

- URBANI, F. (1973). *Mineralizaciones en la zona de Caño Cañaverel, Sierra de Perijá*. Nota Informat., Esc. Geol. Min. U.C.V., Caracas.
- USECHE, A. y FIERRO, I. (1972). *Geología de la región de Pregonero*. IV Cong. Geol. Venez., Caracas, 1969, Mem., II, 963-998.
- USTIYEV, E. K. (1965). *Problems of volcanism and plutonism, volcano-plutonic formations*. Intern. Geol. Rev., 7, 1994-2016.
- (1970). *Relations between volcanism and plutonism at different stages of the tectonomagmatic cycle*. In: *Mechanics of Igneous Intrusion*, Gallery Press, Liverpool, 1-22.
- VANCE, J. A. (1968). *Metamorphism aragonite in the prehnite-pumpellyite facies, northwest Washington*. Am. J. Sci., 266, 299-315.
- WATTERS, W. A. (1965). *Prehnitization in the Yabgan Formation of Navarino Island, southernmost Chile*. Mineralog. Mag., 34, 517-527.
- VENEZUELA, DIRECCION DE GEOLOGIA (1970). *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, 2ª ed. Bol. Geol., Caracas, Publ. Esp. 4, 756 p.
- WHITE, W. S. (1968). *The native-copper deposits of Northern Michigan*. In: RIDGE, J. D., ed., *Ore deposits of the United States 1933-1967*, Am. Inst. Mining. Metall., Petrol. Eng., 303-325.
- WINKLER, H. G. F. (1976). *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*, 4ª ed. Springer-Verlag, New York-Berlin, 334 p.
- VITERI, E. (1977). *Mineralogía y paragénesis del yacimiento de cobre nativo de Caño Tigre, Sierra de Perijá, Estado Zulia*. V Cong. Geol. Venez., Caracas, 1977, Mem., III, 1129-1142.
- (1976). *Estudio de las características petrológicas y metalógicas del yacimiento de cobre nativo de Caño Tigre, Sierra de Perijá, Estado Zulia*. V Cong. Geol. Venez., Caracas, 1977, Mem., III, 1143-1168.
- WOKKITEL, R. (1957). *Formación cuprífera de la Serranía de Perijá*. Serv. Geol. Nac. Colombia, Bol. Geol. 5 (3).
- ZAMBRANO, E., VASQUEZ, E., DUVAL, B., LATREILLE, M. y COFFINIERES, B. (1972). *Síntesis paleogeográfica y petrolera del Occidente de Venezuela*. IV Cong. Geol. Venez., Caracas, 1969, Mem., I, 483-552.
- ZEN, E-AN (1974). *Burial metamorphism*. Canad. Mineral., 12, 445-455.
- (1974). *Prehnite-pumpellyite-bearing metamorphic rocks, west side of the Appalachian foldbelt, Pennsylvania to Newfoundland*. J. Petrol., 15, 197-242.

LOS DEPOSITOS DE MENA TITANIFERA DE SAN QUINTIN CENTRAL, ESTADO YARACUY, GENESIS, CARACTERES GEOLOGICOS Y ESTIMACION DE RESERVAS¹

por SIMÓN E. RODRÍGUEZ y GUILLERMO AÑEZ M.*

Trabajo de Campo: DOMINGO RODRÍGUEZ G., N. TORREALBA, C. VELASCO P., A. FRANCO, I. QUINTERO y J. H. CONTRERAS

RESUMEN

Las investigaciones realizadas por la División de Recursos Minerales de la Dirección de Geología sobre áreas del Complejo de San Quintín, ubicado en Yaracuy septentrional, permitieron determinar una extensa zona con enriquecimiento de ilmenita-hematita-magnetita. La mena, en forma de intercrecimiento, se asocia principalmente con rocas anortosíticas afectadas por procesos metamórficos, formando parte de una compleja secuencia litológica constituida por gabros, anfibolitas, anortositas, dioritas, granulitas y gneises anfibolíticos. Genéticamente, la mena tipifica los clásicos depósitos titaníferos magmáticos en cuerpos anortosíticos. Bajo el microscopio, se presenta como intercrecimientos complejos de ilmenita-hematita-magnetita con inclusiones menores de sulfuros. Como minerales de ganga se determinaron plagioclasa, feldespato potásico, anfíbol, epidoto y cuarzo.

Los estudios de evaluación, mediante 30 sondeos a diamante y con recuperación de testigos, establecieron un peso de 10.275.945 toneladas de ilmenita en exsolución, que representa una cantidad de aproximadamente 5.408.392 toneladas de TiO_2 con 5.78% de ley promedio. En forma preliminar se estableció económicamente que 4.5% de TiO_2 es el límite de la ley mínima contenida en las rocas mineralizadas, que significa en este caso una reserva de 4.912.972 toneladas de ilmenita en exsolución, o sea 2.585.775 toneladas de TiO_2 con una ley ponderada de 6.55% en la mena, que puede explotarse bajo condiciones favorables por su meteorización.

En la actualidad la Dirección de Minas realiza estudios relativos a tratamientos de mena, obtención de concentrados y pruebas metalúrgicas.

ABSTRACT

Investigations carried out by the Mineral Resources Division of the Dirección de Geología over areas of the San Quintín Complex in northern Yaracuy have defined an extensive ilmenite-hematite-magnetite rich zone. The ore as intergrowth is associated mainly with anorthositic rocks affected by metamorphism, forming part of a complex lithological sequence consisting of gabbro, amphibolite, anorthosite, diorite, granulite and amphibole gneiss. Genetically it is typical of classical magmatic titaniferous deposits in anorthosite bodies. Under the

¹ Manuscrito recibido 1977

* Ministerio de Energía y Minas, Dirección de Geología, Caracas

microscope it appears as complex intergrowths of ilmenite-hematite-magnetite with minor sulphide inclusions; gangue minerals are plagioclase, K-feldspar, amphibole, epidote and quartz.

Evaluation studies in 30 diamond-bit core-sampled boreholes establish a weight of 10,275,945 tons of exsolution ilmenite representing approximately 5,408,392 tons of TiO_2 with an average grade of 5.78%. 4.5% of TiO_2 has been tentatively set as lower limit of the mineralization grade, which in this case implies reserves of 4,912,972 tons of exsolution ilmenite, that is, 2,585,775 tons of TiO_2 with a weighted grade of 6.55% that can be developed under favorable conditions due to its weathering.

At present the Dirección de Minas is carrying out studies relating to ore treatment, concentrates and metallurgical tests.

INTRODUCCION

El depósito titanífero de San Quintín fue localizado a principios de la década 60 por geólogos de la División de Exploraciones Geológicas de la Dirección de Geología, durante los levantamientos geológicos que se efectuaban en el Estado Yaracuy para unificar la terminología estratigráfica, esclarecer problemas tectónicos y metamórficos y ubicar posibles mineralizaciones de importancia económica. Los resultados de estos estudios fueron presentados en las deliberaciones del IV Congreso Geológico Venezolano, realizado en Caracas durante el mes de julio de 1969.

El depósito está situado 45 km al noreste de San Felipe y 15 km al norte del asentamiento campesino de Yumare, Estado Yaracuy, en la región limítrofe con el Estado Falcón.

A partir de 1973, la División de Recursos Minerales inició la investigación detallada del Complejo Ultrabásico Zonado de San Quintín para delimitar las áreas titaníferas, profundizar en la génesis y morfología de los depósitos, y estimar las reservas de mineral. En 1973 y 1974 se llevaron a cabo sistemáticamente estudios geológicos detallados, de geoquímica de suelos, magnetometría, la ejecución de calicatas y trincheras y la elaboración de croquis topográficos sobre toda la zona de interés, que pusieron en evidencia una serie de puntos básicos importantes:

a) Los depósitos son típicas mineralizaciones de ilmenita-hematita-magnetita en zonas anortositicas y granulíticas de los complejos básicos zonados, que genéticamente constituyen segregaciones metálicas primarias en el magma anortositico y/o gabroide.

b) La mena es una exsolución íntima de ilmenita (Fe TiO_3), hematita (Fe_2O_3) y magnetita (Fe_3O_4).

c) La composición química típica del mineral masivo es la siguiente:

$\text{TiO}_2 = 32,70\%$; $\text{FeO} = 29,80\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 35,92\%$.

d) La roca mineralizada consiste esencialmente en minerales opacos, plagioclase cálcica y hornablenda en porcentajes variables.

e) La proporción de mineral titanífero puede variar entre 10% y 80% en la roca mineralizada de acuerdo a factores litológicos, genéticos y tectónicos.

f) El material mineralizado de la parte superior, que alcanza 31,68 m de profundidad media, constituye una mena excelente, tanto para explotación como para tratamiento.

g) La zona mineralizada cubre un área muy extensa, de más de 1 km².

Sobre estos datos las Direcciones de Geología y de Minas iniciaron en 1974 la evaluación del depósito de San Quintín a través de la ejecución de 30 sondeos con una profundidad promedia de 43,92 m y un total de 1.317,54 m de perforación. Para conocer el comportamiento de la mineralización a profundidad se efectuaron 3 sondeos de 100 m cada uno. Cada 2 m de avance se realizaron análisis químicos para TiO_2 , además de 30 análisis químicos completos.

La primera parte del programa evaluativo concluyó en enero de 1975, poniéndose de manifiesto reservas importantes de material titanífero con un porcentaje promedio de 5,78% en TiO_2 . La segunda etapa evaluativa (sector denominado La Juana), se inició en el último trimestre de 1975.

I. IMPORTANCIA DEL TITANIO

Aunque se estima que el titanio es el noveno elemento en abundancia en la corteza terrestre, sólo existen dos minerales de titanio de importancia comercial: la ilmenita y el rutilo. Teóricamente, la ilmenita (FeTiO_3) contiene un máximo de 52.65% de TiO_2 y el rutilo (TiO_2) 100%. Minerales que contienen titanio, tales como el anatasa, el leucóxeno y la brookita, se asocian con la ilmenita y el rutilo para formar parte de los concentrados comerciales de titanio. Muchos otros, incluyendo la esfena (CaTiSiO_5), la perovskita (CaTiO_3) y la pirofanita (MnTiO_3), abundan localmente en muchos depósitos, pero nunca se han utilizado económicamente. El titanio no existe en la naturaleza en estado metálico debido a su fuerte afinidad con el oxígeno y otros elementos.

Los depósitos de ilmenita y rutilo se encuentran extensamente distribuidos en todo el mundo. La ilmenita y el rutilo, o ambos, son producidos comercialmente en los Estados Unidos, Australia, Canadá, Egipto, Finlandia, Gambia, India, Japón, Malaya, Noruega, Portugal, Senegal, Sierra Leona, España y la U.R.S.S.

Dos tipos de depósitos contienen minerales de titanio con importancia económica: las arenas titaníferas y las rocas máficas. La ilmenita en unidades litológicas y algunos depósitos de arenas comúnmente contienen entre 2 y 30% de TiO_2 ; sin embargo, algunas arenas titaníferas contienen hasta 60% de TiO_2 . En las anortositas, dioritas y rocas similares, la ilmenita se asocia característicamente con menas de hierro, principalmente magnetita y hematita. En estado puro también se presenta en rocas tales como la nelsonita y esquistos. La fuente más importante de rutilo son las arenas de playa, pero también se encuentra en casi todas las rocas como mineral accesorio y en algunas se concentra lo suficientemente como para constituir una mena futura.

En los Estados Unidos hay depósitos importantes de ilmenita y rutilo asociados con anortositas, gabros y gneises máficos en Tahawus, N. Y.; Piney River, Virginia y Richland Cove, Arkansas. Los depósitos más ricos de arenas titaníferas se localizan en Florida y Oklahoma, U.S.A., las costas de Australia y Nueva

Zelandia, la Sierra Leona, la India y el Japón. El mayor depósito de ilmenita del mundo es Allard Lake, Quebec, Canadá, donde la mena es un intercrecimiento de ilmenita y hematita en forma de diques angostos, lentes irregulares y cuerpos embebidos en una masa anortosítica.

Cerca de 99% de la ilmenita producida en 1970 se empleó en la fabricación de pigmentos en base a dióxido de titanio, y el porcentaje remanente en la fabricación de aleaciones, carborúndum y metal titanio.

Desde su introducción en 1916, el dióxido de titanio (TiO_2) manufacturado ha encontrado un mercado de expansión en la producción de pinturas, lacas, plásticos, papel, cueros, cubiertas de pisos, goma, telas especiales y otros productos textiles. La elevada opacidad del dióxido blanco de titanio y su inactividad química permiten usarlo en casi todas las variedades de materiales plásticos, resinas y polvos de moldeo. Su resistencia a la corrosión, al ser tratado con ácidos láctico y acético, lo hace particularmente útil en los plásticos de celulosa. Como pigmento una pequeña cantidad de dióxido de titanio imparte notable blanqueo a la goma, que retiene muchas de sus propiedades naturales deseables. Como opacador de papel, el pigmento es casi diez veces más efectivo que los complementos ordinarios, aumentando el color y superficie de impresión. Por su inactividad química, el TiO_2 puede emplearse virtualmente con todo tipo de reactivos; no se decolora en contacto con gases o los rayos del sol, ni es afectado por temperaturas extremas; es resistente a soluciones ácidas, alcalinas, salinas, y puede usarse como pigmento en pinturas químicas de todo tipo.

El metal titanio, producido a partir de la ilmenita, tiene su mayor uso en la industria aeronáutica y espacial, tubos hidráulicos, estructuras, tanques de aceite, combustible y soportes de motor. Los transportes aéreos comerciales emplean de 700 a 2.500 libras de titanio en cada avión. También se usa en cohetes y componentes de vehículos espaciales, que representan una tercera parte del consumo total. Las estaciones orbitales, las naves interplanetarias Géminis y los Nódulos Lunares utilizan titanio como metal fundamental en sus partes estructurales y de control.

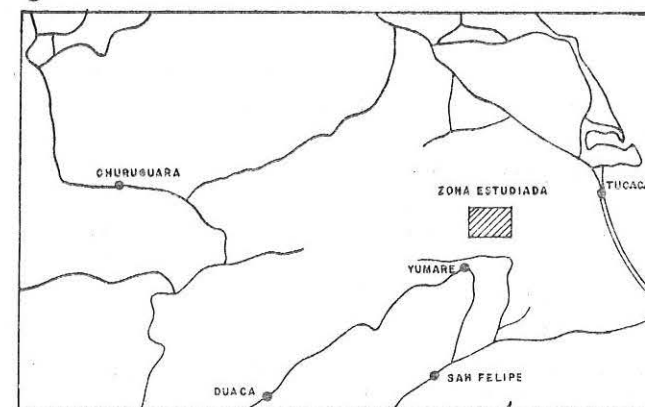
II. SITUACION Y ACCESO

El yacimiento titanífero de San Quintín está situado 45 km al noreste de San Felipe, Distrito Bolívar del Estado Yaracuy, cerca de los límites con el Estado Falcón (Figura 1).

El valle de Yumare, parte del gran valle de Yaracuy-Aroa, está atravesado por el río Aroa y su afluente el Yumarito, con volumen de agua abundante y permanente durante todo el año. La quebrada de San Quintín es de tipo estacional, torrentosa y con caudal limitado en la época lluviosa.

Topográficamente la quebrada se desarrolla en los primeros 1.200 m con una gradiente suave; luego aparecen saltos de unos 50 m de elevación y después continúa con pendiente normal en casi todo su curso, salvo en las nacientes algo abruptas. Entre la salida al valle y la naciente principal de la quebrada, el desarrollo sobrepasa los 4.000 m con una gradiente promediada de 7%.

FIG. 1



MAPA DE UBICACION DE LA ZONA ESTUDIADA



Génesis, Morfología y Estimación de Reservas de los Depósitos de Mena Titanífera del Complejo de San Quintín

Yaracuy - Septentrional



Entre el puerto marítimo de Puerto Cabello y el pueblo de Yumarito hay una carretera asfaltada de 115 km, operable todo el año. Entre dicho poblado y la falda sur del Macizo de San Quintín, una carretera de 15 km, engranzonada en su mayor parte, sirve al tráfico de vehículos dedicados a transportar productos agro-ganaderos del valle de Yumare y Palma Sola.

Desde San Quintín hasta los centros industriales más próximos, que además son actualmente los mayores consumidores de dióxido de titanio, existen las siguientes distancias:

San Quintín - Caracas	347 km
San Quintín - Maracay	238 "
San Quintín - Valencia	184 "
San Quintín - Barquisimeto	152 "
San Quintín - Puerto Cabello	130 "
San Quintín - San Felipe	66 "

Ninguna carretera penetra hasta el propio yacimiento, ubicado a 2,5 km de distancia desde la falda sur del macizo, punto considerado como partida del desarrollo de la quebrada.

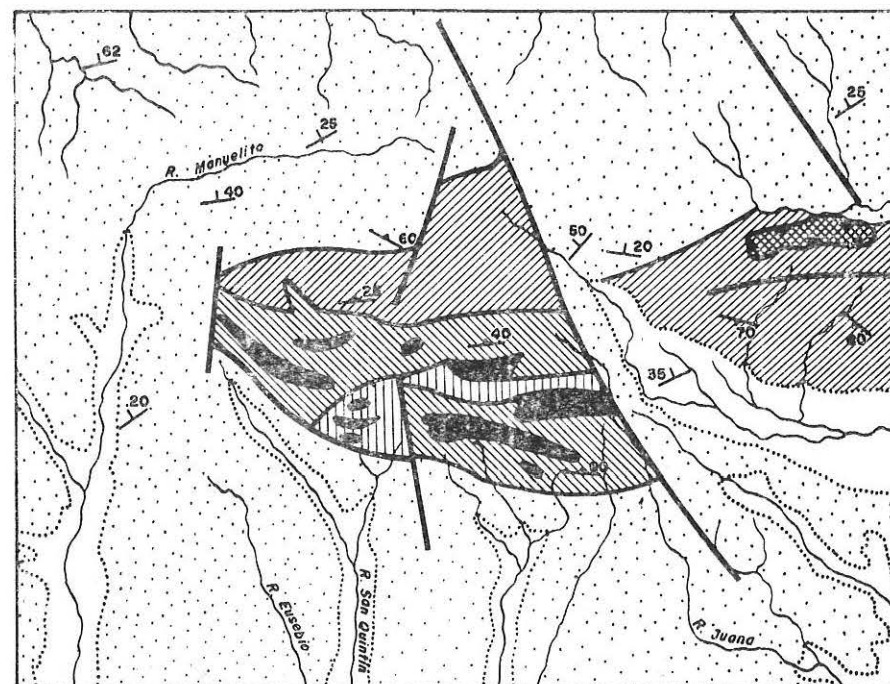
III. UNIDADES LITOLOGICAS

El Complejo de San Quintín es una extensa unidad geológica aflorante en la región septentrional del Estado Yaracuy. Junto con los Macizos de Tarana y La Zurda constituye geomorfológicamente el sistema orogénico norte del Estado Yaracuy, separado por el valle del río Aroa del macizo de Aroa, en la región centro-occidental del Estado. El Macizo de San Quintín está rodeado por unidades del Terciario Joven, específicamente de la Formación Capadare, caracterizada por conglomerados, calizas coquinoideas, areniscas, limolitas y lutitas, que separan las unidades de San Quintín de las rocas metamórficas de los Macizos de Tarana y La Zurda, al oeste y este, respectivamente.

El Macizo de San Quintín, litológicamente muy complejo, fue estudiado en detalle por BELLIZZIA y RODRÍGUEZ G. (1972), quienes describen las siguientes asociaciones litológicas (Figura 2):

- Areniscas, conglomerados y limolitas; Formación Casupal.
- Andesitas y flujos basálticos, densos, metamorfizados y en contacto con rocas ígneas básicas y ultrabásicas; Formación San Quintín.
- Complejo de Yumare: gneis cuarzo-feldespático, esquistos cuarzo-feldespáticos biotíticos, anortositas y gneises anortosíticos ricos en ilmenita-hematita, granulitas, anfibolitas, piroxenitas y un pequeño porcentaje de mármol blanco y oficalcitas.

Los estudios realizados por la División de Recursos Minerales a lo largo del flanco sur del Macizo, que exhibía mayor enriquecimiento en ilmenita, indican una litología de anortosita con facies ferromagnesianas notablemente bandeadas, en



MAPA GEOLOGICO
DEL
COMPLEJO DE SAN QUINTIN
ESCALA 1:100.000
GEOLOGIA POR: A. BELLIZZIA y D. RODRIGUEZ
1966

LEYENDA

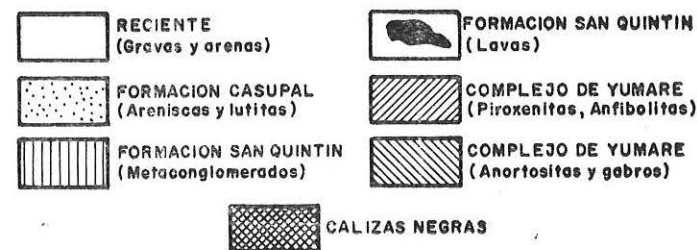


FIG. 2

contacto directo con andesitas y flujos basálticos verdosos muy densos y totalmente carentes de minerales titaníferos (Figura 3).

Las anortositas de San Quintín, expuestas extensamente en las quebradas de la región sur del Macizo, se orientan en general N45°E, aunque en muchos casos se observan francos rumbos E-O. Macroscópicamente la anortosita muestra tonos claros de amarillento a blanco grisáceo, meteorizando a suelos arenosos marrones amarillentos. Mineralógicamente consiste en plagioclasa (esencialmente andesina), feldespato potásico, anfíboles, minerales metálicos (ilmenita-hematita) y cuarzo azulado.

Al microscopio se revelan como rocas de grano grueso a medio, con plagioclasa andesina de composición An-31 (determinada por platina universal) como mineral esencial, muy alterada a epidoto, sericita, clorita y material pseudo-isotrópico; en áreas frescas presenta típicas maclas polisintéticas.

En diversas secciones se observa feldespato potásico microclino en estrecha relación con la andesina y constituyendo muchas veces estructuras pertíticas con la plagioclasa sódica; los anfíboles son del tipo de la hornablenda, levemente pleocroica; el epidoto es muy corriente, al igual que la sericita, como producto de alteración de los anfíboles y los feldespatos. Los minerales metálicos, especialmente ilmenita y hematita en intercrecimiento lamelar, son muy comunes, llegando a constituir hasta 40% de la roca.

Las anortositas de San Quintín exhiben variabilidad en su composición desde monominerálicas (plagioclasa) hasta rocas con contenidos muy altos de anfíboles extremadamente bien orientados, lo cual hace pensar en una geoquímica genética compleja y en procesos metamórficos posteriores muy profundos. BELLIZZIA y RODRIGUEZ (*op. cit.*) delimitan una extensa zona septentrional caracterizada por piroxenitas, anfíbolitas, piroxenitas anfibólicas granatíferas y anfíbolitas piroxénicas. Bajo el microscopio las bandas ferromagnesianas se observan muy bien orientadas en la masa de plagioclasas, con un contacto entre ambas secuencias, especialmente en el caso de las rocas intermedias. La presencia de anortositas en este tipo de complejos siempre ha planteado un problema genético principal en el campo de la petrología.

Las granulitas son rocas densas, oscuras y bandeadas, intercaladas con gneises anfibolíticos y afectadas profundamente por metamorfismo regional. Mineralógicamente consisten en 85 a 90% de plagioclasa andesina de composición An₃₁, muy alterada a epidoto, sericita, clorita y material pseudoisotrópico; 6 a 10% de granate, y minerales opacos tales como ilmenita, hematita y magnetita. El leucoxeno aparece como alteración de la ilmenita en muy pequeñas proporciones.

Los gneises exhiben intenso bandeamiento en contacto con las unidades anortosíticas y granulíticas. Las bandas, irregulares, son alternamente de grano medio y grueso. Consisten en feldespato potásico, microclino en intercrecimiento con plagioclasa sódica (pertita), hornablenda y plagioclasa ácida (andesina An₃₁), y apatito; el epidoto abunda como producto de alteración de los feldespatos y la magnetita aparece en trazas como alteración de los minerales ferromagnesianos.

IV. MINERAL TITANIFERO DE SAN QUINTIN

La mena titanífera del Complejo de San Quintín se presenta como intercrecimiento de ilmenita, magnetita y hematita en una espesa secuencia anortosítica y granulítica de la sección ígnea, formando lentes alargados y masas uniformes orientadas, diseminadas a través de la anortosita. El porcentaje de ilmenita-hematita-magnetita es sensiblemente menor en algunas áreas ferromagnesianas de la roca anortosítica. El rutilo se presenta en la roca en porcentajes mucho menores que el de la ilmenita, en forma de granos irregulares en la masa de plagioclasa de la roca.

El intenso metamorfismo sufrido por el Complejo de San Quintín ha resultado en una orientación definida de los lentes y bandas de ilmenita casi paralela a la foliación general de la roca ígnea. En zonas meteorizadas la anortosita se convierte en un producto terroso marrón oscuro, con algunas características estructurales de la roca madre y un alto contenido de ilmenita. Este material meteorizado es buena mena titanífera, con valores de ilmenita (FeTiO₃) variables entre 0.8 y 27.8%; ha sufrido muy poco transporte, aunque pudo haber alguna subsidencia debido a la pérdida de volumen durante la meteorización. Los minerales esenciales de la roca, tales como la plagioclasa y los anfíboles, se han transformado en parte en óxidos de hierro, epidoto y minerales arcillosos.

En la mayoría de los casos el material saprolítico comienza sin zona húmica, hallándose el mineral titanífero directamente en la superficie. Donde el saprolito está oscurecido, ello se debe a recubrimiento por capas delgadas de arcillas rojizas que contienen un pequeño porcentaje de titanio.

Microscópicamente, la mena se observa como intercrecimiento íntimo de ilmenita, hematita y magnetita, con minúsculas inclusiones de pirita. El intercrecimiento puede variar de fino a medio, donde la ilmenita constituye el campo principal de la masa; en la mayoría de los casos, se presenta maclada y los planos tanto de macla como de intercrecimiento lamelar exhiben evidencias de metamorfismo elevado. La hematita se presenta como lamelas orientadas paralelamente o como asociaciones paralelas de gránulos. La magnetita se presenta en ambos minerales como inclusiones y lamelas. La pirita es otro mineral metálico, que forma inclusiones irregulares en la masa ilmenítica.

Los estudios minerográficos evidencian gran cizallamiento de la mena titanífera; los minerales están extremadamente doblados y partidos continuamente a través de todo el campo óptico. El fracturamiento de la ilmenita es común y en muchos casos las fracturas han sido rellenadas posteriormente por minerales, especialmente por silicatos de composición variable.

Los análisis minerográficos y por difracción de rayos-X, realizados en la División de Investigaciones sobre muestras de mineral masivo, arrojan una relación 2/3 ilmenita y 1/3 hematita. La mena contiene plagioclasa como principal mineral de ganga, pirita y cuarzo azulado. Aproximadamente 2% de los óxidos de hierro son magnetita, representando 98% del mineral los óxidos de titanio y hierro combinados. La gravedad específica de la mena varía entre 2.8 y 4.2.

Análisis con microsonda de electrones realizados sobre las muestras titaníferas, arrojan los siguientes resultados mineralógico y químico:

Mineral titanífero masivo

Básicamente una matriz de ilmenita de grano grueso y textura en mosaico, con abundantes exsoluciones alargadas y orientadas de titano-magnetita, cantidad casi igual de inclusiones de hematita ligeramente titanífera, escaso rutilo y trazas de calcopirita.

Muestra	Mineral	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	NiO ₂
YA-3921	Ilmenita	50,57	41,73	0,47	Traza
	Titano-magnetita	80,57	16,26	1,22	"
	Hematita	88,84	0,98	0,58	"
YA-3907	Ilmenita	50,87	46,60	0,69	"
	Titano-magnetita	76,86	17,08	1,45	"
	Hematita	84,18	1,68	0,86	0,22

Roca granulítica titanífera

Típicas granulitas piroxénico-anfibólico-granatíferas con abundante ilmenita, escasos sulfuros como pirita y calcopirita. La ilmenita sólo contiene exsolución lamelar de hematita e inclusiones de esfena y anormalmente es rica en hierro, magnesio y aluminio.

Muestra	Mineral	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	NiO	Cu	Fe	S
YA-3905	Ilmenita	51,92	46,88	0,40	Traza	—	—	—
YA-3906	Hematita	92,65	0,84	0,60	Traza	—	—	—
	Pirita	—	—	Traza	Traza	Traza	52,42	42,26
	Calcopirita	—	—	Traza	Traza	31,84	30,13	33,28

De estas investigaciones microanalíticas se concluye que:

a) las exsoluciones en la ilmenita no son de hematita, sino de una magnetita rica en TiO₂; los granos de hematita presentes son en realidad inclusiones paramagnéticas en la ilmenita;

b) la ilmenita en las granulitas no contiene magnetita; la hematita parece ser intercrecimiento lamelar, más bien que una exsolución;

c) la variación en la concentración de hierro y titanio tiene lugar en forma paralela en los tres niveles asociados;

d) se detectaron cantidades apreciables de V₂O₅ en las tres fases, encontrándose siempre la mayor concentración en la magnetita y la menor en la ilmenita; la zona alterada sólo presenta trazas;

e) las micro-inclusiones de sulfuros son de calcopirita y no están zonadas; la asociación pirita-calcopirita en las granulitas no se encuentra incluida en la ilmenita sino en los silicatos;

f) el rutilo se presenta como inclusiones; no se observa leucoxeno en cantidades apreciables;

g) la concentración de NiO₂ es casi siempre de trazas, tanto en los sulfuros como en los óxidos, excepto en la hematita de la muestra YA-3907, que presenta 0.22% de NiO₂.

V. ORIGEN DE LOS DEPOSITOS

Los yacimientos de San Quintín, como la mayoría de los depósitos de ilmenita, se asocian con anortositas, y el estudio del origen de estas unidades plutónicas es fundamental para conocer la génesis de las concentraciones titaníferas.

Existen dos tipos de anortositas, cada uno de los cuales pertenece a una asociación plutónica diferente:

a) las anortositas con bytownita se presentan como capas dentro de secuencias básicas estratigráficas y lopolitos; ejemplos clásicos son los Complejos de Bushveld y Stillwater;

b) las anortositas con andesina o labradorita se presentan como grandes intrusiones independientes.

En vista de que el complejo anortosítico de San Quintín parece corresponder al segundo tipo, se discute a continuación este tipo de unidad, que posee las siguientes características distintivas:

- forma de grandes intrusiones con techos en forma de domos, pudiendo alcanzar profundidades batolíticas;
- el mineral constituyente es plagioclasa próxima a la andesina-labradorita, pero fluctuante entre An-35 y An-60;
- muchas anortositas poseen grano muy grueso y las texturas cataclásticas, de plegamiento y localmente miloníticas, son comunes;
- en los grandes cuerpos de anortosita se ha trazado una transición completa desde anortosita hasta gabro; no hay duda de que estas rocas tienen un origen común.
- se desconocen lavas de composición anortosítica.

Una de las principales dificultades en la interpretación de la petrogenesis de las anortositas estriba en la relación que pudiera haber entre éstas y los plutones ricos en piroxenos, especialmente las charnockitas, las sienitas piroxénicas y los gabros noríticos. Algunos petrólogos les atribuyen un magmatismo común sobre la base de la asociación frecuente de las anortositas precámbricas con estos tipos de rocas.

Actualmente se discute si las anortositas son acumulaciones de cristales de plagioclasa separadas de un magma de composición original radicalmente diferente (gabbroico), o si fueron inyectadas como un magma móvil, mayormente feldespático. Muchos dudan la posibilidad de que existan cuerpos de anortosita líquida

en la corteza exterior de la tierra, aduciendo la ausencia de lavas anortosíticas y la elevada temperatura (cerca a los 1.400°C) que se requiere para mantener la andesina-labradorita en estado completamente líquido. Hay acuerdo general en que el hundimiento gravitacional, o posiblemente la flotación de cristales de plagioclasa en un magma básico o semibásico, desempeñan un papel significativo en el origen de las capas anortosíticas en lopolitos estratificados, idea que ha sido defendida por numerosos geólogos, tales como Bowen, Balk y Berth.

Una teoría completamente diferente es la postulada por BUDDINGTON (*vide* TURNER y VERHOOGEN, 1951, p. 256-257), basado en sus propias observaciones de las anortositas en los Adirondacks, según la cual los gabros olivínicos, sienitas y granitos de esa región tienen todos origen independiente, posterior al período de la intrusión de la anortosita, y todos se derivan de un magma gabroide original cuya composición debió ser aproximadamente 80% de plagioclasa (Ab-50 An-50) y 20% de hipersteno y que pudo existir en estado completamente fundido a los 1.350°C . Esta hipótesis explica el gran tamaño de los cuerpos anortosíticos precámbricos, los fenómenos de inyección observados en los contactos y la composición de las anortositas gabroides, que se observan persistentemente en las facies periféricas de las masas de la región de los Adirondacks.

En la mayoría de estas anortositas la ilmenita se presenta como mineral metálico esencial o accesorio. BUDDINGTON y LINDSLEY (1964) y TAYLOR (1966) han demostrado en el sistema $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3$, que la ilmenita forma su principal serie de solución sólida con hematita y que ésta es la fase principal presente en intercrecimientos del tipo de exsolución en la ilmenita natural. No obstante, muchos macizos ultrabásicos conocidos, tales como la intrusión de Muskox en Canadá, poseen bajos contenidos de Fe_2O_3 , y estas menas metálicas se postulan como originadas por simple precipitación inicial en un magma básico con altas concentraciones de FeO , Fe_2O_3 y TiO_2 . Esta concentración es índice de los límites de la saturación general de los óxidos en un magma basáltico o andesítico sobresaturado en sílica.

En el complejo básico de Muskox las concentraciones de FeO , cercanas a 12%, son muy altas en comparación con el nivel general del FeO en los magmas sobresaturados de las lavas; en contraste, los valores de Fe_2O_3 (casi 2,7%) para una saturación inicial en magnetita no son altos, y se observan comúnmente en las andesitas y basaltos tholeiíticos (IRVINE y SMITH, 1969). El valor del TiO_2 (casi 4,4%) en las unidades básicas de Muskox, estimado para una saturación en ilmenita, es también alto para un magma sobresaturado. Es probable que los porcentajes de TiO_2 , FeO y Fe_2O_3 en el magma original de las unidades de San Quintín hayan sido más bajos, tomando en cuenta la gran diferencia petrogénica entre ambos complejos y la elevada proporción de álcalis en las unidades de San Quintín.

En general, se acepta la idea de que la cristalización fraccional ha producido las concentraciones de óxidos metálicos (IRVINE y SMITH, *op. cit.*).

VI. EXPLORACION PRELIMINAR

En vista de la carencia de estudios geoeconómicos detallados en la zona de San Quintín se elaboró un programa de exploración preliminar: desmuestre de

sedimentos, suelos y roca alterada y ejecución de calicatas, antes de emprender los estudios geofísicos y por sondeos.

Los resultados, cuidadosamente analizados y comparados, proporcionaron los datos necesarios para continuar el programa de evaluación. A continuación se detallan estas investigaciones sistemáticas, con énfasis en los aspectos geoeconómicos y genéticos.

Sedimentos. La actividad fluvial de erosión, transporte y sedimentación fue poco intensa debido al relieve estrecho del valle de San Quintín y La Juana, una red hidrográfica poco desarrollada y sin nuevos cauces de recepción. Estos antecedentes geodinámicos y la falta de ensanchamientos laterales de los cursos temporales permitieron solamente la sedimentación de los minerales pesados.

El desmuestre se realizó en pequeños hoyos abiertos en el tramo intermedio de las quebradas, con tope hasta la base de la roca fresca o de grandes bloques rodados, excavándose un promedio de 51 cm de profundidad por hueco. El material se clasificó por tamaños, obteniéndose los siguientes porcentajes ponderados: mayor de 15 cm = 36%; mayor de 5 cm = 9%; mayor de 1 cm = 20%; arena = 35%.

El análisis químico para dióxido de titanio de las muestras de arena negra y cuarteada arroja los siguientes resultados:

CUADRO N° 1

RESULTADO DEL DESMUESTRE EN SEDIMENTOS

Sector	N° muestra	TiO_2 %	Promedio % TiO_2
San Quintín	SQ-G ₁	1,70	2,50
San Quintín	SQ-G ₂	3,74	
San Quintín	SQ-G ₃	2,85	
San Quintín	SQ-G ₄	1,70	
La Juana	QJ-G ₁	8,16	6,95
La Juana	QJ-G ₂	6,75	
La Juana	QJ-G ₃	5,95	

Lo reducido del volumen y el elevado costo de extracción de estos aluviones hacen que la exploración de este tipo de material depositado en ambas quebradas deba considerarse como marginal.

Roca alterada. Sobre frentes naturales de anortosita meteorizada expuesta en los flancos de las quebradas San Quintín y La Juana, se efectuaron desmuestras por canal de dimensiones variables, cuyos porcentajes de dióxido de titanio fueron:

CUADRO N° 2

DESMUESTRE EN ANORTOSITA METEORIZADA (Saprolito)

Sector	Long.	C a n a l		N° Muestra	TiO ₂ %	Promedio % TiO ₂
		Anchura	Prof.			
San Quintín	1,50	0,12	0,10	SQ-G ₃ B	8,29	
San Quintín	2,50	0,20	0,10	SQ-G ₃ C	6,00	
San Quintín	2,00	0,20	0,15	SQ-G ₅	1,60	
San Quintín	1,85	0,20	0,10	SQ-G ₆	2,34	
San Quintín	2,00	0,20	0,15	SQ-G ₇	2,42	4,13
La Juana	2,00	0,20	0,15	QJ-G ₄	1,85	
La Juana	0,40	0,15	0,10	QJ-G ₅	2,02	
La Juana	0,45	0,15	0,10	QJ-G ₅ A	3,73	
La Juana	0,35	0,15	0,10	QJ-G ₅ B	2,20	
La Juana	0,50	0,15	0,10	QJ-G ₅ C	2,94	2,55

La ubicación de estos desmuestres se indica en el Plano General a escala 1:3.000. En la quebrada La Juana se aplicó el desmuestre por canal horizontal; en cambio, en San Quintín se hizo verticalmente en los afloramientos de anortosita meteorizada. Los resultados de la búsqueda de concentraciones metálicas en ambas quebradas fueron positivos, llegándose a establecer además que las masas anortosíticas meteorizadas poseen valores significativos en dióxido de titanio, lo que estimuló a continuar las investigaciones a mayor escala de prospección geominera.

Los resultados del material especificado como G₅, G₅A, G₅B y G₅C corresponden a un mismo frente de afloramiento en La Juana, pero con canales horizontales espaciados entre sí a distancias de 1 metro.

Como promedio general, se obtuvo 4,13% de TiO₂ en la quebrada San Quintín y 2,55% en La Juana. Dicha diferencia, que proviene del mayor contenido de feldespato en el complejo anortosítico en La Juana, se mantiene en los resultados analíticos de suelos y calicatas.

Suelos. Se ejecutaron 40 hoyos en el sector de San Quintín y 12 en La Juana, distanciados a 200 mts entre sí, con 50 cm de profundidad y localizados alternativamente sobre las picas Norte-Sur.

El TiO₂ en la pica B y Perimetral Oeste muestra contenidos bajos en promedio porque los hoyos fueron abiertos en suelos feldespáticos; los mayores porcentajes están en el área encerrada por las picas F y E, donde los valores ponderados son de 2,79% y 5,90% respectivamente, mostrando cierta aproximación a los obtenidos en los sondeos mecánicos a profundidad; ello demuestra que la toma de muestras de suelos es eficiente para preseleccionar áreas titaníferas derivadas de complejos anortosíticos. Los análisis químicos arrojan los siguientes valores:

CUADRO N° 3

RESULTADO DEL DESMUESTRE EN SUELOS

Sector: San Quintín

Pica	Progresiva Mts.	Muestra N°	Contenido % TiO ₂	Promedio % TiO ₂	Observación
Perimetral	Bw 0	11	0,66		
Oeste	Bw N200	12	1,39		
	Bw N400	13	0,77		
	Bw N600	14	1,50		
	Bw N800	15	0,96		
	Bw N1000	16	0,10		
	Bw N1200	17	0,17		
	Bw N1400	18	1,54	0,89	
G	S 400	28	1,65		
	S 200	29	0,29		
	Bv 105	5	0,62		Entre Pica G ₁ -G
	N 200	30	1,25		
	N 400	31	1,70	1,10	
F	S 350	32	2,92		
	S 200	33	0,84		
	Bv O	34	6,24		Origen Pica Eje
	Bv 95	4	0,63		Entre Pica F ₁ -F
	N 200	35	4,05		
	N 400	36	2,10	2,79	
E	S 400	37	2,34		
	S 200	38	5,50		
	Bv 73	39	9,52		Origen Pica Eje
	Bv 84-A	3	1,73		Entre Pica F-E ₁
	N 200	40	6,26		
	N 400	41	10,05	5,90	
O	Bv 69	1	2,87		Origen Pica Eje
	73-74	2	1,68		Entre Pica E-O ₁
	N 200	19	1,54		
	N 400	20	2,48		
	N 600	21	1,33		
	N 800	22	1,62		
	N 1200	23	1,55	1,87	
D	S 400	10	0,56		
	S 200	9	0,39		
	Bv 58	6	0,69		Entre Pica D ₁ -D
	N 200	7	1,42		
	N 400	8	1,78		
	N 600	51	11,19		

N 800	52	3,38	
N 1000	53	0,93	2,54

Sector: La Juana

C	S 450	45	0,59	
	S 200	46	1,79	
	Bv 42	42	5,71	Entre Pica D-C ₁
	N 200	47	2,99	
	N 500	48	0,60	
	N 700	49	1,19	
	N 800	50	3,38	2,32
B	S 400	27	1,30	
	S 200	26	1,32	
	Bv 33	25	1,87	Origen Pica Eje
	N 200	24	2,25	
	Bv 28	44	1,01	1,55 Entre Pica B-E ₁

Todos los porcentajes de TiO_2 del Cuadro N° 3 se han marcado en las progresivas del Plano General a escala 1:3.000.

Calicatas. Para conocer el comportamiento de la mena a cierta profundidad, se excavaron 9 calicatas en San Quintín y 3 en La Juana, con profundidad máxima de 7 mts y mínima de 1,10 mts, y lados de 2 por 2 mts en casi todas.

En 5 calicatas se utilizó el sistema de desmuestre por un tubo de 10" de diámetro y 50 cm de longitud. La penetración se hizo con golpes de mandarría sobre una plancha de acero, con un peso estimado de 62 kg de muestra húmeda por tubo. No se observaron esponjamientos del material ni hubo dificultades en su hincado, lo cual evitó aplicar factores de corrección. El testigo se extrajo íntegramente a cada 50 cm y fue cuarteado para el análisis químico.

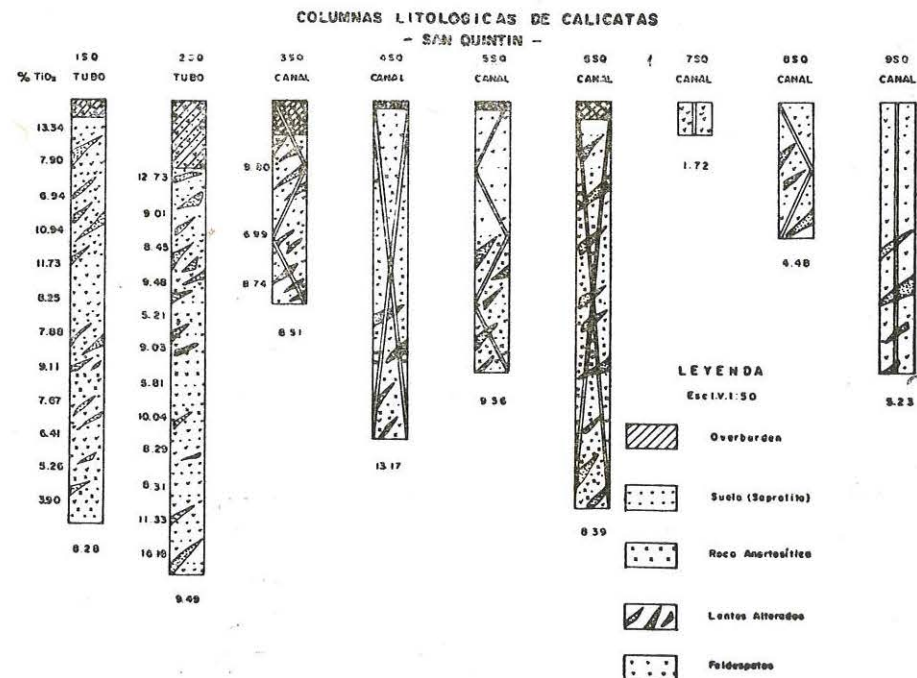
Las paredes de la calicata permitieron observar litologías y el comportamiento físico de la mena, información que sumada al estudio magnético, al geológico semi-detallado y la topografía de los perfiles, permitió elaborar el programa de sondeos a profundidad.

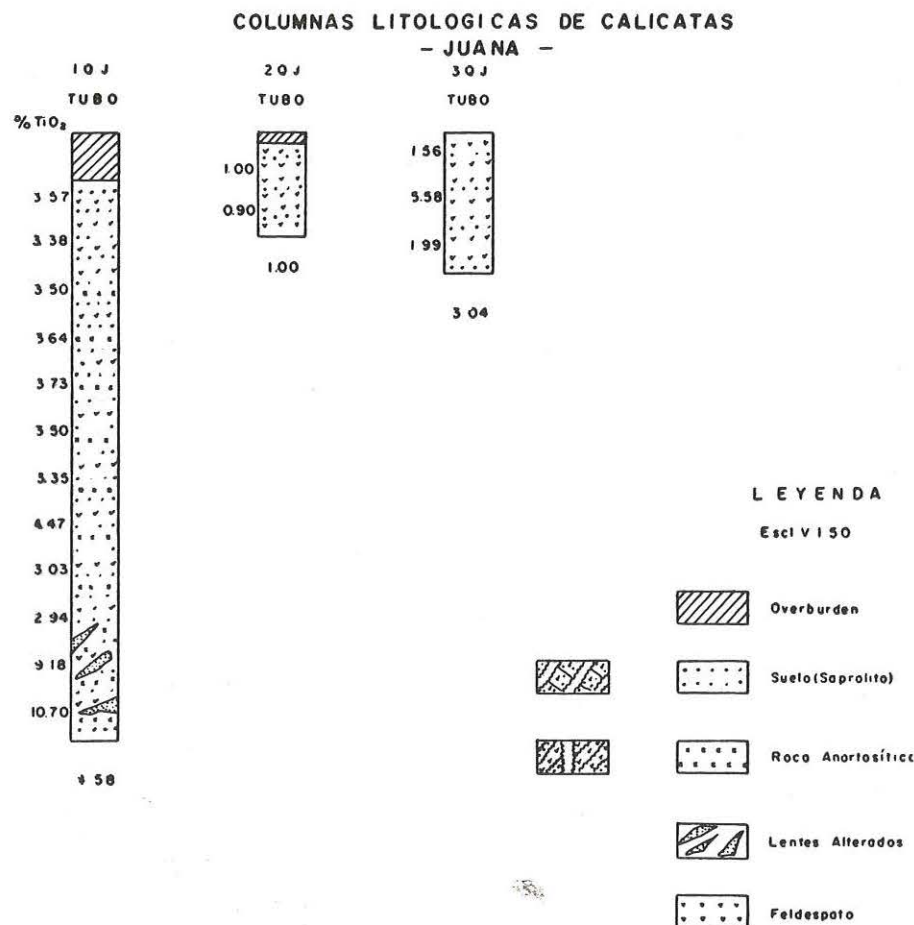
En las calicatas muestreadas tanto por tubo como por canal, al atravesar la parte superior de suelo lixiviado, se observaron mineralizaciones en forma de bandas con apariencia de lentes alterados, cuyo contenido principal era ilmenita-hematita y ferromagnesianos, con ganga constituida mayormente por plagioclasa, feldespato, epidoto, anfíboles, pirita y cuarzo. En estas fajas está la mayor concentración de dióxido de titanio, como se aprecia en el Cuadro N° 4 y las 12 columnas litológicas anexas.

Las leyes en el sector de San Quintín varían entre 13,17% y 1,72%, con un promedio de 8,89% de TiO_2 en calicatas, o sea 16,89% de ilmenita calculada.

En cambio, en La Juana, más feldespática y meteorizada, el valor fue de 2,87% de TiO_2 .

A continuación el Cuadro N° 4 reseña los resultados de esta prospección:





CUADRO Nº 4

RESUMEN DE LA PROSPECCION POR CALICATA

Sector	Calicata Nº	Profun. Mts.	Tubo Canal % TiO ₂	Promedio Tubo Canal % TiO ₂	Promedio Tubo Canal % Ilmenita
San Quintín	1SQ	6,25	8,28	—	—
San Quintín	2SQ	7,00	9,49	8,89	16,88
San Quintín	3SQ	—	—	8,51	—
San Quintín	4SQ	—	—	13,17	—
San Quintín	5SQ	—	—	9,56	—
San Quintín	6SQ	—	—	8,39	—
San Quintín	7SQ	—	—	1,72	—
San Quintín	8SQ	—	—	4,48	—
San Quintín	9SQ	—	—	5,23	7,29
Juana	1QJ	6,50	4,58	—	—
Juana	2QJ	1,10	1,00	—	—
Juana	3QJ	1,50	3,04	2,87	5,46
PROMEDIO				5,88	7,29
				11,17	13,86

El sector de San Quintín arroja un promedio de 8.09% de TiO₂ en calicatas; en cambio, en las perforaciones en material meteorizado o saprolito y en roca anortosítica, el promedio ponderado es de 5.19%. La diferencia (2.90%) puede deberse a deficiencias en el análisis químico, o a que las muestras extraídas por tubo sean más voluminosas que las correspondientes a igual profundidad de sondeo; el método del tubo proporciona mayor volumen de muestra y en consecuencia, mejor representatividad en el cuarteo para el análisis químico.

Las calicatas se emplearon sólo para la investigación somera y no como método evaluativo general debido a su costo, superior a 300 Bs/M³, demasiado elevado para una prospección sistemática en materiales de cierta dureza y gran profundidad. Con igual criterio se abrieron 4 trincheras en las quebradas El Castaño y Rabin Trincheras, afluentes de San Quintín, de donde se extrajeron muestras de mineral masivo maclado, con una composición de 32,70% de TiO₂, 29,80% de FeO, 3,592% de Fe₂O₃ y 1,58% entre volátiles e insolubles. Aquí los enriquecimientos de mineral titanífero en forma masiva son excelentes pero de extensión limitada, por tratarse de saldos de lentes a la vista en cabeceras de quebrada.

Comparación del Análisis Químico. A objeto de disponer de un criterio sobre el contenido de la mena titanífera, se presenta el siguiente cuadro, que muestra los valores en TiO₂ resultantes del análisis químico semicuantitativo de las muestras.

CUADRO Nº 5

RESUMEN DEL PROMEDIO DE LOS ANALISIS QUIMICOS

Detalle	Sector	
	San Quintín	La Juana
	% TiO ₂	
Sedimentos	2,50	6,95 (+)
Roca meteorizada	4,13	2,55
Suelos	2,54	1,55
Calicatas (saprolito)	8,09	2,87
Sondeos	5,78	—

Según estos porcentajes, el sector de San Quintín es más rico en dióxido de titanio, a excepción de los sedimentos de La Juana que fueron muestreados en lugares seleccionados de su cauce (+).

ANALISIS QUIMICOS COMPLETOS

Sondeo	S-3	S-4	S-5	S-7	S-8	S-9
% SiO ₂	48,67	48,42	47,44	39,54	22,34	37,94
% Al ₂ O ₃	23,63	24,96	23,85	24,32	30,91	26,77
% Fe ₂ O ₃	4,55	2,48	9,25	11,45	15,66	8,57
% FeO	1,86	1,81	1,28	3,67	3,48	2,43
% CaO	5,24	6,59	1,01	5,41	9,91	5,65
% MgO	Tz	Tz	1,18	0,95	0,91	Tz
% P ₂ O ₅	0,02	0,87	0,11	0,24	1,16	1,15
% TiO ₂	2,60	5,26	4,75	4,36	9,50	9,10
% Na ₂ O	4,00	3,56	2,90	2,98	3,01	2,81
% K ₂ O	5,23	1,06	0,53	0,60	0,70	1,00
% H ₂ O			2,60	0,66	0,02	
% P. al rojo	4,37	4,40	5,45	5,62	2,40	3,91
	100,17	99,41	100,35	99,80	100,00	99,33

Sondeo	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15
% Si ₂ O	35,02	37,56	36,57	42,60	27,78	26,56
% Al ₂ O ₃	24,77	26,53	22,80	25,04	31,24	20,41
% Fe ₂ O ₃	10,67	14,09	18,70	8,23	11,55	21,36
% FeO	4,22	5,57	6,02	1,13	1,59	3,09
% CaO	8,02	3,85	4,02	3,82	8,25	8,34
% MgO				0,28	1,27	1,26
% P ₂ O ₅	3,67	0,35	0,62	0,49	1,04	1,42
% TiO ₂	6,88	6,55	6,57	8,10	9,80	9,50
% Na ₂ O	1,71	2,38	2,00	3,20	3,10	2,80
% K ₂ O	0,81	1,05	1,00	0,82	0,72	0,80
% H ₂ O	0,56	0,18	0,29	1,74	0,61	0,45
% P. al rojo	3,42	2,05	1,83	4,49'	4,04	4,01
	99,75	100,16	100,42	99,94	100,99	100,00

Sondeo	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21
% Si ₂ O	28,14	43,52	37,14	42,46	43,28	36,56
% Al ₂ O ₃	24,87	21,04	28,91	24,16	20,29	21,13
% Fe ₂ O ₃	12,74	9,59	8,05	8,27	13,86	18,11
% FeO	1,76	1,47	3,82	2,17	2,13	3,09
% CaO	10,42	3,58	4,59	4,38	4,70	4,85
% MgO	0,38	5,60	3,10	7,81	1,00	5,48
% P ₂ O ₅	1,31	0,47	0,18	0,16	Tz	0,15
% TiO ₂	9,84	6,12	6,84	4,82	7,51	5,45
% Na ₂ O	2,91	4,00	3,35	3,38	2,85	1,00
% K ₂ O	0,68	1,18	1,05	1,09	2,00	0,95
% H ₂ O	0,22				0,32	0,62
% P. al rojo	6,73	4,08	2,96	2,18	2,03	2,35
	100,00	100,65	99,99	100,88	99,97	99,74

Sondeo	S-22	S-23	S-24	S-25	S-26	S-27
% Si ₂ O	49,68	36,80	49,43	39,12	36,89	60,34
% Al ₂ O ₃	22,92	19,84	19,81	26,11	28,67	15,34
% Fe ₂ O ₃	6,82	21,85	18,03	9,97	10,43	2,43
% FeO	1,43	1,62	0,51	1,40	0,85	1,76
% CaO	7,58	5,73	9,39	6,27	8,13	2,80
% MgO	4,80	2,32	2,01	3,11	Tz	6,09
% P ₂ O ₅	0,12	1,57	1,16	1,29	2,71	0,15
% TiO ₂	1,66	6,51	1,20	5,32	4,07	1,08
% Na ₂ O	0,25	Tz	3,48	3,71	2,46	2,98
% K ₂ O	0,74	1,00	1,07	0,91	0,84	1,14
% H ₂ O	0,74	1,00				
% P. al rojo	2,97	1,80	4,01	2,80	5,51	6,42
	99,71	100,04	100,10	100,01	100,56	100,53

Sondeo	S-28	S-29	S-30	S-31	S-32	S-33
% Si ₂ O	46,21	46,53	44,36	40,34	34,94	60,22
% Al ₂ O ₃	14,73	23,37	19,80	25,36	29,11	17,80
% Fe ₂ O ₃	5,07	8,13	10,23	9,93	9,51	6,68
% FeO	0,90	1,12	1,05	0,78	1,20	1,14
% CaO	9,77	6,25	11,01	4,77	4,89	3,14
% MgO	9,88	3,03	2,00	5,45	5,98	1,07
% P ₂ O ₅	0,37	0,32	0,65	0,38	0,37	0,28
% TiO ₂	1,20	3,88	1,55	3,97	5,47	0,90
% Na ₂ O	4,39	3,15	2,29	3,39	2,96	3,38
% K ₂ O	2,81	1,15	1,37	0,68	0,75	0,53
% H ₂ O						
% P. al rojo	5,47	3,86	6,32	4,91	4,97	4,87
	100,80	100,79	100,63	99,96	100,15	100,01

VII. TRABAJOS TOPOGRAFICOS

De acuerdo al programa de exploración integral y como consecuencia de los resultados de las primeras fases de estudio, se ejecutó una Pica Eje orientada este-oeste, con una longitud proyectada a la horizontal de 2.966 mts. Posteriormente se trazaron 16 picas longitudinales perpendiculares al eje, cuyas progresivas totalizaron 22.675 mts. El rumbo se controló con brújulas y las lecturas se hicieron con autorreductor a un promedio de 25 mts por punto cartografiado.

Encerrando la extensa zona de San Quintín y La Juana, se ejecutó una poligonal perimetral controlada por observaciones solares. Los vértices de la poligonal y los puntos de intersección de la pica-eje con las picas transversales, fueron cementados e identificados.

Con la intersección del eje este-oeste con las picas norte-sur como origen cero las siguientes dimensiones corresponden al total de 16 picas, 10 de las cuales pertenecen al sector de San Quintín y 6 a La Juana.

RESUMEN DE PROGRESIVAS TOPOGRAFICAS

Sector	Pica	Progresiva		Sub Total Mts.
		N	S	
San Quintín	G ₁	1000	500	1.500
San Quintín	G	1000	475	1.475
San Quintín	F ₁	1000	500	1.500
San Quintín	F	950	500	1.450
San Quintín	E ₁	1000	500	1.500
San Quintín	E	800	500	1.300
San Quintín	O ₁	950	500	1.450
San Quintín	O	1450	925	2.375
San Quintín	D ₁	1000	500	1.500
San Quintín	D	1000	500	1.500
La Juana	C ₁	1050	500	1.550
La Juana	C	1075	500	1.575
La Juana	B ₁	975	500	1.475
La Juana	B	475	500	975
La Juana	E ₁	475	500	975
La Juana	A	575	—	575
TOTAL		14775	7900	22.675

Las coordenadas y cotas correspondientes a las perforaciones efectuadas en San Quintín fueron calculadas como sigue:

COORDENADAS Y COTAS DE LOS PUNTOS DE SONDEOS

Pica	Sondeo	Coordenadas		Cota
		Norte	Este	
F	3	6.443,72	317.642,22	
F	4	6.245,09	317.665,48	
F	5	6.021,62	317.691,74	319,18
E ₁	7	5.886,05	317.805,95	327,65
E ₁	8	6.158,65	317.769,63	374,17
E ₁	9	6.356,89	317.743,22	378,47
E ₁	10	6.530,36	317.720,12	366,01
E	11	6.594,73	317.819,06	333,84
E	12	6.447,69	317.848,72	321,05
E	13	6.227,13	317.893,21	358,65
E	14	6.080,10	317.922,88	352,58
E	15	5.933,06	317.952,54	316,24
E	16	5.761,51	317.987,15	286,53
O ₁	17	6.043,85	318.050,09	304,38
O ₁	18	6.193,11	318.035,11	292,12
O ₁	19	6.392,11	318.015,15	279,91
O ₁	20	6.516,48	318.002,68	306,99
O ₁	21	6.715,48	317.982,72	379,35
O	22	5.445,00	318.259,94	
O	23	5.692,93	318.224,87	
O	24	5.890,41	318.196,97	
O	25	6.186,98	318.154,83	
O	26	6.100,85	318.167,21	
D ₁	27	5.905,86	318.302,65	329,88
D ₁	28	6.104,08	318.276,03	300,03
D ₁	29	6.252,77	318.256,25	320,28
D ₁	30	6.550,15	318.216,68	336,93
D	31	6.684,42	318.334,18	
D	32	6.229,22	318.400,96	
D	33			

Estos datos topográficos se modificarán al disponerse del estudio taquimétrico de precisión en el sector de San Quintín y La Juana.

Se anexan 17 perfiles topográficos a escala $V = 1:1.000$ y $H = 1:3.000$ que corresponden a todas las picas levantadas en la zona de estudio, y dos planos generales a escala 1:3.000.

VIII. ESTUDIOS GEOFISICOS

Para delimitar áreas mineralizadas y localizar anomalías, se empleó inicialmente el método electromagnético, abandonado en la investigación posterior debido

a lo inadecuado de los primeros resultados y sustituido por el método magnético terrestre, con el cual se cubrieron cerca de 5 km² a través de 25,6 km de picas controladas topográficamente, con resultados altamente resolutivos en la selección de áreas con relieve magnético importante.

Se realizó la interpretación cuantitativa de 20 anomalías seleccionadas como más significativas por su enriquecimiento de ilmenita, hematita y magnetita, de las cuales 13 son de primera prioridad y 7 de segunda, a su vez distribuidas en dos extensiones denominadas Area I y Area II. Se anexa el plano de Isogamas que muestra la distribución de áreas y anomalías.

Cabe señalar que la geofísica facilitó la delimitación de la zona de contacto del complejo anortosítico con las facies ferromagnesianas, y en general, con las volcánicas de San Quintín. Igualmente, se ubicaron algunos sondeos a profundidad que demostraron poseer buena concentración metálica.

Las anomalías se detallan en el siguiente cuadro que muestra elementos importantes para el futuro estudio magnético.

CUADRO DE ANOMALIAS

Area	Anomalia	Perfil	Estación	Forma	Rumbo	L.(m)	h(m)	2b	I	Naturaleza de la Fuente*
I	I-1	E ₁	125 N	Dique incli. mag. vertical.	E-W	300	100	100 66°N	550	Ilmenita diseminada + magnetita.
I	I-1	F	75 N	Dique vertical, mag. vertical.	E-W	300	15	25 90°	256	Plutónicas básicas + ilmenita.
I	I-1	F ₁	100 N	Dique vertical, mag. vertical.	E-W	300	10	10 90°	700	Ilmenita.
I	I-2	O ₁	325 S	Dique incli. mag. vertical.	E-W	350	20	30 65°S	735	Ilmenita.
I	I-2	E	350 S	Dique vertical, mag. vertical.	E-W	350	10	80 90°	458	Básicas efusivas, gnéises + ilmenita especular.
I	I-3	E	125 S	Dique vert. mag. vertical.	E-W a NE-SW	250	10	150 90°	114(o)	Gabro-diabasas + hematita especular.
I	I-4	E	125 N	Dique vert. mag. vertical.	E-W	350	20	45 90°	600	Básicas efusivas + ilmenita.
I	I-5	E	450 N	Dique vert. mag. vertical.	NE-SW a E-W		13	40 90°	368	Peridotita + especularita + ilmenita diseminada + magnetita.
I	I-7	F	150 N	Dique casi vertical			14	10 80°N	375	Peridotita + ilmenita diseminada + magnetita + especularita.
I	I-8	E	275 N	Dique mag. vert. o contac. lat.	E-W		5	30 S(p)		
I	I-10	D ₁	75 S	Dique mag. vert. o contac. later.	E-W		17	75 70°N	228	Olivino-gabro.

Area	Anomalia	Perfil	Estación	Forma	Rumbo	L.(m)	h(m)	2b	I	Naturaleza de la Fuente*
I	I-16	O ₁	400 N	Lente elipse. Eje revol. Horizontal (casi prism.)	E-W	100	18	52 90°	260	Olivino - gabro - peridotita + ilmenita.
I	I-17	D ₁	425 N	Filón delgado casi vertical.			10	16	250 X10-5	Olivino - gabro - peridotita + ilmenita.
II	II-1	E ₁	300 S	Dique inclin. mag. vert. o contac. late.			9	34		
II	II-2	IW	540 N	Lente vert. mag. vert.	E-W		19	60	100	Olivino - diabasa + ilmenita.
II	II-4	B ₁	790 N	Capa incli. mag. vertical.	NW-SE (prob.)		14	70 60°S	300	Peridotita + ilmenita + hematita especularita + magnetita.
II	II-5	IE	325 N	Dique casi vert. mag. vertical.	E-W (prob.)		14	60 90°	260	Olivino - gabro peridotita + ilmenita.
II	II-9	O	75 S	Dique vert. mag. vertical.	NE-SW		15			
	2	C ₁	435 N	Lente elipse. mag. vertical.	NE-SW	50	18	100	45	Granito-gneises.
II	II-10	O	650 N	Lente casi prisma. mag. vertical.			21	65	52.8	Granito - basalto + ilmenita.
II	II-13	G	125 S	Dique mag. vertical.	NE-SW (aprox.)		25	90 90°		Diabasa + hematita especular.
I	C		110 N	Esfera.			10	40 50 m		

* Según L. B. Slichter, N. H. Stern, C. A. Heiland y otros (se incluyen puentes con susceptibilidades como la obtenida, aunque no estén presentes en la zona).

L = LONGITUD
2b = POTENCIA
h = PROF. SUPERFICIAL SUPERIOR
(o) = BUZAMIENTO
I = INT. IMANACION I (C.G.S.U. 10-5)

IX. CALCULO DE RESERVAS

Concluidos los trabajos preliminares, llevados a cabo por aproximación sucesiva, se ejecutaron los sondeos para conocer a profundidad el comportamiento y tamaño del depósito, sus leyes, la naturaleza de la mineralización y la cantidad de mineral que compone la mena titanífera.

A continuación se detalla la metodología aplicada en el cálculo de reservas, que no se toman como concluyentes debido a que faltan varios parámetros técnicos y económicos para alcanzar la clasificación de reservas positivas o comprobadas. En la actualidad se consideran como reservas estimadas, en proceso de reclasificación cuando se disponga de todos los datos programados en la investigación económica, minera, metalúrgica y de ensayos industriales.

Perfiles y Secciones Transversales. El cuerpo mineralizado fue atravesado por 7 líneas a intervalos de 125 mts, con un rumbo norte-sur y una longitud aprovechable de 4.150 mts; las mismas conservan poco paralelismo por delinearse con brújula y porque su corrección habría retrasado el cálculo, además de aumentar el gasto topográfico. Con igual criterio, fueron proyectadas sobre las picas abiertas para la prospección geofísica, ya que habría representado un gasto excesivo establecer un nuevo reticulado en una región boscosa y accidentada.

El depósito fue contorneado por geología y geofísica, delimitándose una extensión potencialmente mineralizada de 2 km de longitud por 1 km de anchura. Dentro de esta superficie y asumiendo un amplio margen de seguridad, se seleccionó un área de 640.291 mts² (64 hectáreas) con la finalidad de obtener información sobre espesor medio, litología, geomorfología, contenido metálico útil, distribución de la mena, dispersión y otros elementos fundamentales para una evaluación preliminar cuantitativa y cualitativa.

Siguiendo la configuración de los perfiles acotados a casi cada 25 mts, se proyectó normalmente la sección transversal, cuya base está limitada por su cota inferior o tope del sondeo. La sumatoria de dichas áreas pequeñas, de formas generalmente trapezoidales, representa la sección transversal de cada bloque. El cálculo se hizo mediante los sistemas de superficies compensadas, de coordenadas y de Simpson, obteniéndose resultados similares.

La longitud para cada bloque se calculó tomando el promedio de las distancias existentes entre dos perfiles proyectada normalmente a la base del sondeo.

Se anexan los mapas correspondientes a los Perfiles de Áreas Proporcionales, el Plano General de Áreas de Influencia, a escala 1:1.000 y 30 planos individuales a escala 1:1.000 que corresponden a igual número de bloques.

Análisis Químicos. Estos fueron hechos por vía húmeda, procesados sistemáticamente a cada 2 mts de intervalo de perforación, y sobre pruebas extraídas a lo largo del testigo para un total de 658 muestras. Además del análisis para TiO₂ se realizaron pruebas completas en los 30 sondeos para determinar el contenido de 11 elementos en la mena.

El dióxido de titanio que figura en los cálculos con la fórmula TiO₂ representa la suma de todo el titanio contenido en la mena de la masa anortosítica y de las rocas volcánicas que conforman el Complejo de San Quintín.

El análisis químico se hizo para el elemento titanio, multiplicándose el resultado por el factor estequiométrico 1.67 para convertirlo en dióxido, que a su vez se convierte en ilmenita al multiplicar por 1.90. En este caso, el contenido o ley de TiO₂ en la ilmenita posee carácter teórico; se requeriría realizar numerosas pruebas minerográficas, petrográficas y con microsonda de electrones para establecer los porcentajes correctos de toda la mena, especialmente del hierro en sus diversas asociaciones, debido a la génesis del depósito titanífero.

El promedio ponderado de ley en toda la masa, que corresponde a los tres niveles del material titanífero (A+B+C), fue de 5.78% de TiO₂, que representa 10.98% de ilmenita en exsolución. Individualmente A = 5.01% de TiO₂, B = 5.22% de TiO₂, y C = 5.35% de TiO₂, lo cual demuestra pequeñas variaciones de ley en las tres clases de material por tratarse de una mineralización casi continua y distribución regular del metal.

La apropiación a los cálculos de evaluación se muestra en el Cuadro N° 6: *Resumen de Leyes Promediadas por Sondeo*, detallado a continuación:

Sondeos y Bloques. Para situar en el terreno los 30 puntos a perforar, fue necesario recurrir al análisis de los perfiles topográficos, teconocimiento de suelos, geología semidetallada y anomalías geofísicas. Se perforó un total de 1.317,54 mts de longitud acumulada en 30 sondeos, representando una profundidad media de 43,92 mts. La mayor profundidad alcanzó 100 mts y la menor 8,50 mts. De los 30 sondeos ejecutados, tres (S₅, S₁₁ y S₁₈) se hicieron a 45° de inclinación, y los 27 restantes en forma vertical. La distancia horizontal promedio entre sondeos fue de 183,50 mts, siendo la mínima de 125 mts y la máxima de 275 mts de espaciamiento. La densidad cubierta en promedio fue de 2,13 hectáreas por sondeo.

De acuerdo a la descripción litológica de los testigos, se contemplaron tres niveles de material titanífero, denominados convencionalmente A, B y C, que a su vez se consideran como sub-bloques en los cálculos.

El nivel A, tope superior, consiste en un material muy arcilloso de color amarillo a marrón amarillento, húmico en su parte superior, bastante meteorizado y con franjas o lentes de mineral bastante alterado de hematita-magnetita-ilmenita; el espesor medio del nivel fue de 2,50 mts en el yacimiento.

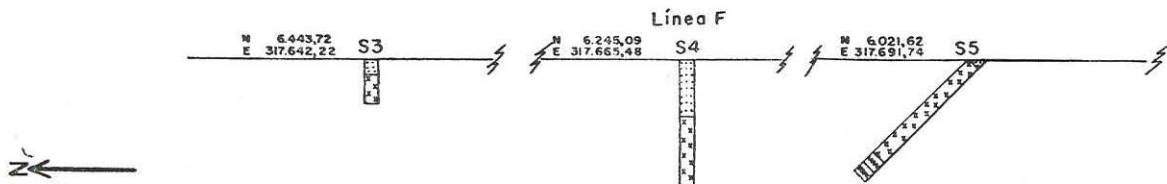
El nivel B se caracteriza por rocas anortosíticas, gabroides y granulíticas muy meteorizadas, pero en las que se preservan las características originales de la roca fresca. Mineralógicamente está constituido por feldespato parcialmente alterado, minerales arcillosos, epidoto, poco cuarzo, y minerales opacos titaníferos. El espesor promedio fue de 29,18 mts, cifra que puede superarse en 11 bloques al profundizar los sondeos hasta la roca fresca.

El nivel C está constituido por rocas frescas del Complejo de Yumare, algo meteorizadas, densas y compactas. Mineralógicamente consiste en feldespato, hornablenda y minerales opacos titaníferos; de acuerdo a los sondeos, el espesor prospectado fue de 15,83 mts, valor muy pequeño si se toma en cuenta que este complejo puede tener profundidad batolítica.

Se anexan 30 Diagramas de Sondeos a escala 1:100 que contienen los datos de la prospección mecanizada; además se incluyen 7 Gráficos Litológicos Generalizados a escala 1:1000, donde se han tabulado los resultados de los 30 análisis químicos completos.

CUADRO N° 6
RESUMEN DE LEYES PROMEDIADAS POR SONDEO

ESPESOR							LEY PROMEDIO							% Ilmenita	
(Mts.)															
Línea	Nº Sondeo	Profundidad (Mts.)	A	B	C	TOTAL (Mts.)	%			TiO ₂		A + B	A + B + C		
							A	B	C	A + B	A + B + C				
F	3	8,50	2,50	6,00	—	8,50	2,30	2,38	—	2,34	—	4,45	—		
F	4	23,40	10,50	12,90	—	23,40	6,78	3,71	—	5,25	—	9,97	—		
F	5	44,79	1,44	25,88	4,88	32,20	2,27	4,85	5,35	3,56	4,16	6,76	7,90		
E ₁	7	31,00	3,00	15,00	13,00	31,00	3,09	3,54	6,15	3,32	4,26	6,30	8,09		
E ₁	8	100,00	2,00	18,00	80,00	100,00	4,64	7,84	9,89	6,24	7,46	11,86	14,17		
E ₁	9	36,39	7,50	28,89	—	36,39	11,97	9,19	—	10,58	—	20,10	—		
E ₁	10	48,00	6,00	42,00	—	48,00	6,66	7,97	—	7,32	—	13,90	—		
E	11	100,00	1,44	50,33	20,13	71,90	8,57	6,39	6,37	7,48	7,11	14,21	13,51		
E	12	45,22	1,50	29,50	14,22	45,22	5,33	7,49	7,64	6,41	6,82	12,18	12,96		
E	13	36,96	4,00	32,00	0,96	36,96	10,51	8,05	4,18	9,28	7,58	17,63	14,40		
E	14	48,00	3,50	10,50	34,00	48,00	12,89	9,57	10,05	11,23	10,84	21,34	20,59		
E	15	43,30	1,00	7,00	35,30	43,30	9,99	10,11	10,97	10,05	10,36	19,10	19,68		
E	16	40,10	—	6,00	34,10	40,10	—	9,09	7,87	9,09	8,48	17,27	16,11		
O ₁	17	40,00	1,00	35,50	3,50	40,00	4,86	5,23	6,32	5,05	5,47	9,59	10,39		
O ₁	18	100,00	0,72	68,30	2,88	71,90	8,43	6,47	7,08	7,45	7,33	14,16	13,93		
O ₁	19	40,00	1,50	38,50	—	40,00	5,76	4,51	—	5,14	—	9,76	—		
O ₁	20	41,48	1,00	29,00	11,48	41,48	6,26	6,32	2,88	6,29	5,15	11,95	9,79		
O ₁	21	48,11	1,50	46,61	—	48,11	4,65	7,59	—	6,13	—	11,65	—		
O	22	37,31	2,50	24,31	10,50	37,31	1,32	1,95	1,08	1,64	1,45	3,11	2,76		
O	23	48,00	2,00	40,00	6,00	48,00	5,19	6,68	5,85	5,94	5,91	11,28	11,22		
O	24	26,64	1,00	17,64	8,00	26,64	1,24	1,33	1,24	1,29	1,27	2,44	2,41		
O	25	25,16	2,00	23,16	—	25,16	2,42	5,67	—	4,05	—	7,70	—		
O	26	24,86	2,00	14,00	8,86	24,86	4,28	4,43	3,15	4,36	3,95	8,27	7,51		
D ₁	27	25,00	2,00	22,00	1,00	25,00	1,25	1,08	0,50	1,17	0,94	2,21	1,79		
D ₁	28	33,69	1,50	32,19	—	33,69	0,95	1,23	—	1,09	—	2,07	—		
D ₁	29	54,13	1,00	45,50	7,63	54,13	1,35	2,48	3,89	1,92	2,57	3,64	4,89		
D ₁	30	50,27	2,00	44,00	4,27	50,27	2,25	1,49	1,25	1,87	1,66	3,55	3,16		
D	31	37,02	1,50	35,52	—	37,02	5,74	4,25	—	5,00	—	9,49	—		
D	32	40,21	2,50	37,71	—	40,21	2,96	5,05	—	4,01	—	7,61	—		
D	33	40,00	2,50	37,50	—	40,00	1,33	0,74	—	1,04	—	1,97	—		
PROMEDIO			2,50	29,18	15,83	41,63	5,01	5,22	5,35	5,19	5,78	9,86	10,98		



SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	F ₂ O ₃ +F ₂ O	Ca+Mg+Na+K	H ₂ O+P.R.
N°	A	B	C	TiO ₂	ILMENITA				%	%	%
3	2.30	2.38		2.34	4.45	23.63	48.67	0.02	6.41	14.47	4.37
4	6.78	3.71		5.25	9.97	24.96	48.42	0.87	4.29	11.21	4.40
5	2.27	4.85	5.35	4.16	7.90	23.85	47.44	0.11	11.13	5.62	6.05

LEYENDA

Escala 1:1000



Suelo (Soprolita)



Roca Anortosítica

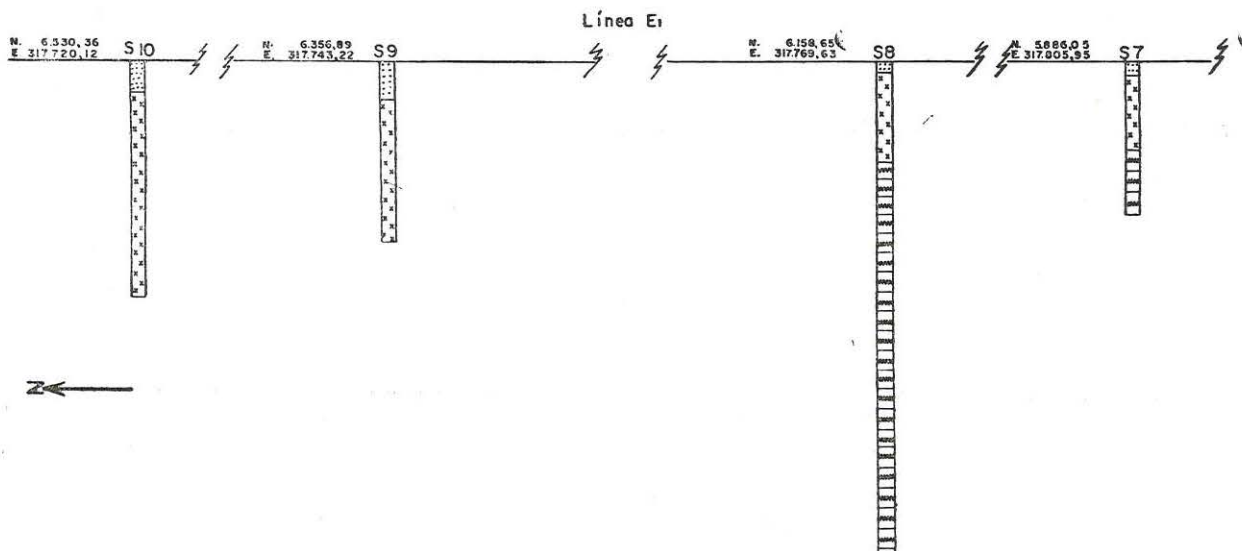


Roca Fresca (Complejo Yumare)

GRAFICO LITOLÓGICO GENERALIZADO Y

ANÁLISIS QUÍMICO POR SONDEO Y LÍNEA

LOS DEPÓSITOS DE MENA TITANÍFERA DE...



SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	Fe ₂ O ₃ +FeO	Ca+Mg+N ₂ +K	H ₂ O+P.R.
N°	A	B	C	TiO ₂	ILMENITA				%	%	%
7	3.09	3.54	6.15	4.26	8.09	24.32	39.54	0.24	15.12	9.94	6.28
8	4.64	7.84	9.89	7.46	14.17	30.91	22.34	1.16	19.14	14.53	2.42
9	11.97	9.19		10.58	20.10	26.77	37.94	1.15	11.00	9.46	3.91
10	6.66	7.97		7.32	13.90	24.77	35.02	3.67	14.89	10.54	3.98

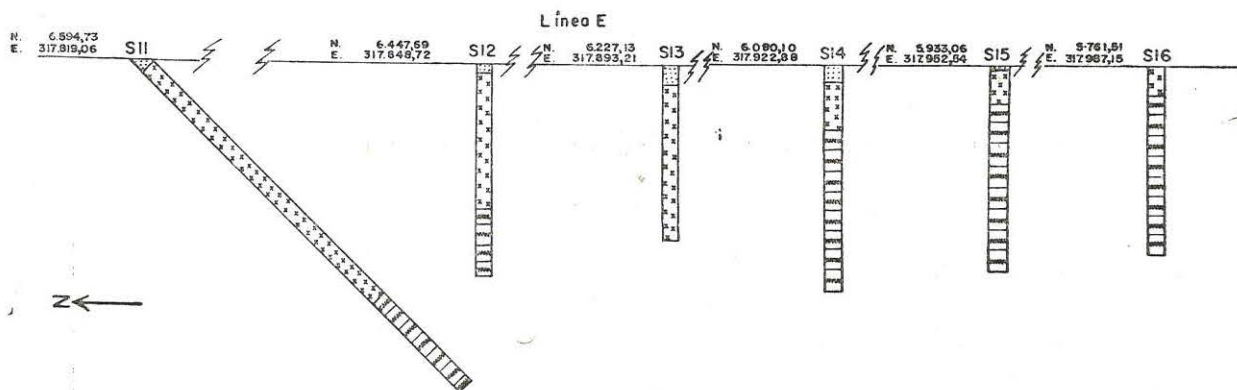
LEYENDA

Esc. 1:1000

GRAFICO LITOLOGICO GENERALIZADO Y

ANALISIS QUIMICO POR SONDEO Y LINEA

Suelo (Saprolita)
 Roca Anortositica
 Roca Fresca (Complejo Yumare)



SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	Fe ₂ O ₃ +FeO	Ca+Mg+N ₂ +K	H ₂ O+P.R.
N°	A	B	C	TiO ₂	ILMENITA				%	%	%
11	8.57	6.39	6.37	7.11	13.51	26.53	37.56	0.35	19.66	7.28	2.23
12	5.33	7.49	7.64	6.82	12.96	22.80	36.57	0.62	24.72	7.02	2.12
13	10.51	8.05	4.18	7.58	14.40	25.04	42.60	0.49	9.36	8.12	6.23
14	12.89	9.57	10.05	10.84	20.59	31.24	27.78	1.04	13.14	13.34	4.65
15	9.99	10.11	10.97	10.35	19.68	20.41	26.56	1.42	24.45	13.20	4.46
16	9.09	7.87		8.48	16.11	24.87	28.14	1.31	14.50	14.39	6.95

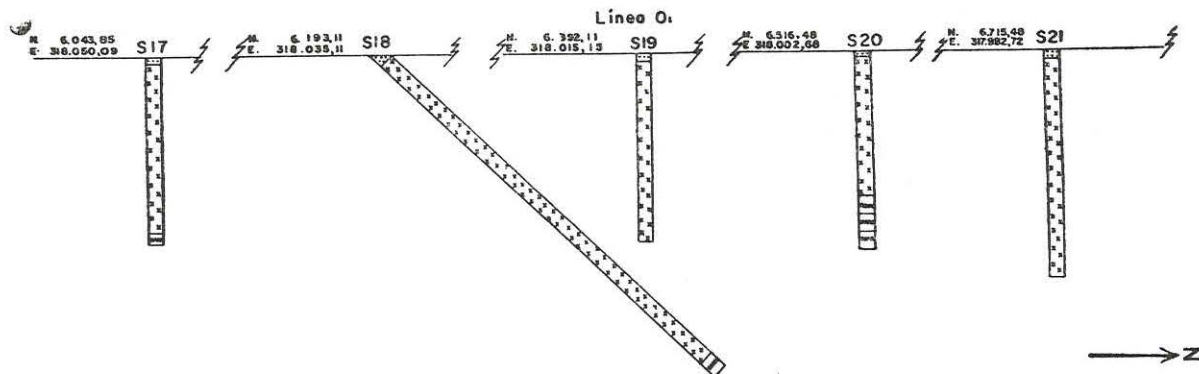
LEYENDA

Esc. 1:1000

Suelo (Saprolita)
 Roca Anortositica
 Roca Fresca (Complejo Yumare)

GRAFICO LITOLOGICO GENERALIZADO Y

ANALISIS QUIMICO POR SONDEO Y LINEA



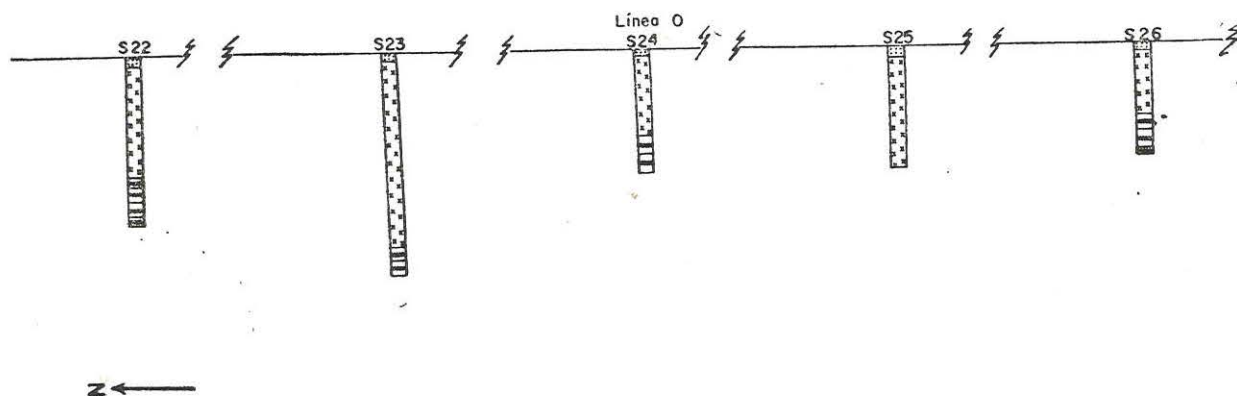
SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	Fe ₂ O ₃ +FeO	Ca+Mg+Na+K	H ₂ O+P.R.
Nº	A	B	C	TiO	ILMENITA				%	%	%
17	4.86	5.23	6.32	5.47	10.39	21.04	43.52	0.47	11.06	14.36	4.08
18	8.43	6.47	7.08	7.33	13.93	28.91	37.14	0.18	11.87	12.09	2.96
19	5.76	4.51		5.14	9.76	24.16	42.46	0.16	10.44	16.66	2.18
20	6.26	6.32	2.88	5.15	9.79	20.29	43.28	Tz	15.99	10.55	2.35
21	4.65	7.59		6.13	11.65	21.13	36.56	0.15	21.20	12.28	2.97

LEYENDA

Esc 1:1000



GRAFICO LITOLOGICO GENERALIZADO Y
ANALISIS QUIMICO POR SONDEO Y LINEA



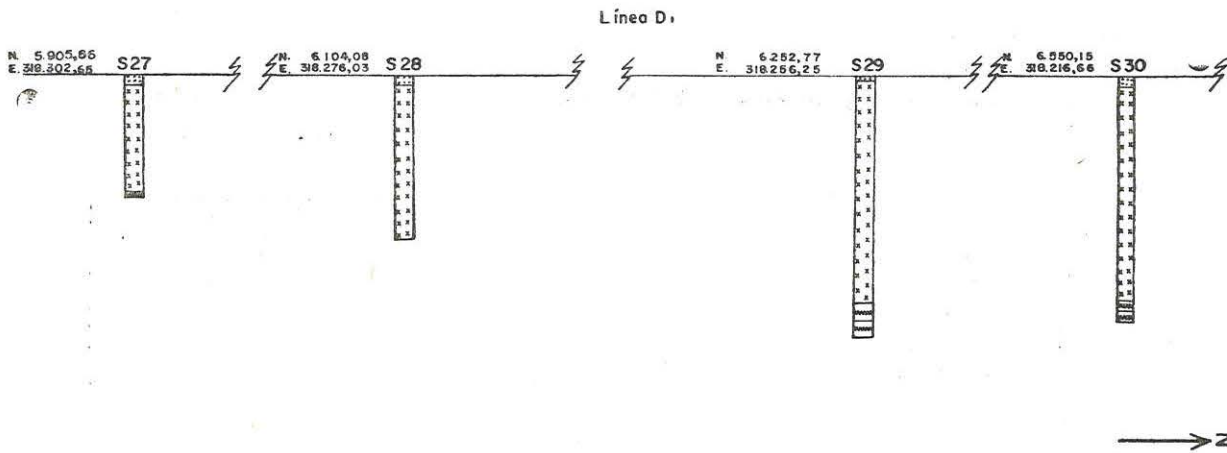
SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	Fe ₂ O ₃ +FeO	Ca+Mg+Na+K	H ₂ O+P.R.
Nº	A	B	C	TiO	ILMENITA				%	%	%
22	1.32	1.95	1.08	1.45	2.76	22.92	49.68	0.74	8.25	13.37	3.71
23	5.19	6.68	5.85	5.91	11.22	19.84	36.80	1.57	23.47	9.05	2.80
24	1.24	1.33	1.24	1.27	2.41	19.81	49.43	1.16	18.54	12.47	4.01
25	2.42	5.67		4.05	7.70	26.11	39.12	1.29	11.37	14.00	2.80
26	4.28	4.43	3.15	3.95	7.51	28.67	36.89	2.71	11.28	11.43	5.51

LEYENDA

Esc 1:1000



GRAFICO LITOLOGICO GENERALIZADO Y
ANALISIS QUIMICO POR SONDEO Y LINEA



SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	Fe ₂ O ₃ +FeO	Ca+Mg+Na+K	H ₂ O+P.R.
Nº	A	B	C	TiO ₂	ILMENITA				%	%	%
27	1.25	1.08	0.50	0.94	1.79	15.34	60.34	0.15	4.19	13.01	6.42
28	0.95	1.23		1.09	2.07	14.73	46.21	0.37	5.97	26.85	5.47
29	1.35	2.48	3.89	2.57	4.89	23.37	46.53	0.32	9.25	13.58	3.86
30	2.25	1.49	1.25	1.66	3.16	19.80	44.36	0.65	11.28	16.67	6.32

LEYENDA

Esc. 1:1000

GRAFICO LITOLOGICO GENERALIZADO Y

ANALISIS QUIMICO POR SONDEO Y LINEA



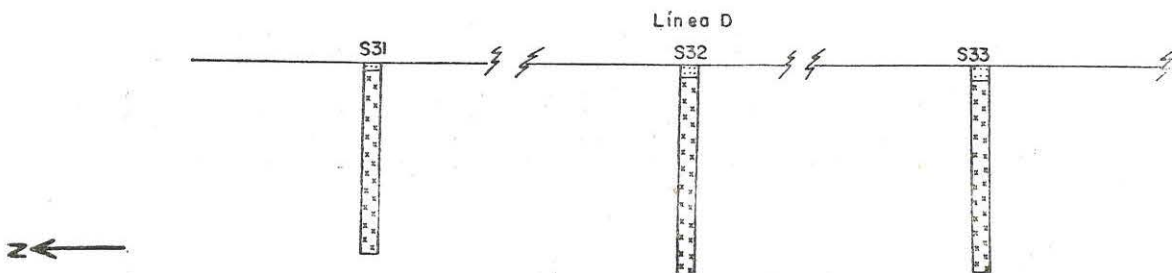
Suelo (Saprolito)



Roca Anortosítica



Roca Fresca (Complejo Yumare)



SONDEO	TiO ₂			TOTAL	TOTAL	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	HIERRO	OXIDOS	PERDIDAS
	%			%	%	%	%	%	Fe ₂ O ₃ +FeO	Ca+Mg+Na+K	H ₂ O+P.R.
Nº	A	B	C	TiO ₂	ILMENITA				%	%	%
31	5.74	4.25		5.00	9.49	25.36	40.34	0.38	10.71	14.29	4.91
32	2.96	5.05		4.01	7.61	29.11	34.94	0.37	10.71	14.58	4.97
33	1.33	0.74		1.04	1.97	17.80	60.22	0.28	7.82	8.12	4.87

LEYENDA

Esc. 1:1000



Suelo (Saprolito)



Roca Anortosítica



Roca Fresca (Complejo Yumare)

GRAFICO LITOLOGICO GENERALIZADO Y

ANALISIS QUIMICO POR SONDEO Y LINEA

El resultado numérico se muestra en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 7
RESUMEN DE SONDEOS
Sector San Quintín

Línea	Sondeo N°	Progresiva Mts.	Profundidad Sondeo Mts.	Promedio Distancia Sondeos Mts.	Longitud Línea Mts.	Coordenadas
F	S ₃	N 425	8,50			N 6.443,72 E 317.642,22
F	S ₄	N 225	23,40			N 6.245,09 E 317.665,48
F	S ₅	Bv 89	44,79	212,50	425	N 6.021,62 E 317.691,74
E ₁	S ₇	S 150	31,00			N 5.886,05 E 317.805,95
E ₁	S ₈	N 125	100,00			N 6.158,65 E 317.769,63
E ₁	S ₉	N 325	36,39			N 6.356,89 E 317.743,22
E ₁	S ₁₀	N 500	48,00	216,67	650	N 6.530,36 E 317.720,12
E	S ₁₁	N 550	100,00			N 6.594,73 E 317.819,06
E	S ₁₂	N 400	45,22			N 6.447,69 E 317.848,72
E	S ₁₃	N 175	36,96			N 6.227,13 E 317.893,21
E	S ₁₄	N 25	48,00			N 6.080,10 E 317.922,88
E	S ₁₅	S 125	43,30			N 5.933,06 E 317.952,54
E	S ₁₆	S 300	40,10	170,00	850	N 5.761,51 E 317.987,15
O ₁	S ₁₇	S 25	40,00			N 6.043,85 E 318.050,09

Línea	Sondeo N°	Progresiva Mts.	Profundidad Sondeo Mts.	Promedio Distancia Sondeos Mts.	Longitud Línea Mts.	Coordenadas
O ₁	S ₁₈	N 125	100,00			N 6.193,11 E 318.035,11
O ₁	S ₁₉	N 325	40,00			N 6.392,11 E 318.015,15
O ₁	S ₂₀	N 450	41,48			N 6.516,48 E 318.002,68
O ₁	S ₂₁	N 650	48,11	168,75	675	N 6.715,48 E 317.982,72
O	S ₂₂	N 625	37,31			N 5.445,00 E 318.259,94
O	S ₂₃	N 400	48,00			N 5.692,93 E 318.224,87
O	S ₂₄	N 200	26,64			N 5.890,41 E 318.196,97
O	S ₂₅	N 50	25,16			N 6.186,98 E 318.154,83
O	S ₂₆	S 75	24,86	175,00	700	N 6.100,85 E 318.167,21
D ₁	S ₂₇	S 200	25,00			N 5.905,86 E 318.302,65
D ₁	S ₂₈	Bv 61	33,69			N 6.104,08 E 318.276,03
D ₁	S ₂₉	N 150	54,13			N 6.252,77 E 318.256,25
D ₁	S ₃₀	N 300	50,27	166,67	500	N 6.550,15 E 318.216,68
D	S ₃₁	N 250	37,02			N 6.684,42 E 318.334,18
D	S ₃₂	N 100	40,21			N 6.229,22 E 318.400,96
D	S ₃₃	S 100	40,00	175,00	350	N E
PROMEDIO			1.317,54	183,50	4.150	

Volúmenes. Con los anteriores datos procesados, se calcularon los sub-bloques para cada tipo de material titanífero, habiéndose aumentado la influencia externa en sólo 16 perforaciones perimetrales y sobre aproximadamente 17 hectáreas. La suma de los volúmenes parciales de A, B y C constituye el valor del bloque, que multiplicado respectivamente por sus diferentes densidades: 2,8, 3,1, y 4,2 representa el tonelaje de mena por bloque.

La ley media se estableció por ponderación en los intervalos de igual penetración del sondeo; sobre los intervalos irregulares se aplicó el sistema de compensación.

Finalmente, el contenido útil de mineral se obtuvo multiplicando el tonelaje de mena por la ley ponderada de cada material titanífero, cuya suma constituye el tonelaje del contenido útil en cada bloque.

Por tratarse de una evaluación con datos interpolados a gran escala, y porque el yacimiento es una masa mineralizada casi continua de distribución regular, los cálculos se simplificaron a las siguientes fórmulas:

$A_v = \text{Suma de } a$

$V = A_v \cdot d$

$P = V \cdot \&$

$C = P \cdot L$

$A_v = \text{Area o sección vertical (m}^2\text{)}$

$a = \text{Áreas parciales (m}^2\text{)}$

$V = \text{Volumen de mena en el bloque (m}^3\text{)}$

$d = \text{Distancia media horizontal (m)}$

$P = \text{Peso de la mena (Ton)}$

$\& = \text{Densidad por unidad de volumen (Ton/m}^3\text{)}$

$C = \text{Contenido útil en la mena (Ton)}$

$L = \text{Ley (\%)}$

1,67 y 1,9 = Factor estequiométrico de conversión a TiO_2 e ilmenita.

Para todo el yacimiento se obtuvieron las siguientes cifras finales: Volumen = 27.860.789 m^3 ; Densidad = 3,36 Ton/m^3 ; Peso de mena = 93.507.621 Ton.; Ley = 5,78%; Contenido útil de TiO_2 = 5.408.392 Ton.; Peso de ilmenita en exsolución = 10.275.945 Ton.

El Cuadro N° 8 anexo contiene el desarrollo del cálculo de reservas.

X. BREVES CONSIDERACIONES ECONOMICAS

Actualmente la demanda internacional de dióxido de titanio aumenta anualmente en más de 15%, lo cual ha conducido a la explotación de ciertos depósitos considerados anteriormente como marginales. Asimismo, los adelantos tecnológicos, estimulados por la mayor demanda de materias primas en países altamente industrializados, permiten recuperar en los yacimientos titaníferos los contenidos metálicos de los feldespatos y de rocas aluminicas anteriormente clasificados como materiales de desecho o ganga.

CUADRO N° 8

RESUMEN DEL CALCULO DE RESERVAS

BLOQUE	Sub Bloque	AREA TRANSVERSAL M ²	AREA TOTAL M ²	Distancia Promedio M	VOLUMEN PARCIAL M ³	VOLUMEN BLOQUE M ³	Factor Conversion Ton/M ³	TONELAJE PARCIAL MENA Ton	TONELAJE TOTAL MENA Ton	Contenido % TiO ₂	TONELAJE PARCIAL TiO ₂ Ton	TONELAJE TOTAL TiO ₂ Ton	TONELAJE TOTAL ILMENITA (Exsolución) Ton
S3	A	710		79.75	56 622	192 596	2.8	159 542	580 061	2.30	3 646	13 678	25 988
	B	1705		79.75	135 974		3.1	421 519		2.38	10 032		
	C												
S4	A	2317	2 415	100.25	232 279	517 691	2.8	650 381	1 535 158	6.73	44 096	76 921	146 150
	B	2847		100.25	285 412		3.1	884 777		3.71	32 825		
	C												
S5	A	401	5 164	110.00	44 110	986 590	2.8	123 508	3 209 635	2.27	2 804	155 620	295 678
	B	7209		110.00	792 990		3.1	2 458 269		4.85	119 226		
	C	1359		110.00	149 490		4.2	627 858		5.35	33 590		
S7	A	577	8 969	132.50	76 452	789 566	2.8	214 066	2 788 948	3.09	6 615	134 063	254 720
	B	2883		132.50	381 997		3.1	1 184 191		3.54	41 920		
	C	2499		132.50	331 117		4.2	1 390 591		6.15	85 528		
S8	A	421	5959	114.50	48 204	2 411 712	2.8	134 971	9 690 279	4.64	6 263	929 825	1 766 667
	B	2949		114.50	337 660		3.1	1 046 746		7.84	82 065		
	C	17 693		114.50	2 025 848		4.2	8 508 562		9.89	84 497		

S9	A	1.035		97.50	100.912		2.8	282.554		11.97	33.822		
	B	3.986		97.50	388.635		3.1	1.204.768		9.19	110.718		
	C												
			5.021			489.547			1.487.322			144.540	274.626
S10	A	1.028		82.50	84.810		2.8	237.468		6.66	15.815		
	B	7.194		82.50	593.505		3.1	1.839.865		7.97	146.637		
	C												
			8.222			678.315			2.077.333			162.452	308.659
S11	A	303		131.50	39.844		2.8	111.563		8.57	9.561		
	B	10.586		131.50	1.392.059		3.1	4.315.383		6.39	275.753		
	C	4.234		131.50	556.771		4.2	2.338.438		6.37	148.958		
			15.123			1.988.674			6.765.384			434.272	825.117
S12	A	293		127.50	37.357		2.8	104.600		5.33	5.575		
	B	5.754		127.50	733.635		3.1	2.274.268		7.49	170.342		
	C	2.774		127.50	353.685		4.2	1.485.477		7.64	113.490		
			8.821			1.124.677			3.864.345			289.407	549.873
S13	A	287		124.25	35.660		2.8	99.848		10.51	10.944		
	B	2.298		124.25	285.526		3.1	885.131		8.05	71.253		
	C	69		124.25	8.573		4.2	36.007		4.18	1.505		
			2.654			329.759			1.020.986			83.702	159.034
S14	A	411		122.50	50.347		2.8	140.972		12.89	18.171		
	B	1.233		122.50	1.510.042		3.1	468.230		9.57	44.810		
	C	3.994		122.50	489.265		4.2	2.054.913		10.05	206.519		
			5.638			690.654			2.664.115			269.500	512.050
S15	A	145		122.00	17.690		2.8	49.532		9.99	4.948		
	B	1.017		122.00	124.074		3.1	384.629		10.11	38.886		
	C	5.127		122.00	625.494		4.2	2.627.075		10.97	288.190		
			6.289			767.258			3.061.236			332.024	630.846

S23	A	445		120.62	53.676		2.8	150.293		5.19	7.800		
	B	8.892		120.62	1.072.553		3.1	3.324.914		6.68	222.104		
	C	1.334		120.62	160.907		4.2	675.809		5.85	39.535		
			10.671			1.287.136			4.151.016			269.439	511.934
S24	A	178		123.50	21.983		2.8	61.552		1.24	7.63		
	B	3.145		123.50	388.407		3.1	1.204.062		1.33	16.014		
	C	1.426		123.50	176.111		4.2	739.666		1.24	9.172		
			4.749			586.501			2.005.280			25.949	49.303
S25	A	301		124.12	37.360		2.8	104.608		2.42	2.532		
	B	3.493		124.12	433.551		3.1	1.344.008		5.67	76.205		
	C												
			3.794			470.911			1.448.616			78.737	149.600
S26	A	285		123.25	35.126		2.8	98.353		4.28	4.209		
	B	2.005		123.25	247.116		3.1	766.060		4.43	33.936		
	C	1.268		123.25	156.281		4.2	656.380		3.15	20.676		
			3.558			438.523			1.520.793			58.821	111.760
S27	A	316		119.75	37.841		2.8	105.955		1.25	1.324		
	B	3.478		119.75	416.490		3.1	1.291.119		1.08	13.944		
	C	158		119.75	18.920		4.2	79.464		0.50	3.97		
			3.952			473.251			1.476.538			15.665	29.763
S28	A	222		123.75	27.472		2.8	7.6922		0.95	7.31		
	B	4.751		123.75	587.936		3.1	1.822.602		1.23	22.418		
	C												
			4.973			615.408			1.899.524			23.149	43.983
S29	A	163		124.25	20.253		2.8	56.708		1.35	7.66		
	B	7.398		124.25	919.201		3.1	2.849.523		2.48	70.668		
	C	1.241		124.25	154.194		4.2	647.615		3.89	25.192		
			8.802			1.093.648			3.553.846			96.626	183.589

S15	A												
	B	1169		123.75	144.664		3.1	448.458		9.09	40.765		
	C	6641		123.75	821.824		4.2	3451.661		7.87	271.646		
			7.810			966.488			3.900.119			312.411	593.581
S17	A	123		121.00	4.883		2.8	416.72		4.86	2.025		
	B	4.362		121.00	527.802		3.1	1.636.86		5.23	85.573		
	C	430		121.00	52.030		4.2	218.526		6.32	13.811		
			4.915			594.715			1.896.384			101.409	192.677
S18	A	192		125.75	24.144		2.8	67.603		8.43	5.699		
	B	18.250		125.75	2.294.937		3.1	7114.305		6.47	460.296		
	C	768		125.75	96.576		4.2	405.619		7.08	28.718		
			19.210			2415.657			7.587.527			494.713	939.955
S19	A	372		130.50	48.546		2.8	135.929		5.76	7.829		
	B	9.561		130.50	124.7710		3.1	3.867.901		4.51	174.442		
	C												
			9.933			1.296.256			4.003.830			182.271	346.315
S20	A	203		136.75	27.760		2.8	7.7728		6.26	4.866		
	B	5.880		136.75	804.090		3.1	2.492.679		6.32	157.537		
	C	2.328		136.75	318.354		4.2	1.33.7087		2.88	38.508		
			8.411			1.150.204			3.907.494			200.911	381.731
S21	A			144.00	25.632		2.8	71.770		4.66	3.344		
	B	5.375		144.00	774.000		3.1	2.399.400		7.59	182.114		
	C												
			5.553			799.632			2.471.170			185.458	352.370
S22	A	619		118.87	73.581		2.8	206.027		1.32	2.720		
	B	6.022		118.87	715.835		3.1	2.219.088		1.95	43.272		
	C	2.601		118.87	309.181		4.2	1.298.560		1.08	14.024		
			9.242			1.098.597			3.723.675			60.016	114.030

S30	A	310		125.00	38.750		2.8	10.8500		2.25	2.441		
	B	6.841		125.00	855.125		3.1	2.650.887		1.49	34.498		
	C	664		125.00	83.000		4.2	348.600		1.25	4.357		
			7.815			976.875			3.107.987			41.296	78.462
S31	A	263		126.00	33.138		2.8	92.786		5.74	5.326		
	B	6.239		126.00	786.114		3.1	2.436.953		4.25	103.571		
	C												
			6.502			819.252			2.529.739			108.897	206.904
S32	A	324		125.00	40.500		2.8	113.400		2.96	3.357		
	B	4.887		125.00	610.875		3.1	1.893.712		5.05	95.632		
	C												
			5.211			651.375			2.007.112			98.989	188.079
S33	A	592		122.33	72.419		2.8	202.773		1.33	2.697		
	B	8.885		122.33	1.086.902		3.1	3.369.396		0.74	24.937		
	C												
			9.477			1.159.321			3.572.169			27.631	52.499
FROMEDIO				121.16			3.36			5.78			
TOTAL			229.916			27.860.789			93.507.621			5.408.392	10.275.945

Otro aspecto de interés geoeconómico es la explotación intensificada de los yacimientos de ilmenita para obtener pigmentos blancos, debido a que la ilmenita abunda más que el rutilo, a los tratamientos químicos con ácidos sulfúrico y clorhídrico que han mejorado su rendimiento, y a la introducción de nuevas patentes orientadas a reducir los costos de procesamiento.

La industria nacional importa la totalidad del dióxido de titanio que requiere. En los últimos 10 años la demanda ha aumentado en un 11%, y se importan 13.950 ton/año. Los principales consumidores son las industrias fabricantes de pinturas, plásticos, papeles, cauchos, textiles, cerámicas y otras que están intensificando su empleo.

El precio CIF viene sufriendo un aumento anual estimado en Bs. 60/ton, tendencia que puede crecer con el tiempo por los costos de la energía, transporte y social, lo cual repercutirá en la industria nacional que importa toda la materia prima derivada del titanio.

El yacimiento de San Quintín posee características metalogénicas y genéticas similares a los desarrollados en otros países, como son los de Utah (5,67%), New México (2,07%), Lee (1,38% de TiO_2).

Otro aspecto de interés nacional es que además del yacimiento de San Quintín, existen depósitos importantes de ilmenita y rutilo en el Estado Bolívar, cuyos volúmenes podrían suplir en exceso toda la materia prima requerida para obtener el blanco de titanio, y aún llegar a exportar el producto elaborado como dióxido de titanio.

Precio de la ilmenita

El concentrado de ilmenita (52% a 54% de TiO_2) tiene un precio FOB de Bs. 236 ton, a cuyo valor hay que agregar Bs. 165 por concepto de flete marítimo, más derechos consulares, caleta y comisión, seguros y gastos bancarios, cuyo total asciende a Bs. 406 ton, CIF La Guaira.

En cambio, la ilmenita convertida en blanco de titanio tiene un valor de Bs. 2.950 ton, en el país que representa más de seis veces el precio de la ilmenita. Esta simple comparación indica la mayor ventaja y conveniencia de procesar la ilmenita localmente hasta obtener un producto industrial acabado de blanco de titanio u otros óxidos requeridos por la manufactura nacional.

Valor y límite económico de la mena

Tomando en cuenta la parte prospectada y evaluada del sector de San Quintín, se han obtenido los siguientes resultados a través de valores extrapolados:

El valor integral de la mena es de Bs. 25,26 ton, con un contenido útil de 57,8 kg de TiO_2 o 34,68 kg de Ti por tonelada, y sobre un precio comparativo de Bs. 236 ton. de ilmenita con 54% de TiO_2 ó 324 kg de Ti por tonelada.

El límite económico: 4,50% de TiO_2 , es el porcentaje marginal que permite una extracción rentable del yacimiento masivo, con mineralización continua

y distribución regular del contenido útil. El porcentaje superior a este índice económico, que en San Quintín alcanza 1,28% de TiO_2 , debe cubrir gastos de inversión, amortización y utilidades para que la explotación sea económica.

Estos resultados son aplicables a todo el yacimiento, según las cifras del Cuadro N° 8. Si se asumen mayores coeficientes de seguridad para la explotación y se seleccionan los bloques con leyes iguales o superiores al 4,50% de TiO_2 , tomando en cuenta además sólo los materiales contenidos en los niveles geológicos A y B, se obtiene el Cuadro N° 9: "Cálculo de Reservas con Ley Mínima del 4,50% de TiO_2 , en material de A + B".

Este cuadro representa valores más reales de la mena, incluyendo además factores económicos conservadores para evitar diversos riesgos a la explotación. La ley aumenta a 6,55% de TiO_2 , que comparada con la ley marginal de 4,50%, proporciona un margen de 2,05% de TiO_2 que cubriría eventualidades de la industria minera. El peso húmedo alcanza 2.585.775 toneladas de TiO_2 que significan una disminución de 2.882.617 toneladas con respecto a la reserva anterior; en cambio el valor de la mena aumenta a Bs. 28,63 ton., como consecuencia del proceso selectivo de las leyes.

Capacidad de producción

La explotación del yacimiento sería a cielo abierto, y su desarrollo se limitaría a las demandas del mercado y del avance tecnológico. Inicialmente se consideraría una producción anual de 10.000 toneladas de ilmenita con 54% de TiO_2 , con una relación de mena a concentrado de 1:8, y una pérdida de 18% por concepto de explotación y tratamiento.

Tiempo de explotación: 26 años.

BLOQUE	Sub Bloque	AREA TRANSVERSAL M ²	AREA TOTAL M ²	Distancia Promedio M	VOLUMEN PARCIAL M ³	VOLUMEN BLOQUE M ³	Factor Conversion Ton/M ³	TONELAJE PARCIAL MENA Ton	TONELAJE TOTAL MENA Ton	Contenido TiO ₂ %	TONELAJE PARCIAL TiO ₂ Ton	TONELAJE TOTAL TiO ₂ Ton	TONELAJE TOTAL ILMENITA (Exolución) Ton
S 4	A	2 317		100.25	232 279		2.8	650.381		6.78	44.096		
	B	2 847		100.25	285 412		3.1	884.777		3.71	32.825		
			5.164			517 691			1.535.158			76.921	146.150
S 8	A	421		114.50	48 204		2.8	134.971		4.64	6.263		
	B	2 949		114.50	337 660		3.1	1 046.746		7.84	82.065		
			3 370			385 864			1.181.717			88.328	167.823
S 9	A	1 035		97.50	10 091.2		2.8	2 825.54		11.97	33.822		
	B	3 986		97.50	388 635		3.1	1 204.768		9.19	110.718		
			5 021			489 547			1 487.322			144.540	274.626
S 10	A	1 028		82.50	8 481.0		2.8	2 374.68		6.66	15.815		
	B	7 194		82.50	593 505		3.1	1 839.865		7.97	146.637		
			8 222			678.315			2.077.333			162.452	308.659
S 11	A	303		131.50	39 844		2.8	111.563		8.57	9.561		
	B	10 586		131.50	1 392 059		3.1	4 315.383		6.39	275.753		
			10 889			1 431.903			4 426.946			285.314	542.097
S 12	A	293		127.50	37 357		2.8	104.600		5.33	5.575		
	B	5 754		127.50	733 635		3.1	2 274.268		7.49	170.342		
			6 047			770.992			2.378.868			175.917	334.242
S 13	A	287		124.25	35 660		2.8	998.48		10.51	10.944		
	B	2 298		124.25	285 526		3.1	885.131		8.05	71.253		
			2 585			321.186			984.979			82.097	156.174

S 14	A	411		122.50	50 347		2.8	140.972		12.89	18.171		
	B	1 233		122.50	151 042		3.1	468 230		9.57	44.810		
			1.644			201.389			609.202			62.981	119.664
S 15	A	145		122.00	17 690		2.8	49.532		9.99	4.948		
	B	1 017		122.00	1 240 74		3.1	384.629		10.11	38.886		
			1.162			141.764			434.161			43.834	83.285
S 16	A												
	B	1 169		123.75	144 664		3.1	448 458		9.09	40.765		
			1.169			144.664			448.458			40.765	77.453
S 17	A	123		121.00	14 883		2.8	41.672		4.86	2.025		
	B	4 362		121.00	527 802		3.1	1 636.186		5.23	85.573		
			4.485			542.685			1.677.858			87.598	166.436
S 18	A	192		125.75	24 144		2.8	67.603		8.43	5.699		
	B	18 250		125.75	2 294 937		3.1	7 114.305		6.47	460.296		
			18.442			2 319.081			7 181.908			465.995	885.390
S 19	A	372		130.50	48 546		2.8	135.929		5.76	7.829		
	B	9 561		130.50	1 247 710		3.1	3 867 901		4.51	174.442		
			9.933			1 296.256			4 003.830			182.271	346.315
S 20	A	203		136.75	27 760		2.8	77.728		6.26	4.866		
	B	5 880		136.75	804 090		3.1	2 492.679		6.32	157.537		
			6.083			831.850			2 570.407			162.403	308.566
S 21	A	178		144.00	25 632		2.8	71.770		4.86	3.544		
	B	5 375		144.00	770 000		3.1	2 399.400		7.59	182.114		
			5.553			799.632			2 471.170			183.458	352.370
S 23	A	445		120.62	53 676		2.8	150.293		5.19	7.800		
	B	8 892		120.62	1 072 553		3.1	3 324.914		6.68	222.104		
			9.337			1 126.229			3 475.207			229.904	436.818
S 21	A	263		126.00	33 138		2.8	92.786		5.74	9.326		
	B	6 239		126.00	766 114		3.1	2 436.953		4.25	103.571		

ANALISIS QUIMICOS

SONDEO EXPLORATORIO S-3

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	1,38	2,30	2,30
	"	2	a	4	"	0,85	1,42	
	"	4	a	6	"	1,45	2,42	
B	"	6	a	8	"	1,70	2,84	2,38
	"	8	a	8,5	"	2,51	4,19	

SONDEO EXPLORATORIO S-4

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	6,07	10,14	
	"	2	a	4	"	5,64	9,42	8,46
	"	4	a	6	"	3,49	5,83	
	"	6	a	8	"	5,81	9,70	
	"	8	a	10	"	4,81	8,03	
	"	10	a	12	"	2,66	4,44	
	"	12	a	14	"	1,51	2,52	
	"	14	a	16	"	1,68	2,81	
B	"	16	a	18	"	1,71	2,86	4,18
	"	18	a	20	"	1,01	1,68	
	"	20	a	22	"	1,82	3,04	
	"	22	a	23,40	"	1,13	1,89	

SONDEO EXPLORATORIO S-5

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	1,36	2,27	2,27
	"	2	a	4	"	0,92	1,54	
	"	4	a	6	"	0,58	0,97	
	"	6	a	8	"	1,22	2,04	
	"	8	a	10	"	2,06	3,44	
	"	10	a	12	"	1,62	2,71	
	"	12	a	14	"	1,90	3,17	
	"	14	a	16	"	3,89	6,50	

B	"	16	a	18	"	4,95	8,27	4,85
	"	18	a	20	"	5,79	9,67	
	"	20	a	22	"	4,21	7,03	
	"	22	a	24	"	2,36	3,94	
	"	24	a	26	"	1,89	3,16	
	"	26	a	28	"	4,45	7,43	
	"	28	a	30	"	5,32	8,88	
	"	30	a	32	"	4,35	7,26	
	"	32	a	34	"	3,06	5,11	
	"	34	a	36	"	1,75	2,92	
C	"	36	a	38	"	1,97	3,29	5,35
	"	38	a	40	"	3,27	5,46	
	"	40	a	42	"	4,01	6,70	
	"	42	a	44	"	3,14	5,14	
	"	44	a	44,79	"	1,14	1,90	

SONDEO EXPLORATORIO S-7

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	1,98	3,31	3,09
	"	2	a	4	"	1,72	2,87	
	"	4	a	6	"	4,00	6,68	
	"	6	a	8	"	4,19	7,00	
B	"	8	a	10	"	3,72	6,21	
	"	10	a	12	"	1,58	2,64	
	"	12	a	14	"	1,57	2,62	
	"	14	a	16	"	7,89	13,18	
	"	16	a	18	"	3,09	5,16	
C	"	18	a	20	"	3,12	5,21	6,15
	"	20	a	22	"	3,23	5,39	
	"	22	a	24	"	3,20	5,34	
	"	24	a	26	"	1,34	2,24	
	"	26	a	28	"	0,45	0,75	
B	"	28	a	30	"	0,45	0,75	3,54
	"	30	a	31	"	0,32	0,53	

SONDEO EXPLORATORIO S-8

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	2,78	4,64	4,64
	"	2	a	4	"	2,54	4,24	
	"	4	a	6	"	6,42	10,72	
	"	6	a	8	"	6,28	10,49	
B	"	8	a	10	"	6,18	10,32	7,84
	"	10	a	12	"	4,95	8,27	
	"	12	a	14	"	3,25	5,43	
	"	14	a	16	"	3,24	5,41	
	"	16	a	18	"	2,97	4,96	
	"	18	a	20	"	5,04	8,42	
	"	20	a	22	"	4,18	6,98	
	"	22	a	24	"	4,58	7,65	
	"	24	a	26	"	4,48	7,48	
	"	26	a	28	"	3,46	5,78	
	"	28	a	30	"	6,63	11,07	
	"	30	a	32	"	4,40	7,35	
C								9,89
	"	32	a	34	"	5,95	9,94	
	"	34	a	36	"	5,41	9,03	
	"	36	a	38	"	6,86	11,46	
	"	38	a	40	"	7,20	12,02	
	"	40	a	42	"	6,35	10,60	
	"	42	a	44	"	7,01	11,71	
	"	44	a	46	"	6,82	11,39	
	"	46	a	48	"	8,08	13,49	
	"	48	a	50	"	8,76	14,63	
	"	50	a	52	"	6,34	10,59	
	"	52	a	54	"	5,05	8,43	
	"	54	a	56	"	5,68	9,49	
	"	56	a	58	"	5,91	9,87	
	"	58	a	60	"	5,22	8,72	
	"	60	a	62	"	4,77	7,97	
	"	62	a	64	"	4,66	7,78	
	"	64	a	66	"	5,60	9,35	
	"	66	a	68	"	4,71	7,87	
	"	68	a	70	"	5,86	9,79	
C	"	70	a	72	"	5,04	8,42	
	"	72	a	74	"	3,98	6,65	
	"	74	a	76	"	8,03	13,41	
	"	76	a	78	"	5,54	9,25	
	"	78	a	80	"	5,15	8,60	
	"	80	a	82	"	6,50	10,86	
	"	82	a	84	"	8,30	13,86	

	"	84	a	86	"	6,89	11,51	
	"	86	a	88	"	6,92	11,56	
	"	88	a	90	"	8,99	15,01	
	"	90	a	92	"	7,82	13,06	
	"	92	a	94	"	7,34	12,26	
	"	94	a	96	"	4,56	7,62	
C	"	96	a	98	"	5,30	8,85	
	"	98	a	100	"	6,89	11,51	

SONDEO EXPLORATORIO S-9

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	7,63	12,74	11,97
	"	2	a	4	"	8,66	14,46	
	"	4	a	6	"	6,94	11,59	
	"	6	a	8	"	5,44	9,08	
	"	8	a	10	"	4,80	8,02	
	"	10	a	12	"	5,08	8,48	
	"	12	a	14	"	4,27	7,13	
	"	14	a	16	"	4,39	7,33	
B	"	16	a	18	"	5,29	8,83	9,19
	"	18	a	20	"	6,46	10,79	
	"	20	a	22	"	4,08	6,81	
	"	22	a	24	"	3,81	6,36	
	"	24	a	26	"	5,32	8,88	
	"	26	a	28	"	5,66	9,45	
	"	28	a	30	"	6,80	11,36	
	"	30	a	32	"	7,52	12,56	
	"	32	a	34	"	7,28	12,16	
	"	34	a	36.39	"	6,13	10,24	

SONDEO EXPLORATORIO S-10

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	3,50	5,85	6,66
	"	2	a	4	"	4,09	6,83	
	"	4	a	6	"	4,38	7,31	
	"	6	a	8	"	5,88	9,82	
	"	8	a	10	"	3,21	5,36	

	"	10	a	12	"	3,15	5,26	
	"	12	a	14	"	5,12	8,55	
	"	14	a	16	"	8,15	13,61	
	"	16	a	18	"	6,41	10,70	
	"	18	a	20	"	4,87	8,13	
	"	20	a	22	"	4,75	7,93	
B	"	22	a	24	"	3,24	5,41	7,97
	"	24	a	26	"	3,54	5,91	
	"	26	a	28	"	3,90	6,51	
	"	28	a	30	"	4,50	7,52	
	"	30	a	32	"	4,68	7,82	
	"	32	a	34	"	4,47	7,47	
	"	34	a	36	"	4,77	7,97	
	"	36	a	38	"	4,29	7,16	
	"	38	a	40	"	4,53	7,57	
	"	40	a	42	"	4,77	7,97	
	"	42	a	44	"	4,89	8,17	
	"	44	a	46	"	5,34	8,92	
	"	46	a	48	"	5,81	9,70	

SONDEO EXPLORATORIO S-11

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	5,13	8,57	8,57
	"	2	a	4	"	4,40	7,35	
	"	4	a	6	"	4,75	7,93	
	"	6	a	8	"	4,56	7,62	
	"	8	a	10	"	2,51	4,19	
	"	10	a	12	"	3,31	5,53	
	"	12	a	14	"	3,24	5,41	
	"	14	a	16	"	3,85	6,43	
	"	16	a	18	"	2,97	4,96	
B	"	18	a	20	"	3,61	6,03	6,39
	"	20	a	22	"	4,75	7,93	
	"	22	a	24	"	4,55	7,60	
	"	24	a	26	"	5,36	8,95	
	"	26	a	28	"	4,60	7,68	
	"	28	a	30	"	2,80	4,68	
	"	30	a	32	"	3,49	5,83	
	"	32	a	34	"	4,24	7,08	
	"	34	a	36	"	4,62	7,72	
	"	36	a	38	"	4,32	7,21	
	"	38	a	40	"	5,09	8,50	
	"	40	a	42	"	3,88	6,48	
	"	42	a	44	"	5,40	9,02	

	"	44	a	46	"	4,85	8,10	
	"	46	a	48	"	4,05	6,76	
	"	48	a	50	"	3,26	5,44	
	"	50	a	52	"	3,32	5,54	
	"	52	a	54	"	2,50	4,18	
	"	54	a	56	"	2,33	3,89	
	"	56	a	58	"	4,18	6,98	
B	"	58	a	60	"	2,69	4,49	
	"	60	a	62	"	2,64	4,41	
	"	62	a	64	"	3,18	5,31	
	"	64	a	66	"	3,72	6,21	
	"	66	a	68	"	3,94	6,58	
	"	68	a	70	"	3,09	5,16	
	"	70	a	72	"	3,88	6,48	
	"	72	a	74	"	2,72	4,54	
	"	74	a	76	"	3,39	5,66	
C								6,37
	"	76	a	78	"	4,57	7,63	
	"	78	a	80	"	4,66	7,78	
	"	80	a	82	"	5,08	8,48	
	"	82	a	84	"	3,70	6,18	
	"	84	a	86	"	4,88	8,15	
	"	86	a	88	"	4,78	7,98	
	"	88	a	90	"	3,86	6,45	
	"	90	a	92	"	4,34	7,25	
C								
	"	92	a	94	"	5,28	8,82	
	"	94	a	96	"	4,41	7,36	
	"	96	a	98	"	0,86	1,44	
	"	98	a	100	"	0,87	1,45	

SONDEO EXPLORATORIO S-12

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	3,19	5,33	5,33
	"	2	a	4	"	4,23	7,06	
	"	4	a	6	"	3,48	5,81	
	"	6	a	8	"	4,51	7,53	
	"	8	a	10	"	4,94	8,25	
	"	10	a	12	"	3,79	6,33	
	"	12	a	14	"	2,64	4,41	
	"	14	a	16	"	4,46	7,45	
B								7,49
	"	16	a	18	"	4,20	7,01	
	"	18	a	20	"	4,50	7,52	

	"	20	a	22	"	4,52	7,55	
	"	22	a	24	"	4,08	6,81	
	"	24	a	26	"	5,43	9,07	
	"	26	a	28	"	7,43	12,41	
	"	28	a	30	"	4,59	7,67	
	"	30	a	32	"	5,34	8,92	
	"	32	a	34	"	6,29	10,50	
	"	34	a	36	"	5,01	8,37	
	"	36	a	38	"	3,96	6,61	
C								7,64
	"	38	a	40	"	4,74	7,92	
	"	40	a	42	"	4,16	6,95	
	"	42	a	44	"	4,77	7,97	
	"	44	a	45,22	"	2,31	3,86	

SONDEO EXPLORATORIO S-13

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	6,89	11,51	10,51
	"	2	a	4	"	5,69	9,50	
	"	4	a	6	"	3,80	6,35	
	"	6	a	8	"	4,65	7,77	
	"	8	a	10	"	5,33	8,90	
	"	10	a	12	"	4,62	7,72	
	"	12	a	14	"	5,10	8,52	
	"	14	a	16	"	4,50	7,52	
B	"	16	a	18	"	5,69	9,50	8,05
	"	18	a	20	"	5,67	9,47	
	"	20	a	22	"	6,02	10,05	
	"	22	a	24	"	5,58	9,32	
	"	24	a	26	"	5,67	9,47	
	"	26	a	28	"	5,02	8,38	
	"	28	a	30	"	4,61	7,70	
	"	30	a	32	"	3,92	6,55	
	"	32	a	34	"	4,35	7,26	
	"	34	a	36	"	2,54	4,24	
C	"	36	a	36,96	"	2,50	4,18	4,18

SONDEO EXPLORATORIO S-14

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	7,06	11,79	12,89
	"	2	a	4	"	8,38	13,99	
	"	4	a	6	"	5,77	9,64	
	"	6	a	8	"	5,60	9,35	
B	"	8	a	10	"	5,85	9,75	9,57
	"	10	a	12	"	6,64	11,09	
	"	12	a	14	"	4,80	8,02	
	"	14	a	16	"	7,00	11,69	
C	"	16	a	18	"	8,06	13,46	10,02
	"	18	a	20	"	5,51	9,20	
	"	20	a	22	"	6,39	10,67	
	"	22	a	24	"	7,43	12,41	
	"	24	a	26	"	6,86	11,46	
	"	26	a	28	"	6,13	10,24	
	"	28	a	30	"	5,82	9,72	
	"	30	a	32	"	5,31	8,87	
	"	32	a	34	"	5,53	9,24	
	"	34	a	36	"	5,56	9,29	
	"	36	a	38	"	6,38	10,65	
	"	38	a	40	"	4,80	8,02	
	"	40	a	42	"	5,44	9,08	
	"	42	a	44	"	5,65	9,44	
	"	44	a	46	"	5,18	8,65	
	"	46	a	48	"	4,91	8,20	

SONDEO EXPLORATORIO S-15

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	5,98	9,99	9,99
B	"	2	a	4	"	6,01	10,04	10,11
	"	4	a	6	"	6,40	10,69	
	"	6	a	8	"	5,75	9,60	
	"	8	a	10	"	7,56	12,63	
	"	10	a	12	"	6,07	10,14	
	"	12	a	14	"	6,57	10,97	
	"	14	a	16	"	6,48	10,82	
	"	16	a	18	"	6,73	11,24	
	"	18	a	20	"	6,90	11,52	

C	"	20	a	22	"	7,07	11,81	10,97
	"	22	a	24	"	7,68	12,83	
	"	24	a	26	"	7,44	12,42	
	"	26	a	28	"	6,35	10,60	
	"	28	a	30	"	4,91	8,20	
	"	30	a	32	"	6,41	10,70	
	"	32	a	34	"	6,21	10,37	
	"	34	a	36	"	6,41	10,70	
	"	36	a	38	"	5,82	9,72	
	"	38	a	40	"	6,01	10,04	
	"	40	a	42	"	6,11	10,20	
	"	42	a	43,30	"	7,95	13,28	

SONDEO EXPLORATORIO S-16

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
B	De	0	a	2	Mts.	5,21	8,70	9,09
	"	2	a	4	"	5,34	8,92	
	"	4	a	6	"	5,78	9,65	
	"	6	a	8	"	5,22	8,72	
	"	8	a	10	"	5,26	8,78	
	"	10	a	12	"	5,51	9,20	
	"	12	a	14	"	5,11	8,53	
	"	14	a	16	"	5,10	8,52	
C	"	16	a	18	"	6,15	10,27	7,87
	"	18	a	20	"	5,24	8,75	
	"	20	a	22	"	3,80	6,35	
	"	22	a	24	"	4,20	7,01	
	"	24	a	26	"	3,64	6,08	
	"	26	a	28	"	3,92	6,55	
	"	28	a	30	"	3,43	5,73	

SONDEO EXPLORATORIO S-17

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	2,91	4,86	4,86
	"	2	a	4	"	3,05	5,09	
	"	4	a	6	"	3,06	5,11	
	"	6	a	8	"	4,05	6,76	

B	"	8	a	10	"	3,89	6,50	6,32
	"	10	a	12	"	4,44	7,41	
	"	12	a	14	"	4,77	7,97	
	"	14	a	16	"	4,15	6,93	
C	"	16	a	18	"	3,42	5,71	5,23
	"	18	a	20	"	2,93	4,89	
	"	20	a	22	"	2,45	4,09	
	"	22	a	24	"	2,88	4,81	
	"	24	a	26	"	3,32	5,54	
	"	26	a	28	"	3,14	5,24	
B	"	28	a	30	"	2,85	4,76	5,23
	"	30	a	32	"	2,76	4,61	
	"	32	a	34	"	2,55	4,26	
	"	34	a	36	"	2,64	4,41	
	"	36	a	38	"	2,46	4,11	
	"	38	a	40	"	1,96	3,27	

SONDEO EXPLORATORIO S-18

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	5,05	8,43	8,43
	"	2	a	4	"	6,34	10,59	
	"	4	a	6	"	5,04	8,42	
	"	6	a	8	"	4,68	7,82	
	"	8	a	10	"	3,82	6,38	
	"	10	a	12	"	2,49	4,16	
	"	12	a	14	"	3,53	5,90	
	"	14	a	16	"	4,09	6,83	
B	"	16	a	18	"	4,10	6,85	6,47
	"	18	a	20	"	4,27	7,13	
	"	20	a	22	"	3,67	6,13	
	"	22	a	24	"	4,82	8,05	
	"	24	a	26	"	4,27	7,13	
	"	26	a	28	"	4,39	7,33	
	"	28	a	30	"	4,65	7,77	
	"	30	a	32	"	4,44	7,41	
C	"	32	a	34	"	4,56	7,62	7,08
	"	34	a	36	"	4,72	7,88	
	"	36	a	38	"	3,76	6,28	
	B	"	38	a	40	"	3,79	
	"	40	a	42	"	4,01	6,70	

B	"	42	a	44	"	4,10	6,85
	"	44	a	46	"	4,24	7,08
	"	46	a	48	"	4,19	7,00
	"	48	a	50	"	4,27	7,13
	"	50	a	52	"	3,58	5,98
	"	52	a	54	"	3,66	6,11
	"	54	a	56	"	3,58	5,98
	"	56	a	58	"	4,20	7,01
	"	58	a	60	"	4,43	7,40
	"	60	a	62	"	3,72	6,21
	"	62	a	64	"	2,89	4,83
	"	64	a	66	"	2,97	4,96
B	"	66	a	68	"	5,83	9,74
	"	68	a	70	"	6,19	10,34
	"	70	a	72	"	5,01	8,37
	"	72	a	74	"	3,44	5,74
	"	74	a	76	"	3,36	5,61
	"	76	a	78	"	2,48	4,14
	"	78	a	80	"	2,12	3,54
	"	80	a	82	"	2,79	4,66
	"	82	a	84	"	3,61	6,03
	"	84	a	86	"	2,01	3,36
	"	86	a	88	"	3,06	5,11
	"	88	a	90	"	3,43	5,73
B	"	90	a	92	"	3,23	5,39
	"	92	a	94	"	3,36	5,61
	"	94	a	96	"	3,28	5,48
	"	96	a	98	"	3,38	5,64
	"	98	a	100	"	2,81	4,69

SONDEO EXPLORATORIO S-19

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	3,45	5,76	5,76
	"	2	a	4	"	2,65	4,43	
	"	4	a	6	"	2,76	4,61	
	"	6	a	8	"	2,65	4,43	
	"	8	a	10	"	2,63	4,39	
	"	10	a	12	"	2,63	4,39	
	"	12	a	14	"	2,81	4,69	
	"	14	a	16	"	2,58	4,31	
	"	16	a	18	"	2,42	4,04	
	"	18	a	20	"	1,76	2,94	

B	"	20	a	22	"	1,53	2,56	4,51
	"	22	a	24	"	2,70	4,51	
	"	24	a	26	"	3,97	6,63	
	"	26	a	28	"	3,52	5,88	
	"	28	a	30	"	3,04	5,08	
	"	30	a	32	"	2,59	4,33	
	"	32	a	34	"	3,06	5,11	
	"	34	a	36	"	3,41	5,69	
	"	36	a	38	"	2,78	4,64	
	"	38	a	40	"	1,78	2,97	

SONDEO EXPLORATORIO S-20

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	3,75	6,26	6,26
	"	2	a	4	"	3,96	6,61	
	"	4	a	6	"	4,84	8,08	
	"	6	a	8	"	7,70	12,86	
	"	8	a	10	"	5,71	9,54	
	"	10	a	12	"	6,72	11,22	
	"	12	a	14	"	5,94	9,92	
	"	14	a	16	"	4,55	7,60	
B	"	16	a	18	"	4,07	6,80	6,32
	"	18	a	20	"	2,10	3,51	
	"	20	a	22	"	1,41	2,35	
	"	22	a	24	"	1,67	2,79	
	"	24	a	26	"	1,86	3,11	
	"	26	a	28	"	1,59	2,66	
	"	28	a	30	"	0,86	1,44	
	"	30	a	32	"	1,16	1,94	
	"	32	a	34	"	1,72	2,87	
	"	34	a	36	"	2,81	4,69	
C	"	36	a	38	"	0,91	1,52	2,88
	"	38	a	40	"	2,49	4,16	
	"	40	a	41,48	"	1,07	1,79	

SONDEO EXPLORATORIO S-21

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	2,79	4,66	4,66
	"	2	a	4	"	3,01	5,03	
	"	4	a	6	"	3,28	5,48	
	"	6	a	8	"	3,03	5,06	
	"	8	a	10	"	3,27	5,46	
	"	10	a	12	"	4,14	6,91	
	"	12	a	14	"	3,41	5,69	
	"	14	a	16	"	6,80	11,36	
	"	16	a	18	"	4,69	7,83	
	"	18	a	20	"	4,93	8,23	
	"	20	a	22	"	4,24	7,08	
	"	22	a	24	"	4,02	6,71	
B	"	24	a	26	"	3,06	5,11	7,59
	"	26	a	28	"	6,68	11,16	
	"	28	a	30	"	6,30	10,52	
	"	30	a	32	"	5,44	9,08	
	"	32	a	34	"	5,07	8,47	
	"	34	a	36	"	3,99	6,66	
	"	36	a	38	"	3,86	6,45	
	"	38	a	40	"	4,11	6,86	
	"	40	a	42	"	5,40	9,02	
	"	42	a	44	"	5,71	9,54	
	"	44	a	46	"	5,05	8,43	
	"	46	a	48,11	"	4,99	8,33	

SONDEO EXPLORATORIO S-22

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	0,99	1,65	1,32
	"	2	a	4	"	0,59	0,99	
	"	4	a	6	"	0,62	1,04	
	"	6	a	8	"	1,45	2,42	
B	"	8	a	10	"	1,08	1,80	
	"	10	a	12	"	1,24	2,07	
	"	12	a	14	"	0,59	0,99	
	"	14	a	16	"	0,66	1,10	
	"	16	a	18	"	0,58	0,97	
C	"	18	a	20	"	0,64	1,07	1,08

SONDEO EXPLORATORIO S-26

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	2,56	4,28	4,28
	"	2	a	4	"	2,66	4,44	
	"	4	a	6	"	2,69	4,49	
	"	6	a	8	"	2,61	4,36	
B	"	8	a	10	"	2,64	4,41	4,43
	"	10	a	12	"	2,71	4,53	
	"	12	a	14	"	2,60	4,34	
	"	14	a	16	"	2,65	4,43	
C	"	16	a	18	"	2,31	3,86	3,15
	"	18	a	20	"	2,28	3,81	
	"	20	a	22	"	2,04	3,41	
	"	22	a	24	"	1,41	2,35	
	"	24	a	24,86	"	0,71	1,19	

SONDEO EXPLORATORIO S-27

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	0,75	1,25	1,25
	"	2	a	4	"	0,86	1,44	
	"	4	a	6	"	0,92	1,54	
	"	6	a	8	"	0,84	1,40	
B	"	8	a	10	"	0,70	1,17	1,08
	"	10	a	12	"	0,67	1,12	
	"	12	a	14	"	0,56	0,94	
	"	14	a	16	"	0,60	1,00	
C	"	16	a	18	"	0,64	1,07	0,50
	"	18	a	20	"	0,56	0,94	
	"	20	a	22	"	0,38	0,63	
	"	22	a	24	"	0,36	0,60	
	"	24	a	25	"	0,30	0,50	

SONDEO EXPLORATORIO S-28

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	0,57	0,95	0,95
	"	2	a	4	"	0,72	1,20	
	"	4	a	6	"	0,79	1,32	
	"	6	a	8	"	0,52	0,87	
B	"	8	a	10	"	0,70	1,17	1,23
	"	10	a	12	"	0,45	0,75	
	"	12	a	14	"	0,85	1,42	
	"	14	a	16	"	0,69	1,15	
B	"	16	a	18	"	0,55	0,92	1,23
	"	18	a	20	"	0,62	1,04	
	"	20	a	22	"	0,63	1,05	
	"	22	a	24	"	0,68	1,14	
B	"	24	a	26	"	0,58	0,97	1,23
	"	26	a	28	"	1,05	1,75	
	"	28	a	30	"	1,10	1,84	
	"	30	a	32	"	0,92	1,54	
	"	32	a	33,69	"	0,98	1,64	

SONDEO EXPLORATORIO S-29

Intervalos						% Ti	% TiO ₂	
A	De	0	a	2	Mts.	0,81	1,35	1,35
	"	2	a	4	"	0,82	1,37	
	"	4	a	6	"	0,79	1,32	
	"	6	a	8	"	0,73	1,22	
B	"	8	a	10	"	0,75	1,25	2,48
	"	10	a	12	"	0,72	1,20	
	"	12	a	14	"	0,79	1,32	
	"	14	a	16	"	0,81	1,35	
B	"	16	a	18	"	0,80	1,34	2,48
	"	18	a	20	"	0,35	0,58	
	"	20	a	22	"	0,58	0,97	
	"	22	a	24	"	0,80	1,34	
B	"	24	a	26	"	1,13	1,89	2,48
	"	26	a	28	"	1,38	2,30	
	"	28	a	30	"	1,96	3,27	
	"	30	a	32	"	1,99	3,32	

	"	32	a	34	"	2,70	4,51	
	"	34	a	36	"	2,61	4,36	
	"	36	a	38	"	2,42	4,04	
	"	38	a	40	"	1,72	2,87	
	"	40	a	42	"	2,64	4,41	
	"	42	a	44	"	3,26	5,44	
	"	44	a	46	"	2,95	4,93	
	"	46	a	48	"	2,51	4,19	
	"	48	a	50	"	2,49	4,16	
C								3,89
	"	50	a	52	"	2,33	3,89	
	"	52	a	54,13	"	2,01	3,36	

SONDEO EXPLORATORIO S-30

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	1,35	2,25	2,25
	"	2	a	4	"	1,67	2,79	
	"	4	a	6	"	1,97	3,29	
	"	6	a	8	"	1,70	2,84	
	"	8	a	10	"	1,05	1,75	
	"	10	a	12	"	1,10	1,84	
	"	12	a	14	"	0,96	1,60	
	"	14	a	16	"	0,71	1,19	
	"	16	a	18	"	0,41	0,68	
	"	18	a	20	"	1,67	2,79	
	"	20	a	22	"	1,77	2,96	
	"	22	a	24	"	0,65	1,09	
B								1,49
	"	24	a	26	"	0,55	0,92	
	"	26	a	28	"	0,43	0,72	
	"	28	a	30	"	0,48	0,80	
	"	30	a	32	"	0,53	0,89	
	"	32	a	34	"	0,75	1,25	
	"	34	a	36	"	0,77	1,29	
	"	36	a	38	"	0,60	1,00	
	"	38	a	40	"	0,61	1,02	
	"	40	a	42	"	0,58	0,97	
	"	42	a	44	"	0,36	0,60	
	"	44	a	46	"	0,29	0,48	
	"	46	a	48	"	0,58	0,97	
C								1,25
	"	48	a	50,27	"	0,89	1,49	

SONDEO EXPLORATORIO S-31

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	3,44	5,74	5,74
	"	2	a	4	"	3,27	5,46	
	"	4	a	6	"	2,87	4,79	
	"	6	a	8	"	2,22	3,71	
	"	8	a	10	"	1,49	2,49	
	"	10	a	12	"	1,95	3,26	
	"	12	a	14	"	2,36	3,94	
	"	14	a	16	"	2,56	4,28	
	"	16	a	18	"	2,67	4,46	
B	"	18	a	20	"	3,43	5,73	4,25
	"	20	a	22	"	2,71	4,53	
	"	22	a	24	"	1,96	3,27	
	"	24	a	26	"	2,87	4,79	
	"	26	a	28	"	2,63	4,39	
	"	28	a	30	"	2,19	3,66	
	"	30	a	32	"	2,66	4,44	
	"	32	a	34	"	3,06	5,11	
	"	34	a	36	"	2,67	4,46	
	"	36	a	37,02	"	2,03	3,39	

SONDEO EXPLORATORIO S-32

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	1,77	2,96	2,96
	"	2	a	4	"	2,21	3,69	
	"	4	a	6	"	2,57	4,29	
	"	6	a	8	"	2,76	4,61	
	"	8	a	10	"	2,92	4,88	
	"	10	a	12	"	3,57	5,96	
	"	12	a	14	"	4,19	7,00	
	"	14	a	16	"	3,94	6,58	
	"	16	a	18	"	3,66	6,11	
	"	18	a	20	"	1,96	3,27	
B	"	20	a	22	"	3,05	5,09	5,05
	"	22	a	24	"	4,43	7,40	
	"	24	a	26	"	4,22	7,05	
	"	26	a	28	"	3,12	5,21	
	"	28	a	30	"	1,42	2,37	

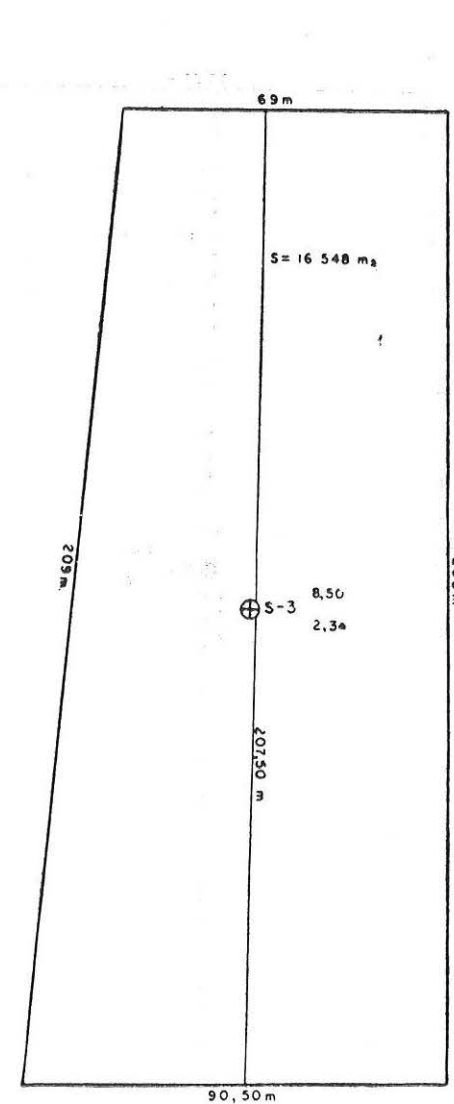
"	30	a	32	"	2,94	4,91
"	32	a	34	"	3,09	5,16
"	34	a	36	"	2,65	4,43
"	36	a	38	"	2,12	3,54
"	38	a	40,21	"	2,62	4,38

SONDEO EXPLORATORIO S-33

Intervalos					% Ti	% TiO ₂		
A	De	0	a	2	Mts.	0,86	1,44	1,33
	"	2	a	4	"	0,73	1,22	
	"	4	a	6	"	0,63	1,05	
	"	6	a	8	"	0,47	0,78	
	"	8	a	10	"	0,30	0,50	
	"	10	a	12	"	0,44	0,73	
	"	12	a	14	"	0,60	1,00	
	"	14	a	16	"	0,57	0,95	
	"	16	a	18	"	0,52	0,87	
B	"	18	a	20	"	0,31	0,52	0,74
	"	20	a	22	"	0,36	0,60	
	"	22	a	24	"	0,34	0,57	
	"	24	a	26	"	0,35	0,58	
	"	26	a	28	"	0,31	0,52	
	"	28	a	30	"	0,36	0,60	
	"	30	a	32	"	0,70	1,17	
	"	32	a	34	"	0,36	0,60	
	"	34	a	36	"	0,67	1,12	
	"	36	a	38	"	0,46	0,77	
	"	38	a	40	"	0,25	0,42	

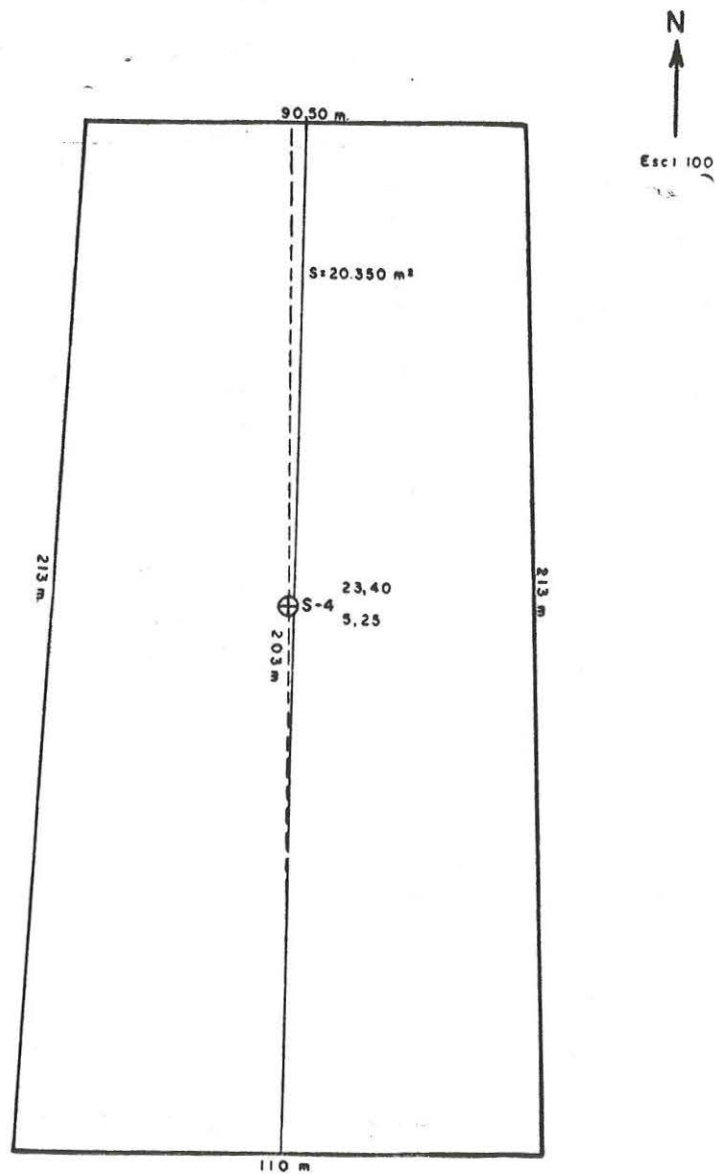
BLOQUE S-3

$d = 79,75 \text{ m}$
 $o = 2,415 \text{ m}^2$
 $V = 192,596 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 13,678 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenite} = 25,988 \text{ Ton}$



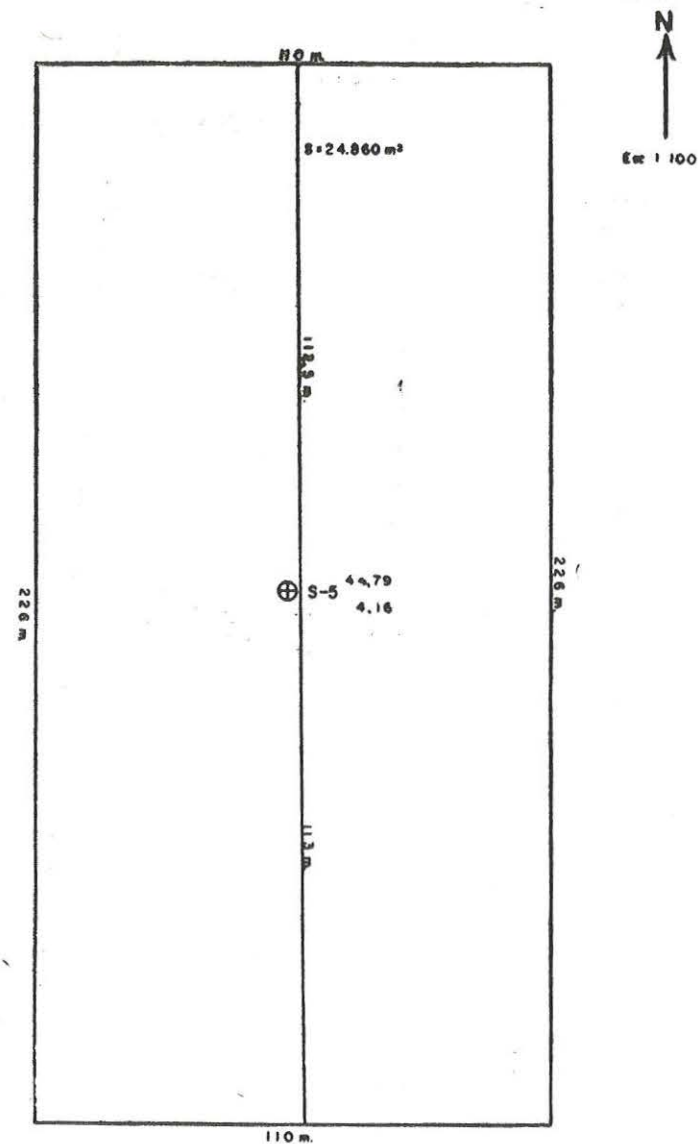
BLOQUE S-4

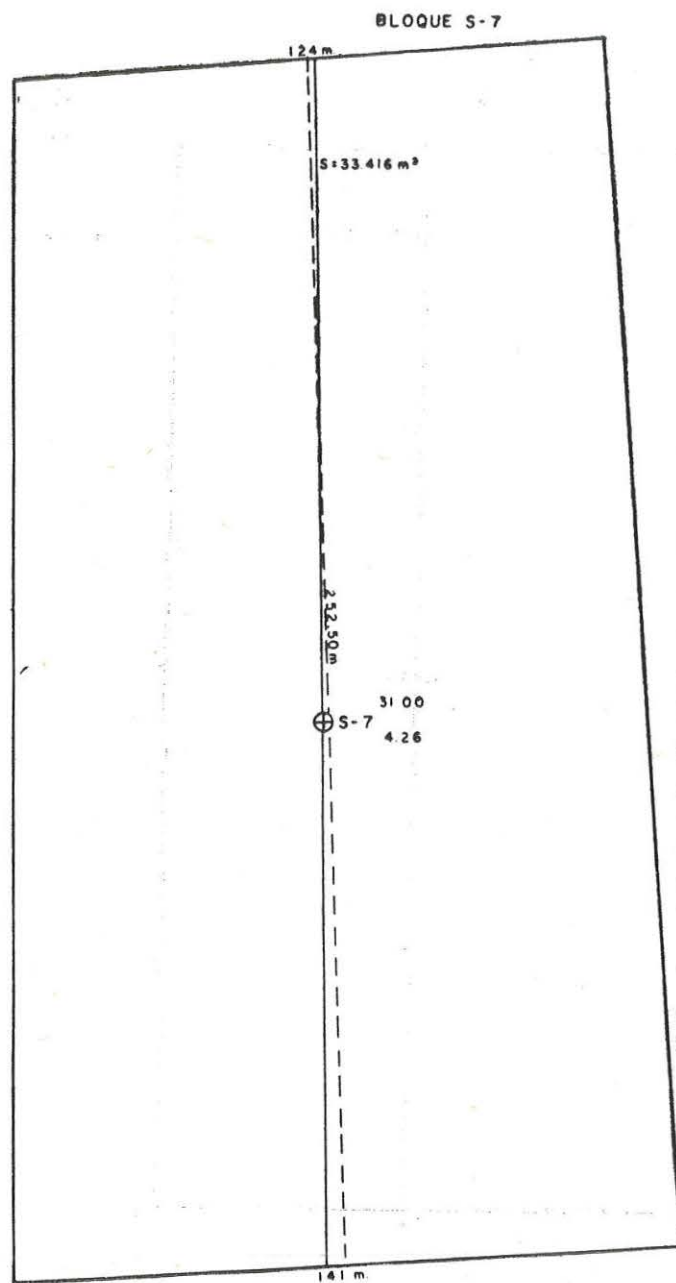
$d = 100,25 \text{ m}$
 $a = 5,164 \text{ m}^2$
 $V = 517.691 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 76.921 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 146.150 \text{ Ton}$



BLOQUE S-5

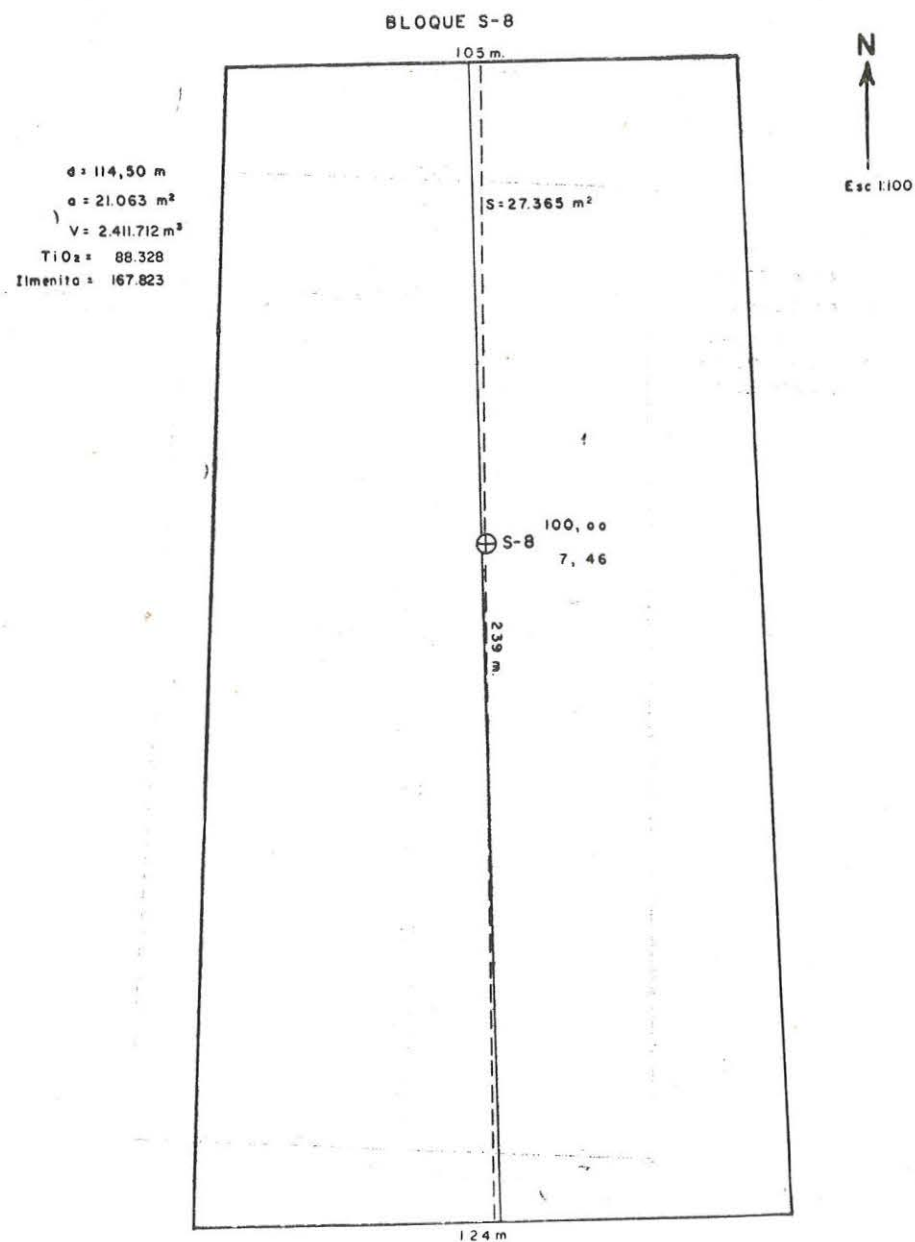
$d = 110 \text{ m}$
 $a = 8,969 \text{ m}^2$
 $V = 986.590 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 155.620 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 295.678 \text{ Ton}$





N
↑
Esc 1:100

d = 132.50 m
a = 5.959 m²
V = 789.566 m³
TiO₂ = 134.063 Ton
Ilmenita = 254.720 Ton

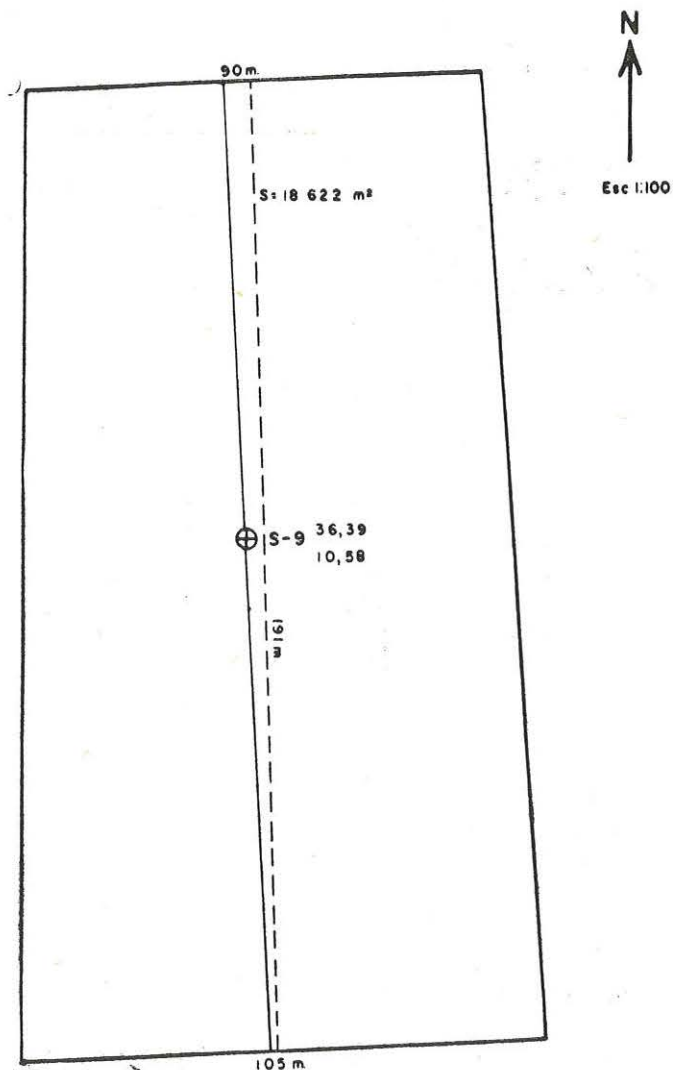


N
↑
Esc 1:100

d = 114.50 m
a = 21.063 m²
V = 2.411.712 m³
TiO₂ = 88.328
Ilmenita = 167.823

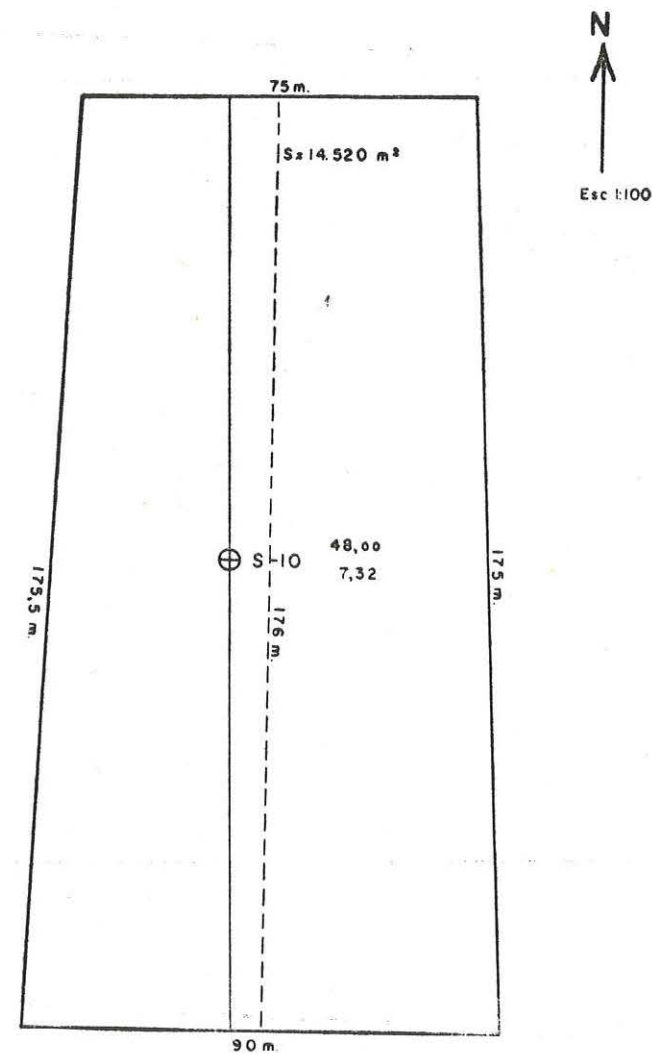
BLOQUE S-9

$d = 97,50 \text{ m}$
 $a = 5,021 \text{ m}^2$
 $V = 489.547 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 144.540 \text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 274.626 \text{ Ton.}$

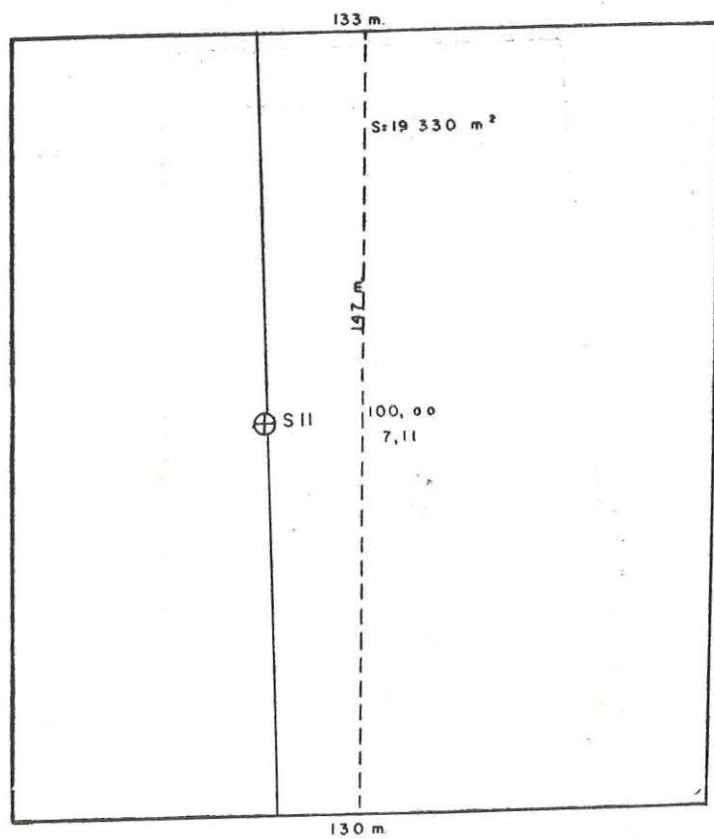


BLOQUE S-10

$d = 82,50$
 $a = 8.222 \text{ m}^2$
 $V = 678.315 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 162.452 \text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 308.659 \text{ Ton.}$

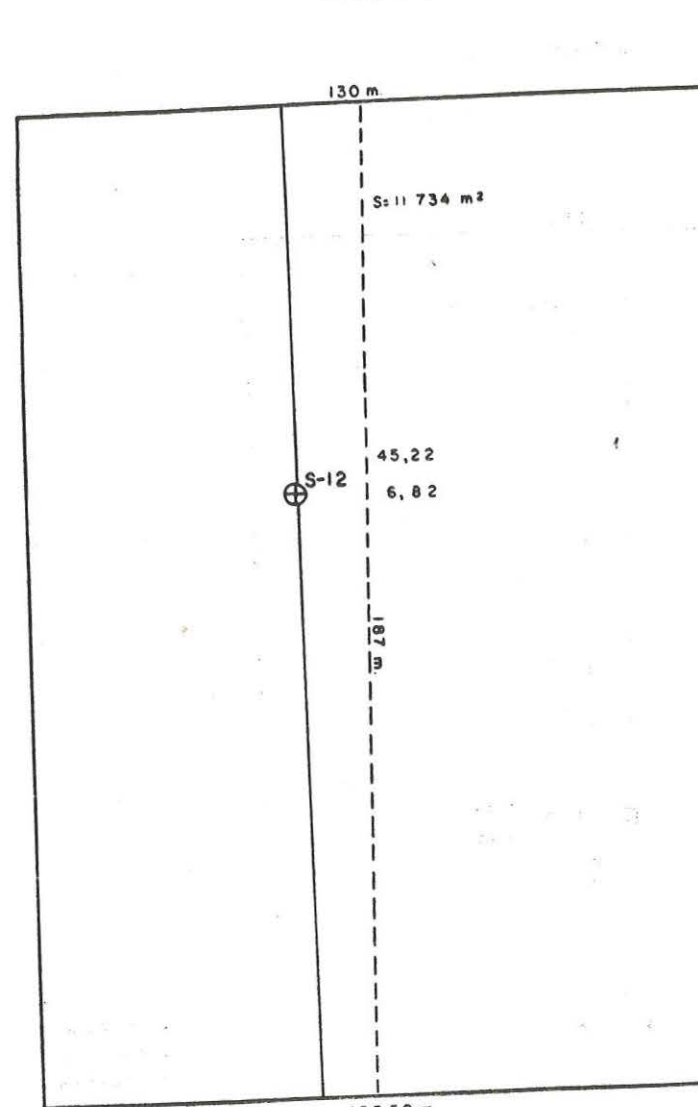


BLOQUE S-11



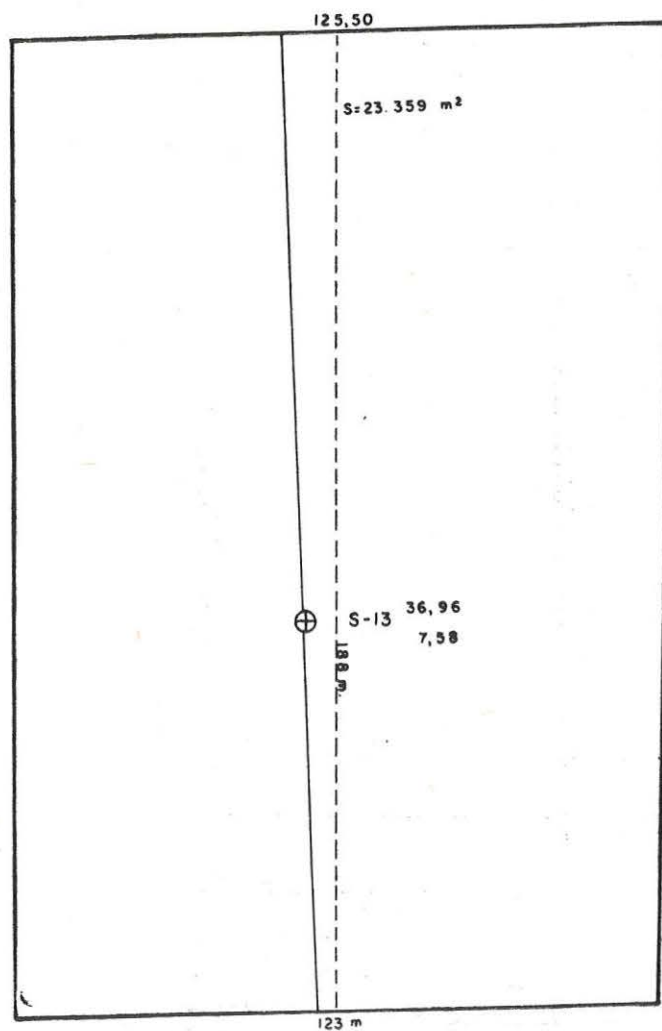
$d = 13,50 \text{ m}$
 $a = 15.123 \text{ m}^2$
 $V = 1.988.674 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 434.272 \text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenito} = 825.117 \text{ Ton.}$

BLOQUE S-12



$d = 127,50 \text{ m}$
 $a = 8.821 \text{ m}^2$
 $V = 1.124.677 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 289.407 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenito} = 549.873 \text{ Ton}$

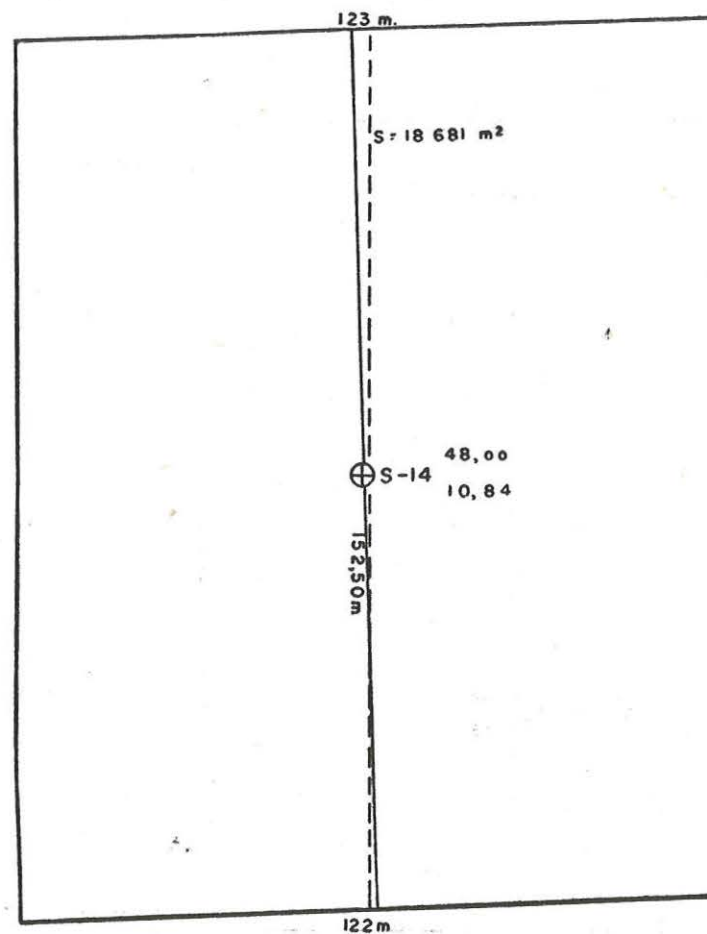
BLOQUE S-13 /



N
↑
Esc: 100

$d = 124.25 \text{ m}$
 $a = 2.654 \text{ m}^2$
 $V = 329.759 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 83.702 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenito} = 159.034 \text{ Ton}$

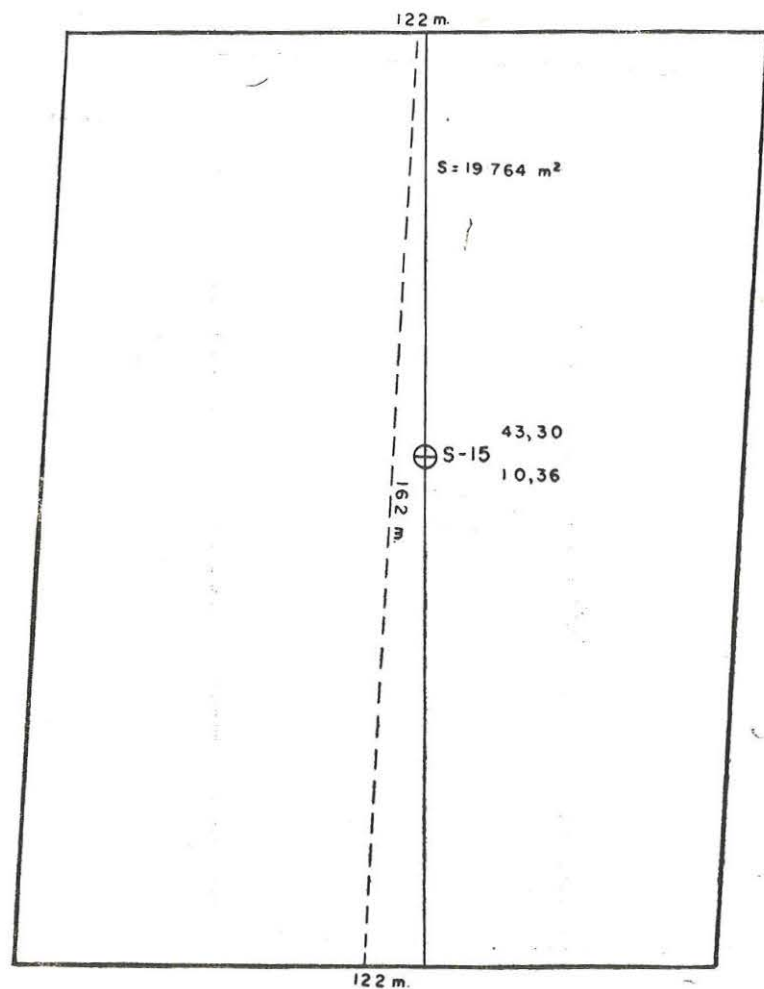
BLOQUE S-14



N
↑
Esc: 100

$d = 122.50 \text{ m}$
 $a = 5.638 \text{ m}^2$
 $V = 690.654 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 269.500 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenito} = 512.050 \text{ Ton}$

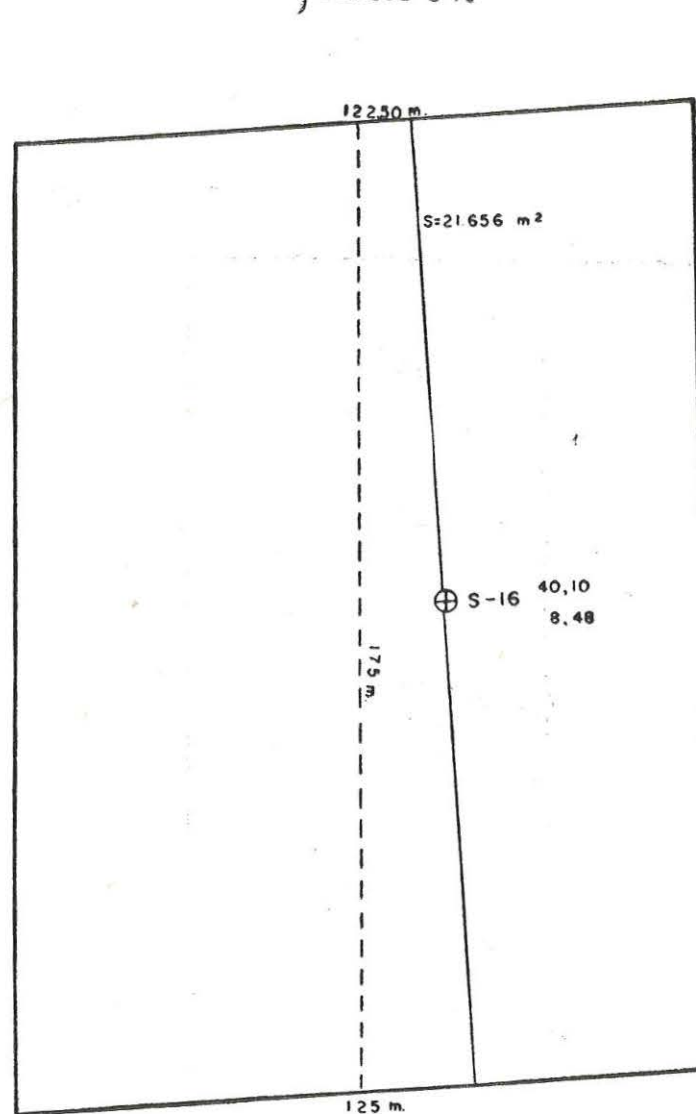
BLOQUE S-15



N
↑
Esc 1:100

$d = 122,00\text{ m}$
 $a = 6.289\text{ m}^2$
 $V = 767.258\text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 332.024\text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 630.846\text{ Ton.}$

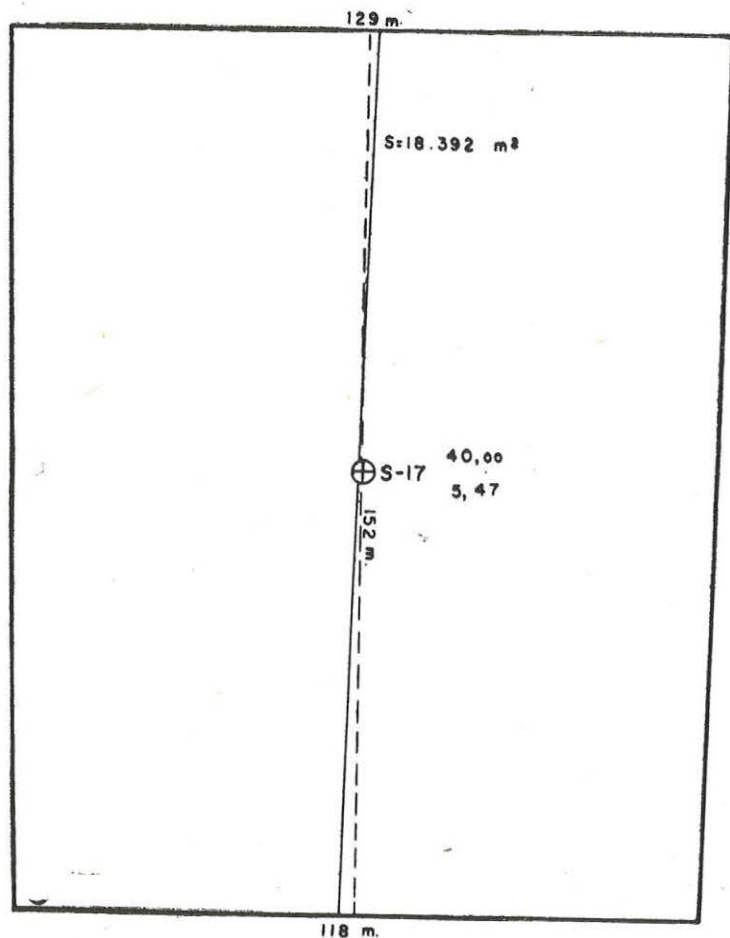
BLOQUE S-16



N
↑
Esc 1:100

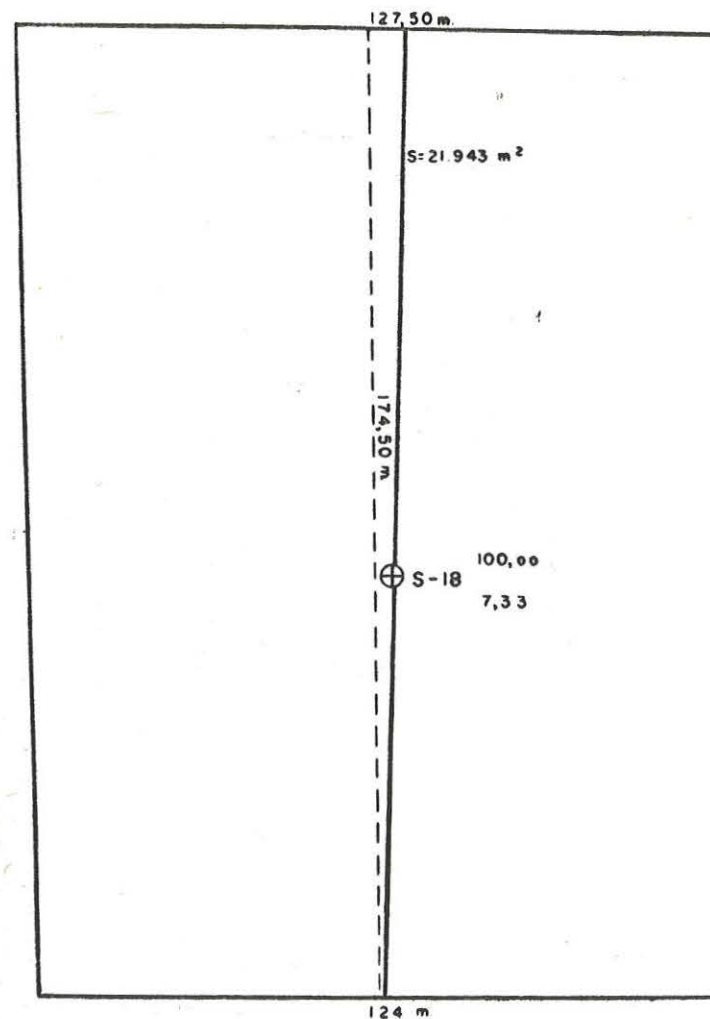
$d = 123.75\text{ m}$
 $a = 7.810\text{ m}^2$
 $V = 966.488\text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 312.411\text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 593.581\text{ Ton.}$

BLOQUE S-17



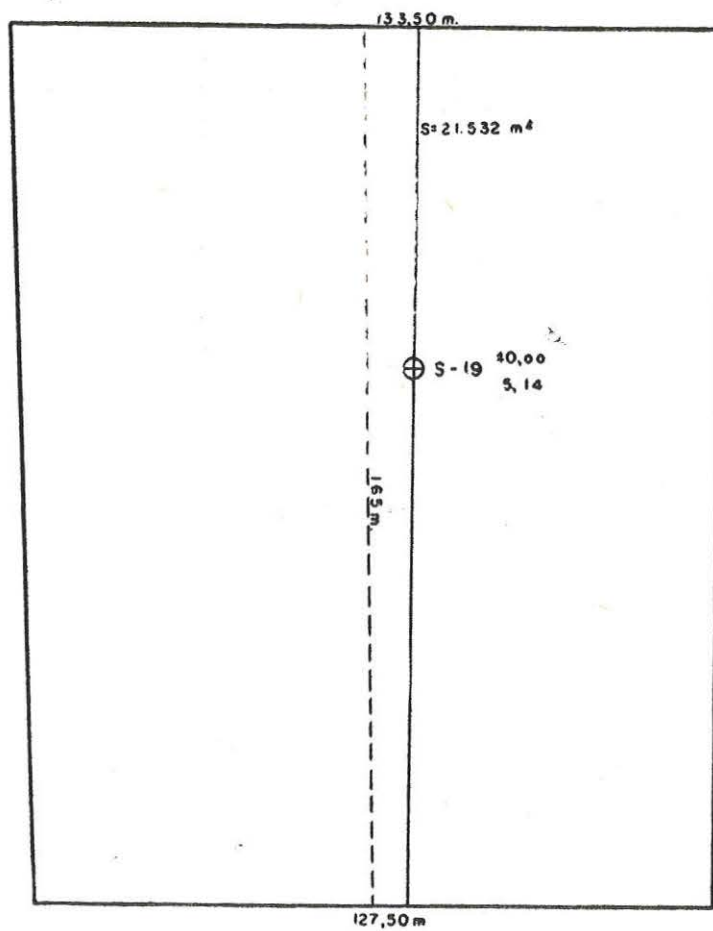
$d = 121,00 \text{ m}$
 $a = 4915 \text{ m}^2$
 $V = 594.715 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 101.409 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 192.677 \text{ Ton}$

BLOQUE S-18



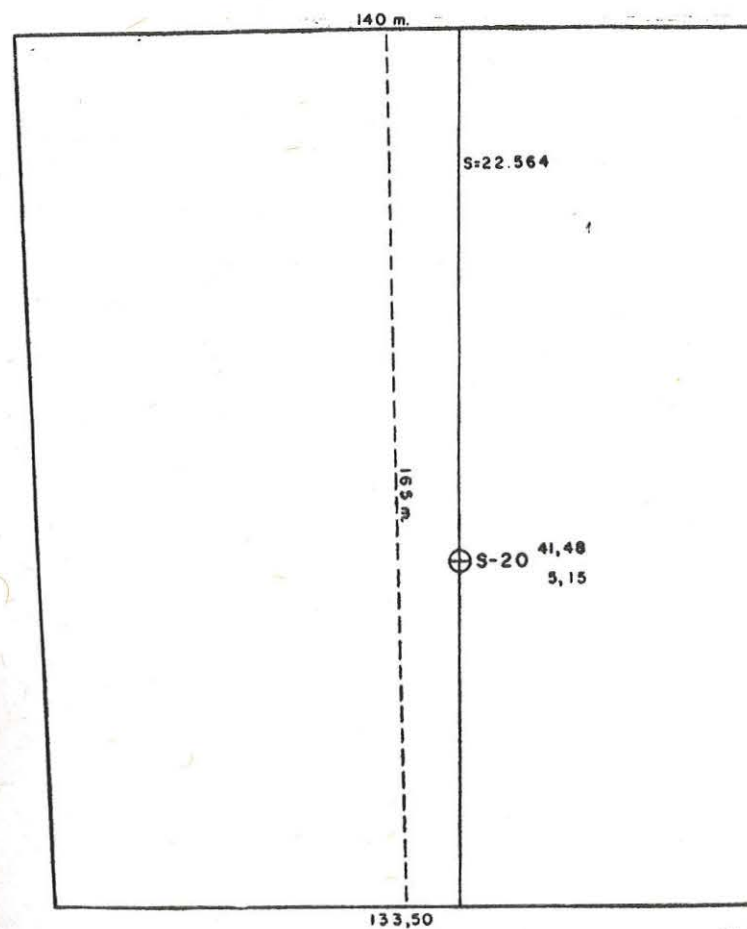
$d = 125,75 \text{ m}$
 $a = 19.210 \text{ m}^2$
 $V = 2415.657 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 494.713 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 939.955 \text{ Ton}$

BLOQUE S-19



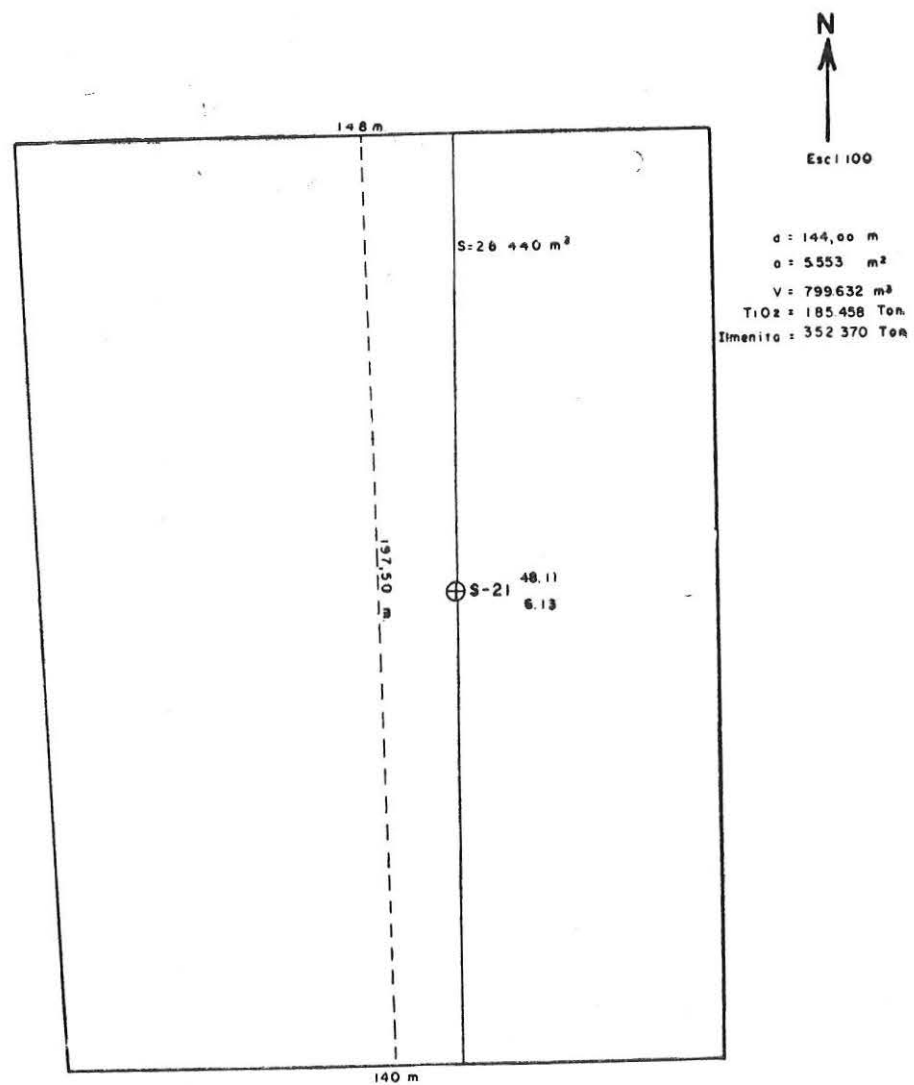
$d = 130,50 \text{ m}$
 $a = 9,933 \text{ m}^2$
 $V = 1.296.256 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 182.271 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 346.315 \text{ Ton}$

BLOQUE S-20

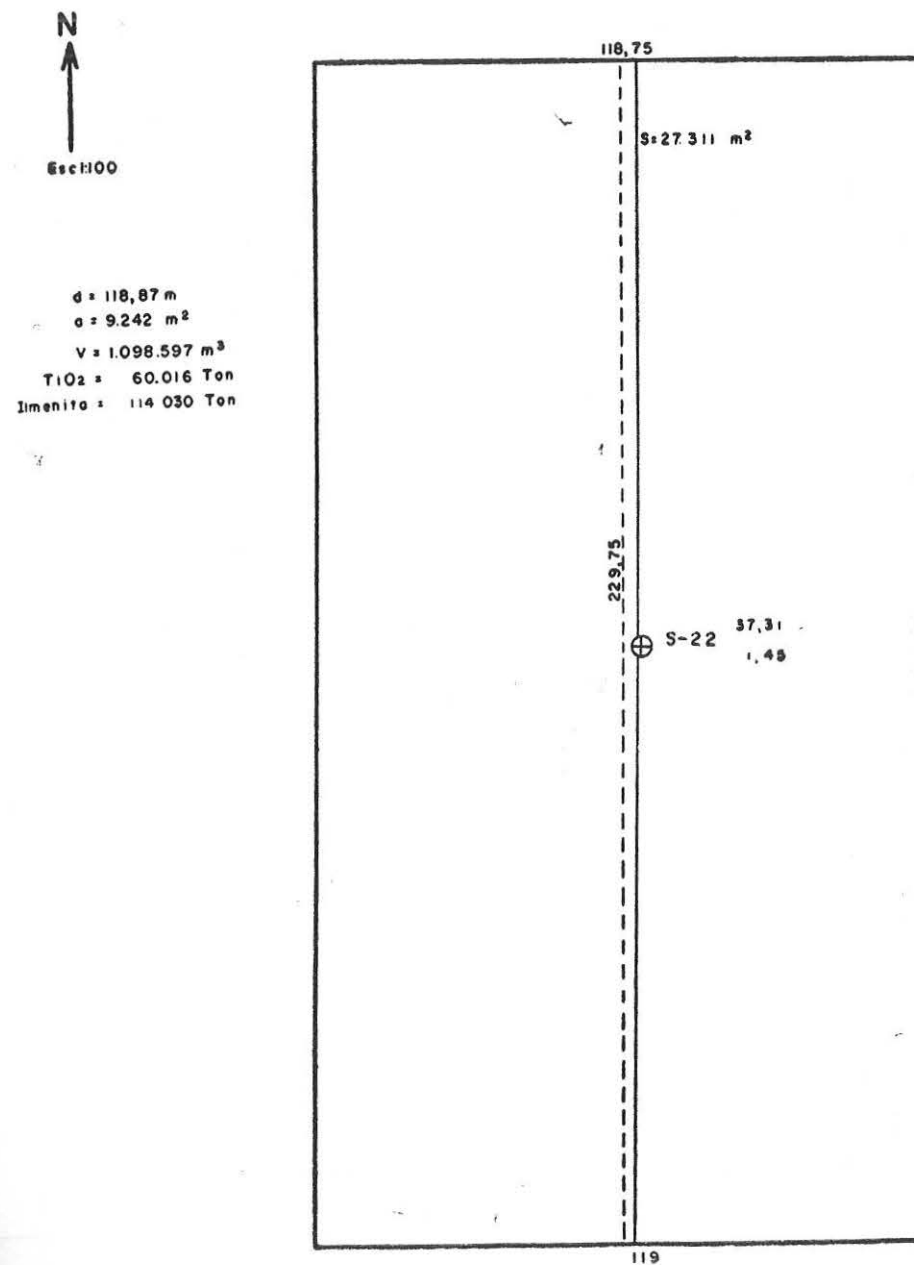


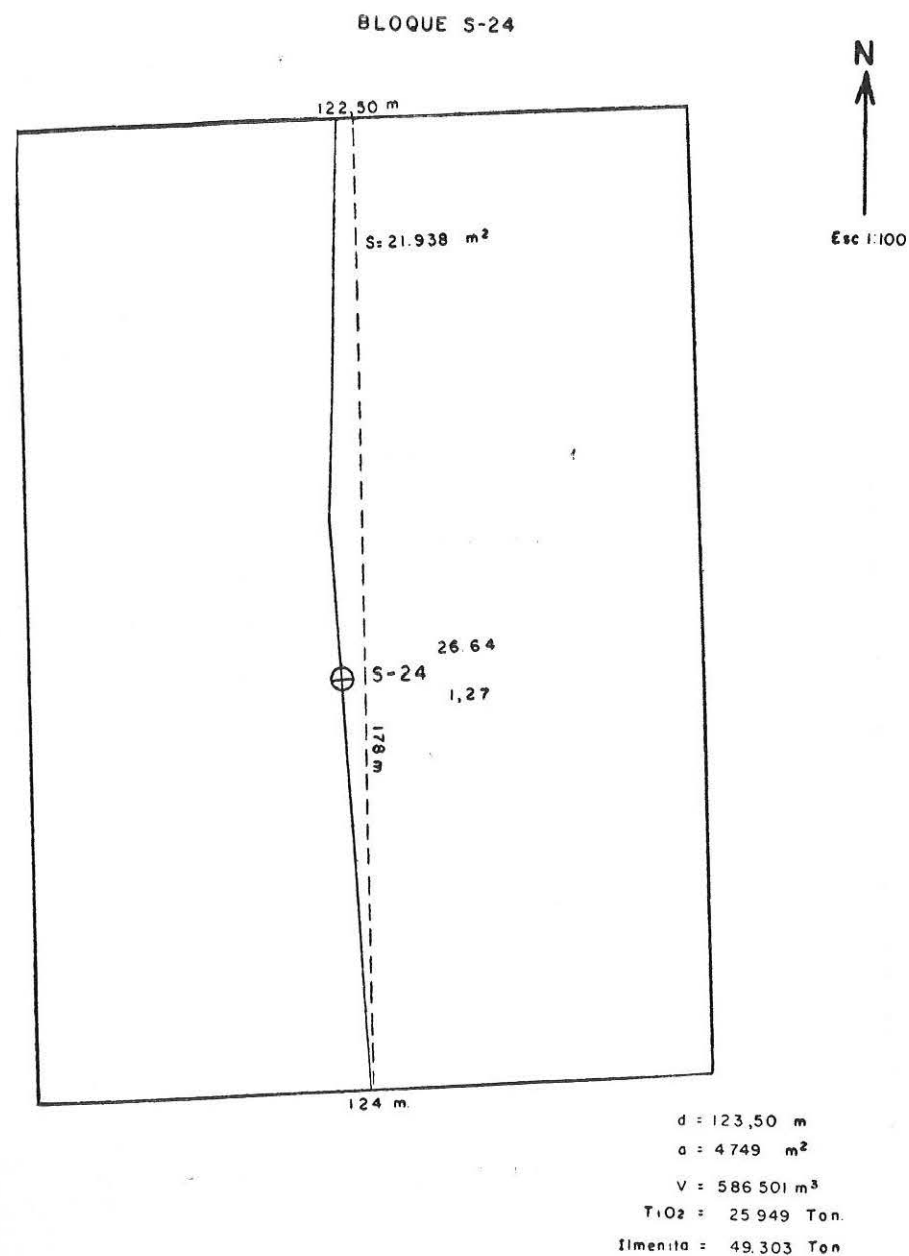
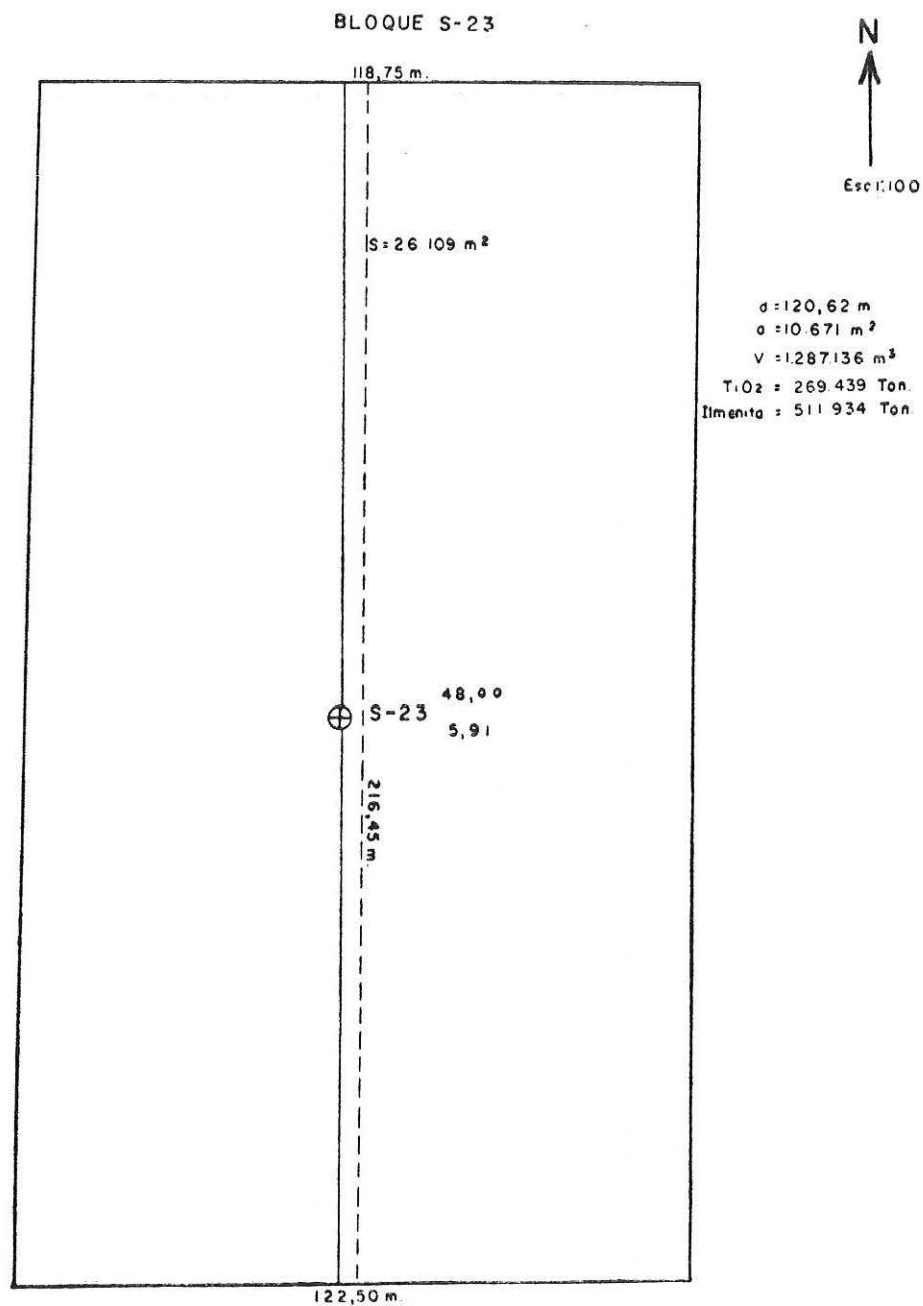
$d = 136,75$
 $a = 8,411 \text{ m}^2$
 $V = 1.150.204 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 200.911 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 381.731 \text{ Ton}$

BLOQUE S-21

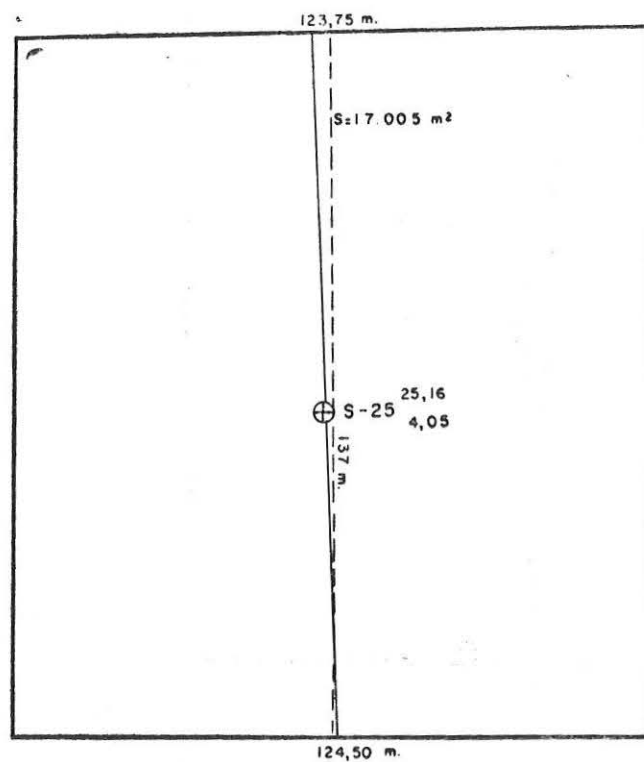


BLOQUE S-22



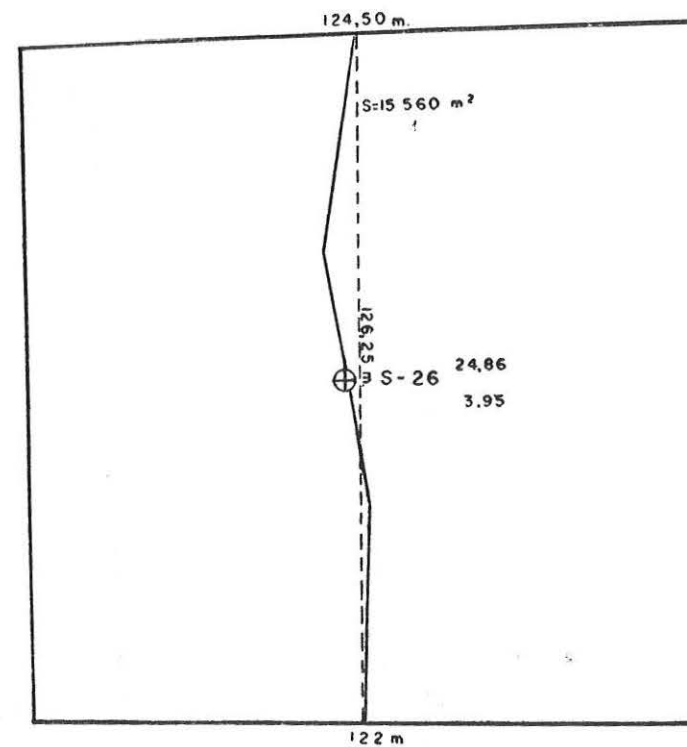


BLOQUE S-25



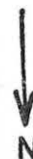
$d = 124.12 \text{ m}$
 $a = 3.794 \text{ m}^2$
 $V = 470.911 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 78.737 \text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 149.600 \text{ Ton.}$

BLOQUE S-26

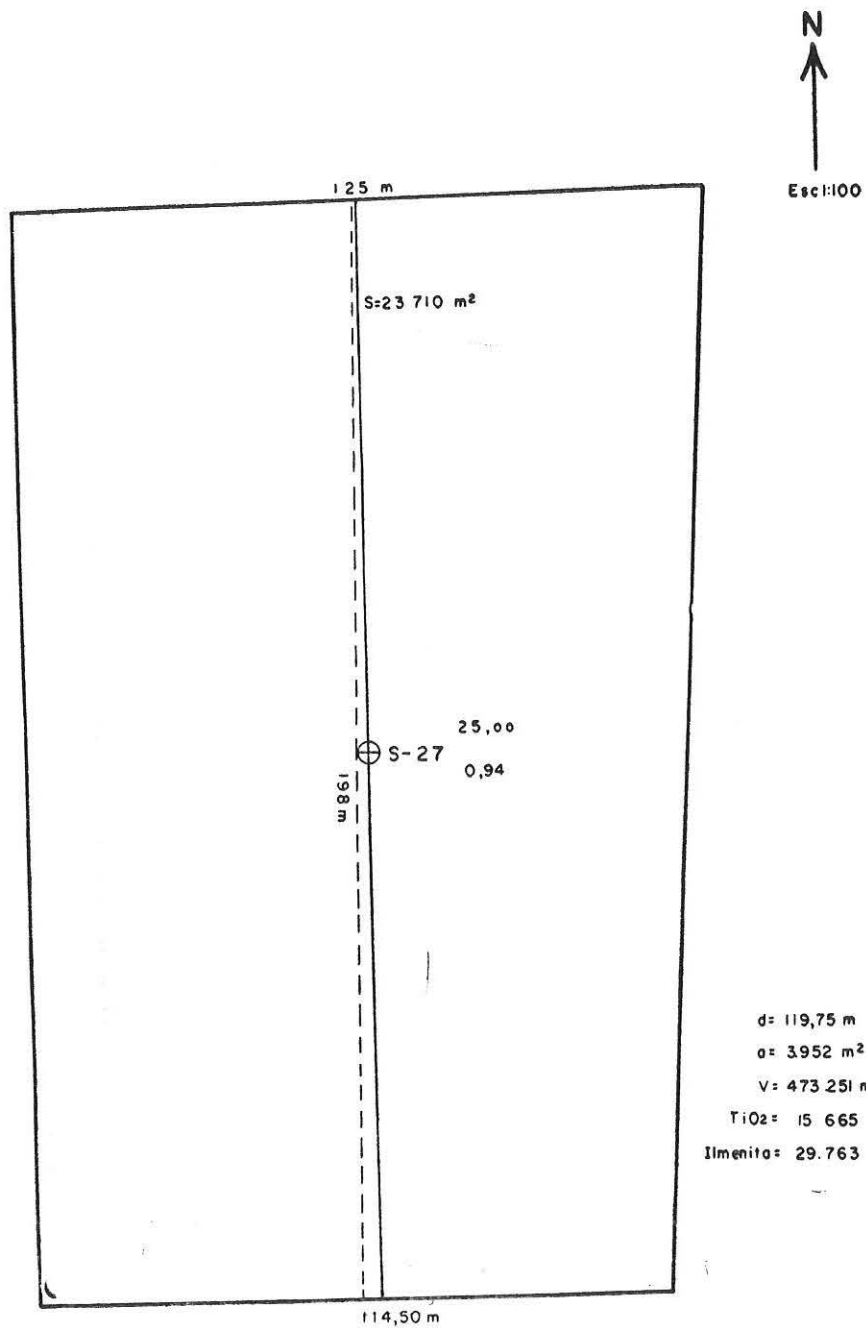


$d = 123.25 \text{ m}$
 $a = 3.558 \text{ m}^2$
 $V = 438.523 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 58.821 \text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 111.760 \text{ Ton.}$

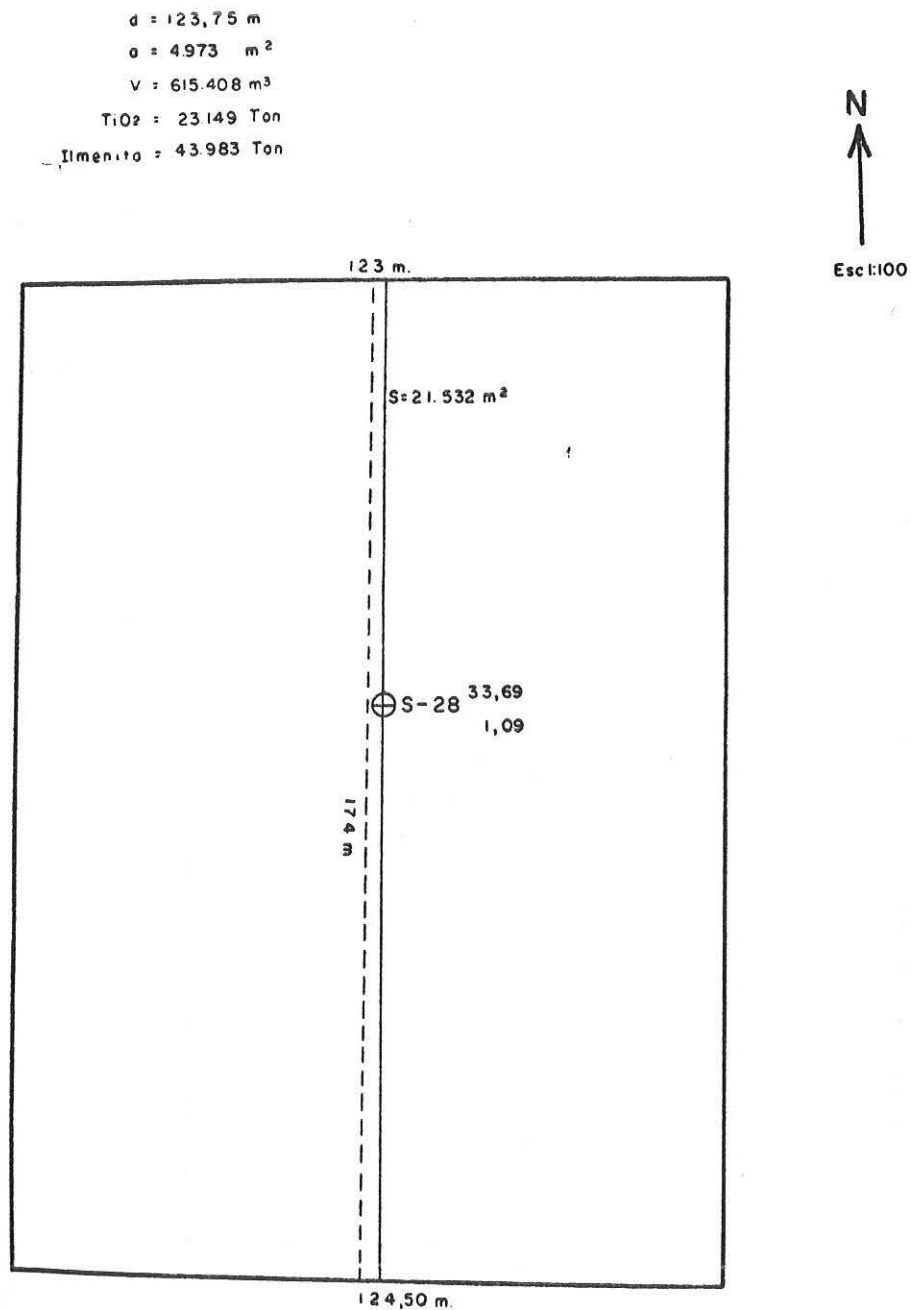
0011353



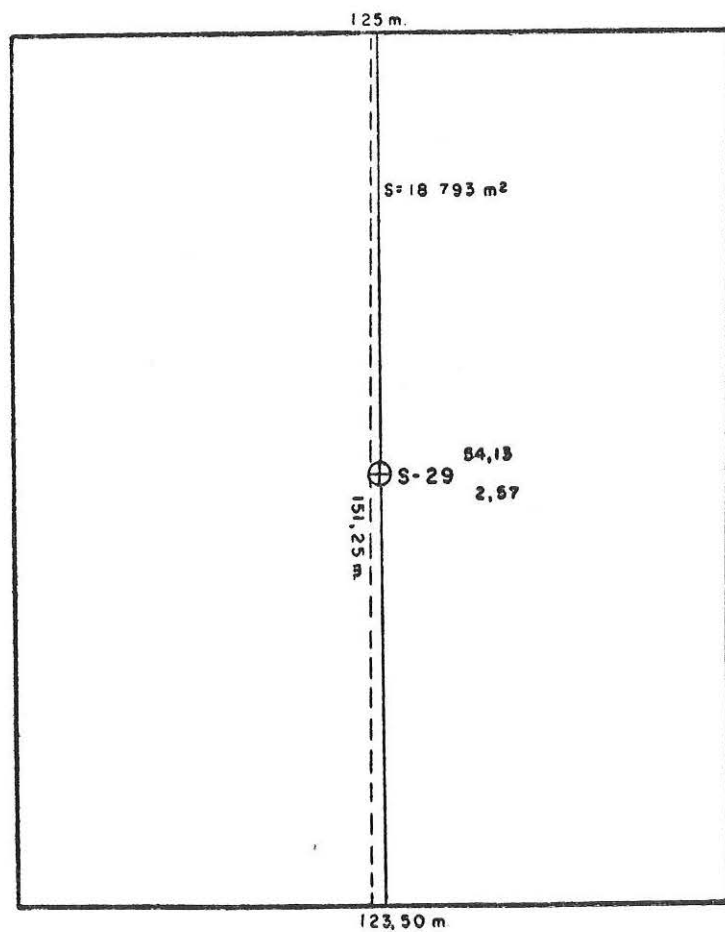
BLOQUE S-27



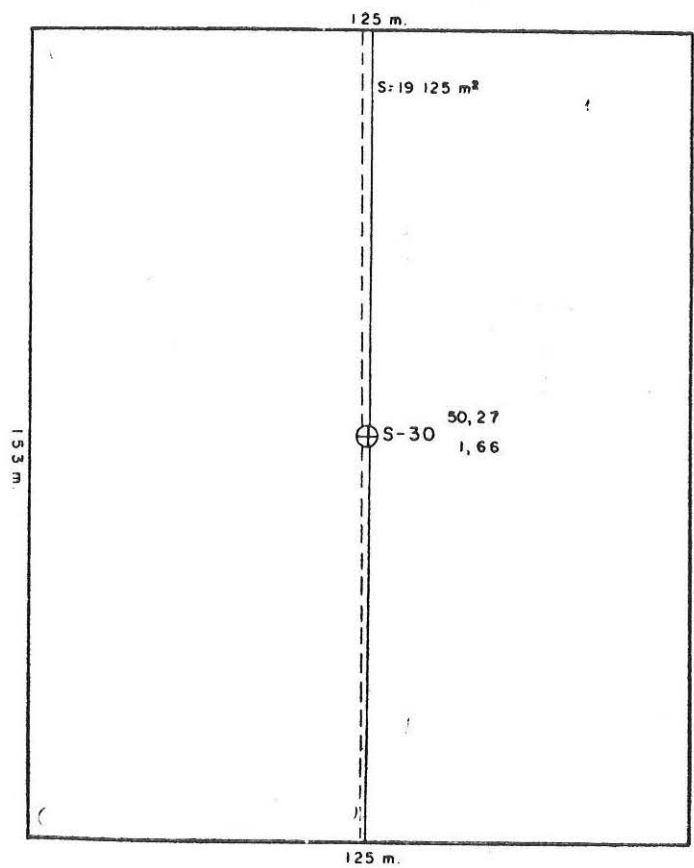
BLOQUE S-28



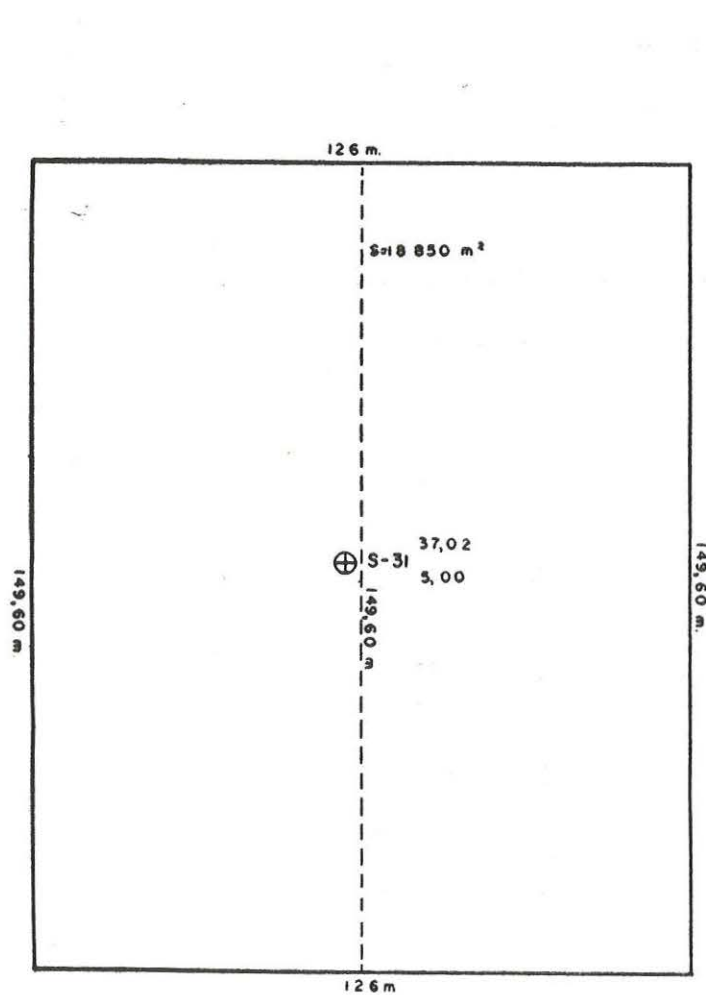
BLOQUE S-29

 $d = 124,25 \text{ m}$ $a = 8.802 \text{ m}^2$ $V = 1.093.648 \text{ m}^3$ $\text{TiO}_2 = 96.626 \text{ Ton}$ $\text{Ilmenita} = 183.589 \text{ Ton}$ 

BLOQUE S-30

 $d = 125,00 \text{ m}$ $a = 7.815 \text{ m}^2$ $V = 976.875 \text{ m}^3$ $\text{TiO}_2 = 41.296 \text{ Ton}$ $\text{Ilmenita} = 78.462 \text{ Ton}$ 

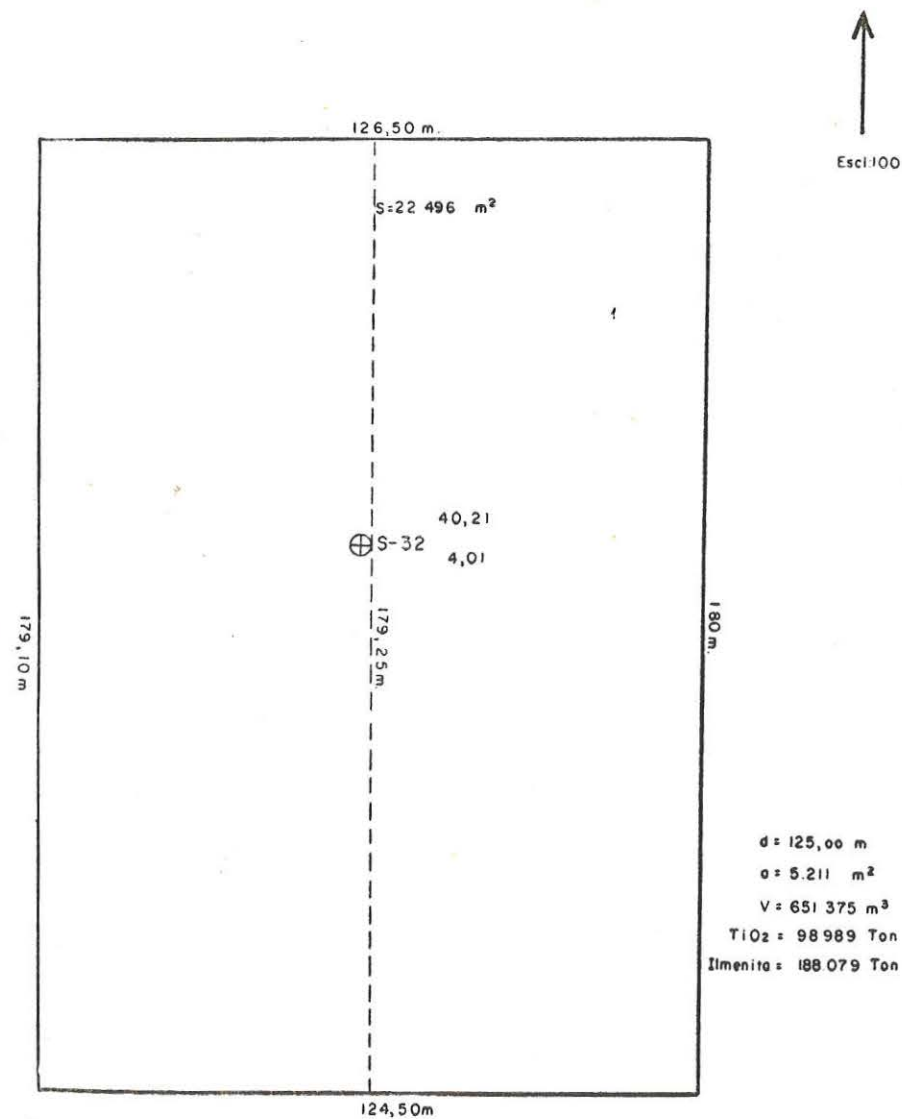
BLOQUE S-31



$d = 126,00 \text{ m}$
 $a = 6.502 \text{ m}^2$
 $V = 819.252 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 108.897 \text{ Ton.}$
 $\text{Ilmenita} = 206.904 \text{ Ton.}$



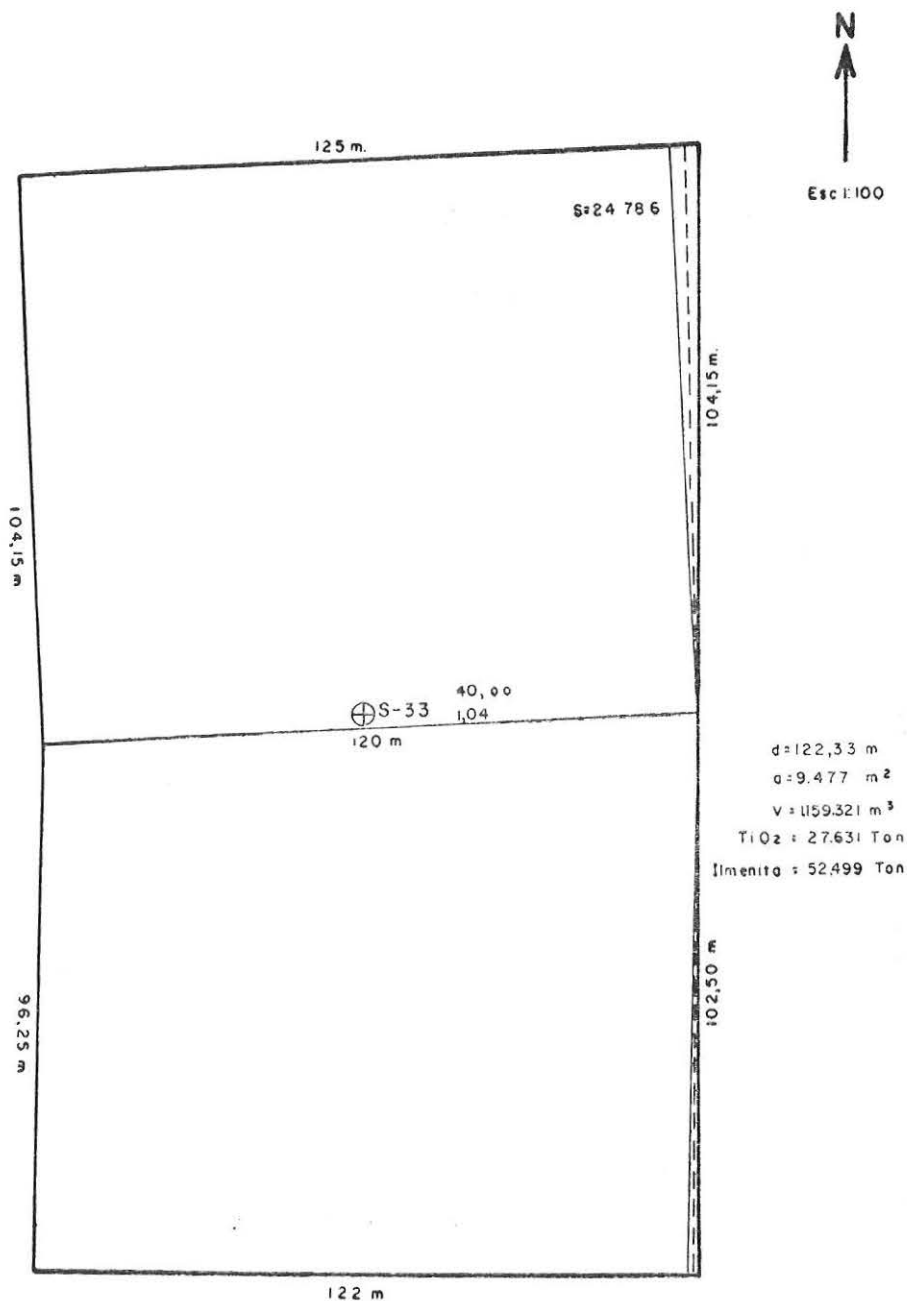
BLOQUE S-32



$d = 125,00 \text{ m}$
 $a = 5.211 \text{ m}^2$
 $V = 651.375 \text{ m}^3$
 $\text{TiO}_2 = 98.989 \text{ Ton}$
 $\text{Ilmenita} = 188.079 \text{ Ton}$



BLOQUE S-33



BIBLIOGRAFIA

- BAXTER & PARKS (1957). *Examination and valuation of mineral property*. U.S.A.
- BELLIZZIA, A. & RODRIGUEZ G., D. (1971). *Geología del Estado Yaracuy (Resumen)*. IV Cong. Geol. Venez., Caracas, 1969, Mem., T. I, 97-98.
- BENSON, W. T., ENGEL, A. L. & HEINEN, H. J. (1961). *Titaniferous magnetite deposits, Los Angeles County, California*. Bur. Mines, Rept. Invest. # 5962.
- BUDDINGTON, A. F. & LINDSLEY (1964). *Iron-titanium oxide minerals and synthetic equivalents*. J. Petrol., 5, 310-357.
- FISH (1972). *Titanium resources of Nelson and Amherst Counties, Virginia, Part I*. U. S. Bur. Mines, Rept. Invest. # 6094.
- IRVINE, T. N. & SMITH, C. H. (1969). *Primary oxide minerals in the Muskox intrusion in magmatic ore deposits*. Econ. Geol., Monogr. 4, 76-94.
- MAKSIMOV, A., MILOSERDINA, G. & ERIOMIN, N. (1973). *Breve Curso de Prospección Geológica*. U.R.S.S.
- STAMPER, J. W. (1970). *Mineral facts and problems*. Bur. Mines Bull. 650, 773-794.
- TAGGART, A. F. (1966). *Elementos de preparación de minerales*. España.
- TAYLOR (1964). *Phase equilibria in the system FeO-Fe₂O₃-TiO₂ at 1300° C*. Amer. Mineral., 49, 1016-1030.
- THE INSTITUTION OF MINING & METALLURGY (1965). *Symposium on open cast mining*. Inglaterra.
- TURNER, F. J. & VERHOOGEN, J. (1951). *Igneous and Metamorphic Petrology*. 1st. ed. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York, 602 p.
- VALLEE & RUBY (1971). *The Magpie titaniferous magnetite deposits*. The Canad. Min. & Metall. Bull. 65 (716), 60-67.