

Historia de la mina de mercurio de San Jacinto: Serranía de Baragua, estado Lara, Venezuela

Donald A. Goddard

Louisiana State University, Center for Energy Studies, Baton Rouge, Louisiana 70808, USA. dgoddard@lsu.edu
Presentado en el Congreso Geológico Venezolano, UCV, Caracas Octubre, 2007

Resumen

En un lugar remoto y de difícil acceso a unos 23 km al norte del pueblo de Aregue, se encuentra la única mina de mercurio del país. Alrededor del año 1937 una arenisca impregnada de cinabrio (HgS) fue explotada obteniéndose una cantidad no precisada de mercurio. La arenisca se extraía de la mina, se trituraba a mano y se colocaba en un horno calentado con leña. La temperatura generada convertía el cinabrio en el elemento líquido, mientras que el azufre se desprendía al aire. Esta explotación duró unos cuatro años, plagada de dificultades en la excavación de los túneles con dinamita y con algunos accidentes de gravedad.

En abril 1968 el MMH inicia un estudio geológico y minero. Los objetivos fueron: 1) buscar depósitos adicionales en las cercanías y 2) verificar la extensión de la mineralización para comprobar si sus existentes justificaban una nueva explotación, basado en los altos precios del mercurio del momento. Para lograr tales objetivos, se realizaron levantamientos geológicos en 32 km² y muestreos geoquímicas, se realizaron perforaciones someras para trazar la extensión de la capa mineralizada. Los resultados indicaron que el cinabrio existía solamente como impregnaciones en fracturas de una capa de arenisca de la Formación Matatere. Durante los dos años que duró el proyecto, dentro del área de estudio no se encontraron capas adicionales de arenisca mineralizada, indicando que la mineralización se limitaba a esta sola capa y que la cantidad de Hg que se podría extraer de un volumen de roca accesible, no tenía valor económico.

Introducción

Los factores principales que se utilizan para determinar si un elemento químico o un mineral debe explotarse son: 1) la utilidad para el ser humano, 2) la demanda y 3) el precio. El caso del mercurio (Hg), uno de los elementos químicos básicos, en forma de un líquido pesado a temperaturas normales, fue hallado en las tumbas de los egipcios datando desde 1500 A.C. y utilizado posiblemente como cosmético o para razones medicinales. Alrededor de 350 A.C. el filósofo Griego, Aristóteles, describe la manera en que el mineral

cinabrio se calentaba para extraerle el mercurio en ceremonias religiosas. Los romanos utilizaban el mercurio para varios propósitos y lo nombraron *hydrargyrum*, lo cual significa plata líquido y de donde viene el símbolo químico Hg.

En 1557, la demanda para el mercurio aumentó considerablemente con el desarrollo de su utilidad para extraer la plata de su mena durante la conquista de América por los Españoles. En 1643, el científico Italiano Torricelli invento el barómetro de mercurio y luego en 1714 el termómetro de mercurio fue inventado por el científico Alemán Fahrenheit. La primera vez que se utilizó una mezcla de mercurio o amalgama para relleno de muelas por los dentistas fue en 1828. La preocupación sobre la naturaleza tóxica del mercurio no permitió el uso común de esta práctica aunque en 1895 los experimentos del Dr. G.V. Black indicaron que rellenos dentales con dicha amalgama no tenían peligro alguno. En USA el ímpetu para el desarrollo del mercurio nace con el descubrimiento de oro y plata en el estado de California en el siglo XIX ya que se sabía que el mercurio se presta bien como aleación con otros minerales. Por lo tanto, lo hace bastante útil en el procesamiento de oro y plata. En Venezuela, todavía en la actualidad se utiliza en la minería de oro aluvional en Guayana causando graves daños ambientales.

En el siglo XX se encontraron nuevas aplicaciones industriales para el mercurio, en baterías, pinturas, farmacéuticos, bombillos, switches, fungicidas, y pesticidas. También se utilizaba como parte del proceso en la producción de papel, fieltro, vidrio y muchos plásticos. Pero dichos usos han disminuido drásticamente.

En relación a la explotación de la mina de mercurio de San Jacinto en la Serranía de Baragua, en 1941 se crea la empresa "Compañía Anónima Minerales de San Jacinto", desde junio de ese año hasta julio de 1942, los trabajos de exploración y explotación estuvieron bajo la dirección del geólogo Dr. Enrique Rubio. Para fin del período habían excavado 241 m de túneles siguiendo las zonas mineralizadas, montaron el horno de procesamiento y extrajeron cerca de una tonelada de Hg líquido. Tomando en cuenta las exigentes condiciones climatológicas y topográficas de esta

región y con tecnologías rudimentarias, es de admirar que lograran llegar hasta la zona mineralizada en un empinado risco, pero también que pudieron construir los túneles siguiendo el buzamiento de la capa.

Entre junio y agosto de 1942 una comisión fue integrada por el ingeniero de minas Dr. Víctor M. López, el agrimensor Alejandro Figarelli, ambos del Ministerio de Fomento, junto al geólogo John H. Brineman, Jr. y B. Murakozy, profesores del Instituto de Geología (UCV) de Caracas. En esta fecha realizan los planos topográficos tanto del exterior como de los túneles. Finalmente realizan estudios petrográficos y análisis químicos, para finalmente integrar y publicar el único trabajo existente sobre esta mina (LÓPEZ & BRINEMAN 1943).

Para esa fecha todavía no se conocían con certeza los peligros de este elemento sobre la salud. El precio del mercurio también jugó un papel importante en la explotación minera de este elemento y en 1939, antes de la segunda guerra mundial, un frasco (34,5 kg) costaba \$190. Dicho precio por frasco se mantuvo entre \$150 y \$190 hasta el año 2003.

Uno de los casos más conocidos que propició la disminución en el uso del mercurio fue el caso de Minamata en el Japón. En 1959 cientos de ciudadanos Japoneses se enfermaron al comer pescado de la bahía de Minamata contaminado con mercurio. Aunque se conocía que dicho elemento es altamente tóxico, no fue hasta los años 1980 que se llegó a entender y a conocer los efectos peligrosos causados por el mercurio a la salud y al ambiente. Por lo tanto, su utilidad comenzó a decaer considerablemente durante los últimos veinte años. Sin embargo, todavía se utiliza principalmente en la producción de cloro y soda cáustica y como un componente en algunos aparatos eléctricos, incluyendo lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio (Sznoppek y Goonan 2000). A pesar de la decaída en la importancia de mercurio, el precio del frasco aumentó abruptamente desde \$190 en 2003 a \$650 en el 2004. En abril del 2007 el promedio del precio era de \$600 por frasco. Las razones por la alza en el precio del mercurio se debe principalmente a: 1) el aumento en la producción de cloro y soda cáustica en la industria química y 2) la guerra en Irak donde el mercurio se utiliza en equipos electrónicos bélicos y en armamentos.

La producción mundial de mercurio se limita a algunos países con leyes ambientales no muy estrictas. España fue el productor más grande de mercurio, mientras que en USA su minería prácticamente ha llegado a su fin, aunque se recuperan remanentes del elemento de las viejas minas de oro, con ello

limpiando la contaminación ambiental. Para 1992 China, Rusia, México y Algeria eran los mayores productores.

Ubicación y aspectos de la geología regional

La mina de San Jacinto está ubicada aproximadamente 23 km hacia el norte del pueblo de Aregüe en el estado Lara (Fig. 1). Para llegar a la mina, primero hay que cruzar la depresión de Carora de topografía plana. Una vez al pie de la Serranía de Baragua y antes de comenzar la subida a la mina, se atraviesa unos cerros de bajo nivel formados por un conjunto de conglomerado, arenisca fosilífera, lutita y limolita de colores gris claro y amarillento (Goddard y Castillo 1986). Formando una serie de cuevas y contra cuevas con buzamiento hacia el noroeste estas rocas pertenecen a la Formación Castillo de edad Mioceno (Fig. 1 y 2). Dicha formación fue nombrada por Wheeler (1960) en el estado Falcón donde aflora extensamente. Para comprobar el nombre y la edad de dicha formación, unas muestras de moluscos fósiles fueron enviadas al MMH en Caracas en junio de 1968, para su estudio paleontológico al eminente paleontólogo Pedro J. Bermúdez, con los siguientes resultados: *Clementia dariena* (Conrado), *Crassostrea* sp., *Cyclinella* sp., *Flabellipecten* sp., *Tellina* sp., *Turritella hubbardi* (F. Dodson), *Turritella larensis* (F. Hodson) y *Trachycardium* sp. Estos señalaron que el ambiente de deposición fue marina, sublitoral, nerítica de agua somera. Los comentarios del Dr. Bermúdez en su informe fueron: “En cuanto a la edad, el conjunto de fósiles examinados parece proceder del Mioceno inferior (Aquitaniense). Dos ejemplares de *Turritella hubbardi* incluidos en el lote confirman el diagnóstico. Por su edad y ambiente ecológico deben proceder del tope de la Formación Agua Clara, o la zona de transición entre esta y la Formación Cerro Pelado, siendo más probable que corresponda a la Formación Cerro Pelado. Caracas, 17 de Junio de 1968” (Bermúdez 1968). Con esto, es evidente que para la fecha todavía había cierta confusión con respecto a los detalles estratigráficos de esta región de Lara. En la publicación de Guevara (1967), esta unidad Miocena se consideró como Formación Castillo y cuyo nombre se decidió utilizar en los trabajos geológicos del proyecto 1968-1969.

Después de atravesar las rocas Miocenas, aumenta bruscamente la altura de los cerros que incluye un gran espesor (4.160 m) de lutita y arenisca turbidítica (flysch) de la Formación Matatere de edad Paleoceno-Eoceno (Bellizzia y Rodríguez 1966, 1968; Stephan, 1977). En la mitad del camino entre el Cerro Zamuro

en Cerro Pacheco esta ubicada la mina (Fig. 2B). El contacto en el borde sur de la Formación Matatere es una de falla de corrimiento lo cual coloca las rocas más viejas del Paleoceno-Eoceno sobre las del Mioceno (Fig. 2A, B). Desde el contacto de falla hasta el contacto normal al norte, existen 7 km de lutita y arenisca intercalados de rumbo aproximadamente noreste y de altos buzamientos (55° promedio) hacia el noroeste (Fig. 2B). Al alcanzar la cima donde esta ubicado el Cerro Pacheco se entra de nuevo a la Formación Castillo que yace discordantemente sobre la Formación Matatere (Fig. 2A, B) (Goddard y Castillo 1986).

La vegetación xerófila de esta región, compuesta de casi puras tunas y cardones con algunos árboles de cují e úbeda permitía llegarle fácilmente a los afloramientos porque no había que cortar picas. La falta de lluvia durante gran parte del año permitió fácil acceso por las quebradas secas en jeep y a pie hasta los afloramientos geológicos. Por lo tanto, se pudo lograr una descripción detallada de los afloramientos de arenisca y lutita de las dos únicas formaciones en el área; Castillo y Matatere (Fig. 3). Además de los altos buzamientos de las capas de lutita y arenisca turbidítica lo que también resalta, sobre todo dentro de la Formación Matatere, es el alto fracturamiento de las rocas, abundantes fallas inversas y normales y volcamiento de las capas. Estas condiciones geológicas evidencia el fuerte tectónismo que efecto esta región (Fig. 3B). También se pueden observar dispersas dentro de la Formación Matatere bloques alóctonos de gran tamaño de caliza, procedentes de ambientes de aguas marinas someras (Fig. 1 y 2B).

Los trabajos de 1968 al 1969

Después de un lapso de unos 27 años desde que fue explotada la mina de mercurio de San Jacinto, la Dirección de Minas del entonces “Ministerio de Minas e Hidrocarburos (MMH)” decidió en 1968 realizar un estudio geológico y minero en esta región del Estado Lara. El objetivo principal del proyecto fue buscar depósitos adicionales del mineral cinabrio en las cercanías de la mina y verificar la extensión de la mineralización en el área de estudio. Para lograr tal objetivo, el día 4 de Abril de 1968 llegaron a Carora en un pequeño avión DC-3 de AVENSA el equipo técnico escogido para realizar los trabajos geológicos, topográficos, y de geoquímica. Los que integraron dicho equipo fueron: el geólogo Donald Goddard, el geómetra/topógrafo Mario Paparella, y los técnicos geólogos Juan Luís Bolívar y Justo Hurtado. Mientras se esperaba la llegada de los vehículos, un tractor y los

equipos técnicos, el trabajo comenzó con la búsqueda del personal obrero y especializado. Fueron empleados personas quienes conocían bien la región y que vivían entre Aregue y el caserío La Mesa, ubicado unos 4 km al sur de la mina San Jacinto (Fig. 1). Este personal incluyó un tractorista (Raúl Gómez), un camionero (Pedro Rodríguez) y doce trabajadores de diferentes edades. Los más viejos del grupo, entre ellos Antonio Chirinos, fueron sumamente importantes para el proyecto porque todavía se acordaban ciertos detalles de la explotación minera de los años 1941-42 y conocían la vía más práctica para llegar a la mina.

Durante los primeros siete meses del proyecto, los trabajos realizados incluyeron: 1) La búsqueda del mejor acceso entre Aregue y La Mesa con la reparación con tractor de 10 km de una carretera de tierra en pésimo estado y la construcción de 2 km de carretera nueva (Fig. 1); 2) La construcción del campamento volante (Fig. 4A) y luego una permanente en Cerro La Cruz que comprendía una oficina (8m x 4m), un dormitorio (8m x 4m), un comedor con cocina (8m x 3m), un baño con letrina y dos regaderas, un depósito, un galpón pequeño para la planta eléctrica y un tanque para depositar agua (Fig. 4B); 3) El reconocimiento de tres puntos trigonométricos de la Cartografía Nacional, la construcción de seis señales en los vértices de la triangulación y la proyección de la misma, y 4) el reconocimiento geológico del área entre las quebradas San Cristóbal y Collay y desde La Mesa al sur hasta el Cerro Pacheco al norte con un recorrido a pie y en jeep de los cerros y quebradas secas principales del área de estudio que comprendía 32 km² (Fig. 5).

Una vez terminada la construcción de la infraestructura y culminada la primera etapa del reconocimiento geológico y topográfico, los trabajos detallados dentro de los 32 km² y alrededor de la mina comenzaron con la selección de un área de 6 km² para la investigación geoquímica (Fig.6). Las condiciones topográficas y fisiográficas del área, dificultaban algunos trabajos y también facilitaban otros. Las muchas quebradas, cerros y filas con taludes bastante inclinados hacían sumamente difícil la construcción del camino con el tractor hacia la mina. En varias oportunidades, las lluvias eventuales causaban derrumbes de los taludes de lutita sobre la cual fue construida la vía. Por lo tanto, el trabajo del tractorista con el tractor D-2 fue arduo y constante. Las mismas condiciones alrededor de la mina hacia peligroso los levantamientos topográficos con teodolito. Lo montañoso del área y las quebradas profundas existentes causaron algunas dificultades en el acceso a

los lugares ubicados para el muestreo geoquímica. Esto incluyó la toma de aproximadamente 750 muestras en las quebradas y filas alrededor de la mina (Fig. 6). Aunque se contaba con un equipo portátil pequeño de absorción atómica en la obra para analizar algunas muestras, la mayoría se enviaban al Centro de Evaluaciones del MMH en Caracas. La alta contaminación natural de las muestras con sulfatos proveniente de otros minerales como el yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) hacía difícil la interpretación de los análisis geoquímicas. Sin embargo, el esfuerzo geoquímica sí sirvió para indicar la no existencia de mineralización de cinabrio en otras áreas alejadas a la mina ya que no se observaron anomalías de Hg.

Una vez terminados los trabajos semi-detallados geológicos dentro del área de estudio (Fig. 5), la triangulación topográfica y el muestreo geoquímica semi-sistemática, en octubre de 1968, se comenzaron los trabajos en las cercanías de la mina (Fig. 7). Estos incluyeron la geología detallada, la prospección geoquímica sistemática y el levantamiento topográfico detallado, lo cual incluyó cuatro poligonales envolventes y un total de nueve puntos de triangulación; cinco de los cuales incluyeron los cerros El Macho, Cacique y La Pereza, uno cerca de la entrada #1 del túnel principal de la mina y otro en la boca del túnel #1 (Fig. 7B). La cantidad de puntos utilizados para la triangulación se consideraron necesarios a los efectos de la precisión del levantamiento detallado en cuanto el terreno es sumamente accidentado. Los cálculos y dibujo del mapa topográfico a escala 1:500 incluyó un área total de $0,174 \text{ km}^2$ alrededor de la mina y el cual se utilizó para colocar los detalles de la geología (Fig. 7A).

Alrededor de la mina, las capas turbidíticas son mayormente de lutita gris oscuro intercaladas con algunas capas de arenisca de gran fino altamente fracturadas y falladas. Desde el tope del cerro hasta la base de la mina propia existen ocho capas principales de arenisca las cuales pueden correlacionarse fácilmente por 150 m a lo largo en superficie (Fig. 7A). De estas, una sola presenciaba mineralización de cristales de cinabrio de color rojizo impregnando las abundantes fracturas que caracteriza estas areniscas. Se piensa que las soluciones de origen hidrotermal, que contienen los elementos principales que conforman el cinabrio (Hg + S), llegaron a la superficie a través de las fallas inversas profundas en el área y precipitadas en las fracturas de esta arenisca.

Durante esta fase del proyecto, se intentó entrar al túnel principal viejo pero las entradas (1, 2, 3, 4) ya estaban derrumbadas y no fue posible penetrar dicho

túnel (Fig. 7B). Sin embargo, se pudo entrar al túnel #1 pero debido a un fuerte mal olor dentro del mismo, solamente fue posible entrar pocos metros y por pocos minutos. Aunque se pensaba investigar la capa de arenisca mineralización dentro de los túneles, debido al alto peligro involucrado y para no arriesgar la seguridad del personal, este plan fue desechado desde un principio y la entrada a los túneles fue prohibido.

La fase final, después de completar los trabajos geológicos y topográficos detallados, fue la programación de perforaciones. Para tales fines, se escogieron seis puntos donde realizar los sondeos (Fig. 7A). Las localizaciones se ubicaron desde 25 m a 75 m al norte y encima de las capas de areniscas y lutitas de la mina. Al mismo tiempo se realizaron muestras de canales cada 3 m a lo largo de la arenisca mineralizada. Los resultados geoquímicas de estas indicarían si continuar o no con la perforación y la toma de núcleos durante esta operación. Tomando en cuenta lo accidentado del terreno alrededor de la mina, la litología, la gran cantidad de fracturas y fallas presentes, se contemplaban no solamente pérdida de circulación de los fluidos de perforación pero también la poca recuperación de núcleos y la contaminación de las mismas. El primer sondeo iba a ser netamente exploratorio y los demás programados de acuerdo a los resultados de esta. Finalmente, tanto fueron los problemas de logística, principalmente en la construcción de un vía satisfactoria para llevar los equipos de perforación hasta los puntos escogidos para los sondeos, que esta fase del proyecto no pudo lograrse. Basado en las recomendaciones de campo, los resultados de la geoquímica y la mineralización limitada, se tomó la decisión en Caracas de finalizar dicho estudio geológico/geoquímica minero. Los cálculos de reservas indicaron: 1) que la poca cantidad de mercurio que podría extraerse en el futuro no justificaba el alto costo involucrado en una explotación, y 2) la baja rentabilidad económica futura de la mina. Por lo tanto, a mediados del año 1969 los trabajos técnicos relacionados con la mina de mercurio de San Jacinto llegaron a su fin.

Estimado de reservas en la mina San Jacinto

La producción promedio de una mena de cinabrio a nivel mundial es del 0,5% de Hg por tonelada (4.400 kg) de roca mineralizada. Esto sería 22 kg de Hg por tonelada de roca. Se reportó que entre 1941 y 1942 se obtuvo una tonelada o 4.400 Kg. de mercurio de la mina San Jacinto. Esto sería unas 127,5 frascos (34,5 kg/frasco), lo cual significa que fueron extraídos aproximadamente 200 toneladas de arenisca

mineralizada e introducidas al horno. En 1942 el precio del frasco de mercurio se vendía en \$200. Por lo tanto, se obtuvieron \$25.500 por la venta del mercurio. Si los gastos incurridos fueron menos de este monto, entonces el esfuerzo de la “Compañía Anónima Minerales de San Jacinto” fue exitoso.

Los cálculos de reservas realizadas en 1969 se basaron en las siguientes premisas: 1) si se explota la capa mineralizada que se ve en superficie, excavando 50 m de roca en profundidad, serían 6.750 m³ de mena (1.5 x 50 x 90 m); 2) si a esta arenisca se le estima una densidad de 2,65 g/cm³ (2650 kg/m³), entonces 6.750 m³ de mena tendría un peso de 18.000.000 kg (2.650 kg/m³ x 6.750 m³) o 4.065 toneladas; 3) un promedio de 22 kg por tonelada se podrían obtener, lo cual sería 89.430 kg de Hg o 2.592 Frascos (34,5 kg/frasco); y 4) en 1969 el precio por frasco estaba alrededor de \$200. Por lo tanto, se podría obtener \$518.435 por la venta del mercurio.

Para aquel entonces se estimo que para extraer una tonelada de mena de cinabrio hubiera costado unos Bs.2250 (\$500 al cambio del día de Bs4.50 = \$1). Esto significaría que había que gastar aproximadamente \$2, 032,500 (dos millones de dólares) (\$500 x 4065 toneladas) para obtener la cuarta parte en ganancias. Estos cálculos preliminares indicaron que debido al alto costo operacional para explotar el mercurio de San Jacinto, no sería rentable un proyecto de esta naturaleza.

Conclusiones

Aunque la mina de mercurio San Jacinto tiene poca importancia económica, el lugar tiene muchísima importancia del punto de vista científico y geológico. Es el único lugar en Venezuela donde se puede observar una mineralización de cinabrio y donde se puede entender el mecanismo de la impregnación de dicho mineral dentro de las capas de areniscas fracturadas. Del punto de vista tectónico, en esta región de la Serranía de Baragua existe una situación única ya que son pocos los lugares donde se puede observar con tanta claridad en superficie un contacto de falla de corrimiento donde una formación más vieja se encuentra encima de una más joven. Las características sedimentológicas también son muy interesantes con evidencias muy claras de sedimentos turbidíticos de aguas profundas como el flysch de la Formación Matatere en contacto con sedimentos marinos de aguas someras. Para estudiantes de la

geología, aquí existe una localidad ideal para la enseñanza de tectonismo, geología estructural y sedimentología. A pesar de su difícil acceso, una excursión bien organizada es factible y sería una experiencia bastante placentera para el que logra llegar hasta este lugar histórico.

Agradecimientos

El autor está sumamente agradecido por la ayuda prestada por los profesores Franco Urbani y Rogelio Altéz. La lectura crítica y las sugerencias ofrecidas por ellos fueron factores importantes para poder llegar a tener un manuscrito interesante del punto de vista histórico y geológico. También agradece al Centro de Estudios Energéticos de la Louisiana State University por haberle permitido el tiempo para poder escribir este breve historial sobre las minas de San Jacinto.

Bibliografía

- Bellizzia A., y G. D. Rodríguez, 1966, Guía de la excursión a la región de Duaca-Barquisimeto-Bobare, *Asoc., Venez. Geol., Min. y Petrol., Guía* no. 4, 23 pp.
- Bellizzia A., y G. D. Rodríguez, 1968, Consideraciones sobre la estratigrafía de los estados Lara, Yaracuy, Cojedes y Carabobo, *Bol. Geol.* 9(18): 515-563.
- Bermúdez P. J. 1968. *Estudio paleontológico de moluscos fósiles procedentes del estado Lara. Nota Interna, no. 72.* Ministerio de Energía y Minas.
- Goddard D. A. y M. Castillo. 1986, Geología de la Serranía de Baragua, Norte de Carora, Estado Lara. *Maraven, Gerencia de Geología, Guía de Excursión, Informe No. RS-235*, 21 p.
- Guevara E. 1967. The Santa Rita, Jarillal and Victoria Formations. *Asoc. Ven., Geol., Min. y Pet., Bol. Inform.*, 10(2): 51 – 69.
- López V. M. y J. H. Brineman. 1943. Estudio geológico y minero del yacimiento de mercurio de San Jacinto, estado Lara. *Revista de Fomento* 5(50): 29-61.
- CIEN. 1997. *Código Geológico de Venezuela. Módulo Minerales de Venezuela.* www.pdvsa.com/lexico.
- Stephan J. F. 1977. Una interpretación de los complejos con bloques asociados a los flysch Paleoceno-Eoceno de la Cadena Caribe Venezolana: El emplazamiento de la Napa de Lara. *Mem. VIII Conf. Geol. Caribe, Curazao*, p.199-200.
- Sznopek J. L. y T. G. Goonan. 2000. The materials flow of mercury in the economies of the United States and the world. U.S Geological Survey Circular 1197, 28 p.
- Wheeler C. B. 1960, Estratigrafía del Oligoceno y Mioceno inferior de Falcón Occidental y Nororiental, Memoria III Cong. Geol. Venez., Caracas, Noviembre 1959, Bol. Geol., Publ. Esp. 7: 407- 465.

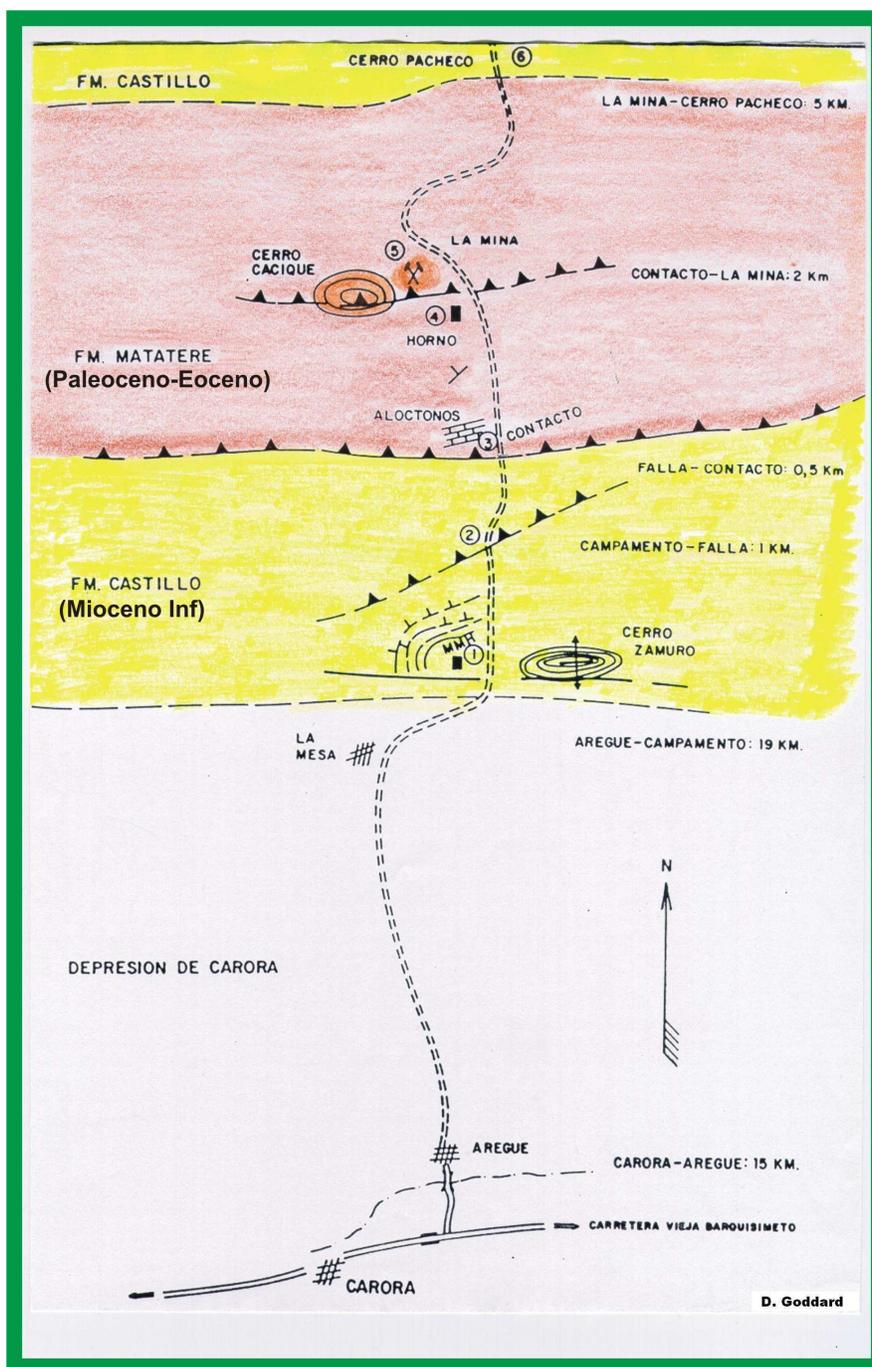


Figura 1: Un croquis que señala las distancias entre Aregue y la mina atravesando la Depresión de Carora, los cerros de baja altura de la Formación Castillo, y luego la subida a los cerros formados por lutitas y areniscas turbidíticas de la Formación Matatere. El recorrido total es de aproximadamente 23 km desde el pueblo de Aregue por un camino de tierra y algunas quebradas secas. La mina se ubica a lado este del Cerro Cacique.

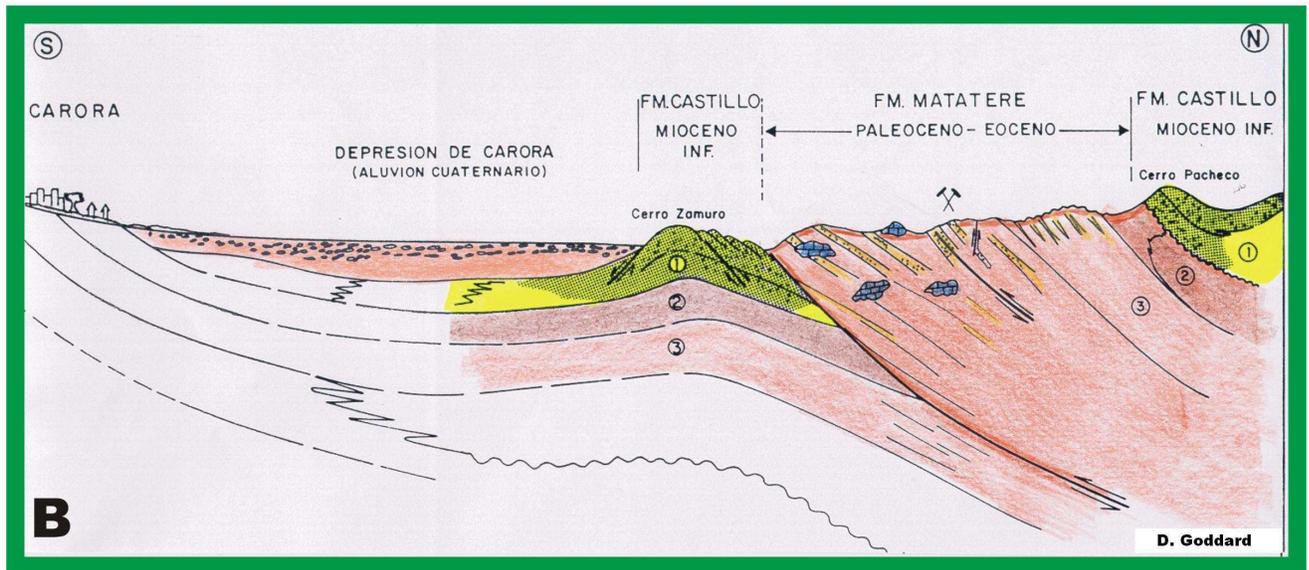
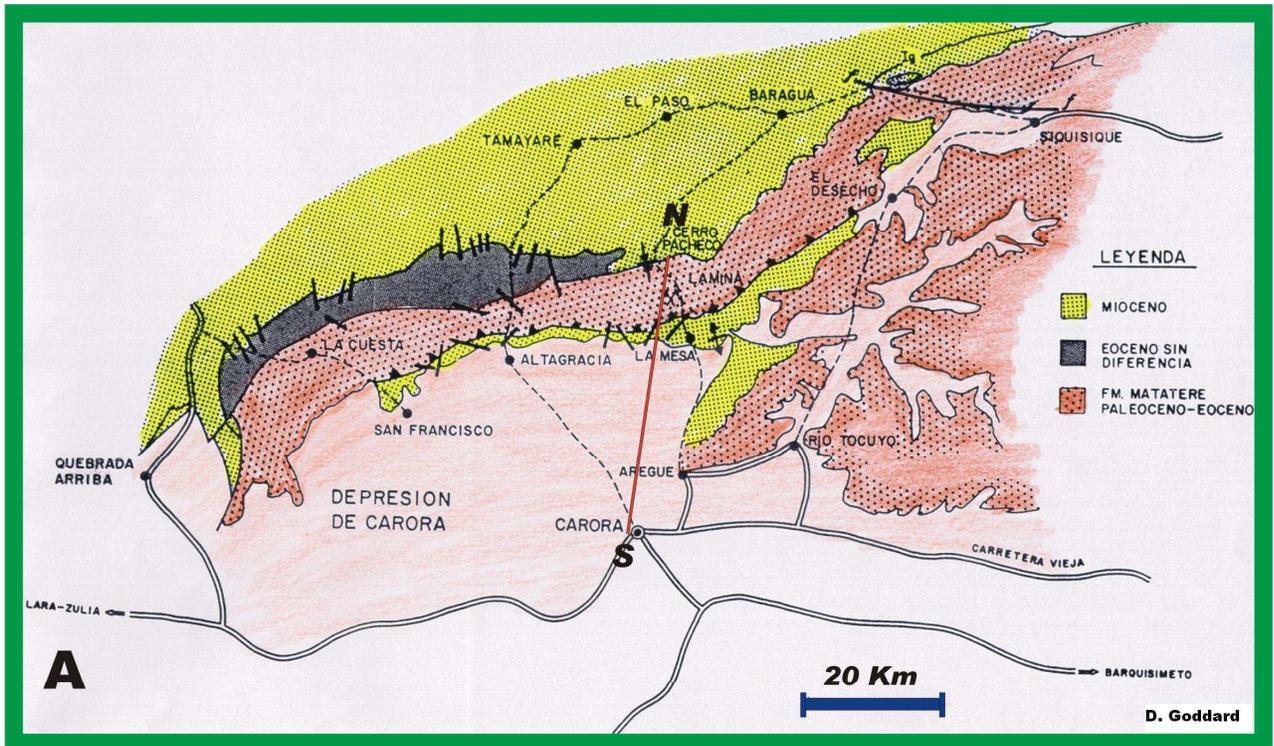


Figura 2: En el mapa geológico regional (A) se puede observar la mina San Jacinto ubicado dentro de la Formación Matatere al norte del pueblo de Aregüe. En la sección generalizada norte-sur (B) se puede observar el contacto de falla de corrimiento entre la Fm. Matatere de edad Paleoceno-Eoceno y las rocas más jóvenes de la Formación Castillo de edad Mioceno. Bloques alóctonos calcáreos (azul) existen dentro de la Formación Matatere.

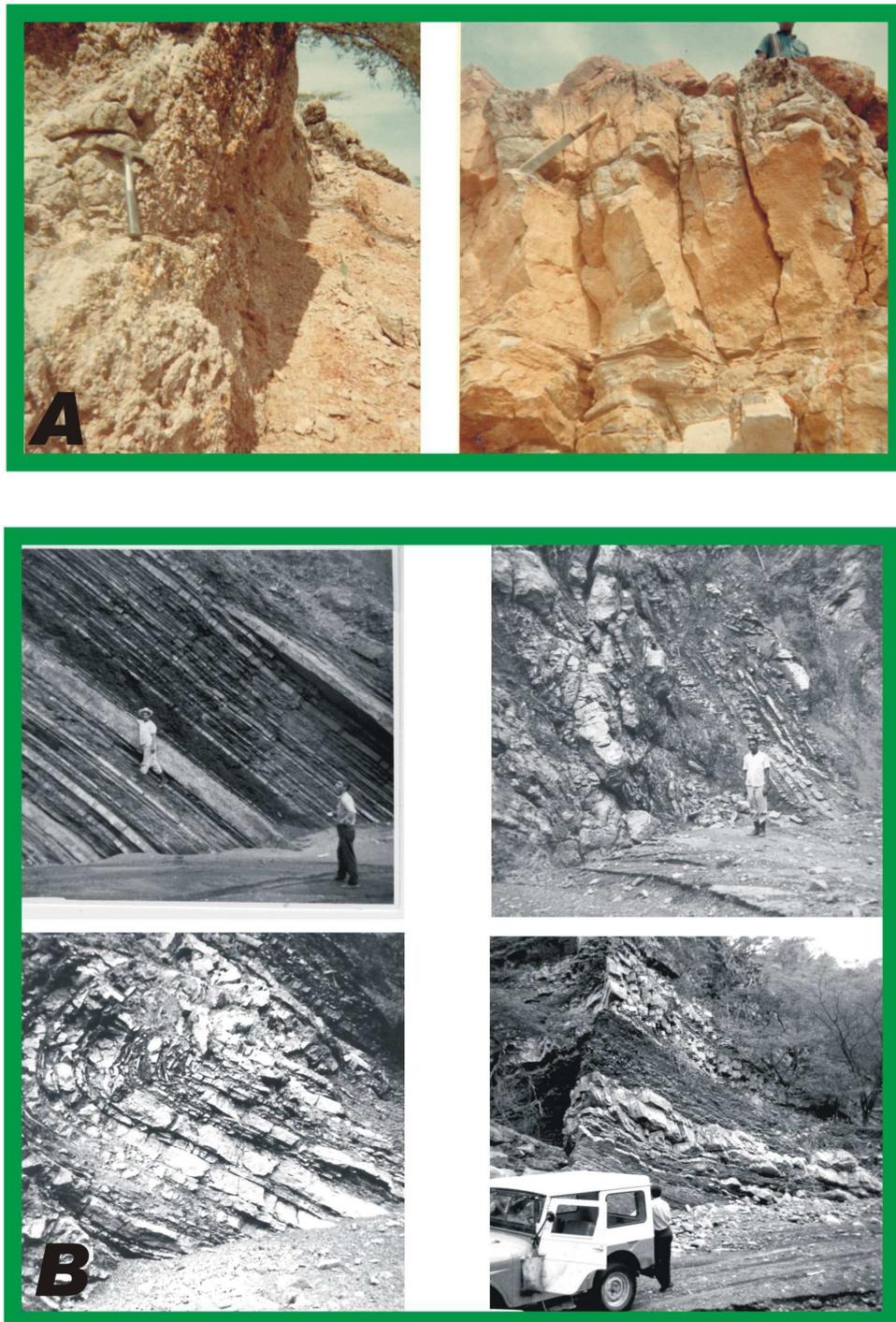


Figura 3: Los conglomerados, areniscas y limonitas amarillentas de la Formación Castillo (A) cerca del campamento en La Mesa y las capas intercaladas de arenisca y lutita (flysch) de la Formación Matatere (B). Se pueden observar los altos buzamientos, fallas y volcamiento asociado con un alto grado de tectonismo.

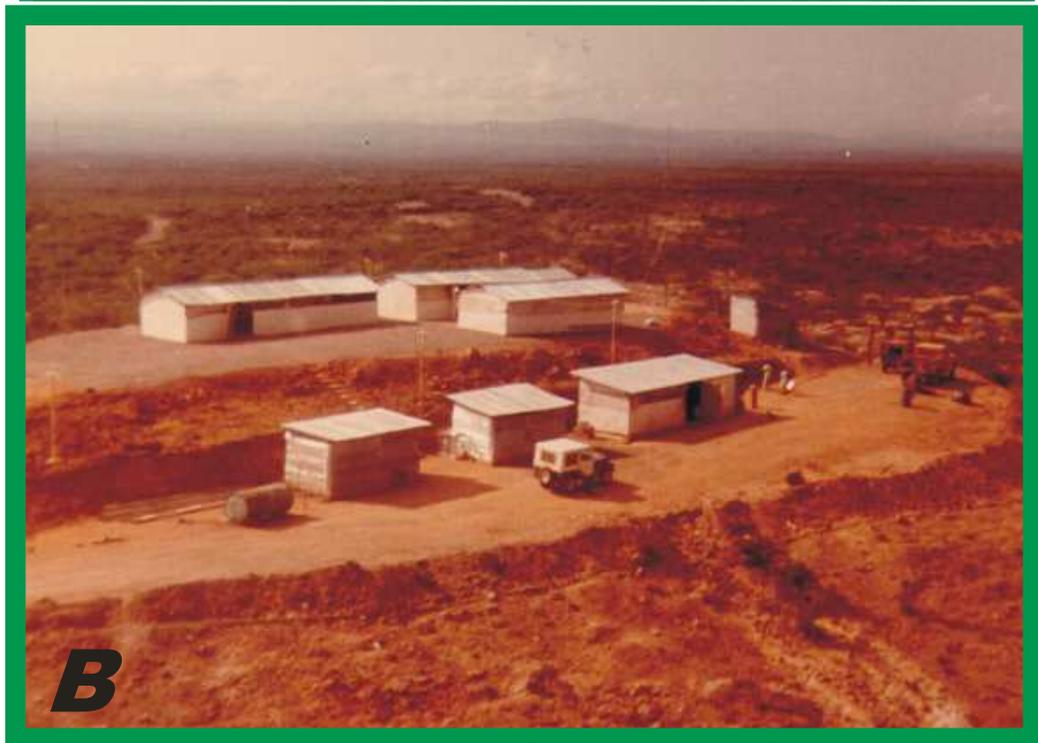
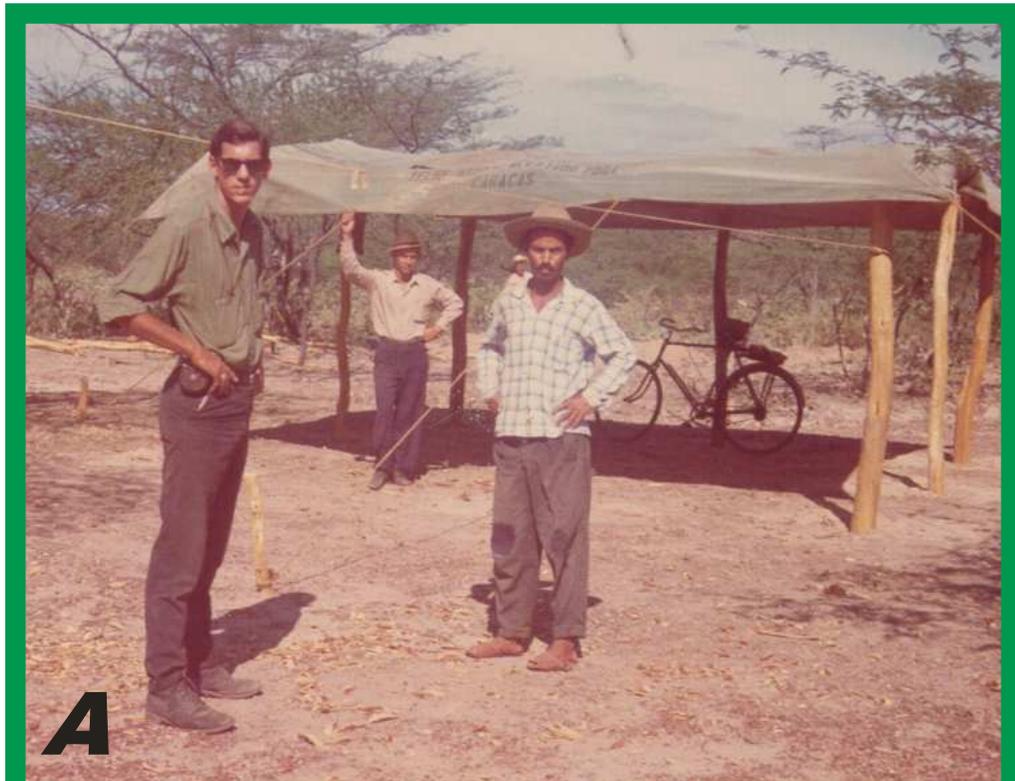


Figura 4: El Geólogo Donald Goddard con Pedro Rodríguez y Pedro Gómez en Abril de 1968 cerca de La Mesa donde se preparo un campamento volante (A) para dormir por unos meses mientras se construía el campamento permanente en Cerro la Cruz sobre capas de la Formación Castillo (B). Dicho campamento, completado en Septiembre de 1968, consistió de oficina, dormitorios, comedor y cocina, baño con regaderas, depósito, galpón para la planta eléctrica y un tanque de concreto para almacenar agua.

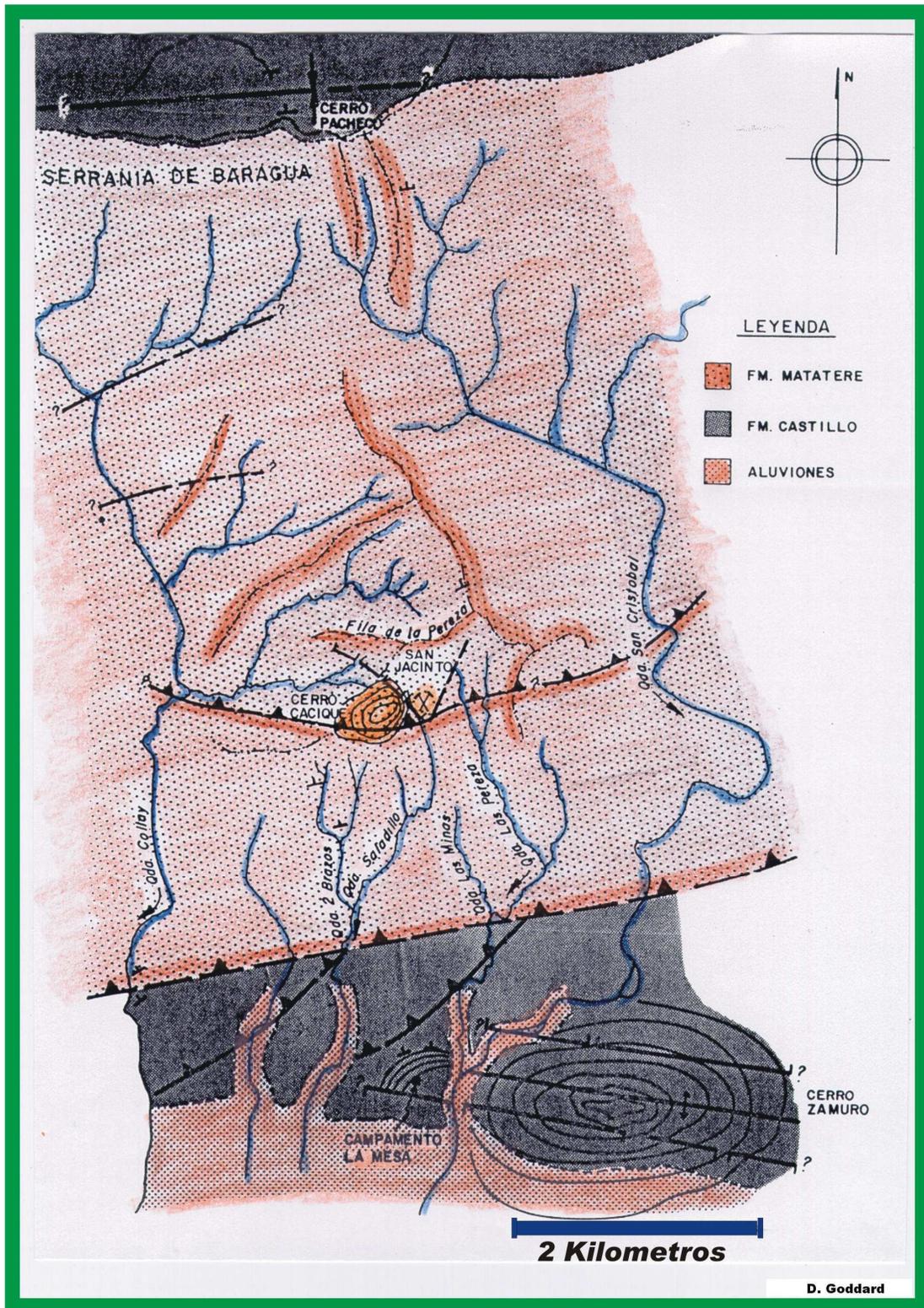


Figura 5: El mapa geológico que cubre un área de 32 Km² alrededor de la mina San Jacinto y donde fueron programados los trabajos geológicos, topográficos y geoquímicas. Dicha área mide 8 Km. de norte a sur desde la Mesa hasta Cerro Pacheco y de ancho unos 4 Km. de este a oeste entre las quebradas San Cristóbal y Collay. La mina está ubicada dentro de la Formación Matatere (Paleoceno – Eoceno) la cual yace en contacto de falla inversa sobre rocas más jóvenes de la Formación Castillo de edad Mioceno.

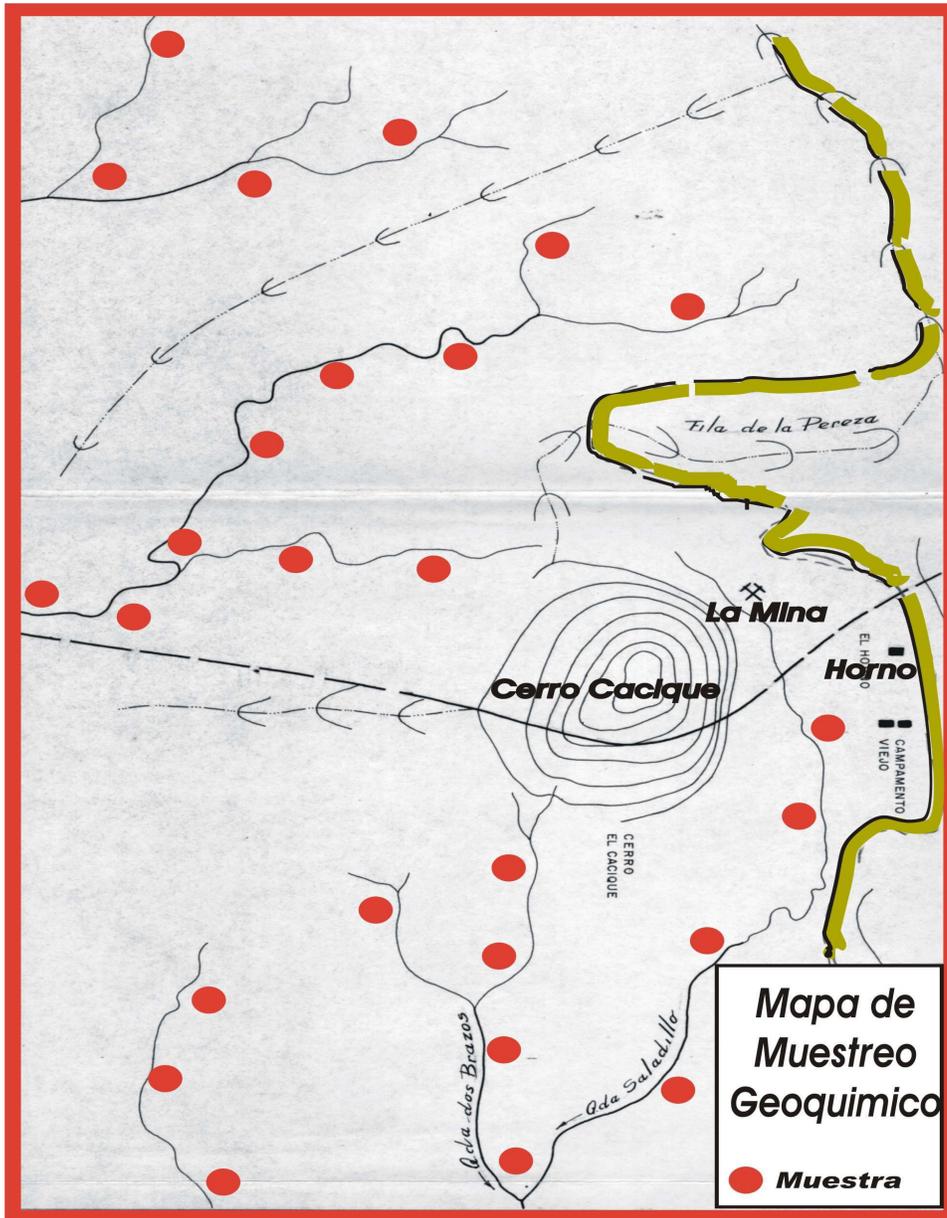


Figura 6: Un croquis generalizado con la ubicación de algunos puntos de muestreo dentro de las quebradas principales en la cercanía de la mina y del Cerro Cacique, el punto más resaltante en el área de estudio.

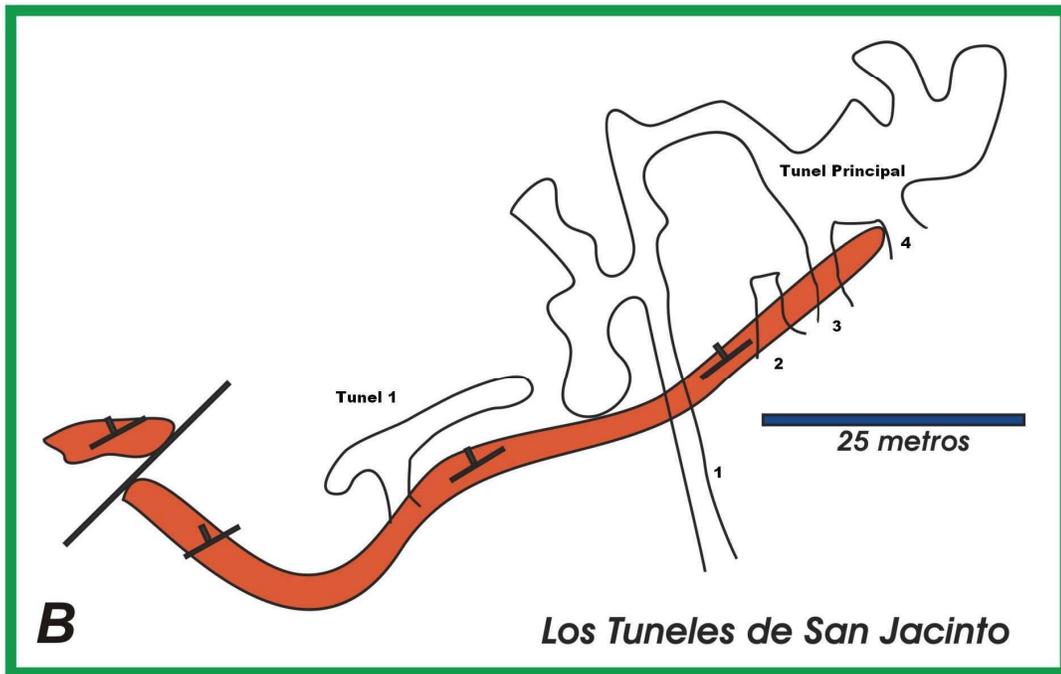
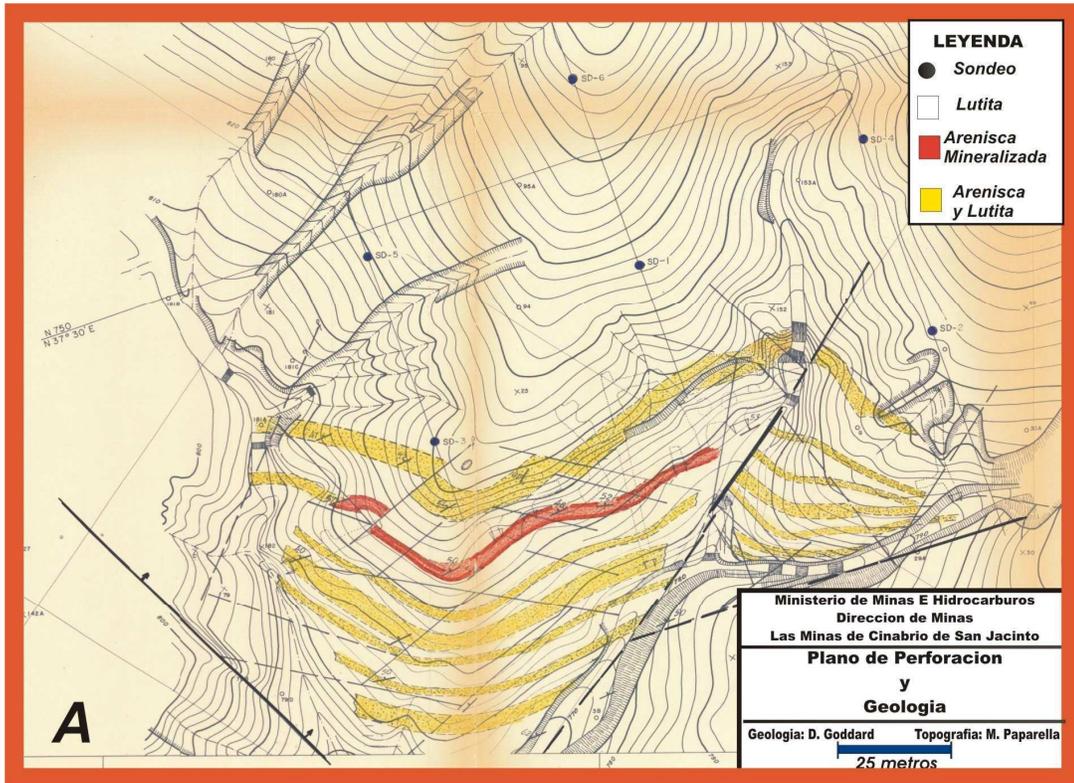


Figura 7: El mapa geológico-topográfico (A) que indica la capa de arenisca mineralizada (rojo) en superficie y otras areniscas (amarillo) intercalada con lutitas (color claro) de la Formación Matatere. La capa mineralizada mide 1.5 m de espesor y 90 m de largo en superficie (B) y tiene un alto buzamiento de aproximadamente 55° hacia el noroeste. Los túneles construidos en 1937 al 1941 siguen la dirección del buzamiento de la capa hasta unos 50 metros en profundidad.