- c) Tipo de mineralización: venillas de cuarzo menores de 3 cm de espesor y abundantes fracturas con pirita y óxidos de hierro como principales minerales, conforman zonas irregulares de estovercas (stockwork). Brechas hidrotermales piritizadas, también de forma irregular, se observan ocasionalmente.
- d) Mineralización: pirita es el sulfuro más abundante (2 - 3 % en volumen).
Se encuentra diseminada en la roca, en las venillas de cuarzo y rellenando fracturas. El oro, de tamaño muy fino, se presenta en estado libre, aleado con la plata, y posiblemente combinado con la pirita. Se observan trazas de esfalerita (marmatita), calcopirita, arsenopirita (?) y galena (?).
- e) Forma del cuerpo mineralizado: la zona de alteración-mineralización, parece tener en superficie una forma semi-circular, con un radio aproximado de 300 m.

En el pasado, la mina Gallinazo fue explotada a cielo abierto por medio de montes. Al arrancar el material masivamente, lo hacían pasar por canales en donde se concentraban las jaguas y el oro libre, para luego extraer el metal con batea (LOPEZ, 1971). Posiblemente tal explotación se limitó a la zona de oxidación, en donde el oro, contenido en los sulfuros, se concentró al descomponerse estos últimos. En el momento de la visita, tan sólo dos barequeros de la región trabajaban en las colas de la mina.

La mineralización de Gallinazo está íntimamente relacionada a un stock dacítico-andesítico cenozoico. Cuerpos subvolcánicos similares son relativamente abundantes en los alrededores de Gallinazo, especialmente hacia el este y sureste, en dirección al Nevado del Ruiz. Por tanto, toda esta región ofrece buenas posibilidades para prospectar en ellas depósitos de oro y plata diseminados, con características similares a las observadas en Gallinazo. Posibles depósitos del tipo "Hot Spring", genéticamente relacionados al volcanismo Cenozoico y reciente que se presenta en esta misma región, hacen aún más interesante la zona. Muestras de sinter silíceo, en cercanías del Hotel Termal, reportan algunos valores interesantes de As, Sb, Ba, Mo, Pb y Ni (Anexo 2-II, muestras Nos. 53 - 54 - 55 - 56 - 74 - 75).

En el Sector Villamaría se presentan dos regiones que justifican una exploración detallada, conducente a detectar mineralizaciones de oro diseminado; éstas son, en orden de importancia, Gallinazo y Toldafría - California.

Los alrededores del Hotel Termal, y en general la región volcánica del Nevado del Ruiz, deberían tenerse en cuenta para prospectar depósitos de metales preciosos, del tipo "Hot Spring".

La región de las minas de Palmitas, Coqueta y Cascada se considera de poco interés para los depósitos de este proyecto.

3. ZONA SUR

La Zona Sur abarca aproximadamente 160 km² de los Departamentos de Quindío y Tolima (II en Figura 1). Allí, la prospección se concentró principalmente en los alrededores de mineralizaciones auríferas tipo estoverca (stockwork), reportadas por Mosquera y Buitrago (1971) en el Municipio de Salento (Quindío), y por Buitrago y Buenaventura (1975) en el Municipio de Cajamarca (Tolima) (Figura 6). Algunas regiones consideradas de interés para oro por Lozano et al. (1976), también fueron visitadas durante esta fase.

A diferencia de la Zona Norte, todas las minas visitadas en la Zona Sur se encuentran abandonadas, con la mayoría de los túneles derrumbados y los tajos abiertos emmontados. Este hecho limitó la observación y el muestreo a los afloramientos de los alrededores.

3.1. SECTOR SALENTO

Al sureste del Municipio de Salento (Quindío) se presentan varias mineralizaciones de oro, asociadas con zonas de veñas y venillas de cuarzo, localizadas en o cerca a la zona de influencia de fallas y en su mayoría emplazadas dentro de rocas metamórficas esquistosas del Grupo Cajamarca (MOSQUERA y BUITRAGO, 1971).

En el Sector Salento se visitaron 6 minas: La Sierra, La María, La Morena, Cuba, El Cóndor y El Edén (Fig. 6 y Tab. 4). Afloramientos, en los nacimientos del río Boquerón, también fueron visitados.

Nuevamente, el muestreo se concentró en los afloramientos en donde se reconocieron criterios, aparentemente favorables, para mineralizaciones de oro diseminado; en este caso, a zonas de estovercas (stockworks). Desafortunadamente, la escasez de afloramientos en los alrededores de las minas visitadas, junto con la falta de acceso a los túneles, limitó el muestreo de esquirlas de rocas (Tab. 5). Los resultados analíticos correspondientes se presentan en el Anexo 3-F.

En los alrededores de la mina La María y en la región comprendida entre las minas Cuba, El Edén y El Cóndor, afloran esquistos negros y esquistos verdes, en los cuales se observan, ocasionalmente zonas irregulares de estovercas (stockworks), definidas por la presencia de fracturas y microfracturas (≈ 20 por m²), y venillas de cuarzo con espesores entre 0,2 y 4 cm (≈ 10 por m²); el contenido de pirita en estas zonas varía entre 0,5 y 3% en volumen, observándose también algo de sericitización.

En los alrededores de las minas antes mencionadas, se presentan bloques y rodados de pórfidos dacítico-andesíticos, frescos a algo propilitizados.

Los afloramientos alrededor de las minas La Sierra y La Morena, no presentan desarrollo de estovercas. Aparentemente éstas corresponden a mineralizaciones filonianas típicas, sin formación de zonas de venillas ni de fracturas piritizadas, al menos en los sitios observados.

Aunque los valores para oro, en la mayoría de las muestras colectadas en el Sector Salento, no son alentadores, la presencia de zonas irregulares de estovercas en inmediaciones de las minas La María, Cuba, El Edén y El Cóndor, junto con sus antecedentes de producción y los motivos por los cuales se dejaron de explotar (MOSQUERA y BUITRAGO, 1971), hacen de la región correspondiente a estas cuatro mineralizaciones, una zona de relativa importancia para adelantar, dada la escasez de afloramientos, un muestreo sistemático de suelos con el propósito de detectar y delimitar posibles anomalías para oro, relacionadas con áreas de estovercas (stockworks).

3.2. SECTOR CAJAMARCA

Al oeste del Municipio de Cajamarca (Tolima), Buitrago y Buenaventura (1975) informan de la existencia de varias manifestaciones, prospectos y minas abandonadas de oro, asociadas con zonas de venillas, estovercas y suelos, estos últimos conocidos con el nombre de "moles" por los mineros de la

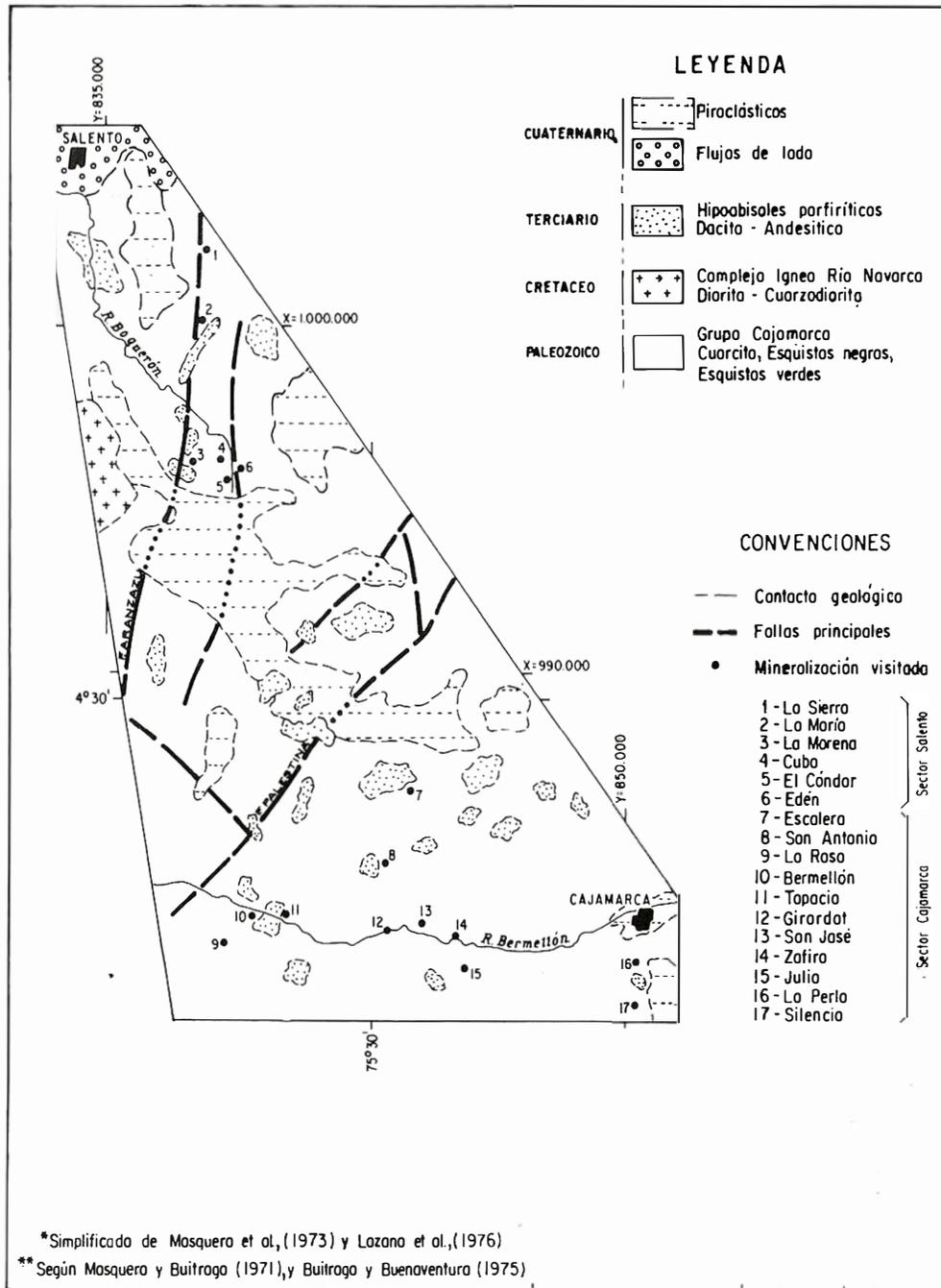


FIG. 6: Proyecto oro diseminado. Fase I, Zona Sur. Geología simplificada de MOSQUERA et al. (1976) y localización según MOSQUERA y BUITRAGO (1971) y BUITRAGO y BUENAVENTURA (1975) de las mineralizaciones visitadas.

TAB. 4: Localización geográfica* de las mineralizaciones visitadas. Zona Sur, Sector Salento.

MINA	COORDENADAS (m)		ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (m)
	X	Y	
La Sierra	1.004.080	838.120	2.350
La María	1.000.610	836.640	2.580
La Morena	974.600	821.500	2.730
Cuba	995.840	837.340	2.900
El Cóndor	995.530	837.830	3.000
El Edén	995.610	838.500	3.020

* Tomado de Mosquera y Buitrago (1971) y Mosquera et al. (1973).

TAB. 5: Número de análisis solicitados para muestras de esquirlas de rocas. Zona Sur, Sector Salento.

Mina	Espectrografía Completa	Absorción Atómica		Colorimetría	
		Au	Ag	As	Sb
La Sierra	1	—	—	—	—
La María	1	3	—	3	—
La Morena	—	1	—	1	—
Cuba	—	1	1	1	1
El Cóndor	1	2	—	2	—
El Edén	—	2	—	2	—
Totales	3	9	1	9	1

región. Estas mineralizaciones se encuentran dentro de esquistos negros (cuarzo-sericíticos) y esquistos verdes (clorítico-actinolíticos) del Grupo Cajamarca, generalmente cerca a diques o stocks de pórfidos dacítico-andesíticos.

Con el propósito de detectar posibles concentraciones de oro diseminado en los alrededores, se visitaron 11 de esas mineralizaciones: Escalera, San Antonio, La Rosa, Cristales o Bermellón, Topacio, Girardot, San José, Zafiro, La Julia, La Perla, El Silencio (Figura 6 y Tabla 6). Dos mineralizaciones, La Holanda y El Agrado, localizadas en el corregimiento de Anaime (Cajamarca), no se lograron ubicar con exactitud y por tanto no fueron visitadas. Los análisis solicitados se indican en la Tabla 7; los resultados correspondientes se presentan en el Anexo 3-II.

La mina San Antonio fue explotada a "tajo abierto rudimentario" en la zona de oxidación, y abandonada en 1947 por problemas diferentes al agotamiento del mineral (mineros de la región, comunicación oral).

En la zona de explotación, completamente cubierta por maleza en la actualidad, se destaparon afloramientos correspondientes a esquistos (?) y pórfidos dacíticos "mezclados", completamente argilizados, con abundantes óxidos de hierro y restos de pirita dentro de drusas y otros espacios abiertos. Al parecer la zona explotada corresponde a una brecha hidrotermal. Las muestras analizadas indican contenidos interesantes de oro (Anexo 3-II-B, muestras Nos. 101 - 102 - 103).

Aunque los resultados analíticos de las muestras tomadas en las minas La Julia y

TAB. 6: Localización geográfica* de las mineralizaciones visitadas. Zona Sur, Sector Cajamarca.

MINA	COORDENADAS (m)		ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (m)
	X	Y	
Escalera +	949.400	844.200	3.000
San Antonio	949.300	843.700	2.820
La Rosa	983.000	837.800	2.850
Bermellón + +	983.440	839.710	2.500
Topacio +	983.640	839.880	2.500
Girardot	983.320	843.320	2.300
San José	983.140	843.970	2.200
Zafiro	983.020	844.320	2.150
La Julia	981.750	845.260	2.360
La Perla	981.720	850.230	1.820
El Silencio	981.440	850.410	1.950

* Tomada de Buitrago y Buenaventura (1975)

+ Manifestación
+ + Prospecto

TAB. 7: Número de análisis solicitados para muestras de esquistos de rocas. Zona Sur, Sector Cajamarca.

Mina	Espectrografía Completa	Absorción Atómica		Colorimetría	
		Au	Ag	As	Sb
San Antonio	2	3	3	3	3
La Julia	—	2	2	2	2
San José	1	1	1	1	1
La Rosa	—	1	1	1	1
Bermellón	2	1	1	1	1
Escalera	5	2	2	2	2
Totales	10	10	10	10	10

San José, no son tan interesantes como los de San Antonio, las zonas explotadas en el pasado parecen corresponder a suelos auríferos, producto del desarrollo de placeres residuales y eluviales, formados a partir de rocas portadoras de oro (brechas hidrotermales y estovercas?), localizadas en las vecindades. Si esta apreciación es correcta, los alrededores de las minas La Julia y San José adquirirían importancia, como áreas potencialmente importantes para prospectar mineralizaciones de oro diseminado.

Algunos afloramientos en las inmediaciones de la mina La Rosa y el prospecto Bermellón o Cristales presentan, dentro de esquistos negros, un desarrollo débil de estovercas constituido por unas pocas venillas de cuarzo y calcita, conteniendo algo de piritita diseminada ($\leq 1\%$ en volumen) y ocasionalmente, trazas de estibina. En la quebrada Cristales y en el paraje del mismo nombre, sobre la carretera Cajamarca - Armenia, aflora un intrusivo subvolcánico de composición dacítica y textura porfirítica que presenta

zonas de intenso fracturamiento, alteración propilítica y piritita diseminada ($\approx 1\%$ en volumen).

Los análisis de las áreas de La Rosa y Bermeilón no reportan valores significativos para oro; las muestras correspondientes al intrusivo dacítico de la quebrada Cristales tan sólo reportan un contenido bajo de Cu y Mo (Anexo 3-II-A, muestras Nos. 95-96).

En la región de La Escalera, parte alta de la quebrada La Plancha, se adelantó un reconocimiento en las cercanías de un cuerpo de dacita porfirítica piritizado y localmente sericitizado o argilizado. Allí no se reportan valores significativos de oro; sin embargo dos muestras, una de esquirlas y otra de sedimentos activos, fracción fina, presentan respectivamente, valores de 20 y 50 ppm de Mo (Anexo 3-II-A, muestras Nos. 90-91).

Cinco de las mineralizaciones visitadas: Girardot, El Zafiro, El Silencio, Topacio y La Perla, se descartaron por corresponder todas a filones típicos sin ninguna evidencia, al menos en los afloramientos observados, de formación de zonas de estovercas (stock-works).

La zona de San Antonio es la más importante de las visitadas en el Sector Cajamarca y debe ocupar lugar de privilegio en la siguiente fase de este proyecto. Las zonas de las minas San José y La Julia, distantes de San Antonio 2,0 y 3,2 km respectivamente, ocupan segundo lugar en importancia.

Aunque el área correspondiente a la Zona Sur (Salento - Cajamarca, Figura 6) no se ha considerado de interés para prospectar mineralizaciones del tipo pórfido cuprífero (Cu-Mo), el hecho de presentar cuerpos subvolcánicos porfiríticos de composición dacítica, piritizados, con algo de alteración hidrotermal y con trazas de molibdenita, podría considerarse como un criterio favorable, quizás no muy importante, pero que no debe pasar desapercibido.

4. ZONA ORIENTE

La Zona Oriente (III en Figura 1) cubre aproximadamente 400 km² de los Municipios de Líbano y Santa Isabel, en el Departamento del Tolima. En el norte de este departamento se conocen 61 minas de oro de filón (BUENAVENTURA, 1975 y BUITRAGO y BUENAVENTURA, 1975), 17 de las cuales se localizan en el Municipio del Líbano, dentro de esquistos negros del Grupo Cajamarca, y 17 en el Municipio de Santa Isabel, en su mayoría dentro de rocas intrusivas de composición intermedia del Stock de Santa Isabel.

Con el propósito de buscar criterios geológicos favorables que permitieran seleccionar áreas promisorias para mineralizaciones de oro diseminado, en o cerca de algunas de esas minas, se visitaron 12 de ellas; 6 en el municipio de Santa Isabel: La Miscelánea, Las Animas, Palmita, La Pava, Berlín y El Pencil, y 6 en el municipio de Líbano: Santa Cruz, Cirpe, Sur Cirpe, El Porvenir, El Vergel y El Toro (Tabla 8 y Figura 7). En el momento de la visita, únicamente las minas de Cirpe, Las Animas y Berlín se encontraban en explotación.

En la Zona Oriente ninguna de las mineralizaciones visitadas presenta características geológicas favorables, que justifiquen estudios adicionales conducentes a detectar depósitos de oro diseminado. Como mineralizaciones de oro de filón la mayoría parece ofrecer, debido a sus antecedentes de producción, buenas perspectivas para justificar una exploración sistemática. Desafortunadamente, los costos que dicha exploración demanda están fuera del alcance de los mineros locales.

Aunque no es el propósito de este proyecto analizar en detalle las características filonianas, algunas generalidades se pueden comentar. Básicamente, las mineralizaciones observadas en el municipio del Líbano corresponden a un grupo de 3 a 5 (?) filones lenticulares de cuarzo, aproximadamente paralelos entre sí, al parecer controlados por un sistema de fracturas de rumbo N10-40°E

TAB: 8: Localización geográfica* de las mineralizaciones visitadas. Zona Norte.

MINA	COORDENADAS (m)		ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR (m)
	X	Y	
La Miscelánea	1.013.800	887.600	1.900
Las Animas	1.013.800	888.530	1.900
Palmita	1.013.840	888.540	1.900
La Pava	1.013.830	888.960	1.900
Berlín	1.013.450	889.050	2.100
El Pencil	1.012.480	888.770	2.150
Santa Cruz	1.044.400	895.100	950
Cirpe	1.044.000	894.950	1.230
Sur Cirpe	1.043.600	894.730	1.350
El Porvenir	1.043.050	894.470	1.600
El Vergel	1.042.625	894.050	1.700
El Toro	1.042.400	893.700	1.700

* Tomada de Buenaventura (1975) y Buitrago y Buenaventura (1975).

y expuestos, en forma discontinua por casi 3 km, entre las cotas 950 y 1.700 m sobre el nivel del mar. Estos filones, con espesores variando entre 0,30 y 1,50 m, se caracterizan por presentar crustificación, pocas drusas, efectos de alteración hidrotermal (silicificación, sericitización, argilización) restringidos a los primeros 10-40 cm de la roca encajante, y por contener, junto con Au y Ag, algo de Pb y Zn.

Las mineralizaciones en el Municipio de Santa Isabel corresponden a filones de cuarzo, al parecer independientes entre sí; tienen espesores entre 0,50 y 3,00 m, rumbos, buzamientos e intensidad de alteración hidrotermal muy variables, algo de crustificación, relativa abundancia de drusas y, rara vez algo de Cu-Pb-Zn acompañando Au y Ag.

5. CONCLUSIONES

De las conclusiones obtenidas en cada una de las tres zonas tratadas en este informe, se resume lo siguiente:

1. De todas las áreas visitadas, la de San Antonio (Zona Sur, Sector Cajamarca) y la de Gallinazo (Zona Norte, Sector Villamaría) ofrecen las mejores posibilidades para prospectar en ellas, mineralizaciones de oro diseminado. En su orden, éstas ocupan lugares de privilegio, para continuar las investigaciones correspondientes a la Fase II -detalle- del presente proyecto.
2. Otras regiones que ofrecen algunas perspectivas y que no deben descartarse sin antes adelantar en ellas alguna prospección adicional son, en orden de importancia, las siguientes: La Julia y San José (Zona Sur, Sector Cajamarca), Toldafría - California (Zona Norte, Sector Villamaría), y El Cóndor, Cuba y El Edén (Zona Sur, Sector Salento).
3. En los alrededores del Hotel Termal (al oriente del Sector Villamaría, Zona Norte) se presentan buenas perspectivas para detectar depósitos de metales preciosos del tipo "Hot Spring".
4. El resto de las localidades visitadas en la primera fase de este proyecto no ofrecen mayores posibilidades. Mientras el precio del oro se mantenga alto, la mayoría de las mineralizaciones de oro de filón de la Zona Oriente, como tales, quizás justifiquen más exploración.

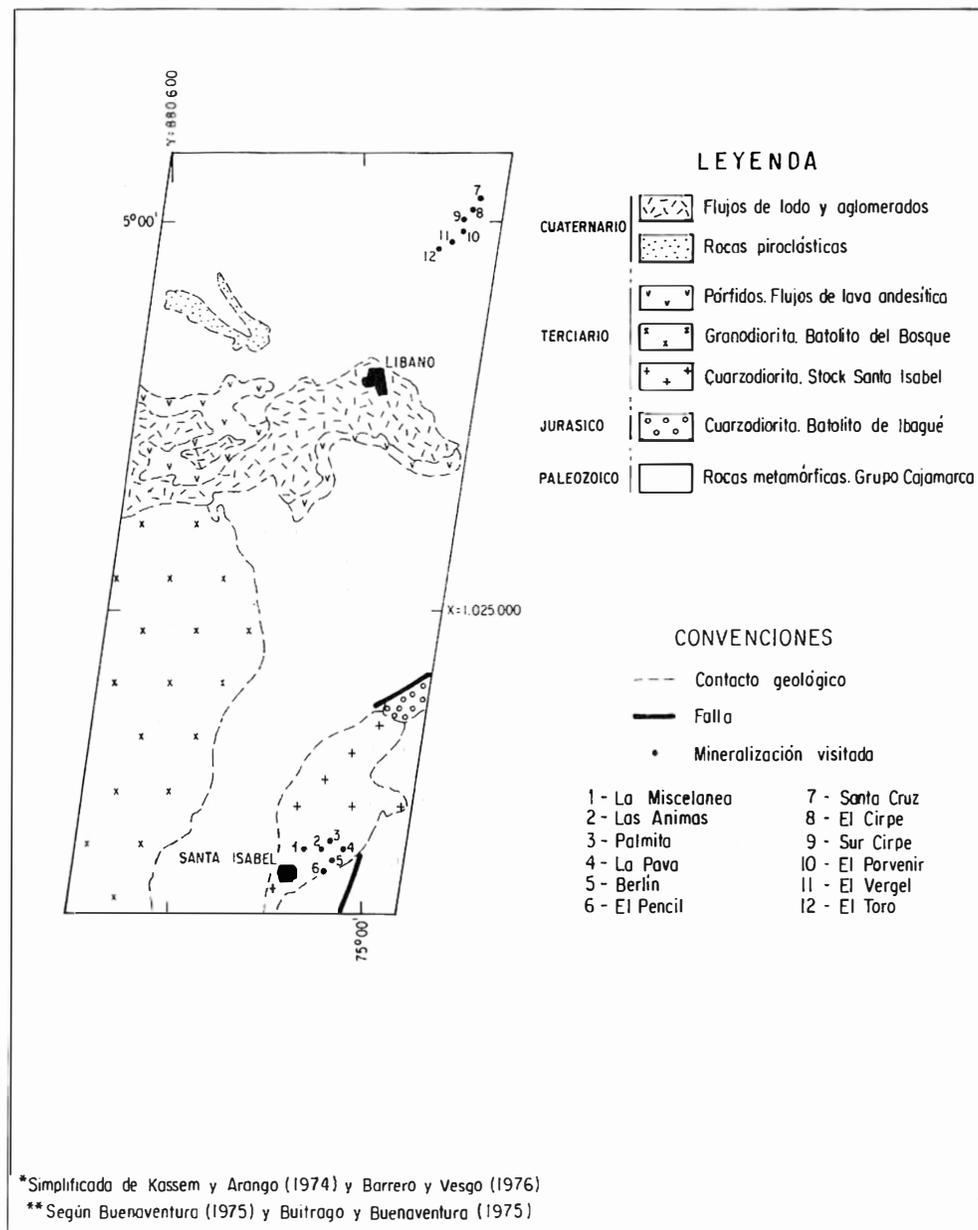


FIG. 7: Proyecto oro diseminado. Fase I, Zona Oriente. Geología simplificada de KASSEM y ARANGO (1974) y BARRERO y VESGA (1976) y localización según BUENAVENTURA (1975) y BUITRAGO y BUENAVENTURA (1975) de las mineralizaciones visitadas.

6. RECOMENDACIONES

1. Adelantar la Fase II -detalle- en el área de San Antonio (Zona Sur, Sector Cajamarca), considerada la más importante de las prospectadas durante la Fase I -reconocimiento- del presente proyecto.
2. Básicamente, al elaborar la programación de la Fase II para el área de San Antonio, deben tenerse en cuenta los siguientes parámetros:
 - Elaboración de un mapa topográfico, escala 1:5.000 (2,5 - 3,0 km²)
 - Destape de antiguos frentes de trabajo (40-50 m).
 - Elaboración de trincheras y apiques (20 - 30).
 - Elaboración de secciones delgadas (15-20).
 - Elaboración de secciones pulidas (8-10).
 - Desarrollo de muestreo detallado de esquirlas de rocas (50-60 muestras).
 - Desarrollo de muestreo detallado de suelos (150 - 180 muestras).

- Análisis de muestras colectadas por absorción atómica (Au-Ag), colorimetría (As, Sb) y espectrografía completa (450-500 muestras).

- Análisis de Rayos X (8-10 muestras).

- Estudio e interpretación de la información colectada.

Con base a la información colectada se deberá producir:

- Mapa geológico y de alteración hidrotermal detallados, (escala 1:2.000; aproximadamente 1 km²).

- Interpretación geoquímica de los valores obtenidos a partir de las muestras de esquirlas de rocas y de suelos analizadas.

- Informe final con la descripción de los trabajos realizados, resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones.

3. El área de Gallinazo y sus alrededores (Zona Norte, Sector Villamaría) debe ser tenida en cuenta, como segunda opción, en futuras prospecciones para depósitos de oro diseminado.

7. BIBLIOGRAFIA

- BARRERO, D. y VESGA, C. J., 1976.- *Mapa Geológico del Cuadrángulo K-9, Armero y parte sur del J-9, La Dorada*. Escala 1:100.000. Ingeominas. Bogotá.
- BERGER, B.R., and EIMON, P.I., 1982.- *Comparative models of epithermal silver-gold deposits*. AIME Preprint 82-13 SME-AIME mtg. Dallas, Texas.
- BONHAM, H.F. Jr., 1983.- *Characteristics of bulk-mineable gold-silver deposits in cordilleran and island arc setting*. Nevada Bureau of Mines. 16 p.
- BOTERO, A. G., 1963.- *Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia*. An. Fac. Min. Medellín, 57: 101 p.
- BUENAVENTURA, J., 1975.- *Ocurrencias minerales en la región norte del Departamento del Tolima*. Inf. 1688. Ingeominas, 397 p. Ibagué.
- BUITRAGO, C., y BUENAVENTURA, J., 1975.- *Ocurrencias minerales en la región central del Departamento del Tolima*. Inf. 1599. Ingeominas, 837 p. Ibagué.

- ELMER, P., 1971.- *Analytical methods for atomic absorption spectrometry*. Perkin Elmer Corp., Norwalk, Conn. U.S.A., 2 p.
- GONZALEZ, H., 1980.- *Geología de las Planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina)*. Bol. Geol. 23 (1): 175 p. Bogotá.
- GONZALEZ, H. et al, 1980.- *Mapa Geológico de la Plancha 187 (Salamina)*. Escala 1:100.000. Ingeominas, Bogotá.
- JONES, M., 1983.- *Exploitation for bulk-mineable gold deposits in Eastern Australia and the South-West Pacific*. 16 p. mecanografiado (copia facilitada por H. Lozano, Ingeominas, Bogotá).
- KASSEM, T. y ARANGO, J.L., 1974.- *Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Tolima*. Escala 1:250.000. Ingeominas, Bogotá.
- LOPEZ J.H., 1971.- *Ocurrencias minerales del Departamento de Caldas*, Inf. 1602. Ingeominas, 118 p. Bogotá.
- LOZANO, H., PEREZ, H. y MOSQUERA, D., 1976.- *Prospección geoquímica para oro, plata, antimonio y mercurio en los municipios de Salento, Quindío y Cajamarca, Tolima*. Inf. 1692. Bol. Geol. 27 (1):4-76, 1984. Bogotá.
- LOZANO, H., PEREZ, H. y VESGA, C.J., 1979.- *Prospección geoquímica y génesis del mercurio en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, Municipios de Aranzazu, Salamina y Pácora, Departamento de Caldas*. Inf. 1793. Bol. Geol. 27 (1): 77-169, 1984. Bogotá.
- MOSQUERA, D., 1978.- *Geología del Cuadrángulo K-8, Informe preliminar*. Inf. 1763. Ingeominas, 63 p. Ibagué.
- MOSQUERA, D., y BUITRAGO, C., 1971.- *Ocurrencias minerales del Departamento del Quindío*. Inf. 1599. Ingeominas, 67 p. Bogotá.
- MOSQUERA, D., CACERES, H. y PEREZ, V.E., 1973.- *Mapa Geológico del área entre los Municipios de Salento, Quindío y Cajamarca, Tolima*. Escala 1:50.000 (Inédito), Ingeominas, Ibagué.
- PULIDO, O.H., 1983.- *Prospección de mineralizaciones de oro diseminado en las regiones norte y centro occidental del Departamento del Tolima*. Ingeominas, 11 p. (Inédito). Ibagué.
- , 1984.- *Áreas promisorias para prospectar depósitos de metales preciosos, en los departamentos de Tolima, Huila y parte del Viejo Caldas (Colombia)*. Inf. 1934. Ingeominas, 33 p. Ibagué.
- RADTKE, A.S. and DICKSON, F.W., 1974.- *Genesis and vertical position of fine-grained disseminated replacement-type gold deposits in Nevada and Utah, U.S.A. in Problems of ore deposition*. Fourth IAGOD Symposium (Varna): 1: 71-78.
- SILLITOE, R.H., 1983.- *Styles of low-grade gold mineralization in volcano-plutonic arcs*. AIME Precious Metals Symposium, Reno, Nevada, 1980. Proceeding, report 36, Nevada Bureau of Mines: 52-68.
- STANTON, R.E., 1968.- *Rapid methods of trace analysis for geochemical application*. London, Edward Arnold, 96 p.
- THOMAS, W.K., 1976.- *Plan de exploración minera DP/UN/COL-72-001/10*. Preparado para el Gobierno de Colombia por las Naciones Unidas, como organismo de ejecución del programa de las naciones Unidas para el Desarrollo, 45 p.
- THOMPSON, C.E., NAKAGAWA, H.M. and VANSCKLE, G. H., 1968.- *Rapid analysis for gold in geologic materials*. U.S. Geol. Survey, Prof. paper 600B, B-130 a B-132.

ANEXO 1

DATOS ESTADISTICOS CORRESPONDIENTES A LA FASE I DEL
PROYECTO ORO DISEMINADO

I - PERSONAL

Oscar H. Pulido U.	Geólogo
Alvaro Espinosa	Químico
Rodrigo Marín T.	Auxiliar-Conductor
Miguel Fuentes J.	Auxiliar
Argelia de Hoyos*	Secretaria
Nora Hernández*	Dibujante

* Elaboración de informe

II - DIAS DE COMISION

	Aranzazu Salamina	Villamaría	Salento	Cajamarca	Santa Isabel Líbano	Totales
Oscar H. Pulido	20	8	8	8	7	51*
Rodrigo Marín	12	8	8	8	7	43*
Miguel Fuentes	20	—	—	—	—	20+
						114

* = Incluye 9 días de transporte

+ = Incluye 2 días de transporte

III- MUESTRAS COLECTADAS

Esquirlas de roca	60	30	10	23	—	123
Roca de mano	36	5	5	7	13	66
Sedimentos activos	—	—	—	3	—	3
						192

IV -ANALISIS SOLICITADOS

Absorción Atómica Au	39	19	9	10	—	77
Absorción Atómica Ag	—	13	1	10	—	24
Colorimetría As	33	11	9	10	—	63
Colorimetría Sb	20	11	1	10	—	42
Espectrog. completa	5	12	3	10	—	30
Difracción Rayos X	—	3	—	2	—	5
						241

ANEXO 2

RESULTADOS ANALITICOS: ZONA NORTE

I SECTOR ARANZAZU-SALAMINA. (LOCALIZACION DE MUESTRAS EN FIGURA 5)

A- ESPECTROGRAFIA COMPLETA (ESQUIRLAS DE ROCAS)

DETERMINACION	NUMERO DE MUESTRA				
	1	2	3	4	5
Fe %	2	5	5	5	5
Mg %	2	3	1,5	1,5	1
Ca %	0,15	1,5	3	1	0,5
Ti %	0,2	0,5	0,3	0,2	0,5
Mn ppm	700	700	700	1000	1500
Ag "	N	N	1	N	N
As "	N	N	N	N	N
Au "	N	N	N	N	N
B "	N	N	N	N	50
Ba "	300	N	500	2000	500
Be "	L 1	N	L 1	L 1	1,5
Bi "	N	N	N	N	N
Cd "	N	N	L 20	N	N
Co "	30	30	20	50	50
Cr "	N	N	N	N	N
Cu "	70	150	100	200	150
Ga "	20	20	20	20	20
La "	20	N	N	N	50
Mo "	N	N	L 5	N	N
Nb "	N	N	N	N	N
Ni "	100	30	70	20	70
Pb "	N	10	10	20	30
Pd "	N	N	N	N	N
Pt "	N	N	N	N	N
Sb "	N	N	N	N	N
Sc "	20	30	30	30	20
Sn "	N	N	N	N	N
Sr "	100	100	100	200	100
V "	100	150	300	150	100
W "	N	N	N	N	N
Y "	10	15	30	15	20
Zr "	70	50	100	100	200
Zn "	N	N	500	N	N

N = Elemento no detectado.

L = Elemento detectado por debajo del valor indicado a continuación de la L.

Continuación Anexo 2:

B- ABSORCION ATOMICA PARA AU; COLORIMETRIA PARA As Y Sb (en ppm),
(ESQUIRLAS DE ROCAS)

NUMERO DE MUESTRA	Au	As	Sb
6	< 0,01	18	4
7	< 0,01	6	2
8	< 0,01	14	2
9	< 0,01	10	3
10	< 0,01	< 1	2
11	< 0,01	18	2
12	< 0,01	4	3
13	< 0,01	10	6
14	< 0,01	10	4
15	< 0,01	14	2
16	< 0,01	26	1
17	< 0,01	10	1
18	< 0,01	4	1
19	< 0,01	18	2
20	< 0,01	12	6
21	0,04	12	3
22	0,06	16	7
23	0,01	30	4
24	0,01	32	5
25	0,04	4	—
26	0,06	12	—
27	0,06	6	—
28	0,01	10	—
29	0,06	8	—
30	0,01	< 1	—
31	0,04	8	—
32	0,06	12	—
33	0,01	1	—
34	0,01	2	—
35	0,01	6	—
36	0,01	12	—
37	0,04	6	—
38	0,04	4	—
39	0,04	—	3
40	0,06	—	—
41	0,04	—	—
42	0,04	—	—
43	0,06	—	—
44	0,10	—	—

— = No analizado

< = Menor que

Continuación Anexo 2:

II. SECTOR VILLAMARIA

A- ESPECTROGRAFIA COMPLETA (ESQUIRLAS DE ROCAS)

Determinación	N U M E R O D E M U E S T R A											
	Toldafria			California		Gallinazo				Hotel Termales		
	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Fe %	3	5	7	5	1	7	2	1	2	1,5	1	1,5
Mg %	2	3	2	1,5	5	1,5	0,1	0,1	N	0,5	0,05	0,05
Ca %	2	2	0,7	0,7	0,2	5	L0,05	0,1	N	0,1	0,05	0,07
Ti %	0,3	0,5	0,5	0,7	0,15	0,7	0,2	0,2	0,5	0,7	0,7	0,7
Mn ppm	1000	1000	2000	1500	200	1000	20	70	20	100	30	30
Ag "	3	0,5	5	0,5	L0,05	1	2	0,5	N	0,7	N	0,5
As "	N	N	N	N	N	N	200		L200	N	N	200
Au "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
B "	N	N	L10	10	10	L10	20	15	30	L10	50	15
Ba "	100	700	1000	500	1500	500	1500	1000	1500	2000	1000	700
Be "	1	1	1	1	1	1	1	1	N	L1	N	N
Bi "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cd "	N	N	200	N	N	N	H	L20	N	N	N	N
Co "	50	50	70	30	5	70	5	5	20	N	10	20
Cr "	150	200	200	300	50	500	50	50	100	100	150	150
Cu "	300	100	300	70	20	300	20	10	10	10	20	50
Ga "	20	20	30	20	20	20	20	↓)	N	70	N	10
La "	N	N	N	20	20	N	20	20	N	70	20	50
Mo "	N	N	N	N	N	5	N	N	7	N	5	N
Nb "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Ni "	70	70	150	150	150	200	150	150	1500	100	1000	1000
Pb "	L10	10	100	N	50	N	200	50	70	50	15	50
Pd "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Pt "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Sb "	N	N	N	N	N	N	N	N	500	N	N	N
Sc "	20	30	50	20	7	30	5	5	5	15	7	15
Sn "	N	N	10	20	10	10	20	N	N	N	N	N
Sr "	100	100	100	100	300	200	100	300	N	700	N	700
V "	150	200	200	200	50	200	100	100	N	200	20	70
W "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Y "	15	20	30	20	10	50	L10	L10	N	20	N	N
Zr "	50	50	70	150	150	100	100	100	150	150	200	200
Zn "	L200	L200	7000	300	N	N	L200	200	N	N	N	N

N = Elemento no detectado

L = Elemento detectado por debajo del valor indicado a continuación de la L.

Continuación Anexo 2:

B - ABSORCION ATOMICA PARA Au Y Ag; COLORIMETRIA PARA As Y Sb
(en ppm), (ESQUIRLAS DE ROCAS)

MINAS	NUMERO DE MUESTRA	Au	Ag	As	Sd
Palmitas	57	0,01	< 1	33	8
Cascada	58	0,01	< 1	48	4
La Coqueta	59	0,06	—	200	—
Toldafría	60	0,46	27	200	19
Toldafría	61	0,01	< 1	80	4
Toldafría	62	0,01	—	—	—
California	63	0,01	< 1	60	< 1
California	64	0,01	—	—	—
Gallinazo	65	0,01	2	28	< 1
Gallinazo	66	0,03	—	50	23
Gallinazo	67	0,42	—	47	—
Gallinazo	68	0,01	—	—	—
Gallinazo	69	0,09	—	—	—
Gallinazo	70	0,10	—	—	—
Gallinazo	71	0,38	—	—	—
Termales ⁺	72	0,04	1	16	1
Termales ⁺	73	0,03	1	24	9
Termales ⁺	74	0,02	1	36	90
Termales ⁺	75	0,06	1	280	90

⁺ = Manifestación

< = Menor que

— = No analizado

ANEXO 3

RESULTADOS ANALITICOS: ZONA SUR

I- SECTOR SALENTO

A - ESPECTROGRAFIA COMPLETA (ESQUIRLAS DE ROCAS)

DETERMINACION	NUMERO DE MUESTRA		
	CONDOR 76	LA SIERRA 77	LA MORENA 78
Fe %	2	2	3
Mg %	0,2	0,5	0,5
Ca %	L0,05	0,1	1
Ti %	0,2	0,3	0,2
Mn ppm	70	700	1500
Ag "	L0,5	N	3
As "	N	N	N
Au "	N	N	N
B "	20	20	50
Ba "	1000	500	1000
Be "	1,5	2	1
Bi "	N	N	N
Cd "	N	N	N
Co "	N	15	10
Cr "	200	70	10
Cu "	50	50	L10
Ga "	20	20	20
La "	20	70	N
Mo "	N	N	N
Nb "	N	N	N
Ni "	200	30	5
Pb "	30	20	15
Pd "	N	N	N
Pt "	N	N	N
Sb "	N	N	N
Sc "	10	10	10
Sn "	30	N	N
Sr "	N	N	N
V "	100	150	70
W "	N	N	N
Y "	10	30	10
Zr "	150	200	50
Zn "	L200	N	N

N = Elemento no detectado

L = Elemento detectado por debajo del valor indicado a continuación de la L.

Continuación Anexo 3:

B - ABSORCIÓN ATOMICA PARA Au Y Ag; COLORIMETRIA PARA As Y Sb
(en ppm) (ESQUIRLAS DE ROCAS)

MINA	NUMERO DE MUESTRA	Au	Ag	As	Sb
La María	79	0,42	—	47	—
La María	80	0,38	—	60	—
La María	81	0,01	—	20	—
La Morena	82	0,01	—	20	—
Cuba	83	0,01	< 1	48	4
El Cóndor	84	0,04	—	64	—
El Cóndor	85	0,08	—	< 1	1
El Edén	86	0,02	—	45	—
El Edén	87	0,08	—	30	—

< = Menor que

— = No analizado

Continuación Anexo 3 :

II - SECTOR CAJAMARCA

A - ESPECTROGRAFIA COMPLETA
(ESQUIRLAS DE ROCAS Y SEDIMENTOS ACTIVOS)

Determinación	NUMERO DE MUESTRA									
	San Antonio			Escalera				Bermellón		San José
	88	89	90	91*	92*	93*	94	95	96	97
Fe %	1,5	3	3	7	3	3	5	3	5	7
Mg %	0,1	1	0,7	1,5	1,5	1,5	0,7	1	1	2
Ca %	0,15	2	0,2	1,5	2	1,5	0,7	0,5	0,5	2
Ti %	0,3	0,5	0,7	2	1	1,5	0,3	0,3	1,5	1,5
Mn ppm	200	300	300	300	500	500	200	300	700	1000
Ag "	0,7	0,5	0,7	L0,5	L0,5	L0,5	2	1	1	N
As "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Au "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
B "	30	N	L10	15	L10	L10	10	L10	L10	L10
Ba "	500	50	700	700	700	700	1000	2000	500	200
Be "	1,5	N	1,5	1	1	1	1,5	1	1	L1
Bi "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cd "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Co "	10	30	50	30	20	20	50	30	30	50
Cr "	30	150	100	200	300	300	15	100	100	500
Cu "	30	100	150	70	15	15	20	300	100	10
Ga "	20	20	30	30	30	30	30	20	20	30
La "	30	N	30	200	N	N	N	30	50	150
Mo "	N	N	20	50	N	N	N	5	5	L10
Nb "	N	N	20	L10	L10	L10	N	L10	10	L10
Ni "	10	50	70	50	30	30	L5	100	100	70
Pb "	N	N	70	L10	20	20	30	L10	L10	L10
Pd "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Pt "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	L100
Sb "	N	N	N	L100	L100	L100	N	N	N	L100
Sc "	20	20	15	30	20	20	15	15	15	30
Sn "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Sr "	100	100	100	700	700	700	300	100	100	150
V "	70	100	150	300	200	200	150	200	200	500
X "	N	N	N	N	N	N	L50	N	N	N
Y "	20	30	20	30	20	20	20	20	30	30
Zn "	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

L = Elemento detectado por debajo del valor indicado a continuación de la L.

N = Elemento no detectado.

* = Sedimentos activos, fracción fina.

Continuación Anexo 3:

B - ABSORCION ATOMICA PARA Au Y Ag; COLORIMETRIA PARA As Y Sb
(en ppm) (ESQUIRLAS DE ROCAS)

MINA	NUMERO DE MUESTRA	Au	Ag	As	Sb
La Julia	98	0,16	1	50	< 1
La Julia	99	0,18	1	60	2
San José	100	0,10	2	6	3
San Antonio	101	2,18	4	160	12
San Antonio	102	3,90	3	200	11
San Antonio	103	0,90	2	240	5
La Rosa	104	0,08	1	10	2
Escalera	105	0,04	<1	15	<1
Escalera	106	0,08	<1	17	4
Bermellón	107	0,01	<1	20	5

< = Menor que