



MIEMDINAMIGE

DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA

Mapa de Recursos Minerales del Departamento de Maldonado



**Escala
1: 100.000**

**DIVISIÓN GEOLOGÍA
2012**

MAPA DE RECURSOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE MALDONADO

Escala 1/100.000

Memoria Explicativa

AUTORES: Richard Arrighetti
Lic. Viviana Gianotti

MONTEVIDEO, ABRIL 2012

*Protegido por Derecho de Autor, Ley N° 9.739 y modificaciones por Ley N° 17.616.
Prohibido su reproducción total o parcial.*

Fotos de portada: Tomadas por los autores en cantera de COMSA (Laguna del Sauce, Km. 119 de la ruta N° 9) / Cantera y planta industrial de CNC (Pan de Azúcar, Km. 110 de la ruta N° 60)

DISEÑO DE TAPA: *Profesor Fernando Tabó*

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO	3
2. METODOLOGÍA.....	3
3. DEFINICIONES.....	4
4. PRINCIPALES RECURSOS MINERALES	5
4.1. RECURSOS MINERALES ARIDOS	5
4.1.1. PROPIEDADES BÁSICAS DE LOS ÁRIDOS	5
4.1.2. ARCILLAS	5
4.1.2.1. Zona San Carlos.....	7
4.1.2.2. Zona Pan de Azúcar y alrededores	8
4.1.3. ARENAS Y CANTO RODADO	9
4.1.3.1. Depósitos Fluviales.....	9
4.1.3.2. Depósitos Costeros.....	13
4.1.4. BALASTO/TOSCA	15
4.1.4.1. Zona Costas de José Ignacio.....	16
4.1.4.2. Zona Las Rosas	18
4.1.4.3. Zona Cerro Pelado.....	19
4.1.5. PIEDRA PARTIDA/ PIEDRA BRUTA	21
4.1.5.1. Zona Cerro Pelado.....	21
4.1.5.2. Zona Cerro de Cortés.....	24
4.1.5.3. Zona Cerro Pan de Azúcar.....	26
4.1.5.4. Zona Cerro del Toro	28
4.2. ROCAS ORNAMENTALES	29
4.2.1. GRANITOS	30
4.2.1.1. Zona Sierra de Garzón.....	33
4.2.1.2. Zona Abra de Castellanos.....	37
4.2.1.3. Zona Piriápolis.....	40
4.2.2. MÁRMOLES	44
4.2.2.1. Zona Zanja del Tigre.....	47
4.2.2.2. Zona Cuchilla de Alvariza.....	56
4.2.2.3. Zona Puntas del Arroyo Pan de Azúcar	62
4.2.2.4. Zona Ruta 81	76
4.2.2.5. Zona Cerro de las Ventanas.....	78
4.2.3. PIEDRA LAJA O FILITAS	81
4.3. MINERALES INDUSTRIALES	86
4.3.1. CALIZAS.....	87
4.3.1.1. Zona Puntas del Campanero.....	88
4.3.1.2. Zona Carapé.....	96
4.3.1.3. Zona Cinco esquinas	101
4.3.1.4. Zona Cuchilla de Alvariza.....	104
4.3.1.5. Zona Cerro de las Ventanas.....	109
4.3.1.6. Zona Laguna del Sauce.....	111
4.3.2. DOLOMITAS	112
4.3.2.1. Zona Cuchilla de Alvariza.....	113
4.3.2.2. Zona Puntas del A° Pan de Azúcar.....	115
4.3.2.3. Zona Zanja del Tigre.....	118
4.3.2.3. Zona Zanja del Tigre.....	118
4.3.2.4. Zona Carapé.....	121
4.3.3. FLUORITA	124

4.4. MINERALES METÁLICOS.....	126
4.4.1. INDICIOS METÁLICOS	128
4.4.1.1 Indicio Mina La Oriental	128
4.4.1.2. Indicio Mina Apolonia	133
4.4.1.3. Indicio de Hierro.....	137
4.4.2. ANOMALÍAS GEOQUÍMICAS	139
4.4.2.1 Fotoplano Fuente del Puma (G-27).....	140
4.4.2.2 Fotoplano Las Ánimas (G-28).....	142
4.4.2.3 Fotoplano Piriápolis (G-29)	151
4.4.2.4 Fotoplano Las Cañas (F-27).....	151
4.4.2.5 Fotoplano Aigua (F-26).....	157
4.4.2.6 Fotoplano Carape (E-26).....	160
5. INDUSTRIAS CONSUMIDORAS BASICAS	163
5.1. INDUSTRIA DE LA CERÁMICA ROJA.....	163
5.2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	165
5.3. INDUSTRIA DEL CEMENTO	169
5.4. INDUSTRIA DE LA CAL	173
5.5 INDUSTRIA DE CARBONATOS	179
5.6. OTRAS INDUSTRIAS CONSUMIDORAS.....	182
6. ESTADÍSTICA MINERA.....	184
6.1 IMPORTACIONES DE RECURSOS MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS	190
7. ACTIVIDAD MINERA DEL DEPARTAMENTO	191
7.1. SITUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA EN MALDONADO A DICIEMBRE DE 2011	197
8. ZONAS DE FAVORABILIDAD.....	203
8.1. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA MINERALES ARIDOS	203
8.2. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA MINERALES INDUSTRIALES	203
8.3. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA ORNAMENTALES.....	206
8.4. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA MINERALES METÁLICOS.....	208
8.4.1 GRUPOS ANÓMALOS VINCULADOS A AMBIENTES GRANÍTICOS	208
8.4.2 GRUPOS ANÓMALOS VINCULADOS A BASAMENTO (GNEISES Y ORTOGNEISES).....	212
8.4.3 GRUPOS ANÓMALOS VINCULADOS A LA ASOCIACIÓN METAVOLCÁNICA-SEDIMENTARIA, CARBONÁTICA	214
8.4.4 GRUPOS ANÓMALOS VINCULADOS AL COMPLEJO PLUTÓNICO-VOLCÁNICO.....	217
9. CONCLUSIONES	219
9.1. RECURSOS MINERALES ARIDOS	219
9.2. ROCAS ORNAMENTALES	219
9.3. MINERALES INDUSTRIALES	220
9.4. MINERALES METÁLICOS.....	220
9.5. ESTADÍSTICA MINERA.....	221
9.6. ACTIVIDAD MINERA.....	221
BIBLIOGRAFÍA	222

Agradecimientos

A quienes colaboraron de una forma u otra:

- Intendencia Municipal de Maldonado - Dirección General de Obras y Talleres, Obras Civiles y Mantenimiento, Control Edificio – Dirección General de Planeamiento Urbano y Territorial
- Compañía Nacional de Cementos S.A. - Ing. Carlos Correa, Ing. Guzmán Steiner
- Compañía Oriental de Minerales S.A. - Ing. Cesar Fuentes
- Piedrahita Hnos.
- Dante Ramos S.A.

A todos, muchas gracias

1. OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo principal mostrar la situación de los diferentes recursos minerales que posee el departamento, para lo cual se abordará el tema desde dos puntos de vistas complementarios.

En primer lugar, se centrará la atención en los diferentes materiales que se extraen del subsuelo de Maldonado. En este sentido, se describirán y analizarán las características geológicas-mineras principales de los depósitos o yacimientos, así como de los diferentes materiales procesados y comercializados; y finalmente sus cualidades técnicas de aptitud tanto para la aplicación industrial, la construcción así como de su aplicación ornamental. Con esta información, se confeccionará la carta de favorabilidad minera donde se delimitarán áreas de favorabilidad para la exploración y/o explotación de los diferentes recursos y delimitación de zonas anómalas de metálicos. Para ello se utilizará como base la carta geológica a escala 1:100.000.

En segundo lugar, se abordará en forma resumida los diferentes usos de los materiales extraídos así como las necesidades del departamento de algunos de estos materiales y de las industrias primarias que son consumidoras de los mismos.

Por último, pero no menos importante, el presente trabajo también pretende aportar información básica que puede ser utilizada para trabajos mineros, así como para estudios ambientales y de ordenamiento territorial.

2. METODOLOGÍA

Para la confección del siguiente trabajo se utilizaron básicamente dos tipos de fuentes de información:

- Por un lado, antecedentes tanto de corte geológico como minero, publicados en diferentes formatos.
- Información contenida en los asuntos mineros existentes en DINAMIGE, tanto vigente como archivada. Este tipo de información es restringida, y se utilizó de tal forma de garantizar su confidencialidad.

Con la información de los antecedentes se confeccionó un mapa borrador sobre las hojas cartográficas 1:50.000 que cubren el departamento, a saber:

Alferez (E-24), Paso de los Talas (E-25), Carapé (E-26), Garzón (E-28), Cordillera (E-27), Fuente del Puma (G-27), Aiguá (F-26), Las Cañas (F-27), Sierra de los Caracoles (F-28), Las Animas (G-28), Piriápolis (G-29), San Carlos-Punta del Este (F29-30) y José Ignacio (E-29).

El trabajo de campo consistió en visitas a canteras ó depósitos donde se recogió información geológica regional y local, características básicas de la explotación minera, tareas exploratorias, características de la mineralización y de la explotación, procesos de beneficio mineral, infraestructura, etc. la cual se registró en fichas confeccionadas a tales fines y posteriormente se ingresó la información a una Base de Datos Geominera (BDG).

En este sentido, se registraron 72 labores mineras y se chequeó en el campo más de 40 canteras tanto activas como inactivas (ver Cuadro 1-Anexo)

3. DEFINICIONES

Antes de entrar en la descripción de los diferentes recursos minerales del departamento de Maldonado, creemos que es conveniente realizar algunas precisiones con respecto a la terminología empleada en este informe.

En primer lugar, entendemos que resulta importante definir que es un recurso mineral dado que es el objetivo del presente informe y el término que más significación tiene, aplicable para todos los casos.

Recurso: Concentración de materiales sólidos, líquidos o gaseosos que existen de forma natural en la corteza terrestre en forma y cantidad tales que su extracción económica es posible o potencialmente posible.

Bajo el término recurso mineral se pueden agrupar una serie de conceptos que pasamos a definir a continuación:

Recurso identificado: Recursos cuyo emplazamiento, ley, calidad y cantidad se conocen o se han estimado por pruebas geológicas específicas.

Recursos No Descubiertos: Dentro de distritos mineros o en regiones con alta favorabilidad minera puede suponerse la existencia de yacimientos a partir de presunción y extrapolaciones geológicas y analogías con otras regiones mineras, usando modelos descriptivos-genéticos.

Se pueden diferenciar dos tipos:

- **Recursos hipotéticos:** Recursos no identificados, cuya existencia puede esperarse razonablemente en el mismo distrito o región minera, bajo condiciones análogas.
- **Recursos especulativos:** Recursos no identificados que pueden existir en una región sin mineralizaciones conocidas, pero con un entorno geológico muy favorable

Si mediante exploración se confirma la existencia de yacimiento(s) y se revela información sobre su calidad, ley y cantidad, serán reclasificados como recursos identificados.

En el presente trabajo, hemos agrupado a los diferentes recursos minerales en cuatro categorías, ellas son: áridos, ornamentales, industriales y minerales metálicos. El criterio básico por el cual se utilizó dicha agrupación es básicamente su uso como tal o procesado.

Dentro del grupo de minerales áridos se incluyen todos los materiales pétreos utilizados en la construcción y caminería tales como arena, balasto, piedra partida, etc. En general, no requieren ningún tipo de transformación previa antes de su uso, excepto trituración y lavado de algunos materiales.

Dentro de los recursos minerales catalogados como ornamentales se han incluido granitos, mármoles y filitas.

En la categoría de minerales industriales se ubican aquellos que luego de su extracción son sometidos a algún tipo de beneficio para su uso final; ellos son, calizas, dolomitas, fluorita, etc.

La otra categoría definida es la de minerales metálicos, la misma comprende, una serie de ocurrencias e indicios de minerales metálicos existentes en el departamento, tales como Fe, Au, Cu, Zn, Pb, etc.

4. PRINCIPALES RECURSOS MINERALES

4.1. RECURSOS MINERALES ARIDOS

4.1.1. Propiedades básicas de los áridos

Las propiedades y el comportamiento de muchos materiales elaborados con áridos, como el hormigón o las mezclas bituminosas, dependen tanto de las proporciones en que entran a formar parte sus componentes como de sus propiedades individuales. Solamente mediante el conocimiento y valoración de las propiedades de estos materiales, es posible proyectar adecuadamente un hormigón o una mezcla bituminosa.

La determinación de las propiedades de los áridos utilizados en la edificación y en la obra pública es de vital importancia, ya que los ensayos de laboratorio tienen una doble finalidad: cuantificar las propiedades de los áridos para atender a la correcta dosificación del hormigón o de una mezcla bituminosa y anticipar su futuro comportamiento en servicio.

La **reacción álcali-agregado** es una reacción, que tiene lugar en el hormigón-mortero, entre minerales reactivos del agregado (fino y grueso) y el cemento Pórtland.

4.1.2. Arcillas

Los principales depósitos potenciales para este recurso mineral se asocian a unidades sedimentarias de composición limo-arcillosa de edad Cuaternaria (Formaciones Libertad y Dolores), así como a depósitos arcillosos, actuales y sub-actuales vinculados a las planicies de inundación de los cursos de agua.

Los citados depósitos, se ubican mayormente en la región centro-sur del departamento, comprendida entre la ciudad de Maldonado y el norte de la ciudad de San Carlos correspondiéndose con la mayor explotación, así como también los depósitos arcillosos actuales y sub-actuales los que se vinculan principalmente a los arroyos Maldonado y San Carlos.

La Formación Libertad edad Pleistocena inferior, está constituida por limos con variable contenido de arcilla y arena dispersa, masivos y de color dominante marrón, con frecuentes concreciones de carbonato.

Según Elizalde (1973) se pueden diferenciar dos términos:

- Lodolitas: limos masivos, con arena gruesa y gravilla dispersa en la masa y constante presencia de carbonato de calcio.
- Loess: material con más de 50 % de fracción limo, baja densidad aparente y sin la presencia de carbonatos.

La mineralogía de la fracción gruesa es básicamente cuarzo y feldespato y la arcilla más común es illita.

Su geometría está representada por depósitos en forma de manto, que ocupan posiciones de interfluvio y de ladera media, conformando un sistema de lomadas. La potencia máxima es del orden de los 20 metros, presentando su mayor expresión en la región sur del país.

La Formación Dolores de edad pleistocena media, presenta características litológicas similares, siendo normalmente más pobre en carbonato.

Desde el punto de vista geomorfológico, ocupa posiciones de terraza alta asociadas a los valles de los principales cursos de agua.

La potencia máxima es del orden de los 8 a 10 metros adquiriendo su mayor desarrollo en la región sur, siendo sin embargo, muy frecuente en las zonas de terrazas altas de los cursos de agua que se sitúan en el noreste del país.

Depósitos arcillosos actuales y subactuales, vinculados a los cursos de agua o formando parte del suelo, siendo también usado como materia prima para la elaboración de ladrillos, principalmente por las ladrilleras de campo.

Las reservas potenciales de estos materiales serían muy elevadas, constituyendo una limitante la presencia de carbonato de calcio en concreciones, debido que traen problemas de roturas de las piezas cerámicas durante la cocción de las mismas.

Las arcillas empleadas en la industria cerámica son rocas constituidas por una mezcla de minerales, entre los que destacan el cuarzo y minerales arcillosos como los filosilicatos, que agrupan a las illitas, montmorillonitas y caolinitas.

Las principales características de las arcillas están en relación con su composición mineralógica y su granulometría. Desde el punto de vista granulométrico, si bien el término arcilla se refiere a partículas de tamaño inferior a 2 μm , la materia prima empleada en la fabricación de productos cerámicos que se designa con ese nombre, suele tener distribuciones granulométricas más gruesas. Así, en la fabricación de ladrillos y tejas, las arcillas suelen tener una granulometría centrada mayoritariamente alrededor de las 63 μm (es decir, se trata más bien de la fracción limo) y presentan un contenido mayor de cuarzo, cuyas dimensiones pueden ser también de tamaño arcilla.

El uso principal de la arcilla extraída en el departamento de Maldonado es para la elaboración de cerámicas rojas, tales como ladrillos, ticholos, tejas, etc.

4.1.2.1. Zona San Carlos

La ubicación de las canteras de arcillas en Maldonado se dan fundamentalmente en las cercanías de la ciudad de San Carlos, debido básicamente a la mayor demanda de ladrillos para sostener la industria en Maldonado y Punta del Este (ver figura 1).



Figura 1: Ubicación de las principales canteras de arcilla, alrededores de San Carlos.

Las canteras generalmente son de pequeño porte, llegando a ser algunas de ellas simples excavaciones o cavas; generalmente no superan los 3 metros de profundidad, son a cielo abierto y la superficie de las mismas oscila en los 40 a 60 m², generalmente de forma cuadrada (fotos 1 y 2)



Foto 1: Extracción con retroexcavadora.



Foto2: Vista general cantera de arcilla.

4.1.2.2. Zona Pan de Azúcar y alrededores

En esta zona se han identificado 3 canteras principales de arcilla, las cuales se ubican en figura 2.

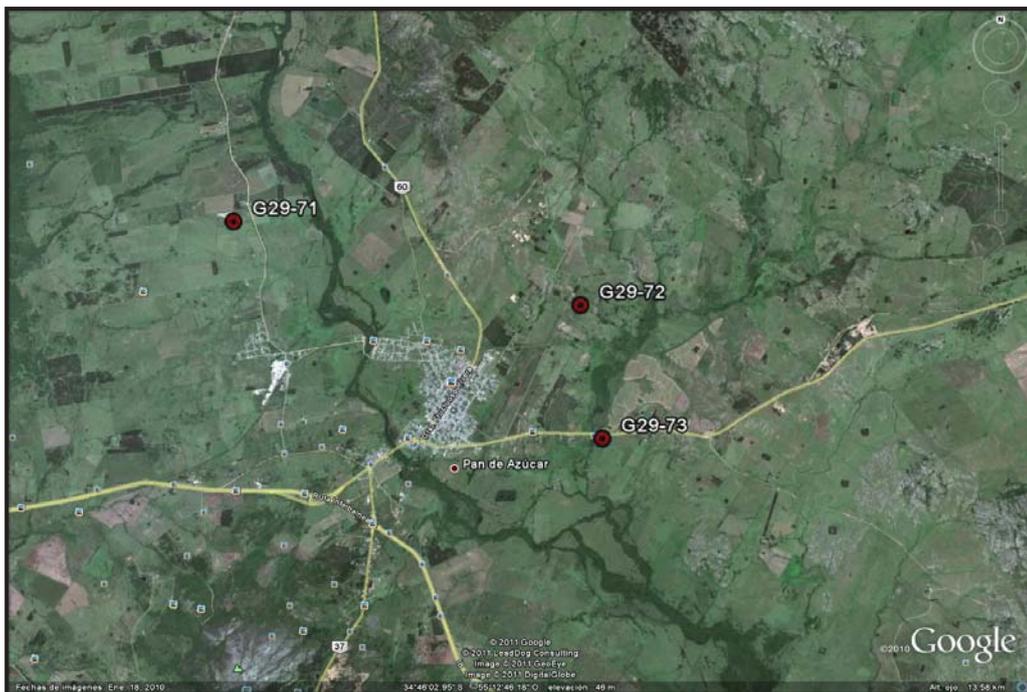


Figura 2: Ubicación de canteras de arcilla en Pan de Azúcar y alrededores.

Una de estas canteras se ubica al norte del poblado Gerona la cual fue explotada por la Compañía Nacional de Cemento para la adición de alúmina en la producción de Cemento Portland, la misma actualmente se encuentra abandonada. En el caso de ésta cantera (ficha G29-71) se trata de un depósito perteneciente a la Formación Libertad cuyas características son:

Base: limo arcilloso, con cantos polimícticos subangulosos color marrón ocre. Altura desde el piso de cantera a la base de la cornisa: 1m.

Cornisa: Matriz limo arenoso fino homogéneo con abundantes retículos de CaCO_3 , potencia 0.80 m.

Tope: Sedimento limo arcilloso con abundante concreciones de CaCO_3 de formas redondeadas, de color marrón claro, tendencia a masivo. Potencia 1.50 a 1.70m (ver foto 3).

Otra de las canteras se ubica al N-NE de la ciudad de Pan de Azucar, la misma provee a la ticholera ubicada en el kilómetro 108 de la ruta N° 9. La tercer cantera está ubicada en el kilómetro 111 de la ruta N°9 (ver foto 4). Las características de las mismas son similares a las de la zona de San Carlos, siendo de pequeño porte y poca profundidad, no superando los 3 m.



Foto 3: Frente de cantera ficha G29-71.



Foto 4: Cantera de arcilla ficha G29-08

4.1.3. Arenas y canto rodado

La extracción de arena en el departamento de Maldonado se desarrolla básicamente en tres zonas productoras, vinculadas básicamente a dos tipos de depósitos:

- 1) Depósitos fluviales: cuerpos de arena vinculados a cursos de agua
- 2) Depósitos costeros: cuerpos arenosos vinculados a la faja costera (dunas).

4.1.3.1. Depósitos Fluviales

Actualmente casi todos los depósitos explotados de éste tipo están ubicados en las márgenes de los Arroyos Maldonado, San Carlos y José Ignacio.

Dentro de los depósitos vinculados a la dinámica fluvial se pueden diferenciar dos clases con relación a su momento de acumulación:

- 1) Depósitos Actuales y Subactuales
- 2) Depósitos Cuaternarios :

Depósitos asociados a procesos actuales y subactuales de los cursos de aguas, arroyos Maldonado y San Carlos respectivamente, ubicados geográficamente en los alrededores de la ciudad de San Carlos (ver figuras 3 y 4), así como también al curso inferior del Arroyo José Ignacio.

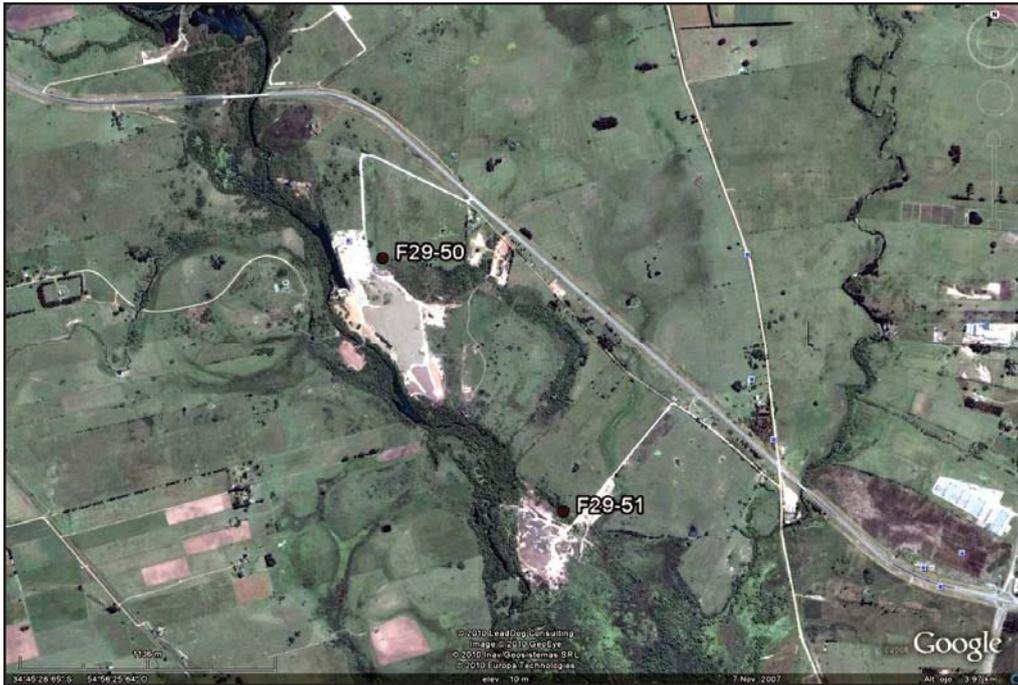


Figura 3: Areneras en el curso medio del Aº Maldonado (imagen Google Earth).



Figura 4: Areneras en el curso medio del Aº San Carlos (imagen Google Earth).

Se trata de cuerpos arenosos vinculados a la actual dinámica fluvial, representados mayoritariamente por barras de meandros y barras de canal marginales, que están en continúa configuración, asociados a fenómenos de erosión/depositación principalmente en los períodos de máxima crecida.

El método de extracción es sencillo, producto de que se trata de un material desagregado y sin cobertura superficial. Básicamente la arena es cargada con palas frontales o

manualmente, directamente a un camión o a lo sumo se realiza un tamizado previo para sacar cantos y grava muy gruesa. La mayor dificultad radica en acceder a la zona de extracción, ya que como es lógico, están ubicadas en zonas bajas e inundables. Por este motivo, la extracción es de tipo estacional, concentrándose en aquellos períodos de estiaje.

Los depósitos de arena fluviales subactuales son similares a los anteriormente descritos. Básicamente se pueden separar tres zonas de extracción, cada una con características particulares; una asociada a la cuenca media e inferior del Arroyo Maldonado, otra a la cuenca media e inferior del arroyo San Carlos y la tercera vinculada a la cuenca inferior del arroyo José Ignacio.

En estas zonas existen una serie de canteras, ubicadas en el borde de la terraza o plano alto de los A^o Maldonado y San Carlos. El material explotado es muy heterométrico, conformado por arena gruesa, grava y canto rodado en proporciones variadas, y niveles finos de arena arcillosa. En general es friable, muy mal seleccionado y está integrado por cantos y grava moderadamente redondeada de composición predominantemente cuarzosa.

En aquellas canteras en las cuales se realiza separación granulométrica, el cuerpo arenoso es explotado hasta una profundidad de 2-3 metros utilizando una máquina retroexcavadora, previo retiro de la cobertura de aproximadamente 1 a 2 metros. El material es transportado hacia la planta de lavado/clasificación donde, a través de una zaranda circular rotatoria, se separan cuatro fracciones: arena muy fina-limo ($\varnothing < 5$ mm), arena media a gruesa ($\varnothing = 5/9$ mm), grava fina ($\varnothing = 9/19$ mm) y grava gruesa ($\varnothing > 19$ mm).

En términos generales la proporción del material obtenido luego del procesamiento es de aproximadamente 40 % grava y 60 % arena, y la relación cobertura/ material explotado es 1/1.

A continuación se visualizan las areneras asociadas al curso medio del A^o Maldonado en la foto 5



Foto 5: Arenera en depósito subactual, A^o Maldonado.



Foto 6: Depósito de arena fluvial, A^o J. Ignacio.

Sobre el curso inferior del Arroyo José Ignacio se ubican tres canteras de extracción de arena (ver figura 6), donde actualmente una sola de ellas está en actividad.

Se trata de depósitos aluviales, con arena gruesa mal seleccionada, colores amarillos claros a blancos, con cantos polimícticos de hasta 5-8 centímetros de diámetro, subangulosos a subredondeados.

Las características extractivas en este tipo de depósitos no difieren del mismo que se aplica en depósitos similares en los aluviones del Arroyo Maldonado. Se trata básicamente de un somero destape dado que la cobertura de suelo aquí es muy superficial y se procede al acopio con retroexcavadora y posteriormente se carga sobre camión mediante pala cargadora frontal.

Dado que los depósitos no son muy potentes las profundidades máximas a que puede llegar la excavación generalmente no supera los 2 a 3 metros, donde la tendencia del desarrollo de la cantera tiende a privilegiar una mayor superficie que en profundidad (ver foto 6)

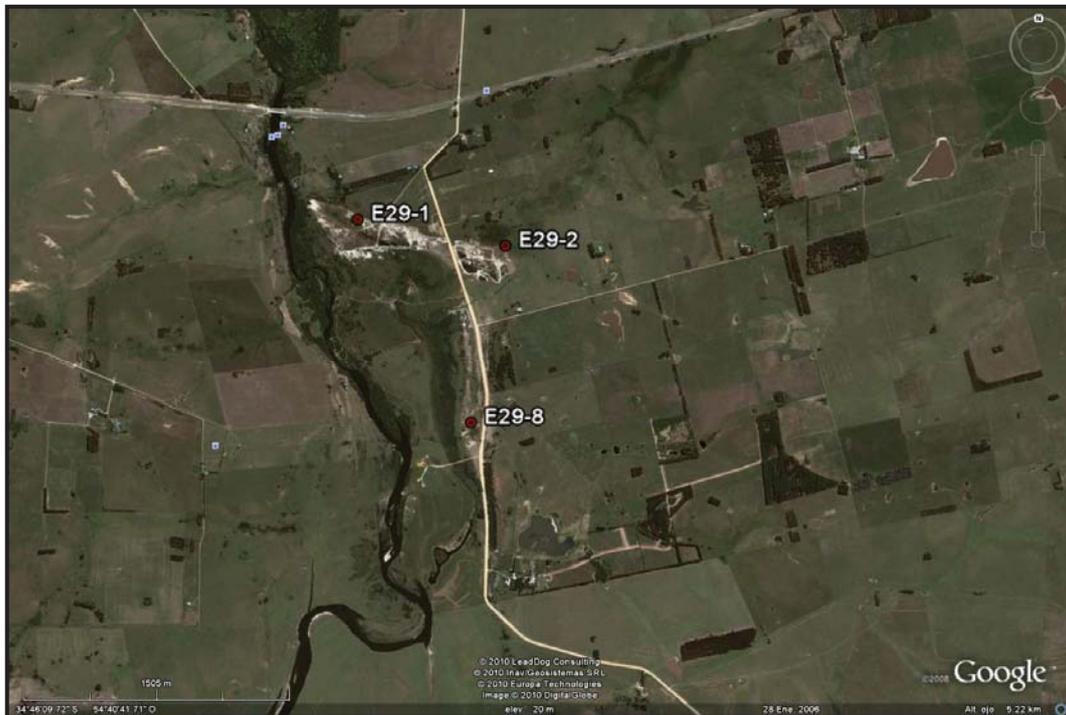


Figura 5: Areneras en el curso inferior del A° José Ignacio (imagen Google Earth).

4.1.3.2. Depósitos Costeros

Estas labores mineras explotan básicamente un tipo de depósito, asociado fundamentalmente a médanos y/o dunas de origen eólico a lo largo de la costa de Maldonado.

Depósitos de Médanos

A lo largo de toda la costa de Maldonado y vinculado generalmente con una importante urbanización de la zona de Punta Ballena, se han desarrollado una gran cantidad de labores mineras extractivas de arena. Dichas areneras ubicadas paralelas a la costa, entre la Laguna del Sauce y la Sierra Ballena, extraen material de acumulaciones sedimentarias generadas por la acción del viento. La explotación de dichos médanos costeros, sobre todo en las últimas décadas, se asocia a la nivelación de terrenos para su fraccionamiento y posterior venta y se restringe a él/los médanos y no se recomienda profundizar más que el nivel de calle. Esto hace que la actividad sea de corta duración, al agotarse rápidamente el cuerpo arenoso, mudándose la empresa minera a otro sitio de extracción.

Los médanos son de altura variable, pero generalmente no sobrepasan los 3 a 4 metros y casi siempre están estabilizados por vegetación arbórea.

El material explotado es arena friable, fina a muy fina, de composición mineralógica casi exclusivamente cuarzosa y de buena a muy buena selección. El método de extracción consiste en una limpieza/preparación del cuerpo arenoso, removiendo vegetación, raíces, árboles y formando el frente de ataque. Una vez preparado el médano, se saca la arena hacia camiones utilizando generalmente palas frontales.

La zona de extracción generalmente se agota rápidamente, en términos de unos pocos años, ya que en la mayoría de los casos la explotación es sólo parte de la actividad, que consiste además en la nivelación, fraccionamiento y venta de terrenos.

La calidad de la arena es relativamente baja, principalmente por ser muy fina y uniforme, sumado al hecho que parte del depósito (principalmente zona superior), contiene mucha materia orgánica (arena sucia). Por éste motivo, su uso está restringido principalmente a relleno de terrenos y en menor medida como agregado fino para la construcción de bloques y morteros de albañilería para terminación edilicia (arena limpia).

Actualmente, la mayor parte de las areneras de médanos se ubica en dos zonas productoras:

- 1) Portezuelo al Norte
- 2) barra del Arroyo del Potrero.

En lo que hemos denominado Zona de Portezuelo N existen actualmente unas cuatro canteras de arena, F29-76, 77, 78, y 79 (ver figura 6) todas ellas asociadas a arenas de playas y médanos costeros.



Figura 6: Areneras en la zona de Portezuelo N (imagen Google Earth).

La altura de los frentes de cantera es variable dependiendo de la altura de las dunas, pero promedialmente alcanzan los 4 metros, donde el método extractivo es muy común a todas ellas, se inicia con un desmonte donde se sacan árboles y raíces hasta “limpiar” el médano y posteriormente se extrae directamente del médano mediante pala cargadora frontal y se carga directamente sobre camión (ver foto 7, 8 y 9)



Foto 7: Extracción de arena.



Foto 8: Carga de arena al camión.

La otra zona productora de arena de médanos se encuentra en la barra del Arroyo del Potrero, en el balneario Chihuahua. Actualmente existe una cantera en ésta zona, ficha G29-4 (ver figura 7), que extrae arena de las dunas las cuales tienen una altura de 5 metros en el frente actual de cantera. Se trata de una arena fina a media, friable, de tamaño granulométrico bastante uniforme y mayormente cuarzosas. La técnica de extracción no varía de las demás canteras de este tipo (ver fotos 9 y 10).



Figura 7: Cantera de arena en la zona de Arroyo del Potrero (imagen Google Earth).



Foto 9: Operativa de extracción.



Foto10: Vista de frente de cantera (médanos).

4.1.4. Balasto/tosca

Se ha decidido presentar ambos agregados de forma conjunta dado que la distribución espacial de ambos está bastante distribuida en la región de trabajo, aunque para el caso de balasto posee ubicaciones más específicas vinculadas principalmente a macizos graníticos y para el caso de la tosca su dispersión es mayor. En referencia a esta última además de estar vinculada a macizos graníticos, también lo está a otros tipos de rocas del Basamento Cristalino (basaltos, esquistos, pegmatitas, migmatitas, anfibolitas, micaesquistos, neises, etc.)

En lo que respecta al balasto, según definición dada anteriormente, se localiza y explota principalmente en tres zonas dentro del departamento. Una ubicada al noroeste

de la ciudad de Maldonado, próxima a la localidad de Cerro Pelado, otra zona conocida como Las Rosas, al N de Maldonado, ambas vinculadas geológicamente al Granito de Maldonado. La tercera a la altura del kilómetro 162 de la ruta N° 9, al N de la misma en la zona conocida como Costas de José Ignacio, vinculada geológicamente al Granito de Garzón. Si bien existen otras zonas productoras de balasto y/o tosca en la región, tales como Sierra de las Palmas, en la ruta N° 37 entre Piriápolis y Pan de Azúcar, otra zona próxima a la ciudad de Pan de Azúcar al E; las mismas son de menor cuantía. Estas zonas suministran básicamente todo el balasto y pedregullo para la construcción en Maldonado y Punta del Este.

Del punto de vista geológico, las diversas zonas de abastecimiento de balasto para Maldonado están vinculadas mayormente a yacimientos graníticos.

4.1.4.1. Zona Costas de José Ignacio

La presente zona se encuentra ubicada a la altura del kilómetro 162 de la ruta nacional N° 9, cuatro kilómetros aproximadamente al Norte de la misma por un camino vecinal (ver figura 7).

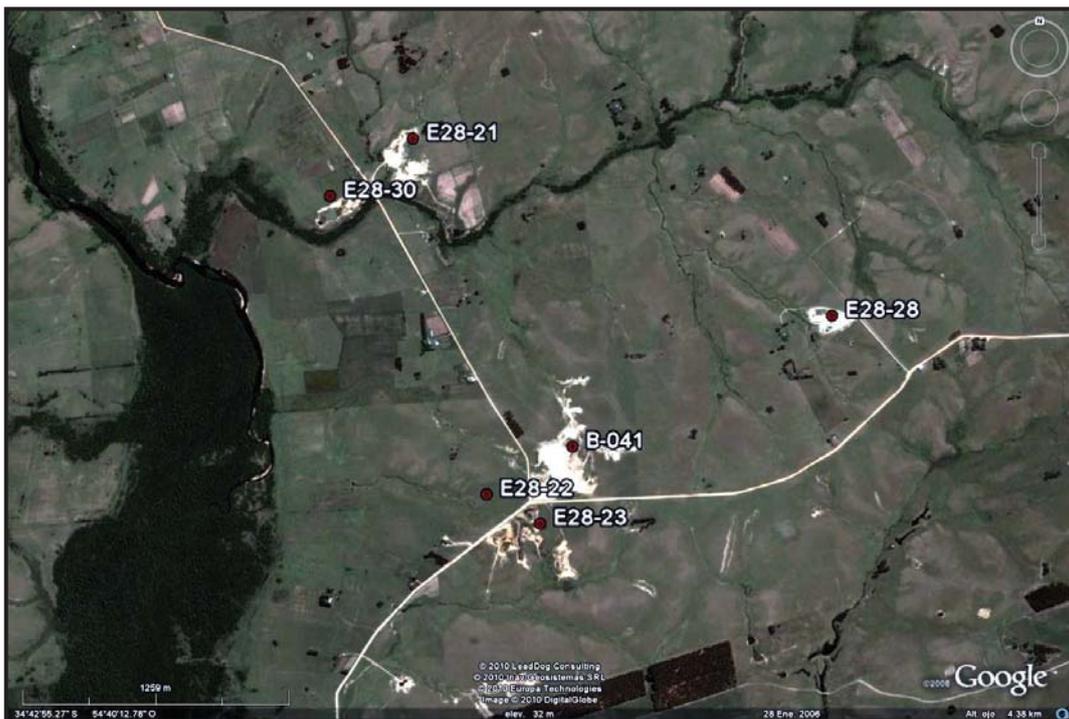


Figura 7: Zona balastera en costas de A° de José Ignacio (imagen Google Earth).

Dicha zona balastera está vinculada geológicamente al granito de Garzón, el cual se trata de un macizo tardipostectónico de edad Proterozoico superior, que se emplaza fundamentalmente en la zona comprendida entre los arroyos José Ignacio y Garzón, el cual está limitado por fallas en todos sus bordes, lo que dificulta vincular sus relaciones estructurales con las rocas circundantes.

Mineralógicamente se trata de un granito porfírico con fenocristales de microclina, la composición mineralógica: cuarzo, oligoclasa y biotita. Presenta intensa laminación tectónica horizontal y enclaves.

Las características del material en los frentes de cantera relevados muestran mayormente un granito meteorizado de color rosado, de grano medio a grueso, mayormente inequigranular porfiroide, con fenocristales de feldespato potásico, matriz a cuarzo, feldespato y biotita.

En lo que respecta a la cobertura observada en los perfiles de las canteras de balasto en la zona, se puede definir un perfil tipo en donde la cobertura correspondiente a suelo y sedimentos limo-arcillosos normalmente de la Formación Libertad, promedialmente oscila entre un 0.70 y 1.00 metros y la potencia del granito meteorizado oscila entre 5 a 7 metros llegando en algunos casos hasta los 10 metros en los frentes de cantera relevados.

En lo que respecta a las características del producto resultante, se trata mayormente de balasto sucio, o sea, sin un beneficio posterior como puede ser lavado y clasificación granulométrica. De las observaciones realizadas, en las canteras que extraen este tipo de material mayormente se trata de un balasto bastante homogéneo en lo que respecta a su granulometría, generalmente de tamaño de grano medio a grueso, con escasos minerales finos.

A nivel de banco, es decir en los frentes de cantera previa a su extracción el granito meteorizado se presenta con una notoria laminación horizontal, lo que actúa como favorable para su fácil extracción mediante retroexcavadora.



Foto11: Frente de cantera activo (E28-21).



Foto 12: Frente de cantera B-041

4.1.4.2. Zona Las Rosas

La referida zona productora de balasto se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Maldonado distante aproximadamente 10 kilómetros por la ruta N° 39 y a la altura del kilómetro 12 se toma hacia el Oeste por camino departamental aproximadamente tres kilómetros (ver figura 8).

Dicha zona productora se encuentra vinculada geológicamente al granito sintectónico denominado Granito de Maldonado de edad Proterozoico superior-medio. Las características del presente macizo granítico a biotita; a nivel regional se definen como granitoides de dirección N-NE, en bandas limitadas por fallas transcurrentes, con débil a fuerte foliación, porfiroide, con fenocristales feldespáticos en una matriz de grano medio. Localmente se define como granito inequigranular, porfiroide, de grano medio a grueso, con fenocristales de feldespato alcalino, algunos de ellos rotados, de hasta 4 cm de largo, con textura fluidal, matriz a cuarzo, feldespato y abundante biotita; en algunos lugares con presencia de anfíboles.

En lo que respecta a la cobertura observada en los perfiles de las canteras de balasto en la zona; se puede decir que la misma es muy variable, dependiendo entre otras cosas de la posición topográfica, llegando en algunos casos desde los 2,5 a 3 metros entre suelo y Formación Libertad hasta los 12 a 15 metros de cobertura (Fotos 13, 14, 15 y 16).

En concordancia con la característica de la potencia de la cobertura, las profundidades máximas de las canteras así como también la altura de los frentes son muy variables fluctuando entre los 3 a 5 metros hasta los 18 a 20 metros de profundidad.



Figura 8: Ubicación de las canteras en la zona Las Rosas (imagen Google Earth).



Foto 13: Cantera F29-70, acopio de material.



Foto 14: Vista panorámica cantera F29-70.



Foto 15: Granitos meteorizados y cobertura.



Foto 16: Cantera F29-73 inactiva, perfil de granito.

En lo que respecta a las características del producto resultante, se trata mayormente de balasto sucio, o sea, sin un beneficio posterior como puede ser lavado y clasificación granulométrica.

Los usos más típicos de este balasto es como balasto sucio para caminería, relleno de terrenos, nivelaciones, etc.

4.1.4.3. Zona Cerro Pelado

La presente zona productora de balasto se encuentra ubicada al NW de la ciudad de Maldonado (ver figura 9) distante unos 5 kilómetros aproximadamente por camino departamental, en buen estado de conservación.

Del punto de vista geológico la presente zona se encuentra vinculada al denominado Granito de Maldonado, el cual tiene carácter sintectónico, de edad Proterozoico superior-medio.

La roca a explotar en ésta zona, si bien forma parte del macizo granítico de Maldonado, presenta algunas variantes locales determinadas por el evento tectónico de Sierra Ballena. Mayormente la roca se trata de un granitoide, leucócrata, de color rojizo cuya composición es: cuarzo, feldespato potásico como minerales principales y hornblenda como accesorio.

En otros sectores de la zona de Cerro Pelado la roca a explotar presenta evidencias de deformación, definiéndose como una milonita y/o cataclasita, de grano fino a medio, con fenocristales de feldespato potásico y cuarzo lentiforme.

La cobertura existente en la presente zona está determinada básicamente por suelo y sedimentos de la Formación Libertad. La misma no presenta espesores considerables, ubicándose promedialmente en los 1.5 a 2 metros entre suelo y sedimentos de Formación Libertad.



Figura 9: Zona Cerro Pelado (imagen Google Earth).

El sistema de corte y arranque para tosca consta de un destape de la cobertura sedimentaria y posteriormente la extracción mediante retroexcavadora y carga a camión; pudiendo haber o no lavado y clasificación granulométrica posterior (ver fotos 17 y 18).



Foto 17: Frente en cantera de tosca (F29-05).



Foto 18: Frente de extracción de tosca (F29-17)

4.1.5. Piedra partida/ piedra bruta

El término piedra partida, de uso comercial, abarca en el sur del Uruguay rocas ígneas e ígneas-metamórficas del Basamento Cristalino, principalmente de composición granítica. En lo que respecta a piedra bruta, si bien no siempre se corresponde el material a la posibilidad de transformación en piedra partida, muchas veces aquellas canteras que originalmente fueron utilizadas como para piedra bruta pueden explotarse como piedra partida y viceversa.

Geológicamente, las canteras que se explotan como piedra bruta están vinculadas a eventos tectónicos intensos, con abundante fracturación y diaclasado, tal como las cataclasitas y milonitas de la Formación Sierra Ballena, y otros eventos tectónicos que afectan macizos graníticos.

Este tipo de árido, por sus características, no posee un lugar determinado de extracción en la región sometida a estudio. Generalmente se vincula tanto a intrusiones de tipo graníticas, como sienitas, milonitas, etc.

En lo que respecta al departamento de Maldonado y más precisamente en la región de estudio, se han reconocido cuatro zonas donde se explota piedra partida y/o bruta. Dichas zonas se denominan: Cerro Pelado, Cerro de Cortés, Cerro Pan de Azúcar y Cerro del Toro. Existen, en este momento solo tres canteras activas y varias inactivas o abandonadas las cuales poseen tres tipos de rocas, según el tipo de yacimiento explotado, los cuales se describen a continuación.

4.1.5.1. Zona Cerro Pelado

En la presente zona existen actualmente dos canteras activas de piedra partida, ambas vinculadas al granito de Maldonado (ver figura 10). A continuación, se presentan imágenes Google Earth y fotos de las canteras de piedra partida que integran la presente zona productora.



Figura10: Zona Cerro Pelado, piedra partida (imagen Google Earth).

La roca esta compuesta mayoritariamente por cuarzo, feldespato alcalino, feldespato plagioclasa, biotita y minerales accesorios. En determinados lugares de la presente zona el granito presenta algunas variaciones texturales y granulométricas, de grano medio, inequigranular, con matriz de grano fino. Mineralógicamente se compone de anfíbol, biotita y fenocristales de feldespato potásico.

La cantera correspondiente al punto F29-05 en el sector donde se explota piedra partida (ver fotos 19, 20 y 21) se caracteriza por poseer composición a cuarzo, feldespato, biotita, y color rosado a rosado grisáceo.



Foto 19: Línea de barrenos para voladura.



Foto 20: Achique con pera de bloques grandes.

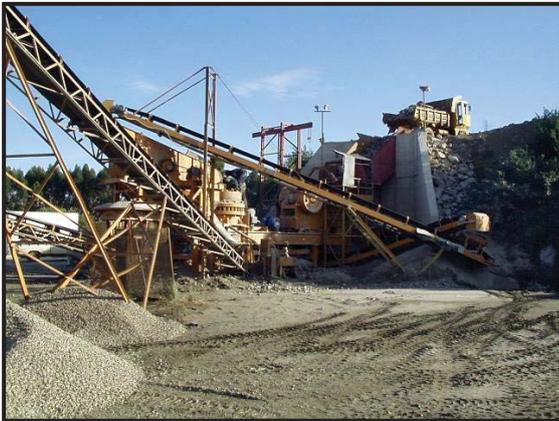


Foto 21: Molienda y clasificación granulométrica.

La misma presenta una textura inequigranular determinada por: fenocristales de feldespato esencialmente alcalinos, que llegan a superar los 2cm, con una presencia porcentualmente muy importante del orden del 60%; además de cuarzo, feldespato y biotita, que no superan los 0.5cm. Mineralógicamente está compuesta por: cuarzo, feldespato alcalino, feldespato plagioclásico, biotita y minerales accesorios

Desde el punto de vista estructural, la roca esboza una planaridad determinada por una distribución expresada por el desarrollo de camadas más o menos biotíticas, lo que le confiere cierta fisibilidad.

Estructuralmente la roca muestra un lineamiento, aunque no muy frecuente, definido por cuarzo alargado y criptocristalino con presencia de biotita y feldespatos plegados. Es visible también una fracturación generalizada aunque poco intensa.

Las características minerales, texturales y estructurales señaladas llevan a caracterizar la roca como un granito biotítico deformado. Todo indica que hace parte de un cuerpo granítico, que en el interior de la corteza estuvo sometido a esfuerzos de corte, determinante de la deformación continua y discontinua que presenta la muestra estudiada.

Otra de las canteras existentes en la presente zona se corresponde con el registro F29-22, la cual se trata de un granito muy fracturado de grano medio, isótropo, con fenocristales de feldespato potásico y matriz de grano fino integrada por anfíbol, biotita y feldespato potásico.

La cantera de piedra partida data de muchos años y actualmente provee de material a la empresa TRACOVIA X la cual lo utiliza como mezclas asfálticas en un gran tramo de la ruta nacional N° 9. Las características de la explotación es a cielo abierto con un gran frente de cantera, que oscila entre los 15 a 20 m de altura, una superficie de cantera de aproximadamente 180 x 150 m. Se explota en dos pisos de cantera, el piso superior posee un frente de 100 m de largo y el piso inferior un frente de aproximadamente 60 m; la altura de los mismos en promedio oscila entre los 15 m a 18 m (ver fotos 22 y 23).



Foto 22: Carga con retro de piedra "volada"



Foto 23: Frente de cantera activo

El sistema de corte y arranque se realiza mediante perforación con barraminas, voladuras, carga con retro, a camión y luego a la planta de trituración, de donde se obtienen tres granulometrías: gravilla, gravillín y polvo de piedra.

Los principales usos de este tipo de piedra partida son para hormigones y mezclas asfálticas.

4.1.5.2. Zona Cerro de Cortés

La presente zona se encuentra ubicada al Norte de la ciudad de Maldonado, distante unos 7 kilómetros por la ruta nacional N° 39 (ver figura 11).



Figura 11: Zona Cerro de Cortés (Imagen Google Earth).

En dicha zona existen una cantera activa y cuatro inactivas, dado que la mayoría de ellas explotan tanto tosca como piedra partida dependiendo de las necesidades del mercado de la construcción y la demanda en materia vial.

Al igual que la zona anterior, la actual está vinculada geológicamente al granito de Maldonado. Mayormente se presenta a nivel local como un granito deformado, de rumbo N10E a N25E, vertical, de grano medio a grueso, color gris. La textura general es migmatítica, presentando por momentos cierta textura oftalmítica. La mineralogía predominante es a feldespato potásico, cuarzo, plagioclasa, biotita, hornblenda, apatito y opacos.

Las canteras que explotan piedra partida en la zona, tienen en común la operativa de extracción así como los procesos de beneficio y clasificación de la piedra.

Todas ellas son a cielo abierto, con frentes de cantera que oscilan en los 10 m promedio, algunas veces con más de un frente de extracción, dado que, pueden haber variaciones respecto a las características de la roca, determinada por fallas y diaclasas (ver fotos 24 y 25). La presencia o no de fallas son determinantes, por ejemplo cuando el uso de la roca granítica es para piedra partida, la presencia de fallas es favorable, pero si es para ornamental no son convenientes; más bien se busca sectores del macizo granítico más homogéneo e isótropo.

El sistema de corte y arranque está determinado por el uso de barrenos y explosivos para el retiro de la piedra del banco, una vez extraída se procede a realizar un achique de aquellos bloques de mayor tamaño que no ingresan a la trituradora.

Normalmente se explota en uno o dos pisos de aproximadamente 20 metros de altura. Los fragmentos son cargados en camiones y transportados hacia la zona de trituración, los bloques muy grandes son reducidos con pera.

El proceso de trituración consta de varios pasos, donde se alternan etapas de trituración (mandíbulas y conos) con etapas de clasificación y lavado (zarandas comunes y vibratorias). El proceso es elaborado con varias etapas de molienda, clasificación/lavado, así como mezclas de diferentes triturados y re trituración. De este modo se obtiene una gran variedad de granulometrías, prácticamente a pedido del cliente.

Básicamente se producen tres triturados: 10/20, 5/15 y polvo de piedra ($< \frac{1}{4}$ "). El material producido es de excelente calidad tecnológica, por lo que es muy demandado para la elaboración de concretos hidráulicos y asfálticos.



Foto 24: Frente de cantera (F29-01).



Foto 25: Frente de cantera (F29-03).

En lo que tiene que ver con las reservas, el volumen potencial de material es muy grande, ya que las canteras, se pueden extender hacia las laterales y/o profundizar con la ejecución de otros pisos. Tal vez el mayor inconveniente al respecto sea los posibles conflictos por el uso del suelo para otros fines , como residencial, agrícola ó de recreación, a raíz que la presente zona se halla muy cercana a Maldonado, la cual ha tenido un gran crecimiento demográfico y urbano en los últimos años.

4.1.5.3 Zona Cerro Pan de Azúcar

Esta zona se encuentra ubicada próxima a Piriápolis a la altura del kilómetro 100 de la ruta N° 37 (ver figura 12), entre Piriápolis y Pan de Azúcar.

La zona se caracteriza por poseer una serie de canteras de las cuales se ha extraído balasto durante muchos años, así como también granitos ornamentales.

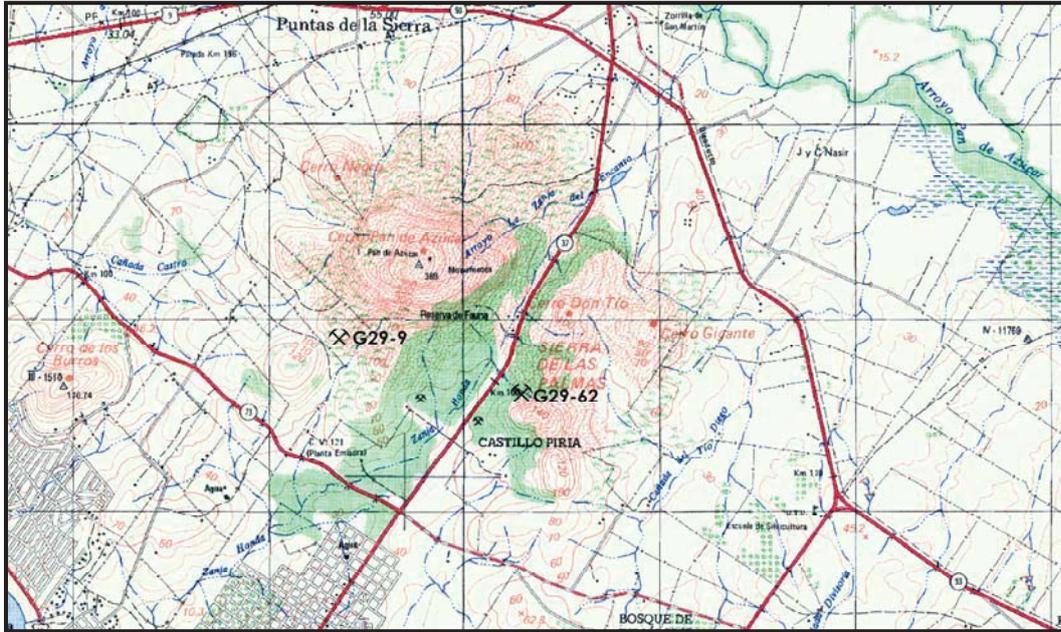


Figura 12: Zona Cerro Pan de Azúcar

La geología regional se compone básicamente por sienitas cuarzosas, microsienitas y granosienitas, todas ellas pertenecientes al Complejo Sierra de Las Animas, de edad Proterozoico superior.

La geología local está compuesta por, sienita de grano medio a grueso, color gris a rosado, feldespato potásico, anfíboles 15-20%, intensamente fracturada y diaclasada horizontalmente a subhorizontal.

Las características de la explotación de todas las canteras existentes en la zona, cuya finalidad es para piedra partida, son a cielo abierto, donde la profundidad de los frentes oscila en los 10 a 15 m (ver foto 26 y 27), con una superficie de cantera con tendencia a frentes largos de hasta 70 m, y generalmente explotadas en un solo banco.

El proceso de beneficio mineral en estos casos es el tradicional para las canteras de piedra partida, voladura en banco, carga, transporte, molienda y clasificación granulométrica.

Los usos más comunes son para construcción (hormigones) y vial (mezclas asfálticas).

En lo que respecta a las reservas de material el volumen potencial es muy abundante, ya que las canteras, se pueden extender hacia las laterales y/o profundizar con la ejecución de otros pisos. Tal vez, el mayor inconveniente al respecto sea los posibles conflictos por el uso del suelo para otros fines, como residencial, agrícola ó de recreación, a raíz que la presente zona se halla muy cercana a Piriápolis, la cual ha tenido un gran crecimiento demográfico y urbano en los últimos años.



Foto 26: Frente de cantera G29-09.



Foto 27: Frente de cantera de sienita, extracción para ornamental.

4.1.5.4. Zona Cerro del Toro

Esta zona se encuentra ubicada al NE de la ciudad de Piriápolis, distante 2,5 Km. de la misma y unos 4 Km. de la ruta N° 93. El cerro del Toro (ver figura 13) se localiza entre A° La Cascada y A° de la Barra Falsa, el primero con dirección NW y el segundo de dirección SE.



Figura 13: Zona Cerro del Toro (Imagen Google Earth).

Esta área está comprendida por las unidades del Complejo Sierra Las Animas, de edad Cámbrico/Proterozoico superior. Las principales rocas que componen dicha unidad son: basaltos vesiculares, brechas, traquitas, pórfidos traquíticos, riolitas, riodacitas, sienitas cuarzosas, microsienitas, microgranitos y granófiros.

Localmente, la geología esta compuesta por un granito rosado, inequigranular, grano fino a medio, a cuarzo, feldespato potásico, anfíboles, venillas de cuarzo y enclaves o xenolitos de máficos.

En general se lo observa muy fracturado y diaclasado, excepto en una pequeña zona en donde la separación entre fracturas permite la obtención de bloques de tamaño medio.

La zona donde se ubica la cantera que fue explotada en la década del 90 para la escollera del Puerto de Piriápolis, se encuentra hacia la ladera media del Cerro del Toro, en la porción Este del mismo.

Durante los trabajos realizados hacia fines de 1989, por el Ing Agr. E Medina. para evaluar la calidad y cantidad así como su aptitud para la ampliación del puerto de Piriápolis, se llegó a la conclusión que la zona del Cerro del Toro podía proveer todo el material necesario para el núcleo de la escollera, estimado en 64000 m^3 , el material de transición unas 19000 m^3 y material para la coraza estimado en 9000 m^3 . Las reservas fueron estimadas en 350000 m^3 .

Las características de la explotación son: a cielo abierto, siendo la profundidad máxima de la cantera de entre 12 a 15 m, la superficie de la misma tiene un largo de frente de cantera de unos 30 m y un ancho aproximado de 20 m. El número de bancos o pisos es de 2, siendo las dimensiones del piso inferior de 4 m de altura y del piso superior de 8 m de altura, la forma de la excavación es de tendencia rectangular (ver foto 28).



Foto 28: Vista panorámica del frente de cantera G29-03.

El sistema de corte y/o arranque que se ha utilizado aquí es inicialmente una limpieza de la zona del frente tanto del suelo como del material vegetal. Luego se procedió a aumentar en longitud el frente de cantera; tanto los cortes verticales (seda y trincante) como el horizontal (levante), los cuales se ubicaron por las diaclasas existentes. En cualquiera de estos casos se podrá fomentar la apertura de diaclasas realizando perforaciones con martillo neumático separadas hasta 1 m entre ellas y luego separar los bloques con una carga de pólvora negra. La mayor o menor cantidad de perforaciones, dependerá del tamaño que se quiera lograr de los bloques, y de la existencia de la cantidad de diaclasas.

4.2. ROCAS ORNAMENTALES

Dentro de este grupo se incluyen a todos aquellos materiales que son utilizados como rocas de aplicación: mármoles, granitos y en menor proporción piedra laja.

Su utilización es fundamentalmente en el campo de la construcción para revestimientos de paredes y pisos, escalones, piezas estructurales, esculturas, etc.

Su destino es en parte el mercado interno y en parte la exportación; fundamentalmente los granitos. Existen alrededor de estos materiales una serie de empresas (aserraderos y talleres) que se dedican al procesamiento de dichos minerales, en donde se producen chapas, baldosas, artesanías, etc. tanto de granitos como de mármoles. Hacia fines de la década del 80, entre un 3% a un 5% de las exportaciones de minerales correspondían a rocas ornamentales.

Hay una gran variedad de tipos de granitos y mármoles, los que se pueden resumir en base a su coloración y otras características, de la siguiente manera:

4.2.1. Granitos

Es una denominación de carácter técnico-comercial para materiales que se usan fundamentalmente, como revestimiento en la industria de la construcción. Estas rocas ornamentales se usan en arquitectura, construcción y monumentos para revestimiento (casas, funerarias, etc.) pisos, paredes, fuentes, accesorios para el hogar (mesadas de baños y cocinas).

Estos materiales se encuentran en diferentes tipos de yacimientos, a saber: rocas filonianas de edad precámbrica conocidos como “granitos negros” los cuales son realmente microgabros; granitos homogéneos precámbricos intrusivos, tardi a postectónicos, que desarrollan diferentes coloraciones (negro, gris, rosado, violeta). Petrográficamente se corresponden con: granitos rosados, sienitas violetas a rosadas, granodioritas grises, microgabros y gabros. Básicamente existen menos calidades y coloraciones de granito que de mármol. Aunque halla más de 12 tipos “básicos” de granito, se pueden generalizar por su color de la siguiente manera: rojos, violetas rosados grises, negros, y verdes

En el departamento de Maldonado se identificaron 10 canteras de granitos ornamentales, tanto grises como rojos estos últimos asociados a sienitas.

Los primeros, se vinculan geológicamente a la granodiorita de Garzón principalmente, la cual se trata de un macizo de edad Precámbrico superior moderno; correspondiente a Granitoides Tardipostectónicos. Se describe como un macizo intrusivo, de carácter granítico holocristalino, microgranudo, equigranular a feldespato potásico blanco, con cristales de 1 a 3 mm, biotita y cuarzo, con variaciones en tamaño de grano y porcentajes de biotita. Presenta enclaves, venillas, filoncitos leucócratas y fisuras rellenas a posteriori por ferromagnesianos. Posee un diaclasado subhorizontal que separa diferentes niveles de alteración de la roca; granito gris a ortosa, biotítico, leucócrata, de grano fino, no orientado, con algunas concentraciones de biotita y nódulos de cuarzo hasta 5 cm, escasa pirita. La composición mineralógica es plagioclasa, feldespato alcalino, cuarzo, biotita, muscovita, apatito y minerales opacos. La granulometría es a grano medio, con tamaño de cristales entre 1 a 5 mm. El tipo de textura es hipidiomorfa, presentándose mayormente levemente alterado. La clasificación petrográfica se corresponde a un granito a biotita y el nombre comercial es Garzón grey (ver ficha técnica).

En lo que respecta a los “granitos coloreados”, básicamente rosados, rojos y violetas, los mismos se corresponden a rocas del Complejo Sierra de Las Ánimas de edad Cámbrico; petrográficamente son yacimientos compuestos por sienitas, microsienitas, nordmarquitas, traquitas, riolitas y basaltos vacuolares.

En el área de Piriápolis y alrededores, se produce una intrusión de un dique anular compuesto por sienitas cuarzosas (Cerro Pan de Azúcar) y por sienitas en los alrededores (Cerro Las Palmas) donde se halla el yacimiento a explotar. La roca en explotación es una sienita de grano grueso, sin cuarzo, con hornblenda como mineral negro, feldespato potásico (ortosa o microclina) megacristales de hasta 3 cm.

Mineralógicamente se compone de ortosa, microclina y hornblenda y su textura es hipidiomorfa. Petrográficamente se define como Sienita y comercialmente como Granito Artigas (ver ficha técnica).

Otra región de explotación de granitos coloreados ornamentales, se ubica al NW de Pan de Azúcar, también vinculada geológicamente al Complejo Sierra de Animas. Dichos yacimientos se tratan de, sienitas cuarzosas de grano medio a grueso formadas por feldespato alcalino, algo de ferromagnesianos y escaso cuarzo, de color rosado y verde. Las alineaciones más importantes son N75E, apareciendo en orden de importancia N20W, E-W y N-S.

Rocas con excelente homogeneidad tanto de las características texturales como mineralógicas. La alineación tectónica mejor definida es N75E que separa cuerpos cada 40-60 metros, N20W también bien definida separando campos cada 50-70 metros. Otras direcciones menos frecuentes E-W y N20E.

Mineralógicamente están compuestas por; feldespatos alcalinos, ferromagnesianos (hornblenda) y cuarzo escaso. La granulometría es de grano medio a grueso, siendo su clasificación petrográfica como sienita cuarzosa y su nombre comercial, Salmon red (ver ficha técnica).

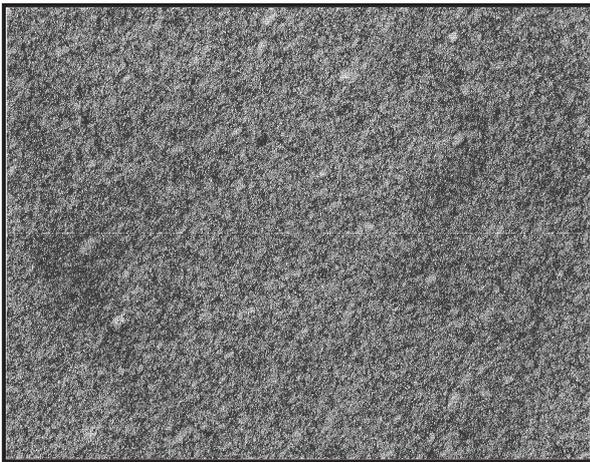
En la década del 90 fue realizado por la Comunidad Económica Europea un catálogo de Piedras Ornamentales del Uruguay con el objetivo de mejorar el conocimiento sobre las mismas, en el contexto técnico europeo e impulsar así, su introducción en el mercado mundial como productos altamente cualificados.

Dicho catálogo contiene 30 fichas de piedras uruguayas mostrando con fotografías sus características estéticas, así como datos técnicos de las mismas, tanto para mármoles, granitos como filitas.

Las características físico-mecánicas de los materiales evaluadas fueron:

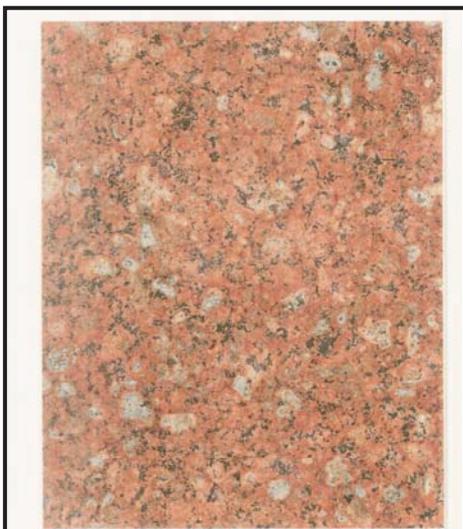
- 1) Carga de ruptura a compresión simple (Cs). La prueba se realizó como media de los valores alcanzados colocando a ruptura por compresión cuatro muestras cúbicas de rocas de 7,1 cm de lado. El resultado se expresa en Kg/cm².
- 2) Hielividad (Cg). Se determinó colocando a ruptura por compresión cuatro muestras cúbicas de 7.1 cm de lado, someténdolas a 20 ciclos de alternancia de temperaturas desde +35° a - 35° centígrados. El resultado se expresa en Kg/cm².
- 3) Coeficiente de imbibición (W) Relación existente entre el aumento de peso sufrido por la muestra saturada de agua y su peso al estado seco. Se expresa en % del peso inicial.
- 4) Resistencia al roce (Ru) determinada por cuatro lastras 20 x 20 x 3 cms apoyadas en un lecho de arena de 10 cms. El resultado se expresa por la altura mínima de caída de una esfera de acero de 1 kg de peso que despedaza la lastra por el centro. El resultado se expresa en mm.
- 5) Peso de la unidad de Volumen (P) determinado en trazos cúbicos de 7,1 cms de lado; representa la relación entre el peso del trozo seco y su volumen. El resultado se expresa en Kg/m³.

Fichas técnicas de granitos



- Nombre comercial: Garzón grey
- Productor: Sumihiro Dalrex S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 2260 kg/cm²
- Hielividad (Cg): 2518 kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 1.45 ‰
- Resistencia al roce (Ru): 75.00 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 1.58 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2745 kg/m³
- Definición petrográfica: Granito
- Empleos aconsejados: *** (para todos los usos)
- Dimensiones de bloques: M > ó = 1m³

- Nombre comercial: Artigas pearl
- Productor: Sumihiro Dalrex S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 1803 kg/cm²
- Hielividad (Cg): 1803 kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 1.60 ‰
- Resistencia al roce (Ru): 38.33 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 1.63 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2721 kg/m³
- Definición petrográfica: Sienita
- Empleos aconsejados: *** (para todos los usos)
- Dimensiones de bloques: M > ó = 1m³



- Nombre comercial: Salmon red
- Productor: Eternit Uruguay S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 1863 kg/cm²
- Hielividad (Cg): 2206 kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 1.22 ‰
- Resistencia al roce (Ru): 48.33 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 1.50 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2626 kg/m³
- Definición petrográfica: Granito
- Empleos aconsejados: *** (para todos los usos)
- Dimensiones de bloques: M > ó = 1m³

4.2.1.1. Zona Sierra de Garzón

La presente zona se encuentra ubicada hacia el centro este del departamento de Maldonado, distante unos 6 kilómetros al NNW del poblado de Garzón.

Se caracteriza por ser una zona productora de granito gris, donde existen 2 canteras activas y otras 3 inactivas (ver figura 14) Se accede a dicha región por la ruta nacional N° 9, y a la altura del kilómetro 178 de la mencionada ruta se toma al Norte hacia el poblado Garzón y de allí por camino vecinal a la zona productora.

Geológicamente se vincula al granito de Garzón el cual se trata de un macizo granítico limitado por fallas en todos sus bordes, de tipo porfiroide relativamente homogéneo, compuesto de cuarzo, biotita y microclina desarrollado en cristales de mayor tamaño. No obstante se han observado variaciones locales a términos granodioríticos así como a granitos finos.

Las características de la explotación son a cielo abierto, de pequeño porte que no superan los 700-800 m², los frentes de cantera no superan los 5 a 6 metros, siendo los principales usos para ornamental, postes, lozas, etc. (ver fotos 29 y 30). El sistema de corte y arranque es mediante corte de bochas con pinchotes y martillos neumáticos, mediante métodos manuales con el uso de escasos explosivos.

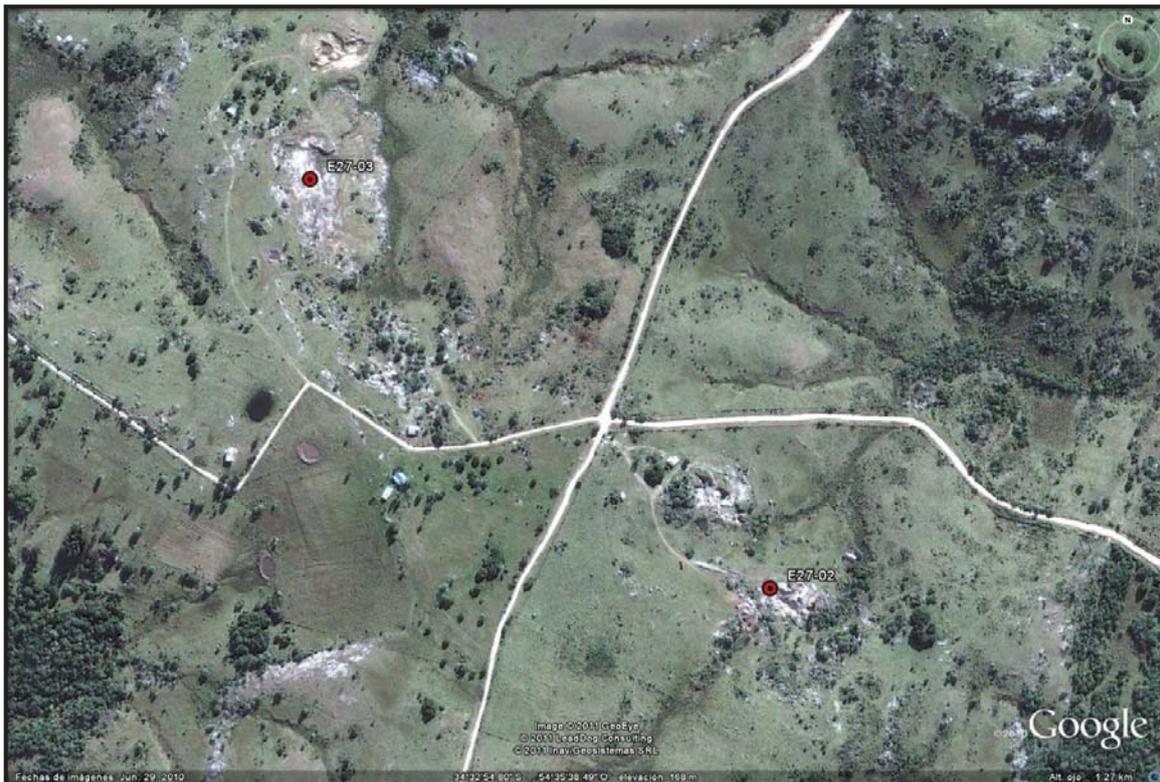


Figura 14: Zona Sierra de Garzón (Imagen Google earth)

La roca que se explota es un granito gris, a ortosa, biotítico, leucocrata, de grano fino, no orientado, con algunas concentraciones de biotita y nódulos de cuarzo hasta 5 cm, escasa pirita. Afloramiento en bochas de hasta 4 m diámetro. Existen diaclasas subhorizontales que generan planos de “levante” y otro set subvertical, de rumbo N70, 65° al S-SW. Set de diaclasas: 1) N60E, 60° al S-SW; 2) N70E, 55° al S-SW; N-S, 70° E.



Foto 29: Frente de cantera actual



Foto 30: Lozas de granitos.

En otra cantera de granito gris hacia el NW se pudo apreciar la existencia de sulfuros (pirita) lo que le imprime a la roca una vez cortada, la presencia de manchas de óxidos de hierro que la hacen inviable para usos en exteriores (ver foto 31).



Foto 31: Se observa en plano de corte de bocha oxidación de pirita.

Entre las canteras que se hallan actualmente abandonadas se destaca una existente al Sur de la región de Sierra de Garzón (Figura 15), que perteneció a la firma TONER S.A. Se trata de granito de grano grueso a muy grueso, color gris claro con cuarzo, fenocristales de feldespato potásico, máficos: biotita+ anfíbol (15-20%). La cantera tiene una superficie de 700 metros cuadrados, en dos pisos y dos frentes con una altura de los mismos de 2 a 3 metros, la forma de la excavación es de tendencia semicircular, y el sistema de corte y arranque es mediante pinchotes y separadores (ver fotos 32,33, y 34).



Figura 15: Zona Sierra de Garzón Sur, cantera abandonada (Imagen Google earth)



Foto 32: Vista general de cantera abandonada

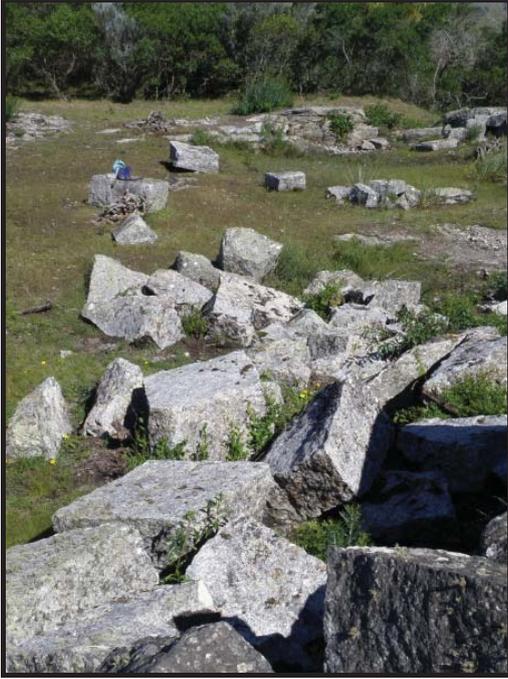


Foto 33: Bloques cortados y esquadrados.



Foto 34: Detalle de color y tamaño de grano

Del total de bloques cortados y esquadrados existentes en el lugar los valores promedios de 15 medidas de los mismos dio como resultado un largo promedio de 1.65 metros, ancho, 0.87 metros y altura, 0.68 metros.

4.2.1.2. Zona Abra de Castellanos

Dicha zona se encuentra ubicada al NW de la ciudad de Pan de Azúcar, y agrupa un conjunto de canteras todas ellas hoy inactivas, donde se extrajo sienita para uso ornamental. Se accede a dicha zona por la ruta nacional N° 60 y a la altura del kilómetro 20 de la misma se toma al W por camino vecinal en buen estado hasta la zona (ver figura 16).

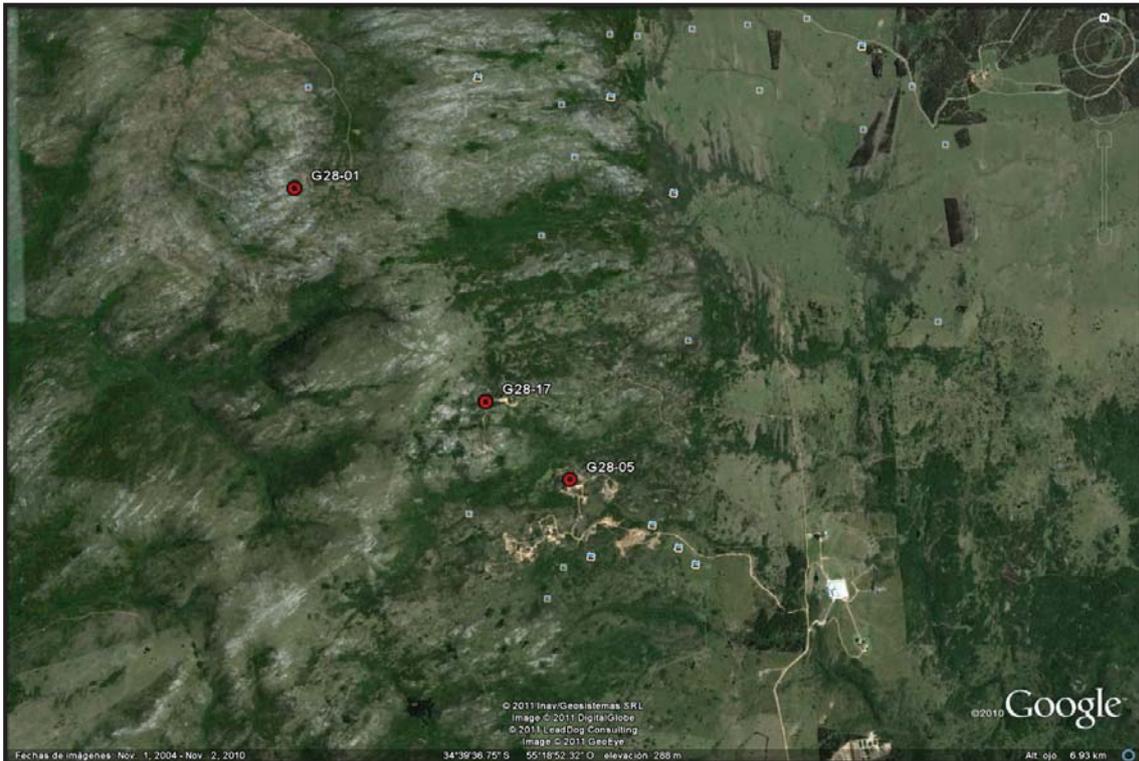


Figura 16: Zona Abra de Castellanos (Imagen Google earth).

Del punto de vista geológico la presente zona productora de granitos rojos para uso ornamental pertenece al Complejo Sierra de Animas de edad Cambro/Proterozoico; integrada por una asociación de rocas volcánicas y subvolcánicas, principalmente mesosilíceas, de rumbo general Norte-Sur, con 50 kilómetros de longitud y unos 4 a 6 kilómetros de ancho. Dicho Complejo está integrado por: basaltos vesiculares, traquitas y pórfidos traquíticos, riolitas, riolacitas, dacitas, flujos piroclásticos, sienitas, sienitas cuarzosas, microsienitas y granosienitas, microgranitos y granófiros.

Estrictamente el área donde se ubican las canteras está compuesta por sienitas a feldespatos potásicos desde 0,5cm a 1,5 cm, ferromagnesianos (hornblenda), cuarzo escaso (5 % aproximadamente), la granulometría es de grano grueso y los colores varían desde, color blanco grisáceo y violeta

Petrográficamente, la sienita cuarzosa, está compuesto por: hornblenda, feldespato alcalino (ortosa, microclina), anfíbol (arfvedsonita), cuarzo, de textura hipidiomorfa.

Las características de la explotación para este tipo de canteras son a cielo abierto, donde la apertura de frentes se inicia en corte de bochas de grandes dimensiones, para posteriormente abrir un frente sobre el banco granítico aprovechando el sistema de diaclasas para el corte de los bloques.

Generalmente el tamaño de bloques de las canteras existentes, depende del tamaño de las bochas pero la tendencia es a dar bloques de gran tamaño superiores a 3 m³

El sistema de corte y arranque es muy similar para todos los casos; perforación, barrenos y pinchotes para bloques y adoquines, donde el arranque se realiza mediante explosivos, para separar el corte del banco.



Foto 35: Frente de cantera en G28-01.



Foto 36: Sienita en G28-01.

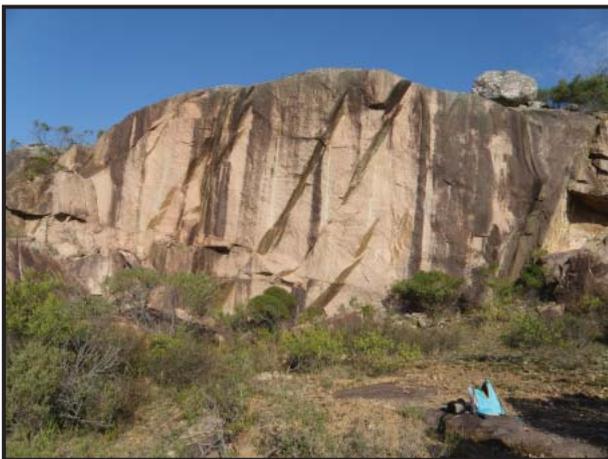


Foto 37: Frente de cantera en G28-17

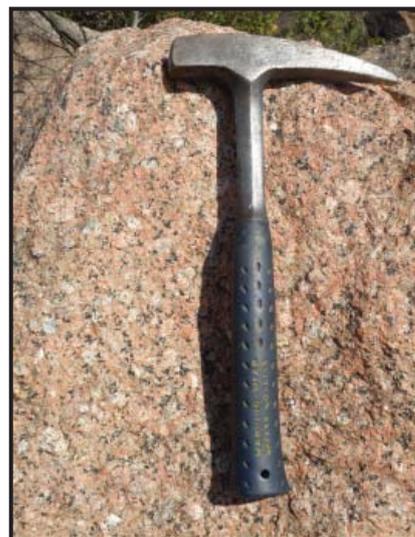


Foto 38: Sienita en G28-17



Foto 39: Frente de cantera en G28-01

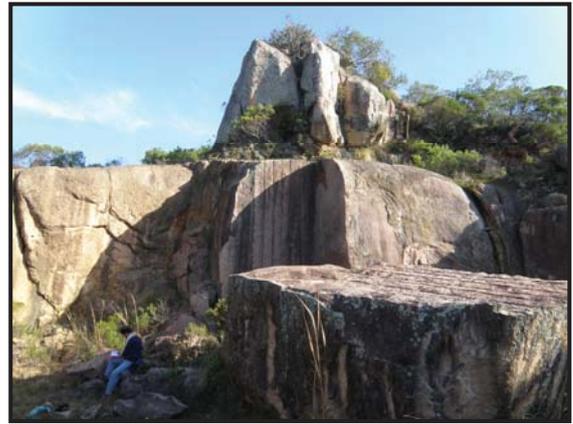


Foto 40: Corte de bochas en G28-05 C



Foto 41: Corte de bochas en G28-05B



Foto 42: Frente de cantera en G28-05A

4.2.1.3. Zona Piriápolis

La presente zona productora de “granitos” ornamentales se encuentra ubicada al Sur de la ruta N° 93 y tiene como eje N-S la ruta N° 37, que une Pan de Azúcar con Piriápolis (ver figura 17).

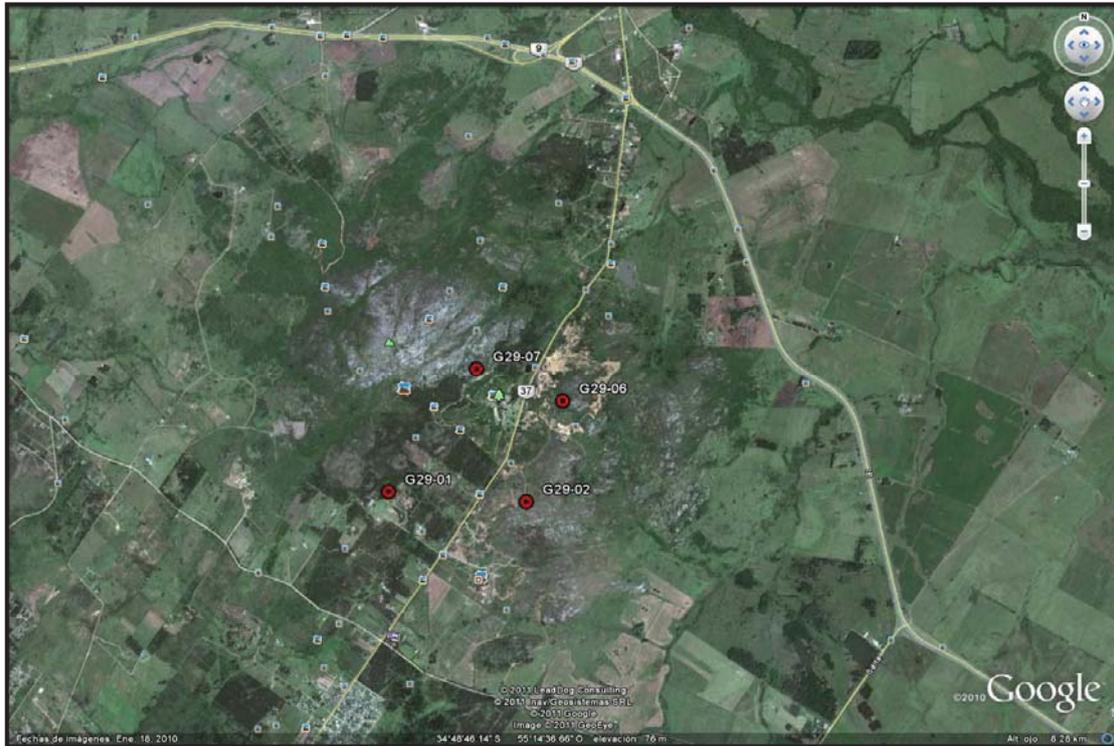


Figura 17: Zona Piriápolis (Imagen Google earth)

Al igual que la zona de Abra de Castellanos la presente no posee canteras en actividad, aunque tiene antecedentes extractivos desde fines del siglo XIX y principios del siglo XX, durante la etapa fundacional del balneario hoy conocido como Piriápolis por parte de Francisco Piria.

Del punto de vista geológico las canteras están vinculadas a sienitas cuarzosas, microsienitas y granosienitas todas ellas pertenecientes al Complejo Sierra de las Ánimas. Las sienitas son leucócratas a mesócratas, de grano grueso, de color gris, con fenocristales de feldespato potásico, anfíboles. Petrográficamente se componen de feldespato alcalino (ortosa, microclina), anfíbol (arfvedsonita), cuarzo, la granulometría es desde granuda a grano medio con fenocristales de feldespato de hasta 12mm.

El tipo de explotación en todas las canteras, es a cielo abierto, donde se inicia con la apertura de bochas de gran tamaño que permitan bloques de tipo comercial y en una segunda instancia se realiza la apertura del banco, procurando que las dimensiones del frente de cantera sean de longitud considerable como para extraer bloques de gran tamaño. El número de pisos de cantera, puede variar de 2 a 3 y la altura de frentes de 2 a 4 m. El sistema de corte y arranque consiste básicamente en el uso de barraminas, explosivos en cantidad suficiente que permita separar el bloque del banco, para en una etapa posterior proceder al escuadrado del bloque.

Ficha G29-06. Se trata en este caso de una cantera abandonada donde se explotaba sienita para ornamental. La roca se caracteriza por ser leucócrata a mesócrata, color gris, de grano grueso, compuesta de fenocristales de feldespato potásico, anfíboles. La forma de la excavación es rectangular, con una profundidad máxima de 7 m y la superficie de la misma de 600 m², con una altura de frente de cantera de aproximadamente 5m (ver foto 44). El sistema de corte y arranque se realizaba mediante el uso de barraminas y barrenos para corte de bloques (ver foto 43).



Foto 43: Bloque escuadrado.

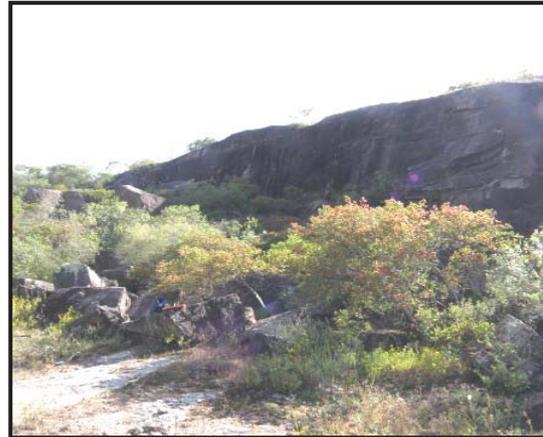


Foto 44: Frente de cantera, se visualiza su longitud y altura.

Ficha G29-07. La misma se ubica en la parte central del Cerro Pan de Azúcar, próximo a la ruta N° 37 a la altura del kilómetro 100,700 de la misma. La cantera se encuentra actualmente abandonada, y la misma abasteció de sienita a principios del siglo XIX, para gran parte de la construcción del balneario Pirlápolis.

Este yacimiento está compuesto en su casi totalidad por sienitas cuarzosas (Nordmaquitas) de grano medio, pero que presentan, muchas variaciones en cuanto al color de la roca, debidas al color del feldespato que las compone y a veces al porcentaje de ferromagnesianos presente.

Los dos colores de las rocas interesantes para ornamental son el blanco grisáceo y el violeta, pero su color varía mucho en diversas zonas del macizo entre el blanco grisáceo y el violeta, dando un color rosado muy pálido.

En cuanto a su mineralogía y tamaño de grano, el macizo del área estudiado presenta una gran homogeneidad.

Petrográficamente son sienitas cuarzosas (nordmaquitas) de grano medio, con arfvedsonitas (como anfíbol). Los feldespatos son alcalinos (ortosa o microclina) y desarrollan un tamaño de hasta 12 mm en su eje mayor. Su coloración varía del blanco grisáceo hasta el violeta; los anfíboles (arfvedsonita) desarrollan un tamaño de hasta 4 mm y están intercrecidos en los huecos dejados por los cristales de los feldespatos, su color es negro, apareciendo algo verdosos cuando hay un proceso de alteración incipiente, constituyen aproximadamente de 15 a 20 % de la roca, el cuarzo desarrollado en pequeñas masas incoloras de 2 a 4 mm de tamaño se encuentran constituyendo alrededor de 5 % de la roca .



Foto 45: Frente de cantera de Ficha G29-07.



Foto 46: Bloque escuadrado de sienita gris.

Ficha G29-02. La presente cantera se encuentra ubicada al Este de la ruta N° 37, a la altura del Km 100 de la misma.

La roca en explotación es una sienita de grano grueso, sin cuarzo, con hornblenda como mineral negro, feldespato potásico (ortosa o microclina) megacristales de hasta 3 cm. Petrográficamente se compone de ortosa, microclina y hornblenda, siendo su textura de tipo hipidiomorfa.

Las características físicas y/o mecánicas de dicha roca son:

- carga de ruptura a compresión (kg/cm²):1803
- hielividad (kg/cm²):1803
- coeficiente de imbibción (‰):1,60
- resistencia al roce (cm):38,33
- rozamiento de deslizamiento (mm):1,63
- peso unidad de volumen (kg/mc):2721

Las características de la explotación son a cielo abierto, con una profundidad máxima de la excavación de 25 m, una superficie de cantera de aproximadamente 800 m², el número de bancos o pisos es de 2, siendo el ancho de los mismos de 30 metros y una altura de los frentes de 6 a 7 m.



Foto 47: Vista parcial del frente de cantera Ficha G29-02



Foto 48: Vista panorámica del frente de cantera de Ficha G29-02.

El sistema de corte y arranque ha sido mediante compresor, martillo neumático, barrenos, pinchotes y cuñas, se cortan bloques in situ, por las diaclasas, por medio del jet.

El tipo de procesamiento posterior en cantera es el corte de bloques, para su traslado a la “cancha” para ser escuadrados y bozados. Una vez escuadrado es trasladado al aserradero para su posterior corte en placas, cuya aplicación posterior es de carácter ornamental como revestimientos de edificios y monumentos

4.2.2. Mármoles

Nuestro país posee verdaderos mármoles, rocas calcáreas o dolomíticas, cristalinas, que se utilizan en la industria de la construcción (revestimiento, monolíticos, etc.) o en artesanías.

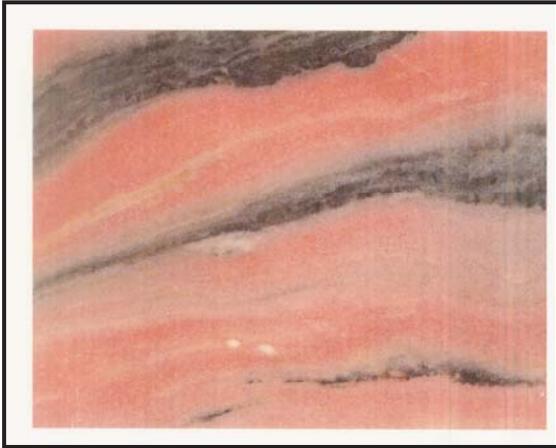
Los yacimientos uruguayos de mármol ofrecen una variedad de por lo menos 20 colores distintos. Los yacimientos más importantes están ubicados en el departamento de Maldonado. Una de las principales características de los yacimientos de mármol, es que las capas presentan longitudes y profundidades muy distintas y que pueden influir considerablemente en el tamaño de los bloques y la operativa y costo de las actividades de extracción. Se los encuentra asociados a rocas del Grupo Lavalleya y Grupo Arroyo del Soldado en los departamentos de Lavalleya, Maldonado, y Treinta y Tres.

Existen en una gama muy variada de colores en diversas explotaciones:

- Monocromados: con un solo color o predominante (blancos, negros, grises, etc.)
- Policromados: veteados con una gran cantidad de colores (tipo Bolívar, Sirius, Abayubá, etc).

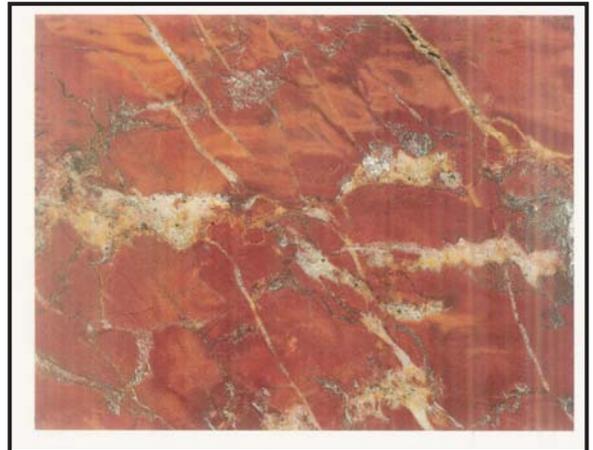
A continuación se presenta la ficha técnica de los distintos mármoles que se han definido en el departamento de Maldonado y que en algún momento han sido explotados y comercializados.

Fichas técnicas de Mármoles



- Nombre Comercial: Mármol Artigas.
- Productor: Manuel Narancio S.A.
- Carga de ruptura a compresión Simple (Cs): 1236 Kg/cm²
- Hielividad (Cg): 1063 Kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 0,62 ‰
- Resistencia al roce (Ru): 65,00 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 6,64 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2788 Kg/mc.
- Empleos aconsejados: para todos los usos * * *
- Dimensiones de bloques: M > 1 m³

- Nombre Comercial: Mármol Marroquí.
- Productor: Manuel Narancio S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 1224 Kg/cm²
- Hielividad (Cg): 1046 Kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 1,98 ‰
- Resistencia al roce (Ru): 45,00 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 5,28 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2832 Kg/mc
- Empleos aconsejados: para todos los usos * * *
- Dimensiones de bloques: M > 1 m³
- Nombre comercial: Tammara black.
- Productor: Aserradero Sarandi Mármoles S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 1350 Kg/cm².



- Nombre Comercial: Tammara Black
- Productor: Aserradero Sarandi Mármoles S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 1350 Kg/cm²
- Hielividad (Cg): 1240 Kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 0,50 ‰
- Resistencia al roce (Ru): 78,33 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 5,63 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2840 Kg/mc
- Empleos aconsejados: para todos los usos * * *
- Dimensiones de bloques: M > 1 m³



- Nombre comercial: Venice grey
- Productor: Loyner S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 911 Kg/cm²
- Hielividad (Cg): 1114 Kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 0,39 %
- Resistencia al roce (Ru): 56,67 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 5,77 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2920 Kg/m³
- Empleos aconsejados: para todos los usos * * *
- Dimensiones de bloques: M > 1 m³

- Nombre comercial: Sirius
- Productor: Manuel Narancio S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 907 Kg/cm²
- Hielividad (Cg): 959 Kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 0,73 %
- Resistencia al roce (Ru): 61,67 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 7,62 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2759 Kg/m³
- Empleos aconsejados: para todos los usos * * *
- Dimensiones de bloques: M > 1 m³



- Nombre comercial: Pearl white
- Productor: Loyner S.A.
- Carga de ruptura a compresión simple (Cs): 1121 Kg/cm²
- Hielividad (Cg): 1498 Kg/cm²
- Coeficiente de imbibición (W): 0,83 %
- Resistencia al roce (Ru): 45,00 cm
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 6,40 mm
- Peso unidad de volumen (P): 2863 Kg/m³
- Empleos aconsejados: para todos los usos * * *
- Dimensiones de bloques: M > 1 m³

DISTRIBUCION REGIONAL DE LOS YACIMIENTOS

Los yacimientos de rocas calcáreas en el departamento de Maldonado se hallan ubicados hacia el sector NW en los límites con el departamento de Lavalleja y otro grupo, en el sector centro Oeste de Maldonado.

Dentro de esta amplia región las rocas calcáreas en general y particularmente los mármoles están restringidos a las unidades geológicas conocidas como Formación Fuente del Puma y Formación Zanja del Tigre (Sánchez-Ramos, 1999), Unidad Zanja del Tigre y Unidad Carapé (Rossini – Aubet, 2000), Grupo Lavalleja; Asociación II Peña Blanca, Asociación III Minas Viejas, Asociación IV b Zanja del Tigre (Oyhantçabal et al., 2001).

Para las rocas metasedimentarias de Zanja del Tigre se ha obtenido una edad (SHRIMP) de 1780 m.a. y para las de Fuente del Puma una edad (SHRIMP) de 702 m.a. (Oyhantçabal et al., 2005).

Estas unidades geológicas, además de las rocas calcáreas, presentan intercaladas rocas sedimentarias y volcánicas, con metamorfismo bajo (Formación Fuente del Puma) y bajo a medio (Formación Zanja del Tigre). Además, las unidades han sufrido una importante deformación con generación de pliegues, fracturas / fallas, desgarros y transporte de masas.

Los cuerpos calcáreos presentan dimensiones muy diversas, así como composición química que varía desde calizas hasta dolomitas e intercalación frecuente de rocas calcopelíticas y calcopsamíticas.

Una vez relevadas todas las canteras de mármol, existentes en la región se agruparon las mismas, siguiendo criterios de proximidad geográfica, entre ellas.

Fue así que se logró definir cinco zonas integradas por canteras de mármol y/o calizas marmóreas; Zona Zanja del Tigre; Zona Cuchilla Alvariza; Zona Arroyo Pan de Azúcar; Zona Ruta 81; Zona Cerro de las Ventanas.

4.2.2.1. Zona Zanja del Tigre

La zona denominada como Zanja del Tigre se encuentra ubicada de forma general casi paralela a ambos lados de la ruta nacional N° 12, extendiéndose desde el kilómetro 366,200 hasta el kilómetro 369,200 de la mencionada ruta. El límite Este de la presente zona está determinado por un camino vecinal asfaltado a la altura del kilómetro 372 de ruta N° 12 y próximo al Cerro dos Hermanos, luego se toma hacia el norte recorriendo 6,5 kilómetros aproximadamente para arribar a la misma (ver Figura 18).

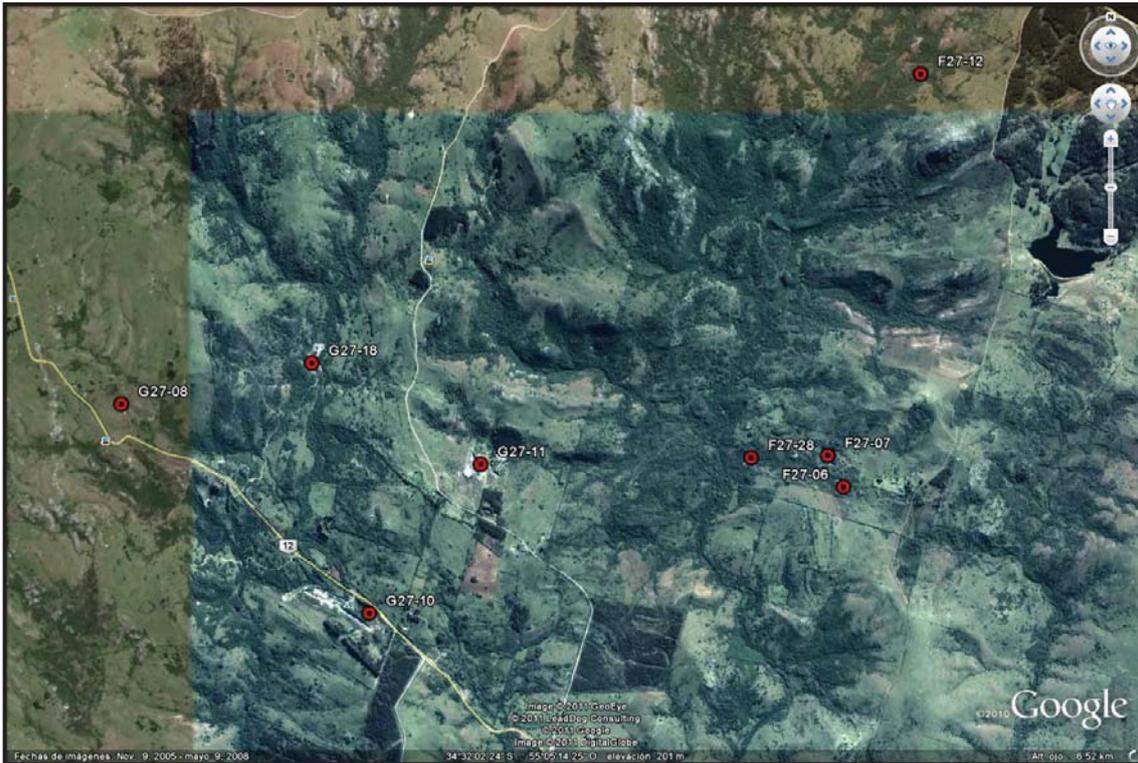


Figura 18: Croquis de ubicación de canteras en Zona Zanja del Tigre (Imagen Google earth).

Regionalmente la zona definida aquí está integrada a la Formación Zanja del Tigre la cual aflora inmediatamente al E de la Formación Fuente del Puma. En líneas generales se trata de metasedimentos y metalavas con grado metamórfico bajo a medio.

Según los autores Rossini-Aubert 2000, la presente Formación estaría integrada por dos unidades: Zanja del Tigre y Carapé.

La Unidad Zanja del Tigre (UZT) está constituida por un importante paquete metasedimentario correspondiente a registros de un ambiente plataformal de sedimentación mixta silico-carbonático.

Las litologías que componen las rocas de caja están determinadas por: metasedimentos, básicamente metareniscas y esquistos calcáreos, asociados con mármoles dolomíticos; así como también granitoides hacia el Este de la zona. Tanto los mármoles como las dolomitas se presentan generalmente como rocas masivas de grano fino a muy fino, que desarrollan ocasionalmente una débil esquistosidad.

La mineralogía es a carbonatos y subordinadamente biotita, muscovita y opacos.

Frecuentemente desarrollan procesos de silicificación evidenciados por nódulos y venas de cuarzo centimétricas a decamétricas.

La zona posee una intensa actividad extractiva desde muchos años, destinada fundamentalmente a la explotación tanto de mármoles así como también de dolomitas.

Ficha G27-10: Una de las principales explotaciones pertenece actualmente a la firma Dante Ramos S.A., la cual actualmente explota el depósito de dolomita como materia prima para la industria de las pinturas, alimento animal, correctivo de suelos, etc. Dicha cantera está ubicada junto a la ruta 12 a la altura del kilómetro 26 (figura 19). La misma tuvo sus inicios como cantera para la producción de bloques de mármol blanco y luego prosiguió su explotación como dolomita.

Del punto de vista geológico se trata de un mármol dolomítico en contacto con granito no orientado, a biotita y feldespato potásico, y esquisto biotítico, con filones de cuarzo; subconcordantes con la dirección del mármol. Existen zonas con actinolita que le confiere un color verdoso. En parte, el contacto está marcado por un filón de cuarzo entre granito y mármol, subconcordante con el último.

Se trata de una cantera que se explota a cielo abierto, cuyo largo es de 150 m, el ancho de 26 m y la altura de los frentes de 20 m. El banco tiene un rumbo general de N50°W, y buzamiento SW, el mismo presenta una potencia del orden de los 120 a 150 m. La roca posee textura sacaroide, de colores blancos a grisáceos y de grano a fino a medio.



Figura 19: Cantera mármol blanco, ex -Zaffaroni-Sanchez, ficha G27-10

Ficha G27-11: correspondiente a la firma Jesús González, la misma posee concesión para explotar vigente. La cantera se explotó a cielo abierto, la cual presenta dos frentes de ataque; el primero de ellos de 70m largo, de 15m de altura y ancho 25m; se presenta con intensa fracturación lo que impide la posibilidad de extraer bloques de tamaño comercial. El segundo frente tiene un largo de 12m, la altura es de 2m el cual posee sectores masivos y más tenaces de donde se extrajeron bloques de mármol dolomítico.

Mineralógicamente presenta dolomita, tremolita, muscovita y clorita, texturalmente se presenta granuda en alternancia con niveles micáceos mostrando fuerte laminación otorgándole a la roca un carácter pulverulento.

El cuerpo dolomítico, consiste en un paquete buzante al W, unos 30° ubicado estratigráficamente entre dos cuerpos metapelítico-arcósico. La roca calcárea se caracteriza por presentar una mineralogía dolomítica de grano medio, mostrando cristales milimétricos a veces alcanzando un centímetro, euhédricos, bien definidos. Es abundante la presencia de minerales silicáticos magnesianos del tipo tremolita-actinolita, que le confieren una tonalidad gris verdosa y se presentan como cristales diseminados (microfibrosos) de color verdoso muy tenue. El banco calcáreo es homogéneo de color gris claro y bastante extenso de rumbo N30W, buzando 80° al W, con pronunciada alteración. Presenta alteración pronunciada y las zonas aptas son como "ojos" dentro del banco.



Figura 20: Cantera de mármol Gris N. Ficha G27- 11.



Foto 49: Vista general de cantera inactiva



Foto 50: Vista general de cantera Norte, véase algún bloque cortado

Ficha G27-18. La segunda de las canteras pertenece a la firma Gonzalez Alvarez S.A, la misma fue también explotada a cielo abierto aunque a la fecha se encuentra abandonada. El depósito dolomítico tiene un rumbo de $N70^{\circ}$ y buzamiento 20° al NW, el cual posee alternancia de bandas de mármol dolomítico masivo y calcoarenito físil, siendo este última fácilmente friable.



Figura 21: Cantera de mármol dolomítico blanco. Ficha G27-18.



Foto 51: Vista general de cantera.



Foto 52: En porción inferior lente de mármol Dolomítico, y superior lente de calcoarenito.

Ficha F27-07. La presente cantera, corresponde a la firma Gregorio Umpierrez, tratándose de una explotación a cielo abierto. El área del yacimiento, se encuentra en el flanco de un anticlinal, el mismo está constituido por un banco de rumbo general N50W, con buzamiento promedio de 50° al S.



Figura 22: Ubicación de cantera de mármol F27-07.

El cuerpo presenta un largo de 300m, en referencia a su litología se trata de mármol dolomítico rosado claro, criptocrystalino.

El banco dolomítico es de grano medio a grueso, el cual se presenta de colores variables, blancos, rosados, grises claros; caracterizándose como muy fracturado, con sectores alternantes de mármol masivo y calcoarenito físil

La mineralogía es a, dolomita, óxidos de hierro y hematita.

Los aspectos ornamentales son de dos tipos: Mármol tipo “San Agustín” y un mármol rosado. Las características del color determinan dos tipos comerciales:

1) San Agustín; color gris claro o crema, con venillas negras, violetas o gris oscuras milimétricas a centimétricas que encierran nódulos o venas color rojo carne, de 1 a 5 cm de dolomita recristalizada.



Figura 23: Placa de mármol San Agustín.

2) Mármol rosado pigmentado homogéneamente por hematita concentrándose en lechos de color violeta oscuro.

Ficha 255 (BDG). Se trata de una cantera abandonada explotada a cielo abierto. El nivel de explotación tiene un largo de 100 m, el ancho es de 6 m y la altura es de 2 m.

La litología es mármol dolomítico, de color blanco variando a gris presentando sectores macizos y a veces pulverulentos, fácilmente desagregables. La actitud del banco dolomítico es N-S, 60°E y la roca caja son pizarras silicificadas y esquistos biotíticos en concordancia con el banco dolomítico.

Ficha F27-06: Por último existe la cantera perteneciente a Jorge Bove (ver figura 24), la cual se encuentra inactiva y el tipo de explotación realizado es a cielo abierto. La misma presenta taludes verticales, siendo las medidas del frente: largo 50 m, ancho de 20 m y la altura del mismo es 7 m.

Litológicamente, se trata de un mármol dolomítico color blanco a rosado muy tectonizado con partes pulverulentas de calcoarenito, con gran fisilidad y el rumbo del banco es de dirección N340°



Figura 24: Ubicación de cantera de mármol F27-06.



Foto 53: Vista de los frentes de cantera cortados con hilo diamantado.



Foto 54: Vista panorámica de la cantera de mármol F27-06.

El tipo de procesamiento es de corte de bloques con hilo diamantado (ver fotos 53 y 54).

Actualmente, no existen explotaciones mineras activas para mármol en la presente zona. Solo se encuentran viejas canteras abandonadas de reducido tamaño en general, algunas de las cuales han sido convertidas en lagunas artificiales por los superficiarios. Las canteras antes mencionadas se corresponden con la ficha 261 de la Base de Datos Geomineros; la cual se trata de un mármol dolomítico que se explotó a cielo abierto, presentando en partes del banco zonas laminadas de tipo esquistosa, entre cuarzos ferrificados, siendo sus dimensiones de 15 m de largo, 6 m de ancho y altura de los frentes de 3m. Topográficamente se presenta en ladera media a alta en forma de pequeños afloramientos con rumbo N 50° y buzamiento de 90°. Las reservas han sido determinadas como escasas.

Existen otras canteras que han sido explotadas como calcáreo para la industria de las cales.

4.2.2.2. Zona Cuchilla de Alvariza

La zona denominada como Cuchilla Alvariza se encuentra ubicada al E de la ruta nacional N° 60, donde a la altura del kilómetro 56,900 se toma hacia el SE unos 2 kilómetros por el camino que conduce a la zona conocida como Cuchilla Alvariza, hacia el Sur (ver figura 25). El mismo camino presenta una bifurcación que conecta con la ruta N° 12 tomando hacia el NE.

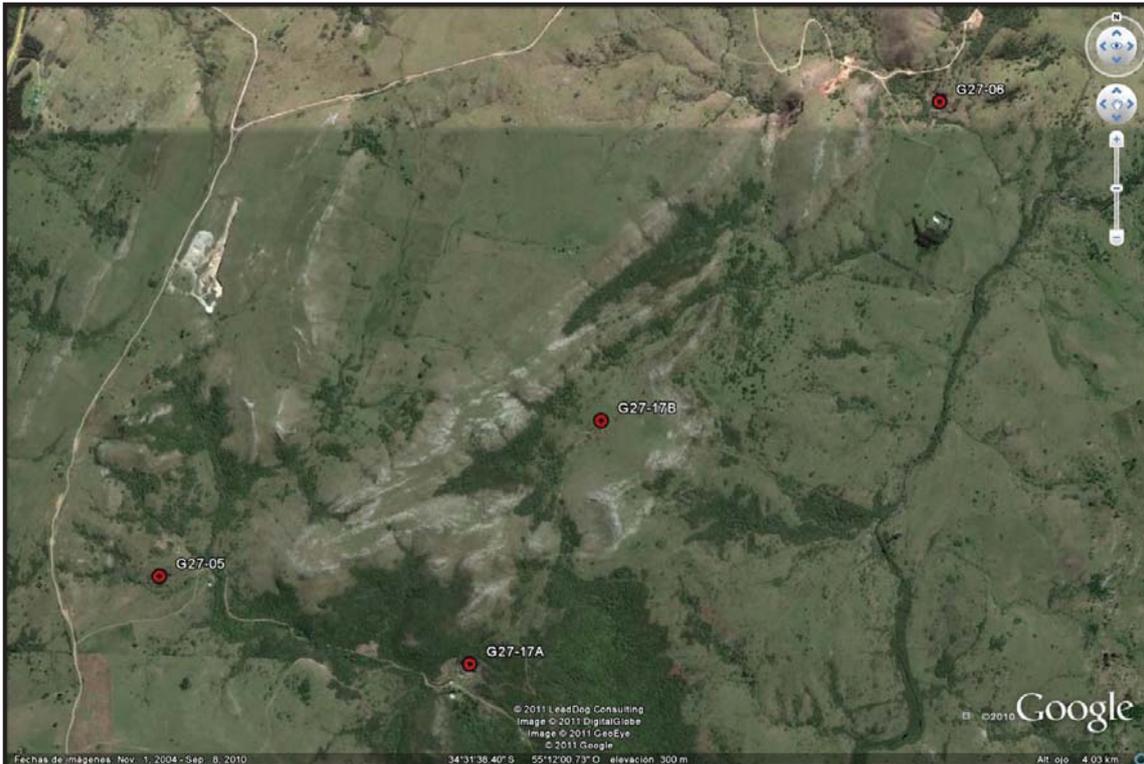


Figura 25: Ubicación de canteras de mármol en Zona Cuchilla Alvariza.

El contexto geológico regional de la presente zona está conformado por:

- Calizas: La composición varía desde calizas muy puras a calizas dolomíticas y dolomías. Textura granoblástica muy fina a media, equi a inequigranular. Coloración de gris oscura a gris clara, con algún tono blanquecino o rosáceo. Es frecuente observar procesos de silicificación caracterizados por recortes de venillas de cuarzo y sílice dispersa en la matriz.
- Mármoles: Ocurren asociados a las calizas en bancos de dirección N20-30° al Oeste del A° Pan de Azúcar y en entornos inmediatos de vulcanitas ácidas. Litológicamente se tienen dos tipos:
 - Equigranulares de grano fino a muy fino, color blanco lechoso y composición calcítica con micas muy dispersas.
 - Bandeados de grano fino a grueso y muy grueso, de coloración variada (gris y rosados).
- Cuarcitas y cuarzofilitas: Constituyen los límites Norte y Este del depósito dolomítico. Se trata de un cuerpo elongado y discontinuo, de dirección concordante con el sistema estructural regional.

Son cuarcitas esquistosas a cuarzofilitas de rumbo N25 a N30E, de grano fino a muy fino, de colores grises a grises verdosas, a veces presenta oquedades de óxidos de hierro y planos de sericita, que marcan la esquistosidad de metalavas básicas, siendo predominantemente de flujo. Estas, son de grano fino, masivas a amigdaloides, de color verde a verde azulado. Mineralógicamente, están compuestas por albita, cuarzo, carbonato, clorita, feldespato alcalino y biotita.

Presenta vacuolas de hasta 2 mm, las cuales están rellenas de epidoto, carbonato y sílice.

➤ Dolomía: Se presenta de grano fino a muy fino, masiva por momentos, de textura granoblástica, granos desde 0,05 a 0,03 mm de diámetro, de color gris oscuro a gris perla blanca, venillas milimétricas y centimétricas de calcita recristalizada.

Los bancos generalmente se presentan con rumbo N30E, buzando 40-45° al E, en contacto con filitas y dolomitas filitosas, y un lente cuarcítico al Oeste, de dicho banco.

Ficha G27-06. Corresponde a una cantera de mármol abandonada (ver figura 26). Se trata de una roca heterogénea cuando se observa en detalle, a escala del afloramiento. Con diaclasas N45E, subverticales 1,60 m de espaciado medio, las diaclasas N45W también subverticales con 1,80 m de espaciado, finalmente diaclasas subhorizontales, con 0.80m de espaciado medio. Actitud del cuerpo; N50-60; 55° al E. Las dimensiones del lente de mármol son: longitud: 180 m, ancho 85m y potencia 20m. Se caracteriza por presentar color blanco a crema, por momentos gris.



Figura 26: Detalle de cantera de mármol G27-06.



Foto 55: Vista del frente de cantera.



Foto 56: Bloques de mármol escuadrados

Ficha G27-05. Cantera de mármol “rojo marroquí”. Geológicamente, se trata de una caliza marmórea, no dolomítica, de color marrón rojizo, con mucha calcita cristalizada dentro de fracturas, la misma de grandes cristales; en contacto con anfibolitas. Normalmente presentan una coloración gris característica o más clara debido a cuarzo o calcita recristalizada, siendo común la presencia de veteado debido a minerales filitosos.

Las calizas presentan un tamaño de grano poco variable, en términos generales finas y con cierta esquistosidad. La mineralogía es a carbonatos (calcitas y dolomitas) como principales, secundarios: clorita e illita, cuarzo

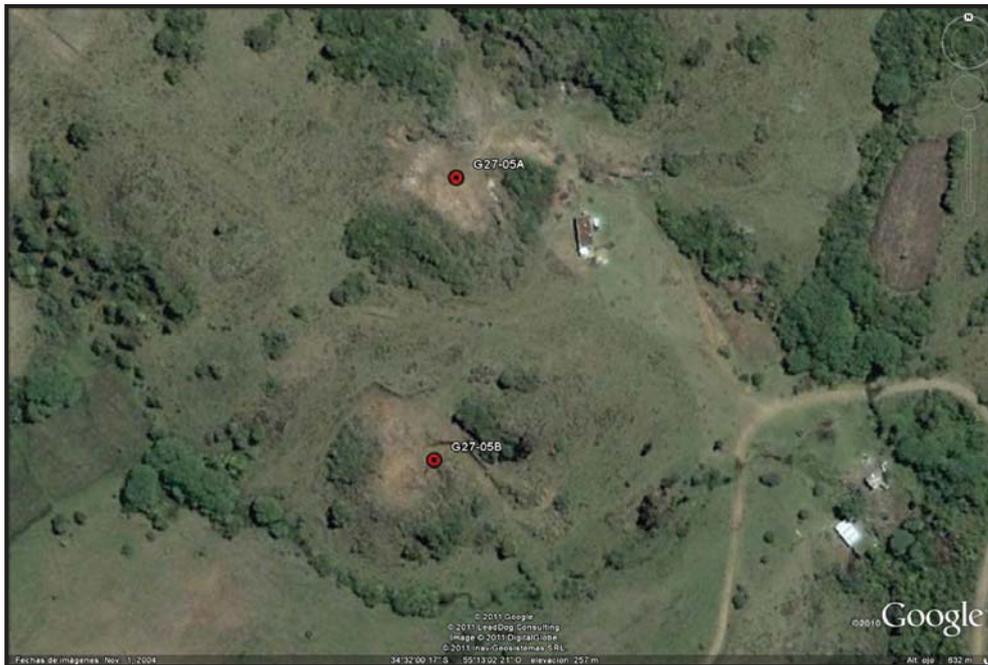


Figura 27: Ubicación de cantera de mármol marroquí, G27-05 A-B.



Foto 58: Frente de cantera abandonado de mármol marroquí



Foto 59: Detalle de la roca y venillas de calcita.



Foto 60: Detalle donde se observa sistema de corte y arranque del bloque.



Foto 61: Bloque de mármol escuadrado.

Ficha G27-17A. Se trata aquí de un banco de mármol de grano fino, cuyas características de color son, rosado con veteado negro (ver foto 63). La roca de caja del banco marmóreo son cuarcitas y calizas metamórficas.

La presente cantera de mármol se encuentra abandonada, según se observa en la fotografía N° 62, la cual presenta una profundidad máxima de 15 metros y una altura máxima de 15 metros, siendo la altura de los frentes de 10 metros. El sistema de corte y arranque se realizaba mediante barrenos e hilo diamantado. Los procesos de beneficio del mineral constaban básicamente de escuadrado de los bloques para uso ornamental.



Figura 28: Ubicación de cantera de mármol Artigas (G27-17A).



Foto 62: Frente de cantera abandonada.



Foto 63: Detalle de mármol natural, tipo "Maciel".

Ficha G27-17B. Corresponde a una cantera de mármol abandonada, conocida como “Mármol Grisol”. La misma forma parte del Complejo Metamórfico Zanja del Tigre, y localmente está integrada por un banco de mármol de grano medio, sacaroide, color blanco, con venas rosadas. Presenta intensa actividad tectónica, lo que le confiere una gran fracturación. La actitud del cuerpo es N90, buzando 75° al W, siendo el control de la mineralización de carácter tectónico, lo cual limita la extracción de bloques de tipo comercial.

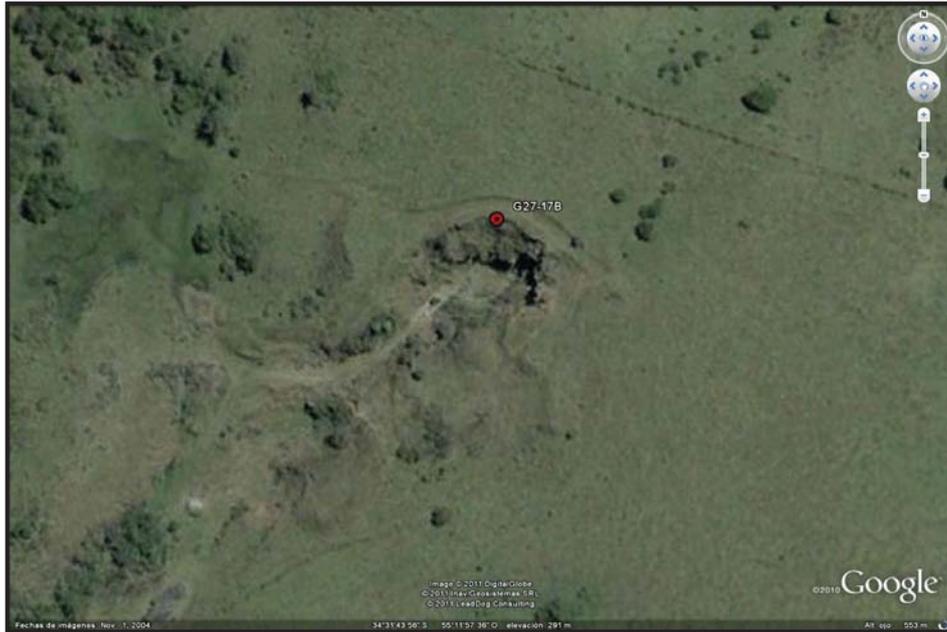


Figura 29: Ubicación de cantera de mármol G27-17B.

Se trata de una explotación a cielo abierto cuya profundidad máxima de la excavación es de 10 a 12 m, la superficie de cantera es de aproximadamente 200 m², la altura del frente es de 10 m, explotada en un solo frente y en un solo banco (ver foto 64).

El sistema de corte y arranque consiste en el uso de barrenos y guinches de arrastre, mediante el cual se retiran los bloques para luego ser escuadrados (ver foto 65).



Foto 64: Frente de cantera



Foto 65: Bloque escuadrado



Foto 66: Placa pulida de mármol "Grisol".

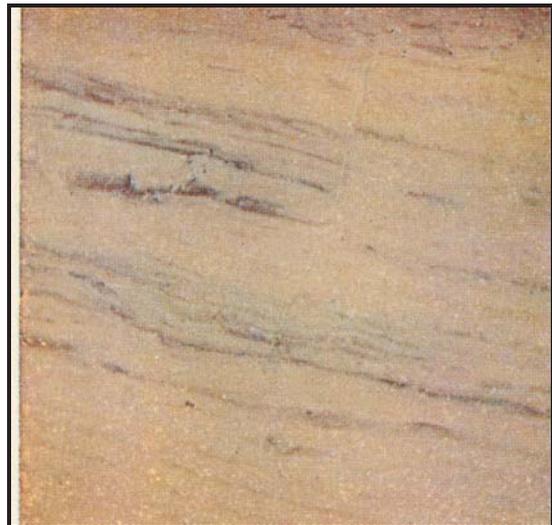


Foto 67: Placa pulida de mármol "Maciel".

4.2.2.3. Zona Puntas del Arroyo Pan de Azúcar

Esta zona se ubica al este de la ruta 60 con acceso por camino vecinal, el cual nace en el kilómetro 64,350 de dicha ruta, recorriéndolo por 5.2 kilómetros hasta llegar a la misma. Las canteras de mármol se ubican a ambas márgenes de la cuenca superior del arroyo Pan de Azúcar (ver figura 30).

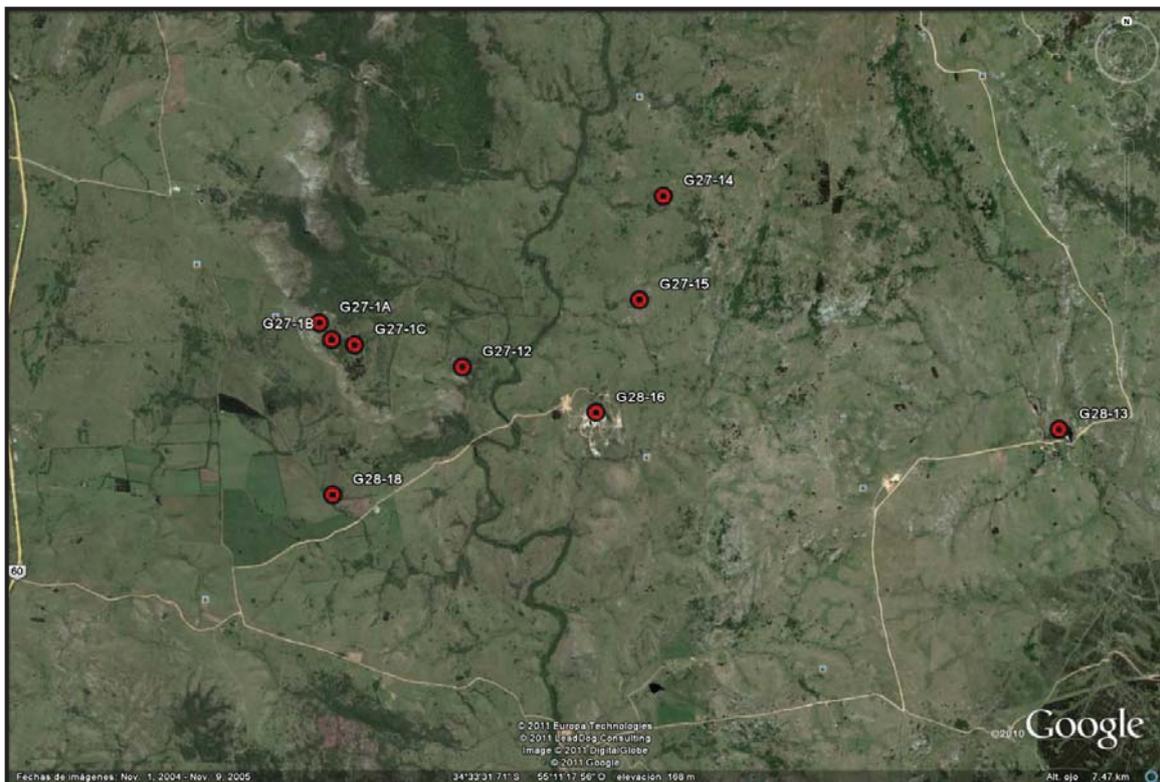


Figura 30: Ubicación de canteras de mármol en zona Puntas del arroyo Pan de Azúcar.

Los depósitos de mármoles que se encuentran en la presente zona productora están en un contexto litológico de rocas vinculadas al Complejo Metamórfico Zanja del Tigre. Dicha unidad está constituida por un importante paquete metasedimentario correspondiente a registros de un ambiente plataformal de sedimentación mixta silico-carbonático.

Litológicamente, está conformada por intercalaciones de mármoles y calizas dolomíticas, esquistos calcáreos, filitas muscovíticas, metareniscas arcósicas, metaconglomerados y metacalcoarenitas, en orden de importancia en relación a su superficie aflorante.

Otros autores como Oyhançabal et al han reconocido, dentro de ésta unidad, asociaciones litológicas denominada subasociación Zanja del Tigre integrada por:

➤ Micaesquistos. Conjuntamente con los esquistos calcáreos son las litologías más abundantes, de textura lepidoblástica y compuestos a dos micas predominando la muscovita. Presentan alternancia de bandas cuarzosas y bandas filitosas, compuestas por muscovita-biotita-cuarzo. Puede aparecer estaurolita como accesorio.

➤ Esquistos calcáreos. Presentan esquistosidad de fractura, de grano fino, su composición mineral es de carbonato, biotita, clorita, cuarzo y opacos.

➤ Mármoles. Son calcáreos dolomíticos rocas masivas de grano fino a muy fino, que desarrollan ocasionalmente una débil esquistosidad. La mineralogía es a carbonatos y subordinadamente biotita, muscovita y opacos. Frecuentemente desarrollan procesos de silicificación evidenciados por nódulos y venas de cuarzo de centimétricas a decimétricas. Su coloración es blanca homogénea con ocasionales bandeados de tonos rosados.

➤ Metareniscas finas micáceas. Son rocas de grano fino, con abundante contenido de micas y esquistosidad de fractura bien desarrollada. Con frecuencia se observa la estratificación original definida por la variación en el tamaño de grano. Mineralógicamente presentan cuarzo y micas (muscovita y biotita) originadas a partir del metamorfismo regional.

➤ Metavulcanitas ácidas. Rocas cuarzosas de matriz afanítica y fenocristales de cuarzo. Mineralógicamente presentan feldespato potásico, biotita y ferromagnesianos. Estructuralmente exhiben un alto grado de deformación expresado por la orientación preferencial de los cristales.

Ficha G27-14. La presente cantera se ubica hacia la porción más Norte de la zona. La geología local consiste de un paquete buzante al W con alternancia de metasedimentos calcáreo-detrítico-pelítico. La roca dolomítica buza unos 30° al W con una potencia de unos 15 a 20 m, con intercalaciones de micaesquistos caracterizada por presentar mineralogía dolomítica, con cristales euhédricos, bien desarrollados.

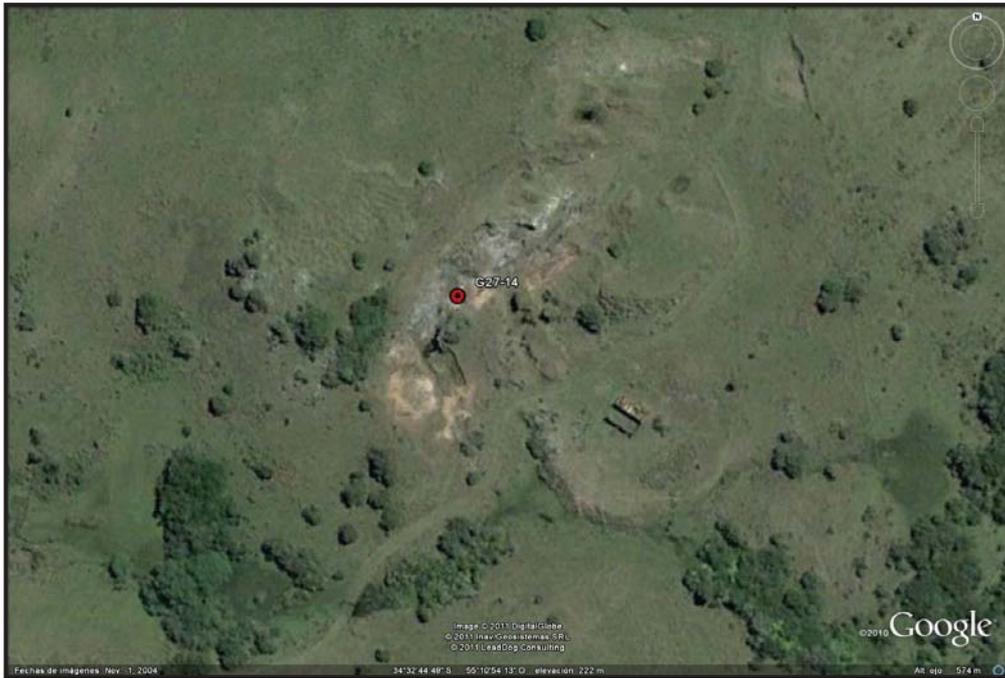


Figura 31: Ubicación de cantera de mármol G27-14.

Se trata de una cantera de mármol abandonada, correspondiente a un banco de mármol dolomítico, la actitud de dicho banco es N50, buzando 10° al W. La roca es de grano fino, color grisáceo, débil reacción al HCl, con alineación mineralógica.

La roca de caja es un leucogranito biotítico de grano fino, quien forma el flanco del pliegue.

Las características de la cantera son: profundidad máxima de la cantera, 5 a 6 m, y la superficie de la misma es de 800 m², siendo la altura de los frentes de 2 m, en un solo banco. El sistema de corte y arranque es mediante el corte en banco con martillos neumáticos y posterior escuadrado.



Foto 68: Panorámica de cantera al Sur



Foto 69: Se observa bloque escuadrado y marcas de barrenos.

Ficha G27-15. El yacimiento presenta una alternancia de lentes masivos de mármol dolomítico y lentes de dolomía pulverulenta. El primero, se da principalmente en el sector central que es el sector explotable y se caracteriza por tener grano grueso y textura sacaroide. Presenta variaciones de color desde el blanco crema al gris verdoso, con débil reacción al HCl. La actitud del cuerpo es; rumbo N40, buzando 70° SE. La roca de caja es un granito biotítico muy alterado. La variedad comercial del mármol se denomina “Blanco Perla” (ver foto 71).



Figura 32: Ubicación de cantera de mármol, G27-15.

Las características de la explotación son, extracción a cielo abierto, con una profundidad máxima de la excavación de 5 m, una superficie de cantera de 600 m², con una altura máxima de los frentes de 4 m. La forma de la excavación está condicionada por el tipo de yacimiento en lentes, lo que hace que la misma tenga una tendencia a rectangular, donde el lado más angosto es el frente de cantera y el lado más largo el callejón de acceso a la misma.

El sistema de corte y arranque es muy similar al resto de los materiales de estas características; básicamente consta del uso de martillos neumáticos y barrenos que separan el bloque del banco, para luego mediante separadores y pinchotes cortar el bloque definitivamente y llevarlo mediante guinches de arrastre a la playa de escuadrado (ver foto 71).

En cuanto a las dimensiones de los bloques, se enumeran algunos ejemplos que fueron medidos:

- Bloque 1: Largo 1,90m/Ancho: 1,60m/ Altura: 0,95m
- Bloque 2: Largo 1,20m/Ancho: 1,0m/ Altura: 0,70m
- Bloque 3: Largo 1,40m/Ancho: 1,0m/ Altura: 0,80m



Foto 70: Bloque escuadrado de mármol blanco



Foto 71: Placa de mármol "Blanco perla"

Ficha G27-12. El yacimiento, se encuentra ubicado en margen Oeste del A° Pán de Azúcar (ver figura 33). Se trata de caliza marmórea no dolomítica, color blanco rosado con bandas negras, en contacto con roca esquistosa predominantemente y con roca granitoide deformada. El depósito yace en forma lenticular en alternancia con rocas deformadas concordantes, la actitud del cuerpo es N80, 47° al N. La mineralogía es a carbonato-opacos-sericita-clorita-tremolita y pirita.

Las características químicas del banco de mármol son; Insolubles: 4.84%-CaO: 44.15%-MgO: 6.83%; PPC: 40.08%. El peso específico es de 2,76.

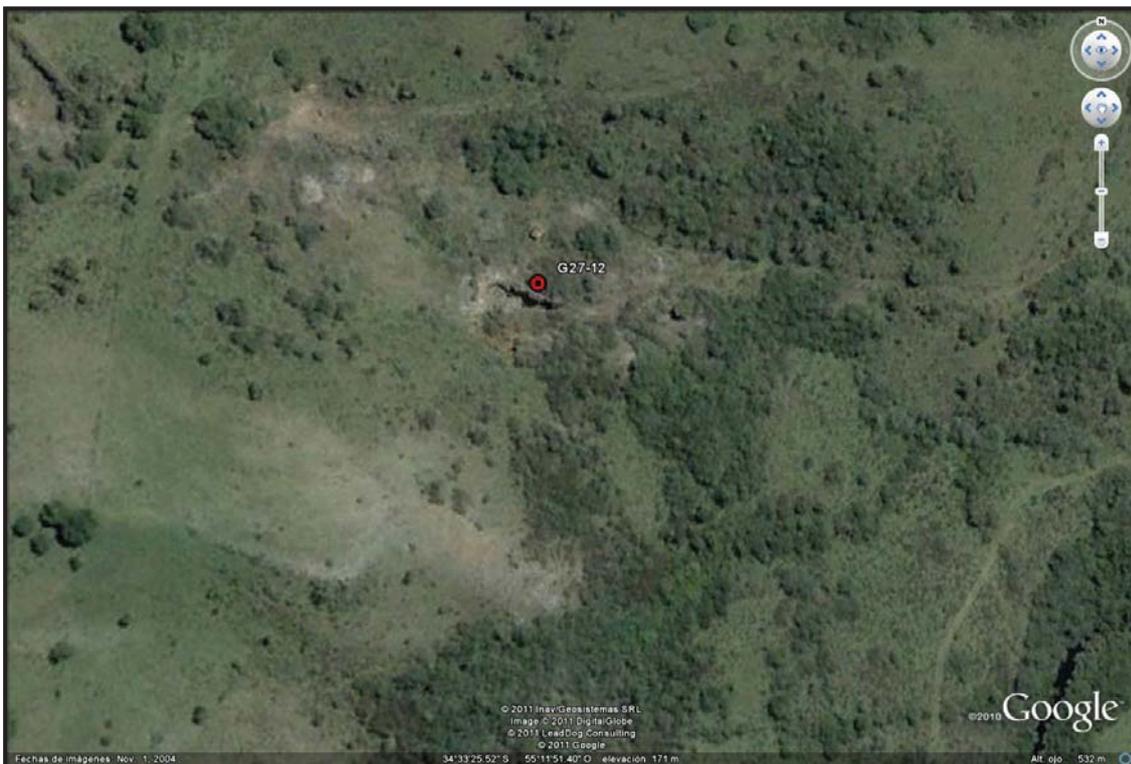


Figura 33: Ubicación de cantera de mármol G27-12

En lo que respecta a la explotación, el sistema de corte y/o extracción se realiza mediante corte de banco con hilo helicoidal o banquadora, escuadrado de bloques, carga y aserrado. Los usos del mármol luego de escuadrado, cortado en planchas, pulido, se

destinan a ornamental y las granulometrías menores a pisos monolíticos. Comercialmente se lo conoce como Mármol Abayubá (ver foto 72).



Foto 72: Placa de mármol Abayubá.

Grupo fichas G27-01. Se trata aquí de un grupo de varias canteras de mármol, las cuales forman parte de un depósito en contacto con rocas de origen volcánico, de tipo metalavas ácidas las que probablemente sean las responsables del metamorfismo térmico que generó las rocas marmóreas. Básicamente, se han reconocido cuatro canteras de mármol las que se han identificado como G27-01A, G27-01B, G27-01C y G27-01D (ver figura 34).

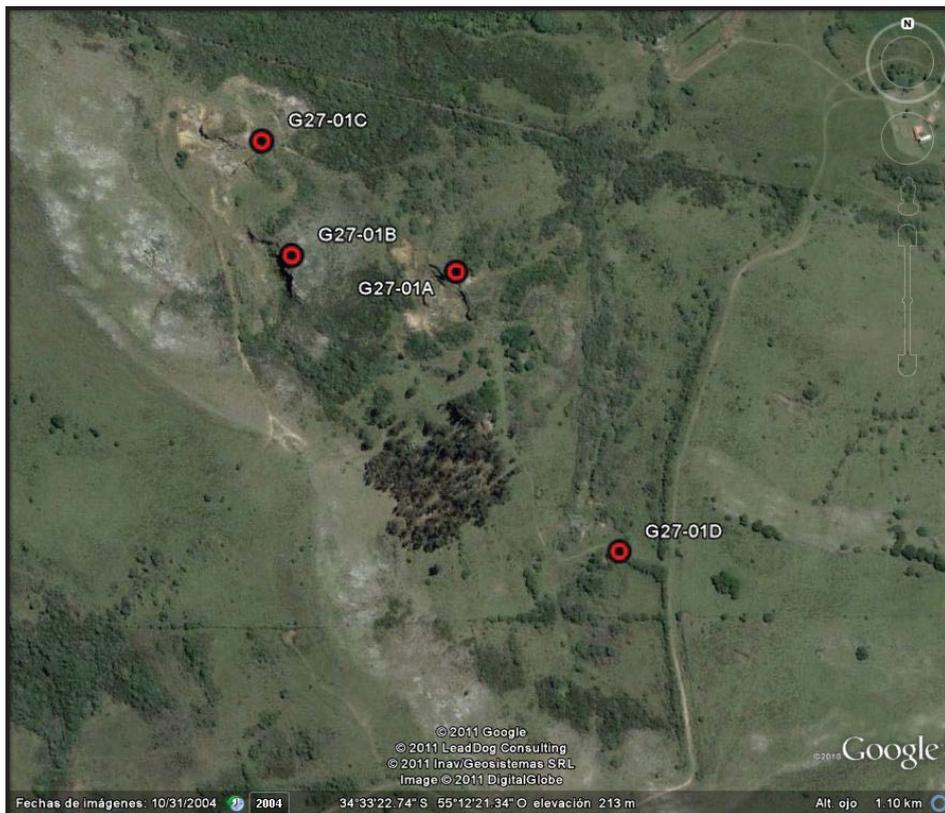


Figura 34: Ubicación de canteras de mármol G27-01A, B, C.

Ficha G27-01A. Corresponde a un banco de mármol de rumbo N140, 55° al NE, presenta grano medio a grueso bandeado por color rosado-grisáceo, mayormente rosado. La roca de caja es un esquistó biotítico concordante con el banco de mármol.

Se trata de una cantera abandonada cuya profundidad máxima de la excavación es de aproximadamente 10 m, la superficie de cantera es de 300 m², el número de bancos y pisos de la cantera es uno, al igual que el número de frentes; siendo la altura de los frentes de 3m.

El sistema de corte y arranque ha sido mediante barrenos. Los bloques escuadrados observados en cantera tienen dimensiones promedio inferiores a 1 m³.

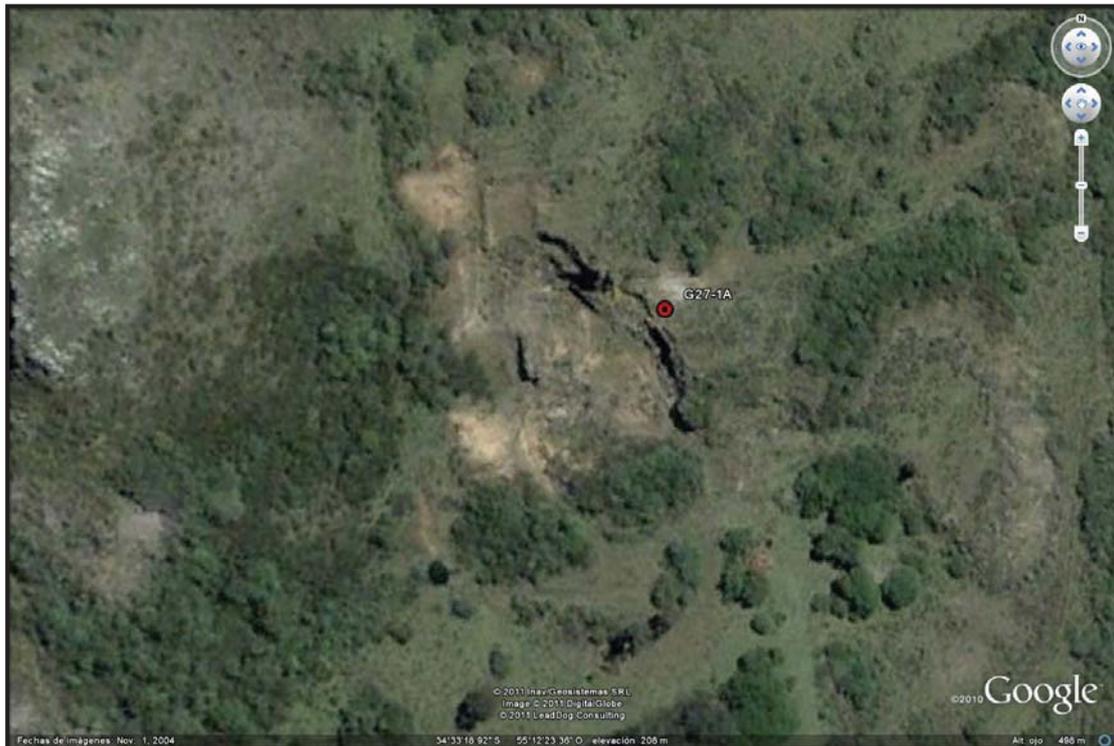


Figura 35: Cantera de mármol rosado, G27-01A.

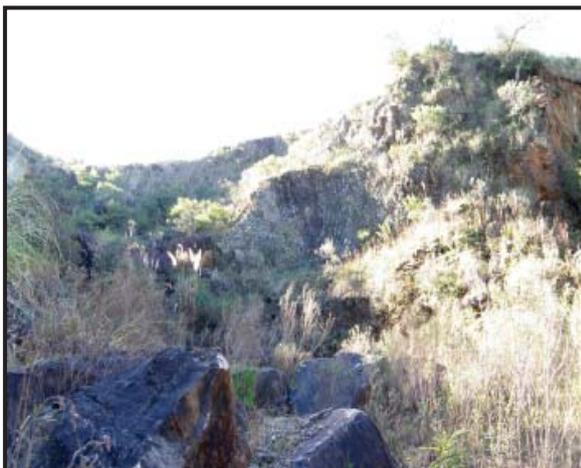


Foto 73: Frente de cantera abandonada



Foto 74: Bloque escuadrado

Ficha G27-01B



Figura 36: Ubicación de cantera de mármol blanco a grisáceo, G27-01B.

Cantera de mármol abandonada, se trata de un lente de mármol en contacto con metaarenisca, el banco presenta rumbo N325, 55° al E. Las características del mármol son: grano medio a grueso, sacaroide, bandeado por color mayormente blanco y grisáceo, ocasionalmente rosado; el bandeado es de 4 mm a 1 cm. Existen algunas diaclasas, no son tan abundantes; permitiendo así la extracción de bloques de considerables dimensiones. Diaclasa principal N60, 30° al NW.

La profundidad máxima de la excavación es de 17 m y la superficie de la cantera es de 300 a 350 m². El número de bancos y pisos es de dos, siendo la altura de los mismos de 2 m el frente superior y 3 m el inferior (ver foto75). El sistema de corte y arranque es mediante barrenos e hilo diamantado (ver fotos 76 y 77)

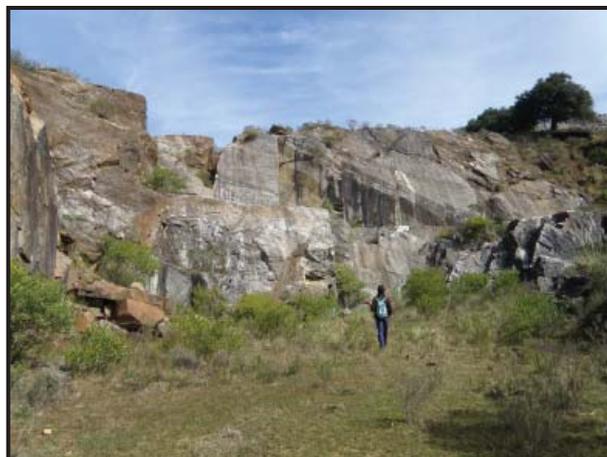


Foto 75: Frente de cantera vista general



Foto 76: Corte con hilo en dos planos del frente.



Foto 77: Vista general del frente de cantera, corte con hilo diamantado.

Ficha G27-01C. Al igual que las anteriores se trata de otra cantera de mármol abandonada, a manera de lente cuya roca de caja continúa siendo una metarenisca a cuarcita al NE. La cantera se corresponde con un lente de mármol blanco rosáceo de grano medio, cierto bandeado por color, de colores grises y rosados, se distingue minerales filitosos de color verde (clorita). Presenta roca de caja al W, siendo micaesquisto grano fino, presenta mucha esquistosidad, es color gris verdoso muy fracturado, con rumbo N50W, 60° al N. La roca de caja al N es metaarenisca o cuarcita con planos de esquistosidad definido por la muscovita-sericita.

La profundidad máxima de la cantera es de 15 m y la superficie de la misma es de 700 a 800 m². La explotación ha sido en un solo banco y/o pisos de cantera así como los frentes de extracción (ver foto 78).



Figura 37: Cantera de mármol blanco a rosado veteados.

La altura del frente de cantera es de 10 m, siendo el sistema de corte y arranque mediante barrenos. La forma de la excavación es de tipo irregular debido a la forma del lente de mármol en este sector del depósito. El beneficio mineral que se realizó es escuadrado de los bloques resultantes, los cuales fueron separados del banco mediante barrenos y guinche de arrastre.



Foto 78: Vista del frente de cantera abandonado.

Ficha G27-01D. La presente ficha corresponde a una cantera de mármol abandonada de mármol blanco. Se trata de una cantera de mármol de grano fino, sacaroide con vetas rosadas, de carácter lenticular.

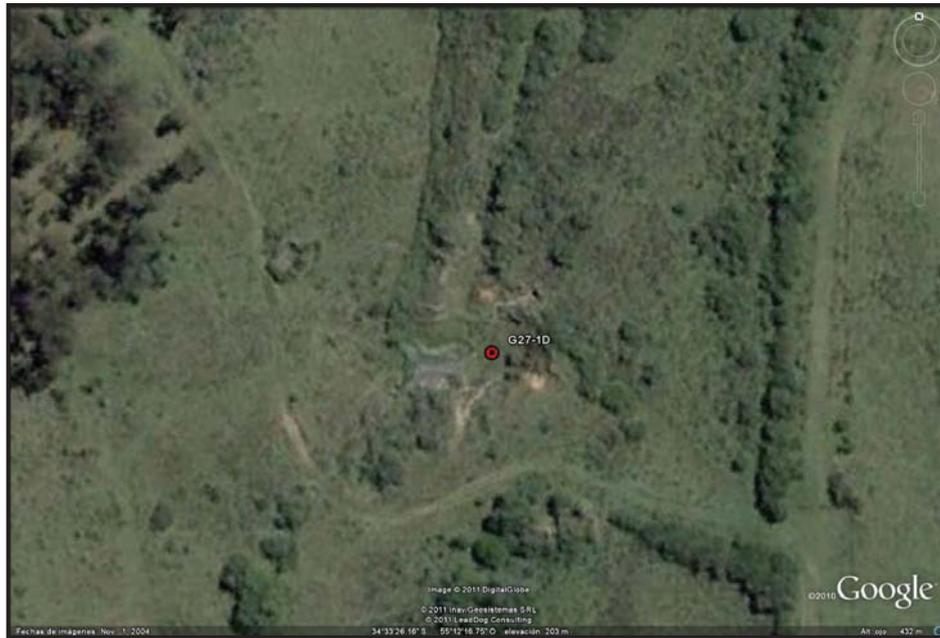


Figura 38: Cantera de mármol blanco vetado con rosado.

La profundidad máxima de la excavación es de 2 a 3 m y la superficie de la cantera es de 150 m². La misma está diseñada en dos bancos o pisos de cantera, al igual que en dos frentes de explotación. El sistema de corte y arranque fue mediante hilo diamantado. En lo que al proceso de beneficio del mineral se refiere, se realizó mediante escuadrado para la obtención de bloques cuyo uso fundamentalmente, es ornamental.



Foto 79: Vista general del frente de cantera

Ficha G28-16. La presente cantera pertenece a la firma Piedrahita Hnos. y es la única cantera activa de mármol en el departamento de Maldonado. Se ubica en el padrón N° 30180 y 30317 de la 3ª sección catastral de Maldonado, geográficamente se visualiza en la figura N° 39.



Figura 39: Ubicación de cantera de mármol blanco G28-16.

Se trata de un lente de mármol, entre neises biotíticos en charnela de pliegue isoclinal. El subsuelo del área del pedimento pertenece a la Unidad Campanero, que en la zona se manifiesta como un conjunto de metamorfitos, de rumbo N10-30E, con buzamientos de 30 a 45° al NW.

El mármol se encuentra a manera de lasca tectónica, flanqueado por esquistos biotíticos y anfibólicos mientras que al NW se desarrolla un granito de textura isoxenomórfica, con orientación visible que muestra contacto subconcordante con los metamorfitos. El mármol en superficie muestra un alto grado de alteración, en el entorno de los 2 m de espesor. Los afloramientos de mármol forman un cuerpo continuo cuyo eje mayor se dispone con rumbo N20E, ocupando las zonas de menor cota.

El cuerpo del depósito dolomítico tiene una forma elongada con un eje mayor de rumbo N30°, cuyo largo es de aproximadamente 2600 m y un ancho promedio de 250 m, con lo que se puede estimar que ocupa un área de 65 hectáreas. En profundidad no se puede estimar su potencia en esta etapa, solo mencionar que las explotaciones existentes han superado los 12 metros (ver fotos 81 y 82).

Del punto de vista comercial se lo denomina Blanco Perla (ver foto 80).



Foto 80: Placa pulida de mármol "Blanco perla"

El sistema de corte y arranque se realiza mediante hilo diamantado, siendo el producto resultante bloques escuadrados que posteriormente serán cortados en forma de chapas pulidas para uso ornamental.



Foto 81: Vista panorámica de cantera.



Foto 82: Frente de cantera, se observa corte con hilo.

Ficha G28-13. El presente yacimiento corresponde a una cantera abandonada, actualmente inundada donde se extrajo mármol blanco. Del punto de vista geológico regional está integrada al denominado Complejo Metamórfico Zanja del Tigre. Localmente se trata de un banco de mármol dolomítico, el cual presenta sectores masivos principalmente en la parte central del mismo mientras que en las laterales es de dolomía pulverulenta, la actitud de dicho banco es N330, buzando 65° al SW. Es de grano fino, de color blanco grisáceo, con débil reacción al HCl y se encuentra recortado por un dique pegmatítico. La roca de caja es un gneis biotítico.



Figura 40: Cantera de mármol G28-13

La cantera, actualmente se encuentra inundada, y la misma posee una superficie de 6000 m², una profundidad máxima del entorno de los 10 m, posee un solo banco, al igual que un solo piso de cantera, siendo la altura de los frentes de 8 m. El sistema de corte y arranque utilizado es mediante el uso de barrenos y guinche de arrastre.



Foto 83: Vista general de la cantera de mármol inundada

4.2.2.4 Zona Ruta 81

La presente zona se ubica al Sur de la ruta 81 en la porción final de la misma antes de su intersección con la ruta 60 a la altura del kilómetro 20 de ésta última.

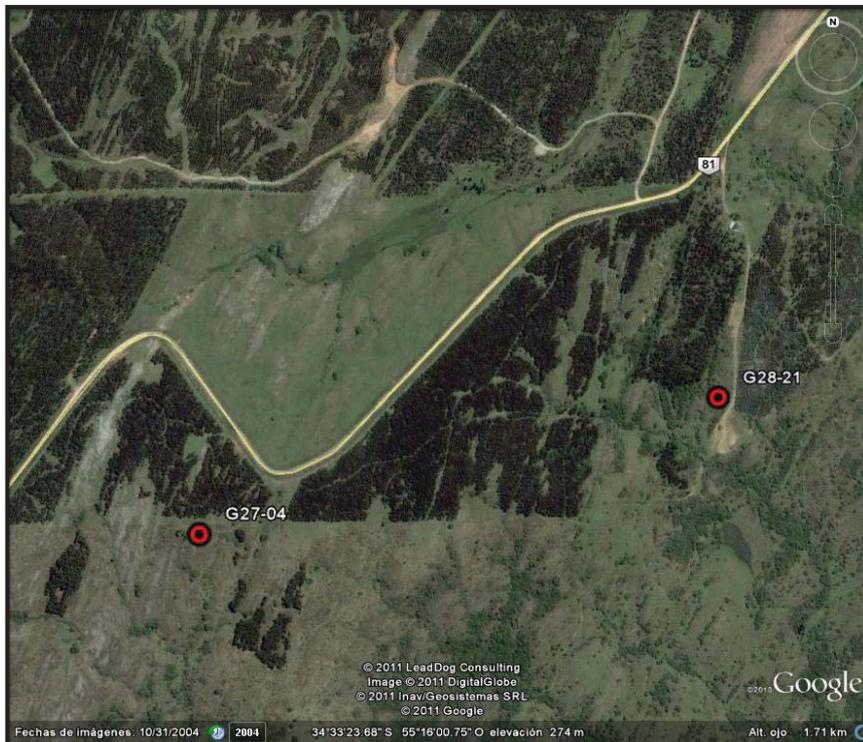


Figura 41: Ubicación de canteras de mármol en la zona Ruta 81.

La misma se encuentra en un contexto geológico que pertenece al Grupo Lavalleya el cual está conformado por una secuencia vulcano-sedimentaria, polideformada y con metamorfismo de grado bajo.

Las facies calcáreas presentan composición muy amplia, desde calizas relativamente puras hasta dolomitas. En general, las rocas dolomíticas son de grano fino, bandeadas a masivas, de colores rosados a blancos. Se disponen en bancos sub-verticales, de espesores decamétricos y longitud que puede alcanzar varios kilómetros.

Las litologías presentes en esta zona son las siguientes:

- Metapelitas. Es la que presenta mayor extensión superficial con alternancia de bancos calcáreos y metareniscas finas. Estratificación plano paralela por color y granulometría, alternándose bandas de colores grises, negros y ocres. Su mineralogía dominante es cuarzo y sericita como minerales esenciales, opacos y turmalina como accesorios.
- Metapsamitas. Las metareniscas constituyen la litología más subordinada. Predominan las granulometrías finas a muy finas, ocasionalmente medias a gruesas y escasos niveles conglomerádicos. Los colores son claros, amarillentos a blanquecinos con algún tono marrón. Poseen textura granoblástica y una mineralogía compuesta por cuarzo, plagioclasa, muscovita, biotita, epidoto y opacos. Ocasionalmente se aprecian

bandas ricas en hematita que alternan con areniscas finas. En estas metareniscas, ocasionalmente se reconocen procesos de silicificación que las transforman en cuarcitas. Las estructuras sedimentarias preservadas son laminación plano paralela y gradacional.

➤ **Calizas y Dolomías.** Se presentan en bancos de espesor desde métrico a hectométrico y longitud hectométrica, los mismos se disponen subverticalmente con 5 a 300 m de potencia. Las calizas y dolomías son de grano fino, bandeadas a masivas, con colores rosados a blancos. Su mineralogía es carbonato, cuarzo y filosilicatos. Poseen estratificación plano paralela, definida por alternancia de niveles de terrígenos y carbonatos

➤ **Keratófiros.** Se presentan en bancos elongados de dirección N 30°, con potencia variable desde algún metro a cientos de metros. La granulometría corresponde a grano medio a fino y la mineralogía predominante es cuarzo y plagioclasa (con alteración a sericita) que ocurren como fenocristales orientados y en la matriz. Muscovita y clorita se ubican en los intersticios junto a carbonatos. La textura es granoblástica a lepidoblástica y la coloración es gris oscura a gris verdosa.

Ficha G27-21

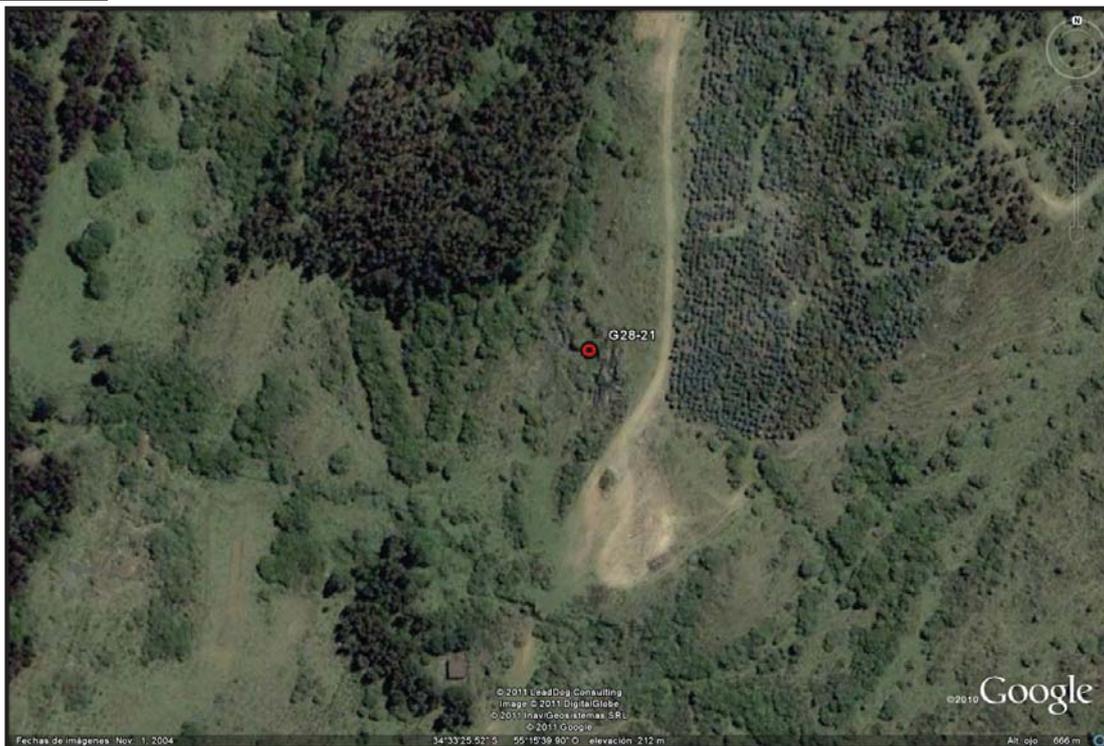


Figura 42: Cantera de mármol G28-21.

Se trata de una cantera de mármol negro que se encuentra abandonada. Geológicamente forma parte de un banco de caliza, gris oscuro, grano fino con marcada planaridad de rumbo N205, 55° NW, presenta venillas de cuarzo centimétricas a decimétricas, con presencia de sulfuros.

La superficie de la cantera es de 700 a 800 m², siendo la altura de los frentes de 3 m.



Foto 84: Frente de cantera de mármol negro (G27-21).

Ficha G27-04. Se trata aquí de una cantera de mármol negro abandonada, la cual se corresponde geológicamente a un lente de filita calcárea masiva de color gris oscuro a negro, de rumbo 30° , buzando 65° NW.

4.2.2.5 Zona Cerro de las Ventanas

Se encuentra ubicada al NW de la ciudad de Pan de Azúcar distante unos 14 kilómetros y al W de la ruta N^o 60. Se accede a la zona a la altura del kilómetro 20 de la mencionada ruta se toma al W por camino departamental unos 4 kilómetros (ver figura 43).

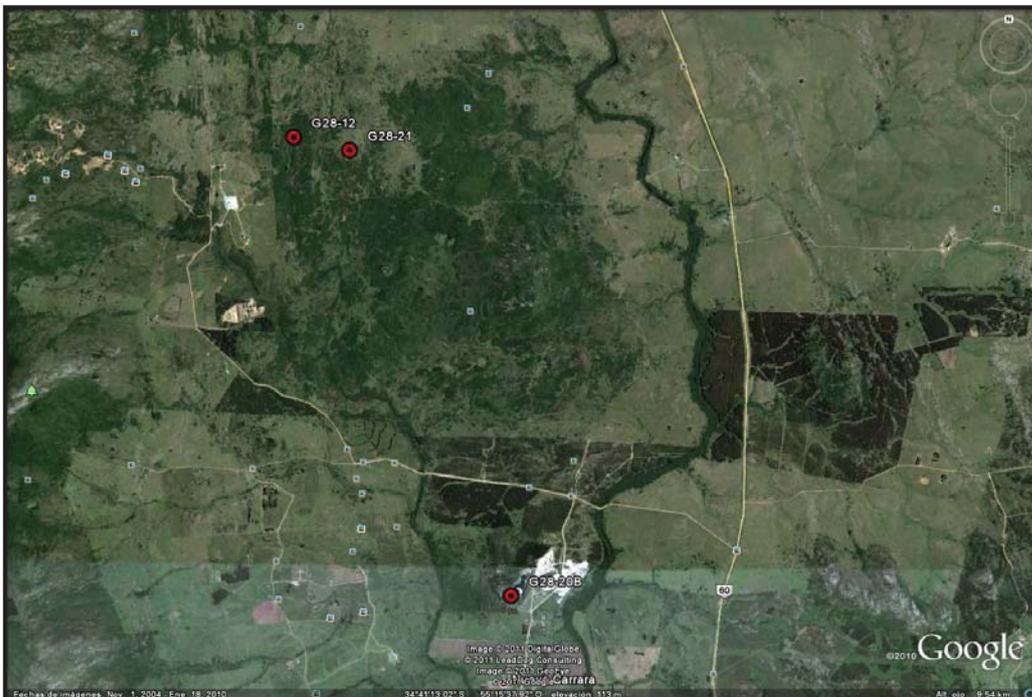


Figura 43: Ubicación de canteras en Zona Cerro de las Ventanas.

Los depósitos de rocas calcáreas comprendidos en la presente zona pertenecen al Grupo Lavallega. Se trata de un conjunto de metamorfitos de bajo grado correspondiente a una secuencia volcano-sedimentaria, que se desarrolla al S de la ciudad de Minas. En su borde oriental se encuentra cabalgado por el Grupo Carapé. El común denominador de

las rocas integrantes del Grupo Lavallega, es su bajo grado de metamorfismo, con paragénesis a Q-albita-muscovita-sericita-clorita-epidoto-actinolita. Las litologías más frecuentes son las filitas más o menos calcáreas, los calcáreos en toda su gama desde calizas a dolomías y las prasinitas o metabasaltos, así como también intrusiones asociadas como el granito de Minas.

Ficha G28 -12

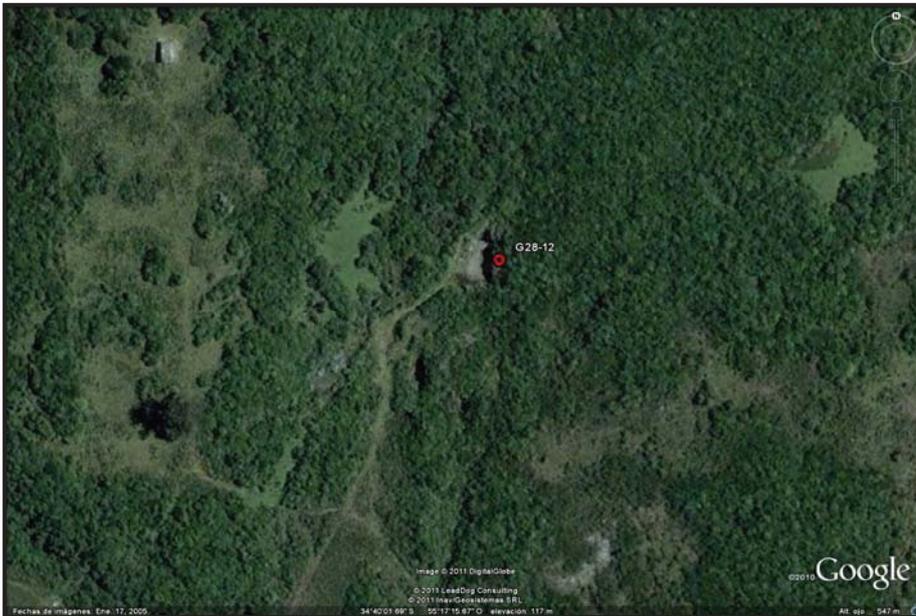


Figura 44: Cantera de mármol negro (G28-12)

Se trata de una cantera abandonada donde explotó un banco de calizas marmóreas negras, masivas, lo cual permitió el corte de bloques de tamaño comercial. La geología local, corresponde a calizas marmóreas negras (pizarrosas) con micropliegues de color blanco, limitados por esquistos pizarrosos hacia el este y metaconglomerado fino al Oeste.

La actitud del cuerpo está determinado por una dirección N20-22°, buzando 80-85° al W. La cantera con tendencia a rectangular posee pequeñas dimensiones inferiores a los 700 m², la altura del frente no supera los 4 m. El sistema de corte y arranque se realiza mediante corte con hilo diamantado siendo el producto resultante bloques escuadrados para uso ornamental como mármol negro.



Foto 85: Frente de cantera de ficha G8-12.



Foto 86: Bloque de mármol negro escuadrado.

Dimensiones de bloques escuadrados:

Bloque 1: Largo: 1.57m x Ancho: 1.24m x Alto: 0.50m

Bloque 2: Largo: 2.77m x Ancho: 2.08m x Alto: 0.60m

Ficha G28-21. Corresponde a una pequeña cantera abandonada de carácter exploratorio donde los mármoles o calizas marmóreas se presentan microplegadas, con rumbo general N20E, buzamiento subvertical entre 80 y 85° W. Se presentan en forma de bancos homogéneos, masivos, con un tamaño de grano fino a medio. En el presente yacimiento predominan los mármoles de color negro con venillas blancas a ocre.

Ficha G28-20B. La cantera que fue explotada como mármol a principios del siglo XX y que se la conoce como Nueva Carrara (ex Cantera Burgueño).



Figura 45: Cantera de mármol Nueva Carrara (G28-20B).

Su explotación puede rastrearse hasta el año 1847, cuando la Calera de la Aguada (Villemur Hnos.) se proveía de Cantera Burgueño, de la materia prima necesaria para sus hornos.

En 1859 se tallaron en mármoles extraídos de ella, columnas de una pieza, destinadas a la fachada del Banco de Londres & Río de la Plata, ubicado en la calle Zabala entre Rincón y 25 de Mayo, de la ciudad de Montevideo. La Calera del Cordón (Kellog & Cía), creada en 1891, destacaba la calidad de sus calizas, abasteciéndose en exclusividad de la Cantera Burgueño.

En 1900, los hermanos Fabini fundaron la Compañía de Materiales de Construcción donde adquirieron la Cantera Burgueño, convirtiéndose en uno de los principales proveedores de calizas y mármoles del país, llegando incluso a exportar a la Argentina. Instalaron un taller de corte, lustrado, torneado y esculpido de mármoles, y en 1908 se les adjudicó la licitación por el suministro para la obra del Palacio Legislativo. Hasta 1925, cuando terminó la construcción del mismo, brindaron trabajo a más de mil operarios, generando una corriente migratoria de canteristas y talladores italianos.

Se trata de un banco de caliza metamórfica, masiva, de grano fino, de rumbo general N-NE buzando 70-80° al W a subvertical, con reacción fuerte al HCl existiendo lentes intercalados de dolomita. La caliza es color blanco a grisáceo, con venillas rosadas a rojizas. La roca de caja al E, es una filita gris-verdosa concordante al banco.

En el yacimiento se han definido tres bloques; Cantera Actual (Bloque A), Cantera Inundada (Bloque B) y Los Penachos (Bloque C). Estructuralmente, dichos bloques están separados y delimitados, por estratos de filitas y fallas de desplazamiento. Los bancos calcáreos tienen rumbo general NE y su buzamiento es de 75 a 80° al SE. Su potencia es variable entre 160 y 90 m, y su longitud es del orden de 1160m. Calizas cristalinas, compactas, de grano fino, color gris a blanco, con pátinas, lentes y nódulos de algunos decímetros de filitas de color bordó. El material utilizado como materia prima puede contener hasta un 3% de fragmentos de dolomía y hasta un 3% de filitas verdes, las filitas bordó puede representar hasta el 10% del volumen total.



Foto 87: Cantera de mármol abandonada e inundada.



Foto 88: Bloques escuadrados de mármol cantera Nueva Carrara

El tamaño de los bloques que aún permanecen en la cantera oscila entre un mínimo de 1m³ hasta un volumen de 3.5m³.

4.2.3. Piedra Laja o Filitas

Se denomina “piedra laja” a rocas filitosas que se destinan a la industria de la construcción como revestimientos o pisos. El material descompuesto de la superficie se utiliza, en parte en la industria de la cerámica. En los departamentos de Lavalleja y Maldonado se encuentran la mayor cantidad de explotaciones de filitas esquistosas que pertenecen al Grupo Lavalleja de edad Precámbrico Superior.

Los colores más frecuentes son verdes, rojizos y negros.

Básicamente las canteras se encuentran ubicadas en dos zonas del departamento de Maldonado, una al Oeste de la ruta N° 60, inmediatamente al Sur de la ruta N° 81 (ver figura 46) y la otra más al Sur en la zona conocida Cerro de las Ventanas (ver figura 47).

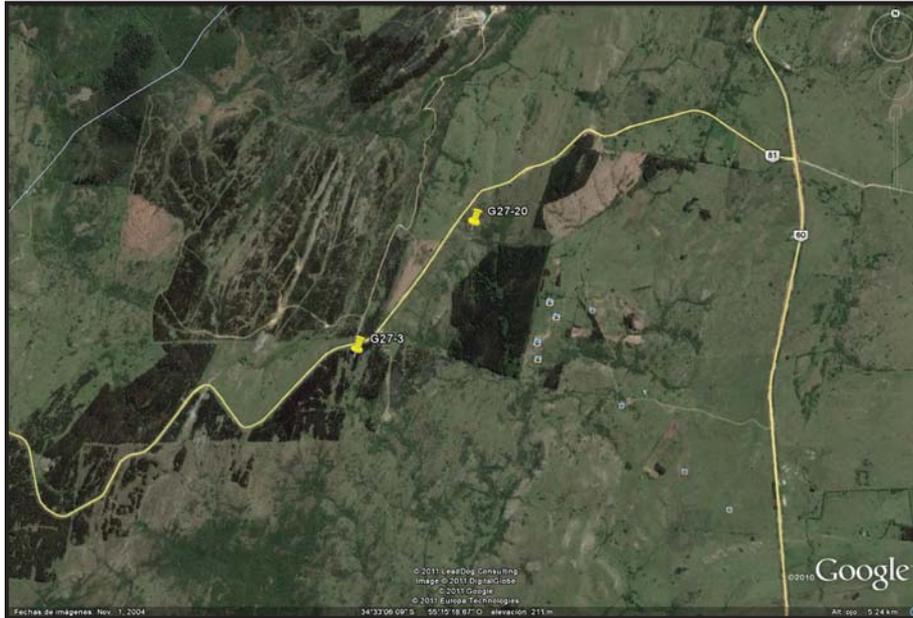


Figura 46: Zona canteras de filitas al Sur de ruta 81.

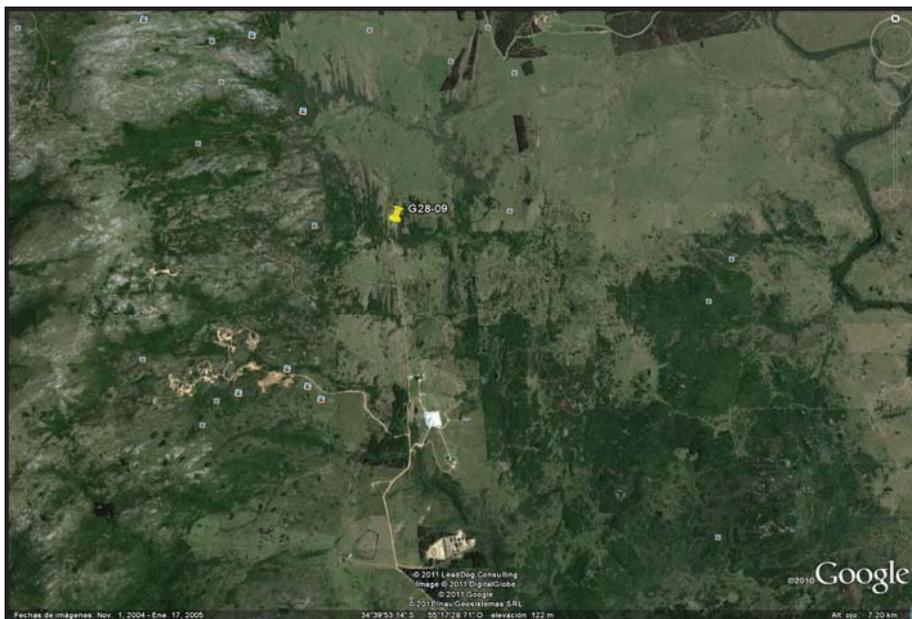


Figura 47: Zona canteras de filitas Cerro de las Ventanas.

Ficha G27-03. Se trata de una pequeña cantera de filita calcárea ó calcofilitas que actualmente se encuentra abandonada.

El banco está integrado por pizarras calcáreas (calcofilitas), físisles, de grano muy fino, con sulfuros, color gris a negro, otras de menor expresión de tonos verdosos, de rumbo 40° , buzamiento 75° NW.

Las características de la explotación están determinadas por una superficie de cantera de aproximadamente 1000m^2 y una altura de los frentes de 8m, siendo la forma de la excavación de tendencia rectangular, en el sentido de la esquistosidad del lente de filitas.

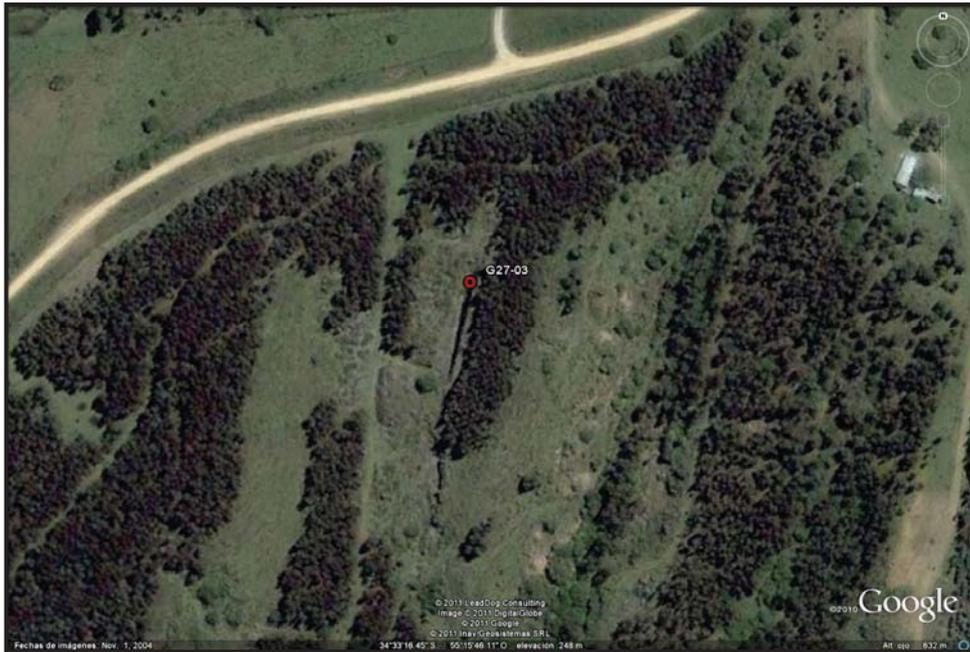


Figura 48: Ubicación de cantera de filitas negras (G27-03).



Foto 89 Cantera de filita abandonada

Ficha G27- 20. Litológicamente se trata de filitas calcáreas, asociadas a filitas sericíticas a cuarzosas intercaladas con cuarcitas. El rumbo general es N45E, 60° al W, se constata la existencia de una falla subnormal al rumbo debido a la interrupción de un bando de calizas filitosas ubicado al Este del área.

La roca que se explotó forma parte de un banco de aproximadamente 300m de longitud X 15 m de potencia, 10m de altura. Se trata de una filita de color oscuro, de grano muy fino, de esquistosidad apreciable, compuesta por: muscovita, calcita, clorita y cuarzo como minerales esenciales; como accesorios rutilo, grafito y turmalina. La forma del cuerpo es lenticular y su actitud es N30°, buzando 55° al NW.

Las características de la explotación son: a cielo abierto, con una profundidad máxima de 6 , y una superficie de cantera de 110m² y un frente de 4m de altura en un solo piso de cantera.

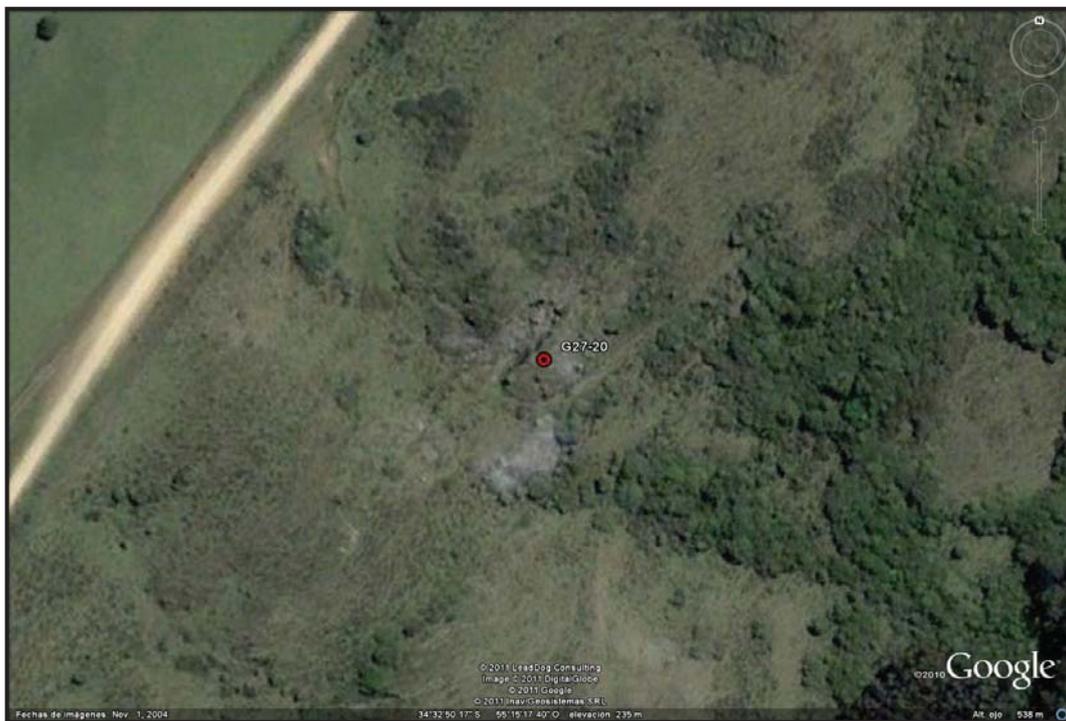
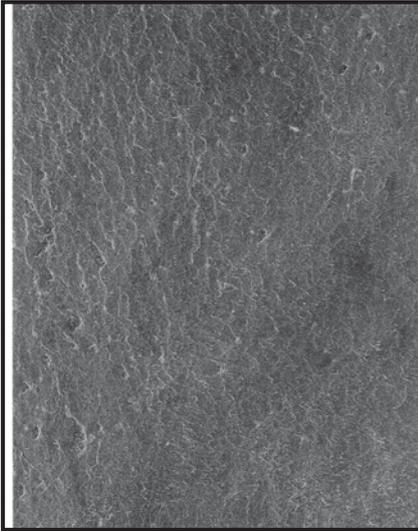


Figura 49: Ubicación de cantera de filitas negras (G27-20).



Foto 90: Vista general de cantera de filitas G27-20.

Ficha técnica de Filita negra



- Coeficiente de imbibición (W); 0,85 %.
- Rozamiento de deslizamiento (Ur): 5,51mm.
- Peso unidad de volumen (P): 2803 Kg/ mc

Ficha G28-09. Se trata de una cantera abandonada de filitas, ubicada como muestra la figura 50, que forma parte de un lente bastante continuo y que asociado a otras litologías tales como, calizas, esquistos sericíticos, metavolcánicas ácidas y básicas forman parte del Grupo Lavalleja. Se trata en este caso de un lente de esquistos sericíticos, grises verdosos a ocres bien laminados, cuya actitud es N20-30 E; buzando 80° E.



Figura 50: Ubicación de cantera de filita (G28-09).

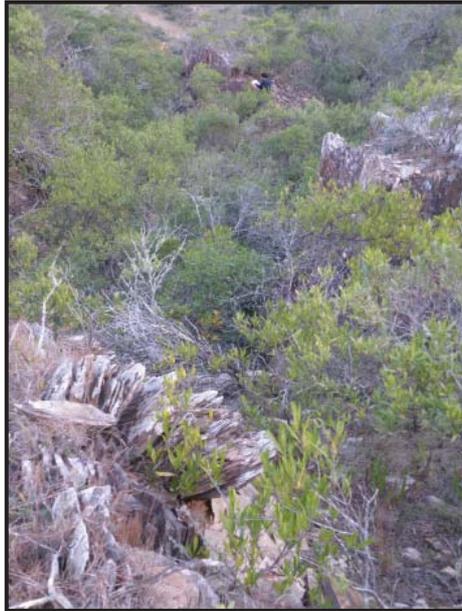


Foto 91: Vista general de la cantera de filitas.

Las características de la explotación son: a cielo abierto, la profundidad máxima de 3m y una superficie de cantera de 300m² aproximadamente. La altura máxima de los frentes es de 3m y el número de frentes es de 2 en un solo piso de explotación. La forma de la explotación para este tipo de material es en general paralelo a la dirección de la esquistosidad, lo que permite una extracción más sencilla y mediante métodos manuales.

4.3. MINERALES INDUSTRIALES

Se denominan así a algunos materiales que son producto de diversas etapas de procesamiento como molienda, separación, calcinación e hidratación en donde los productos finales de estos procesos son utilizados en la industria como en la construcción.

En la industria se destina al sector de la agricultura (corrector del PH de suelos), en alimentación de aves (raciones), en industria papelera y siderúrgica mientras los fines de la construcción son hormigones estructurales, preparación de morteros y revestimientos.

Desde el punto de vista de su utilización como materia prima, las rocas y minerales industriales tienen algunas peculiaridades que, como grupo, las definen y las diferencian de los minerales metálicos. Son entre otras, las siguientes:

- Explotabilidad determinada por el uso
- Campo de aplicación muy diversificado
- Bajo valor en boca de mina, alto valor agregado
- Alta incidencia del costo del transporte
- Estabilidad de precios de venta
- Alta tasa de crecimiento anual del consumo.

En el departamento de Maldonado, se identifican minerales industriales asociados básicamente a rocas carbonatadas tales como calizas y dolomías que sustentan fundamentalmente la industrias de las cales y cementos, así como también fluorita.

4.3.1 Calizas

Ampliamente utilizadas debido a su alto contenido de CaCO_3 , clasificadas así cuando su composición oscila entre 70-80% y hasta más del 90%. Los sistemas de clasificación más corrientes son:

- 1) Según el grado de pureza y su composición química (cuadro 2)
- 2) Según el contenido de carbonato y magnesio (cuadro 3)
- 3) Finalmente, la figura 51 muestra la clasificación de calizas según el contenido de dolomía y otras impurezas.

Cuadro 2: Clasificación de calizas por composición química

Categoría	Composición química CaCO_3 %
Caliza muy pura	>98.5
Caliza pura	97.0-98.5
Caliza, calidad estandar	93.5-97.0
Caliza, calidad inferior	85.0-93.5
Caliza impura	>85

Cuadro 3: Clasificación de caliza según el contenido de carbonato y magnesio.

Porcentaje CaCO_3 %	Designación de la roca consolidada		
100-95	Caliza		
95-75	Caliza margosa		
75-65	Marga ("marguita" o roca margosa en sentido estricto) calcárea		
65-35	Marga		
35-15	Marga ("marguita") arcillosa		
15-5.	Arcillita u argilita margosa		
5-0	Arcillita/ lutita		
Contenido de carbonato %	Proporción de MgCO_3 % del contenido total en carbonato		
	0-5	5.- 30	>30
0-10	Arcillita/lutita	Arcillita/lutita	Arcillita/lutita
10.-25	Arcillita calcárea	Arcillita dolomítica	Arcillita dolomítica
25-50	Marga (marguita arcillosa)	Marga (marguita) arcillosa dolomítica	Marga (marguita) arcillosa dolomítica
50-75	Caliza arcillosa	Marga ("marguita") calcodolomítica	Marga (marguita) dolomítica
75-90	Caliza arcillosa	Caliza dolomítica	Dolomía arcillosa
90-100	Caliza	Caliza dolomítica	Dolomía

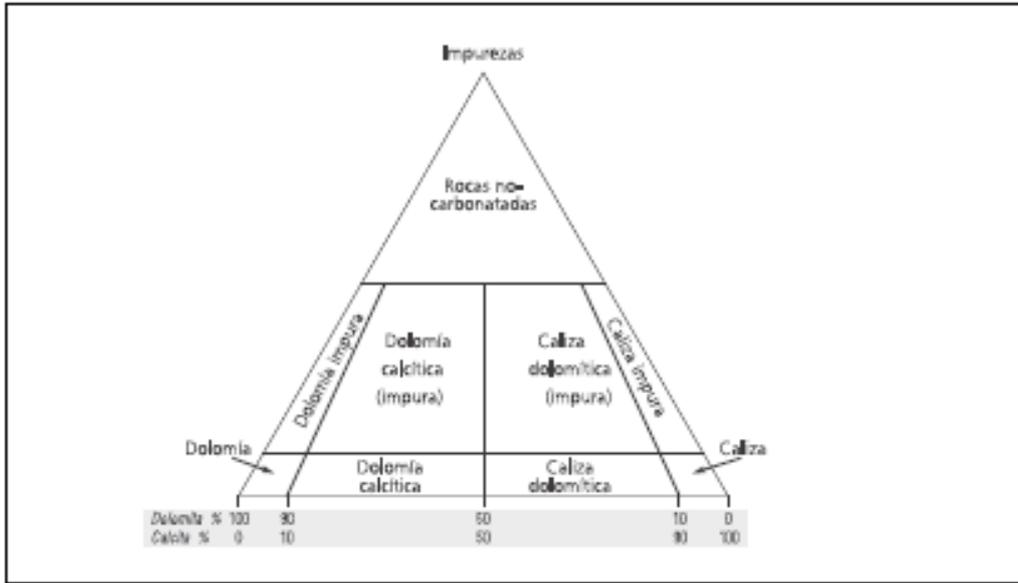


Figura 51: Clasificación de calizas y dolomías con otras impurezas

Los yacimientos de calizas o calizas marmóreas se distribuyen de forma dispersa en el NW del departamento de Maldonado, corresponden a 18 canteras de las cuales son activas, abandonadas u inactivas y están ubicadas en las siguientes hojas cartográficas: Las Cañas, Sierra de los Caracoles, Fuente del Puma y Las Animas.

Se realiza especial énfasis en las canteras activas que poseen planta de procesamiento en el predio de la concesión minera, por lo que se desarrollará en el capítulo 5 “Industrias consumidoras básicas”. Se identificaron en la región seis zonas productoras de calizas, que pasamos a describir a continuación.

4.3.1.1 Zona Puntas del Campanero

Corresponde a la región ubicada en el límite con el departamento de Lavalleja, en el entorno de la Sierra Cuchilla Grande y la localidad denominada Puntas del Campanero (ver figura 52). Está integrada por cuatro canteras de las cuales presentan inactividad, pero se ha tomado información geológica-minera, y observando la infraestructura abandonada existente, permite interpretar el procesamiento que se efectuaba.

El banco de caliza que ha sido explotado se emplaza con rumbo general N30E a N40E, perteneciente a la unidad litotectónica Carapé (Rossini & Legrand 2003). La Unidad Carapé (UC) es un registro metavulcano-sedimentario, de un ambiente sedimentario plataformar silico-carbonático más distal con base transgresiva y manifestaciones volcánicas piroclásticas. Los estudios de Rossini & Legrand 2003, indican litotipos como calizas, metamargas, metareniscas calcáreas, donde la UC presenta deformación, el comportamiento deformacional es dúctil. En los relevamientos de este trabajo se distinguió localizadamente en la zona de canteras una brecha de falla denotando también comportamiento frágil durante la deformación.

Se distingue en la región un granito; “La Calera” el mismo oficio de roca de caja del banco de calizas y pertenece al conjunto de granitos Tardipostectónicos, desde el punto de vista petrográfico son rocas monzograníticas próximas a composiciones granodioríticas.



Figura 52: Localización de canteras de calizas en la zona Puntas del Campanero.

Ficha F27-01

La cantera F27-01 ubicada como muestra la figura 53 se explotó en dos socavones de forma longitudinales: uno al S y otro al N, los mismos presentan actitud N30E están asociados a zona de falla (ver fotos 92 y 93) roca de caja granítica anteriormente mencionada.

Se realizó análisis químicos de la misma mediante el método de Florescencia de rayos X Dispersiva en energía-EDXRF, en los Laboratorios de Tecnogestión de la DINAMIGE, clasificándose claramente como caliza. Los resultados analíticos de una muestra representativa del lente calcáreo son: CaO%: 52.08; MgO%: 0.13; SiO₂%: 2.043; Al₂O₃%: 0.2256; Mn (ppm): 42.1; Fe₂O₃%: 0.2314; CaCO₃%: 93; MgCO₃%: 0.28.

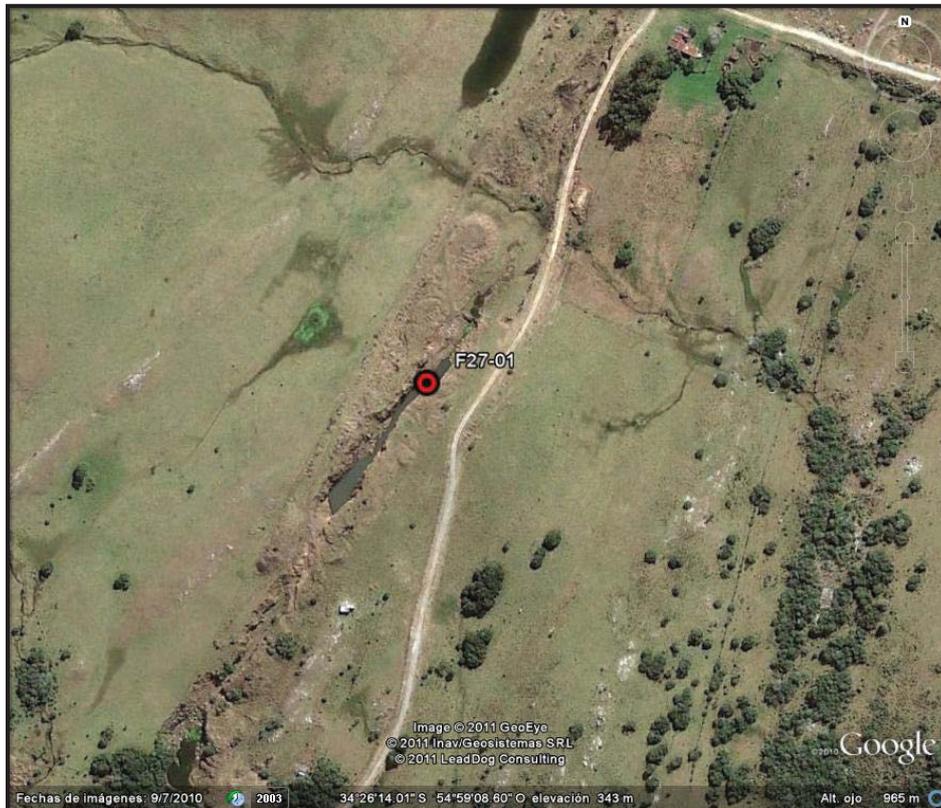


Figura 53: Ubicación de cantera de caliza F27-01



Foto 92: Vista del socavón hacia el Sur.

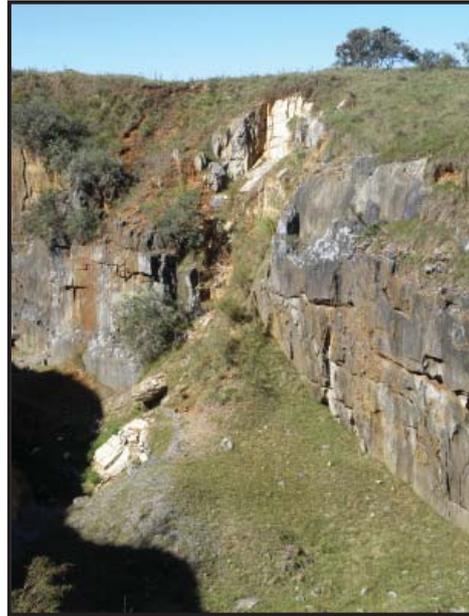


Foto 93 Vista del socavón hacia el Norte

En este caso se trata de una cantera abandonada, explotada a manera de socavón, es decir en el sentido del lente calcáreo, priorizando el largo más que el ancho.

La geología local está definida por un lente de caliza entre esquistos biotíticos, neises leucócratas a biotita, cuarcitas a fucsita, con aportes de cuarzo y recortes pegmatíticos. El mismo asociado a zonas de falla, identificándose una pared de falla y brechas de falla puntuales así como ribbons de cuarzo

La forma del depósito calcáreo es longitudinal a rectilíneo en zona de falla. La actitud del cuerpo es N30E, buzando 85° al NW. Las dimensiones de ambos socavones son; el Sur 245m de largo, x 30 m de ancho y el Norte 165m de largo por 25m de ancho. La profundidad máxima de la excavación es de aproximadamente 20m, y la altura máxima de los frentes de 10 m, explotados en dos pisos de cantera.

Ficha F27-03



Figura 54: Cantera de caliza F27-03

En el caso de la cantera F27-03 se mantiene el rumbo del cuerpo calcáreo N35-N40E, es un banco de caliza gris, de grano fino a muy fino, presenta un bandeado por color desde blanco a gris y negro; dicho bandeado es vertical en el mismo sentido de la esquistosidad.

La explotación, presenta 226m de potencia y el ancho del frente principal de 80m (ver foto 94). Se observan recortes pegmatíticos, diques máficos y aplíticos. La roca de caja al este, son: esquistos sericíticos grises y la roca de caja al oeste, esquistos sericíticos verdes a negros rumbo N35-40E, buzamiento vertical, concordante con el lente calcáreo. El presente material tenía como principal uso el de producción de cal para construcción.



Foto 94 Vista panorámica de frente de cantera



Foto 95 Detalle dique de pegmatita y cristales de sulfuros de hierro (pirita).

A continuación se presentan los resultados analíticos de una serie de muestras representativas del yacimiento:

Cuadro 4: Resultados analíticos de muestra representativas

Muestra	CaO %	MgO %	Al₂O₃ %	SiO₂ %	Fe₂O₃ %	CaCO₃ %
F27-03	51.65	0.15	0.54	3.233	0.4145	92.3
L6	54.40	0.98	0.40	2.06	0.23	97.75
L7	53.70	1.27	1.81	2.62	1.81	95.5
L8	54.0	0.93	0.52	3.30	:0.48	95.7
L9	54.18	1.33	0.65	1.32	0.65	97.3

Ficha F27- 19



Figura 56: Ubicación de cantera de caliza F27-19

Al sur de las canteras recientemente descritas, se ubica la cantera F27-19 donde existe una alternancia de lentes de caliza de 5-7m de espesor, con micaesquistos muscovíticos, biotíticos de grano fino y neises en el que los micaesquistos presentan recortes de cuarzo, enriquecidos en sulfuros. Rumbo del conjunto litológico N30, buzamiento vertical levemente inclinado 70-80° al W. Se observan flancos de paredes con estilolitos evidenciando zona de falla (ver foto 101).

Se trata aquí de una cantera de grandes dimensiones explotada a manera de dos socavones paralelos, cuyo largo es de 424 m y su ancho de 75 m (ver fotos 98). La profundidad máxima de la excavación es de 18 a 20 m, explotada en dos pisos, con una altura máxima de los frentes de cantera de hasta 8 m.

El sistema de corte y arranque es mediante barrenos y voladuras, que posteriormente sufren un proceso de trituración y quemado, para la producción de cal.



Foto 98: Vista general de la cantera



Foto 99: Vista del socavón lateral SE



Foto 100: Vista general del socavón NW.

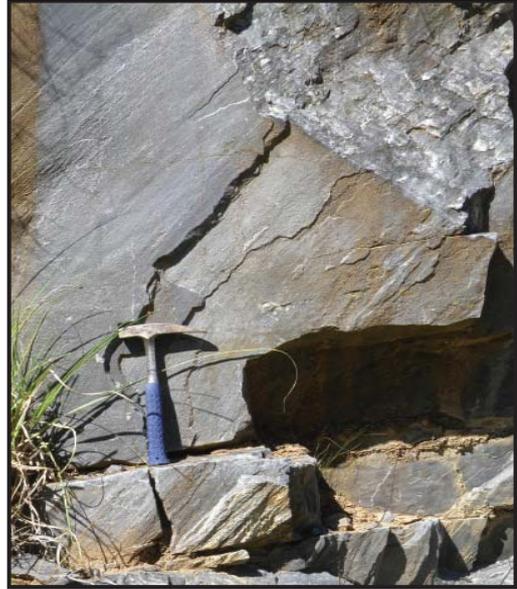


Foto 101: Marcas de estilolitos en pared lateral.

A continuación se presentan los resultados analíticos de 4 muestras representativas del depósito calcáreo:

Cuadro 5: Muestras representativas del depósito calcáreo.

Elementos	Muestra1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4
Residuo ins. %	3,68	3,87	9,60	3,96
R2O3 %	0,43	0,17	1,00	0,38
CaCO3%	91,50	91,67	82,60	90,82
MgCO3%	3,99	3,86	7,70	4,35

4.3.1.2. Zona Carapé

Su nombre responde a la denominación geográfica de la región donde se encuentran ubicadas, una serie de canteras de calizas que se encuentran en este entorno.

Se halla ubicada al N-NE de la ruta nacional Nº 12, se accede por un camino vecinal en buen estado que sale de dicha ruta a la altura del kilómetro 360 distante del mismo unos 10 kilómetros aproximadamente (ver figura 57).

El marco geológico al cual pertenecen las calizas corresponden a la unidad Zanja del Tigre (UZT) está constituida por un potente paquete metasedimentario correspondiente a un ambiente plataformal mixto silico-carbonático, en situación somera y proximal, con ciclicidad a nivel de registro estratigráfico (existencia cíclica de progradaciones siliciclásticas y de evoluciones hacia condiciones de sedimentación carbonática). Los principales litotipos son dolomías-mármoles, esquistos calcáreos, filitas, metasedimentos finos, metaareniscas y metaconglomerados y el comportamiento de deformación es frágil-dúctil. La UZT presenta paragénesis asociadas al evento M2, indicando condiciones metamórficas típicas de facies esquistos verde inferior.

Cerca de la localidad Carapé en un contexto de diversidad geológica; se determinó la existencia de:

- Depósito dolomítico, de forma algo triangular, un eje de dirección N-S, cuya longitud es de 950m y otro de dirección NW-SE con una longitud de 780m. Son dolomías masivas, de colores mayormente blancos a blancos grisáceos, el tamaño de grano es básicamente fino a fino-medio.
- Calizas grises, de grano fino a medio, algo esquistasas, por momentos poseen una alternancia de bandas de color gris oscuro con gris claro, presentando minerales máficos y sulfuros, en el que la caliza presenta fuerte reactividad al HCl.
- Granitos s.l. de grano medio a biotita, de color rosado, generalmente isótropo, algo foliado hacia los contactos. El mismo actúa de roca de caja al W-NW del depósito dolomítico.
- Esquistos pizarrosos y filitas, se trata de una asociación litológica de pizarras negras de grano fino, las cuales pueden presentarse ferrificadas con presencia de cuarzo y muscovita.
- Cuarcitas y metaareniscas ubicadas en las cotas más altas.

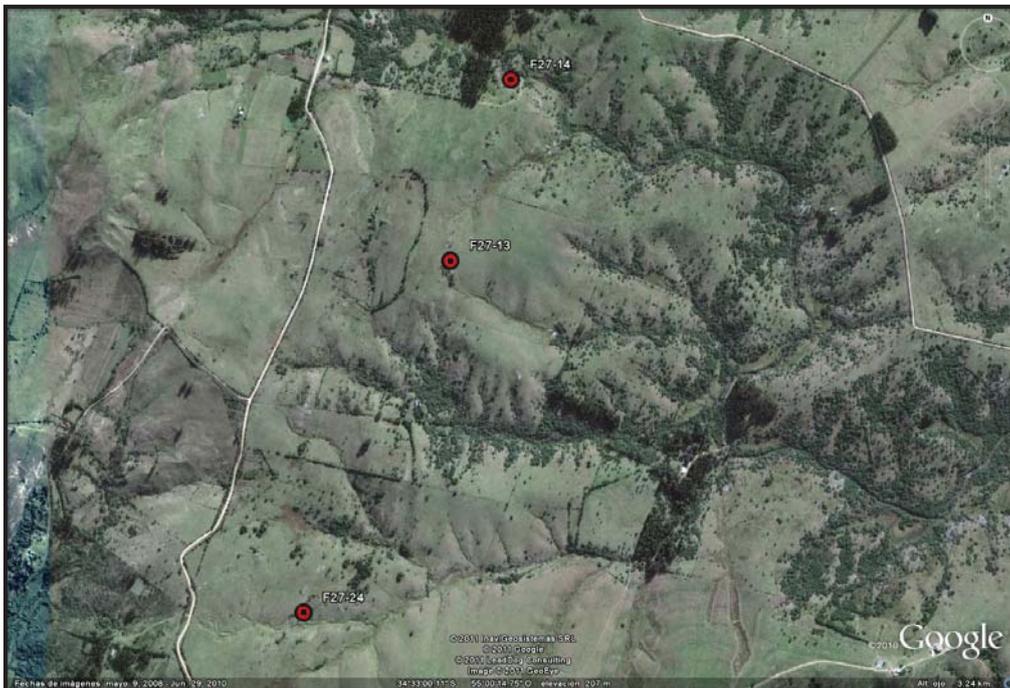


Figura 57: Ubicación regional de canteras en la zona Carapé.

Ficha F27-14. En el relevamiento de la cantera F27-14, se constató la explotación de un banco de forma lenticular de una caliza de color gris, de grano fino con presencia de piritita, las dimensiones del cuerpo son; 40 m de largo y ancho de 30m aproximado. Forma parte de una secuencia de leucogranito, micaesquistos biotíticos, muscovítico y calizas fuertemente deformadas, la misma presenta plegamiento observado a nivel de afloramiento.

Las condiciones dúctiles se asocian a la presencia de granito aboudinado en una masa de caliza existiendo una transición a condiciones frágiles, pues se observa bloques de granito con aplastamiento y fracturados. Los análisis químicos realizados indican que el material explotado se clasifica como caliza, siendo los resultados 94.23% de CaCO_3 .



Figura 58: Ubicación de cantera de caliza F27-14.



Foto 102: Vista panorámica de cantera de caliza, ficha F27-14



Foto 103: Secuencia micaesquistos, calizas y leucogranito



Foto 104: Granito aboudinado en la caliza.

Las dimensiones del cuerpo calcáreo son de aproximadamente 40m de largo por 30m de ancho.

Se trata de una cantera inactiva, cuyas dimensiones son: profundidad máxima de la excavación, 5 a 6 m; superficie de la cantera 1800m² aproximadamente, explotada en un solo piso y en dos frentes, cuya altura es de 5m. El sistema de corte y arranque es de tipo manual y el material era utilizado para su calcinación con fines de ser usado en construcción.

Ficha F27-13. Se trata en este caso de una pequeña cantera abandonada donde se extrajo caliza para la producción de cal, mostrada en la figura 59. La misma forma parte del lente calcáreo de la ficha F27-14 ubicada unos 700m al Norte. La geología local comprende un lente calcáreo en contacto con cuarcitas y granitoide estirado, biotítico, siendo la caliza con mucho aporte de sílice en bochas, con trazos de rocas caja englobadas y sulfuros (pirita) diseminados y en concentraciones. Banco de caliza masiva de grano fino, color gris, de fuerte reacción al HCl, en alternancia con niveles de micaesquistos y neises, en referencia a la forma del depósito; la misma es de tipo lenticular, cuya dirección es N 25, buzando 60° al Este.



Figura 59: Ubicación de cantera de caliza, ficha F27-13.

Las características de la explotación son de un pequeño socavón de 10m de ancho por 15 a 20m de largo, explotada en un solo piso y un solo frente de cantera de unos 3 a 4m de altura.

Ficha F27-24



Figura 60: Ubicación de cantera de caliza, ficha F27-24.

La presente ficha comprende una serie de pequeños socavones para extracción de caliza con destino a la producción de cal en hornos de piedra existentes en la zona en la década del 50. Se trata de pequeñas canteras abandonadas, sobre un lente de caliza angosto de grano medio, tiene un bandeado por color, gris-blanco, presenta muscovita y sulfuros diseminados, de fuerte reacción al HCl. La actitud del lente es N15 – 20 E; vertical a sub-vertical.

Las características de la explotación son socavones, alargados de aproximadamente 2m de profundidad, y cuyas dimensiones son de 80 a 90m de largo por 8 a 10m de ancho.

4.3.1.3. Zona Cinco esquinas



Figura 61: Ubicación de canteras de calizas en la zona cinco esquinas.

La presente zona (figura 61) se ubica al S-SE de la Zona Puntas del Campanero, distante de ella seis kilómetros aproximadamente. Geológicamente forma parte del Complejo Metamórfico Zanja del Tigre, integrado por un potente paquete metasedimentario correspondiente a un ambiente plataformal mixto silico carbonático, en situación somera y proximal, con ciclicidad a nivel de registro estratigráfico (existencia cíclica de progradaciones siliciclásticas y de evoluciones hacia condiciones de sedimentación carbonática). Los principales litotipos son: dolomitas-mármoles, esquistos calcáreos, filitas, metasedimentos finos, metaareniscas y metaconglomerados y el comportamiento de deformación es frágil-ductil.

Ficha F27-27. Se trata aquí de un pequeño socavón abandonado (figura 62) de caliza carbonática, de grano fino a grueso, con presencia de sulfuro (pirita) en forma de manchas de óxido. Se encuentra en contacto neto con gneiss.

Ancho del lente de caliza 10 a 12 m. Altura del frente 3 m aproximadamente de rumbo N205, y buzando 47° al W.

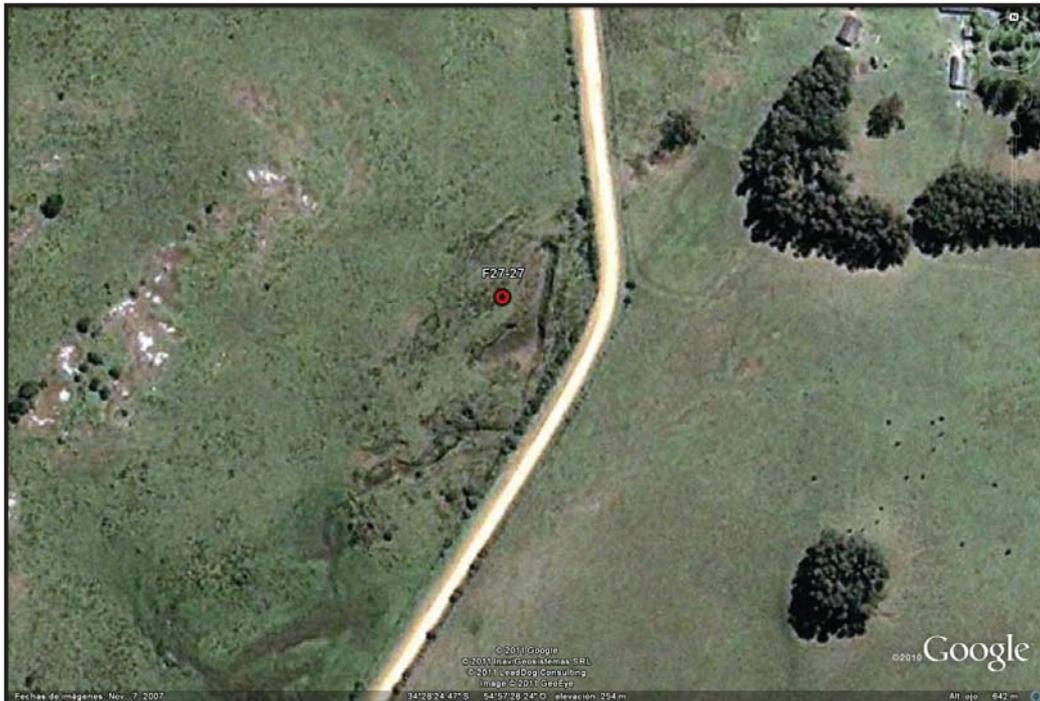


Figura 62: Ubicación de cantera de caliza, ficha F27-27



Foto 105: Vista general de socavón.

Ficha F27-02. La presente cantera, que actualmente se encuentra abandonada, se vincula a un lente de caliza marmórea longitudinal limitado por cataclasitas y esquistos biotíticos. Banco de caliza de color gris oscuro, bandeada, de rumbo N255, 70° NW. Roca de caja micaesquistos y neises.



Figura 63: Ubicación de cantera de caliza F27-02.

La superficie de cantera tiene un largo de 100m por un ancho de 20m, explotada en dos pisos, con una altura de frentes de 6 a 7m aproximadamente.

El sistema de corte y arranque es mediante explosivos y métodos manuales, de trituración, para la producción de cal. Los valores analíticos de una muestra representativa del depósito dio los siguientes resultados: Al_2O_3 : 0.1820%; SiO_2 : 2.064%; CaO : 51.87%; MnO : 67.3 ppm; Fe_2O_3 : 0.2607%; MgO : 0.40%; $MgCO_3$: 0.83%; $CaCO_3$: 93.0%.

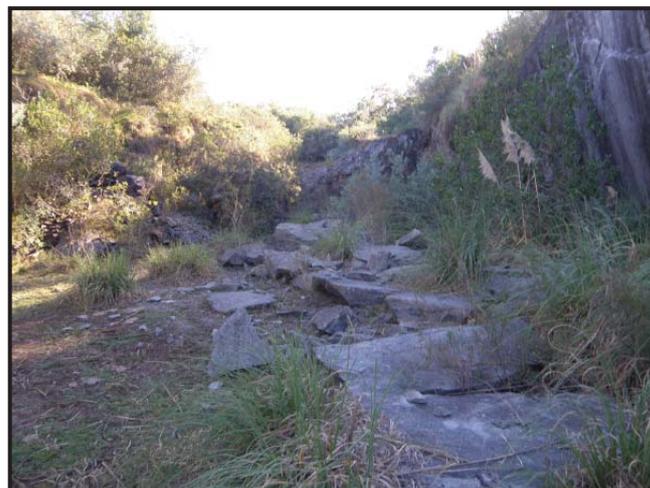


Foto 106: Vista del socavón al Oeste.

4.3.1.4. Zona Cuchilla de Alvariza

La zona denominada como Cuchilla Alvariza (figura 64) se encuentra ubicada al E de la ruta nacional Nº 60, donde a la altura del kilómetro 56,9 se toma hacia el SE unos 3 kilómetros por el camino departamental que conduce a la zona conocida como Cuchilla Alvariza hacia el Sur. El mismo camino presenta una bifurcación que conecta con la ruta Nº 12 tomando hacia el NE.



Figura 64: Ubicación de canteras de calizas en Zona Cuchilla de Alvariza.

La geología regional forma parte del denominado Complejo Metamórfico Zanja del Tigre. Las canteras de calizas que fueron relevadas, se identificaron con el número de ficha, G27-07 y G27-06 distantes 1 kilómetro una de otra, ver figura 64.

Ficha G27-06A. La presente ficha se corresponde a una cantera de caliza, abandonada (ver figura 65) la cual extrajo dicho material para la producción de cales.



Figura 65: Ubicación de cantera de caliza, ficha G27-06A.

La geología local, corresponde a una caliza marmórea no dolomítica, entre esquistos sericíticos-biotíticos. Banco de caliza masiva de grano fino a medio, bandeada por color, bandas negras y grises de 6m de ancho con intercalaciones de esquistos sericíticos de rumbo N40, 70° S-SE, en concordancia con el lente calcáreo.

Las características de la explotación están determinadas por una forma de la excavación a manera de dos callejones paralelos, cuya profundidad máxima es de 15 a 17m aproximadamente y las dimensiones de la misma son de 140 a 150m de largo por 45 a 50 m de ancho considerando ambos callejones.

Fueron tomadas dos muestras representativas del presente depósito, las cuales dieron como resultados, los siguientes valores:

Cuadro 6: Valores analíticos de las muestras del depósito

Muestra	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	CaO%	Fe ₂ O ₃ %	MgO%	CaCO ₃ %
G27-06A 2	0.004	1.958	50.75	0.35	0.36	93.2
G27-06A 1	<0.003	1.723	50.66	0.44	0.35	93.8

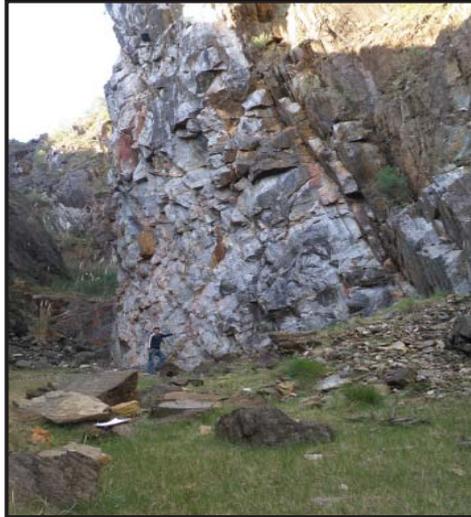


Foto 107: Frente de cantera



Foto 108: Vista general de cantera

Ficha G27-06B. La presente cantera de caliza forma parte del mismo banco calcáreo que la G27-06 A, y a diferencia de ésta se encuentra en actividad.



Figura 66: Ubicación de cantera de caliza, ficha G27-06B.

Se trata de una caliza de grano fino a medio, de color rosado con venillas y filones calcínicos que la recortan. En contacto al Este, la roca caja es un sericitoesquistos de grano fino, algo calcínico, mientras que al Oeste la caja se trata de una roca metavolcánica de colores grises ubicadas en laderas medias y altas.

Las características de la explotación están determinadas por; una profundidad máxima de la excavación de 7 a 8m, la superficie de la cantera es de 70m de largo por 25m de ancho, explotado en un solo piso de cantera, y un solo frente de 6m de alto. El sistema de corte y arranque es mediante martillos neumáticos, explosivos y palas mecánicas. Los procesos de beneficio mineral consisten en; achique de la roca luego de la voladura, para

homogeneizar tamaño, trituración, quemado y producción de cal, con destino a construcción.



Foto 109: Frente de cantera y acopio



Foto 110: Vista general de cantera

Fue tomada una muestra representativa del lente calcáreo la cual dio como resultado los siguientes valores: $Al_2O_3\%$: 0.2268; $SiO_2\%$: 2.592; $CaO\%$: 50.21; $Fe_2O_3\%$: 0.5704; $MgO\%$: 0.2538; $CaCO_3\%$: 90.8; $MgCO_3\%$: 1.2.

Ficha G27-07. Dicha cantera se ubica al Noreste de la zona Cuchilla Alvariza como muestra la figura 67.

Se trata en este caso de un banco calcáreo que presenta alternancia de dos tipos litológicos:

- *Caliza marmórea*, masiva de color gris, de grano fino, fuerte reacción al HCl, con bandeado milimétrico a centimétrico por color. Rumbo banco N40, 85° al S.
- *Esquisto biotítico* con venillas calcíticas, de grano medio, color gris, con venillas rosadas y posee una notoria esquistosidad, haciéndolo más fisil y con bandeado paralelo por color. Las dimensiones del cuerpo calcáreo son; longitud: 383 m; ancho: 57m y potencia 20 m.



Figura 67: Vista general de cantera, ficha G27-07.

Las características de la explotación son de una cantera a cielo abierto, donde la explotación se realiza longitudinalmente, con una profundidad máxima de la excavación de 16 a 18m, en dos pisos de cantera, así como también en dos frentes, cuya altura oscila en los 10 a 12 m. La superficie de cantera es de 16000 m² aproximadamente, siendo su forma de tendencia rectangular priorizando el largo del lente más que su ancho debido a su escasa potencia. El sistema de corte y arranque se realiza mediante explosivos, martinets y palas cargadora.

Fue tomada una muestra representativa del lente calcáreo la cual dio los siguientes valores: Al₂O₃‰:0.01626; SiO₂‰: 2.111; CaO‰:50.11; Fe₂O₃‰:0.4839; MgO‰: 0.76; MgCO₃‰: 1.6; CaCO₃‰: 89.5.



Foto 111: Vista general de cantera.



Foto 112: Frente de cantera.



Foto 113: Detalle del bandeo en roca.

4.3.1.5. Zona Cerro de las Ventanas

La presente zona se ubica próximo a la ruta 60 a 8,5 kilómetros al norte de Pan de Azúcar. Existe en la actualidad una cantera de caliza a cielo abierto en actividad, el permiso de explotación está concedido a la Compañía Nacional de Cementos S.A (CNC), anteriormente conocida como Canteras de Burgueño.

La extracción del material corresponde a metacalizas de la Formación Fuente del Puma del Grupo Lavalleja. El mismo se caracteriza por fajas de rocas sedimentarias y metavolcánicas que han sido intensamente deformadas que se separan en tres grandes unidades en función de las asociaciones litológicas y del grado metamórfico (Sanchez & Ramos 1999), Formación Minas, Formación Fuente del Puma y finalmente Formación Zanja del Tigre.

La Formación Fuente del Puma es definida por Midot 1984, registrada desde el Sur de la ciudad de Minas hasta la ciudad de Pan de Azúcar. Las unidades litológicas se separan en tres miembros distintos: sedimentario, volcánico y gabros hornblendicos en la que la misma presenta un metamorfismo de grado facies esquistos verdes inferior. En la presente zona se asocia la extracción del material a las facies carbonáticas del miembro sedimentario de la Formación Fuente del Puma.



Figura 68: Vista general de cantera de caliza, G28-20A.

La geología del yacimiento comprende tres bloques; Cantera Actual (Bloque A), Cantera Inundada (Bloque B) de la cual se extrajeron bloques de mármol a principios del siglo XX y Los Penachos (Bloque C). Estructuralmente dichos bloques están separados y delimitados, por estratos de filitas y fallas de desplazamiento.

Los bancos calcáreos tienen rumbo general NE y su buzamiento es de 75 a 80° al SE. Su potencia es variable entre 160 y 90m, y su longitud es del orden de 1160m.

Comprende calizas cristalinas, compactas, de grano fino, con fuerte reacción al HCl, color gris a blanco, con pátinas, lentes y nódulos de algunos decímetros de filitas de color bordó. El yacimiento de calcáreo presenta una serie de variaciones litológicas determinadas por dolomías en bolsones o lentes dentro del banco calcáreo y filitas intercaladas con las calizas y limitando los bloques calcáreos lateralmente. El material utilizado como materia prima puede contener hasta un 3% de fragmentos de dolomía y hasta un 3% de filitas verdes, las filitas bordó puede representar hasta el 10% del volumen total.

La presente cantera se encuentra en plena actividad dado que pertenece CNC, quien utiliza la caliza como materia prima para producción de cementos y cales. La explotación de la misma es en bancos regresivos, cuya altura de los frentes en cada banco oscila en los 4 a 5m, en 5 bancos o pisos de cantera. Actualmente, la profundidad máxima de la excavación es del entorno de los 50 a 60m, en la cota inferior, y la superficie de la cantera es de aproximadamente 4 hectáreas.

El método de corte y arranque se realiza mediante el uso de explosivos, carga y transporte hacia la planta de trituración y luego a los hornos de calcinación. Los procesos de beneficio del mineral son: molienda, calcinación, separación; para cales y cemento. Las características del producto resultante son: cal hidratada, cal viva y cemento cuyos usos son, construcción, agropecuario, alimentación animales, etc.

Los resultados analíticos de una muestra del banco calcáreo dio los siguientes valores: CaCO_3 : 89.5%; SiO_2 : 5.9%; Al_2O_3 : 1.4%; Fe_2O_3 : 1.0%; MgO %: 1.8%.



Foto 114: Vista general de cantera.



Foto 115: Arranque, carga y transporte.



Foto116: Carga de explosivos para voladura.



Foto 117: Trituración y clasificación granulométrica

4.3.1.6. Zona Laguna del Sauce

La presente zona se halla ubicada al SE de la ciudad de Pan de Azúcar, a la altura del kilómetro 119 de la ruta nacional N° 9, se toma al Sur unos 7 kilómetros hasta el lugar donde se ubica la cantera y la planta industrial.



Figura 69: Vista general de cantera.

A nivel del contexto geológico regional, el presente yacimiento forma parte del denominado Complejo Metamórfico Zanja del Tigre. La geología local donde está comprendida la presente cantera corresponde a una caliza metamórfica, homogénea, gris oscura con bandas blancas, milimétricas a centimétricas, con venas calcíticas, de grano fino y fuerte reacción al HCl., presenta sulfuros diseminados, básicamente pirita. Petrográficamente la roca calcárea está conformada por calcita en cristales xenomorfos, cuarzo en cristales xenomorfos aislados, siendo su textura granoblástica, con tamaño de grano 0.06 a 0.12 mm.

El yacimiento de calcáreo aquí considerado se presenta como un banco alargado de rumbo que oscila entre N20°E y N30°W con buzamiento sub-vertical. Con este tipo de yacimiento y el ritmo de explotación previsto, la explotación es a cielo abierto. La extracción sigue los lineamientos clásicos de la explotación a cielo abierto por el método de arranque con el empleo de barrenos y explosivos.

Las características químicas de la caliza que aquí se explota son: Ins.4.13%, PPC.41.15%, R₂O₃ 0.77%, CaO. 48.95%, MgO₂ 30%; para el caso del sector más calcáreo y en los sectores más dolomíticos, los análisis químicos son los siguientes:

Muestra N° 1: 46,1% CO₃Ca/45,6% CO₃Mg,
Muestra N° 2: CO₃Ca 45,9%/CO₃Mg 44,1%,
Muestra N°3: CO₃Ca 47,2%/ CO₃Mg 44.9%

Las características de la explotación están determinadas por una posición geomorfológica de la cantera de ladera media, con un máximo de cota de 40m y un mínimo de 19m sobre el nivel del mar. La profundidad máxima de la excavación es de 20m y el área de cantera es de 28000m². El número de bancos y/o pisos de la cantera es de 4 y el número de frentes es de 3, siendo la altura de los mismos desde un mínimo de 3m hasta un máximo de 9m.

El sistema de corte y arranque se realiza mediante el uso de explosivos, carga, transporte a los molinos y posterior quema de la piedra en hornos verticales.



Foto 118: Vista de cantera al SE.



Foto 119: Frente de cantera al Sur.

4.3.2. Dolomitas

Los depósitos dolomíticos en el departamento de Maldonado, se encuentran vinculados geológicamente al Grupo Lavallega y dentro de éste a las Formaciones Fuente del Puma y Zanja del Tigre. En ese sentido se identificaron cuatro zonas portadoras de depósitos dolomíticos en Maldonado, las cuales también pueden coincidir con zonas de calizas y mármoles descritas en párrafos anteriores.

Dentro de esta amplia región las rocas calcáreas en general y particularmente los calcáreos dolomíticos están restringidos a las unidades geológicas conocidas como Formación Fuente del Puma y Formación Zanja del Tigre (Sánchez & Ramos, 1999), Unidad Zanja del Tigre y Unidad Carapé (Rossini & Aubet, 2000), Grupo Lavallega; Asociación II Peña Blanca, Asociación III Minas Viejas, Asociación IV b Zanja del Tigre (Oyhantçabal et al., 2001). Para las rocas metasedimentarias de Zanja del Tigre se ha obtenido una edad (SHRIMP) de 1780m.a. y para las de Fuente del Puma una edad (SHRIMP) de 702m.a. (Oyhantçabal et al., 2005)

Estas unidades geológicas, además de las rocas calcáreas, presentan intercaladas rocas sedimentarias y volcánicas, con metamorfismo bajo (Formación Fuente del Puma) y bajo a medio (Formación Zanja del Tigre). Además las unidades han sufrido una importante deformación con generación de pliegues, fracturas/fallas, desgarros y transporte de masas.

Los cuerpos calcáreos presentan dimensiones muy diversas, así como composición química que varía desde calizas hasta dolomitas e intercalación frecuente de rocas calcopelíticas y calcopsamíticas.

4.3.2.1. Zona Cuchilla de Alvariza

La zona denominada como Cuchilla Alvariza se encuentra ubicada al E de la ruta nacional N° 60, donde a la altura del kilómetro 56,900 se toma hacia el SE unos 2 kilómetros por el camino que conduce a la zona conocida como Cuchilla Alvariza, hacia el Sur. El mismo camino presenta una bifurcación que conecta con la ruta N° 12 tomando hacia el NE (figura 70).

La presente zona posee una intensa actividad extractiva básicamente para dolomitas, las cuales son utilizadas en la industria de las cales, pinturas, etc. Una de las principales canteras es la correspondiente a la firma NOBLEKIT S.A. la cual se halla situada en la porción occidental del depósito. En dicha cantera el banco dolomítico adopta un rumbo N30°E, buzando 40° al Este, y planos de fallas de dirección N50°-70°W, con una longitud cercana a los 200m y una potencia de 50m aproximadamente.

Las características de la cantera son las siguientes, se explota a cielo abierto en dos pisos o bancos, con sus respectivos frentes de extracción los cuales tienen una altura de 6 a 8m, y un largo del frente de 20 a 25m.

En el corte del frente se observan variaciones litológicas separadas por una falla subhorizontal de dirección N110°, buzando al Este 35°.



Figura 70: Ubicación de cantera de dolomita, Ficha G27-19.

El yacimiento de dolomía forma parte de un pliegue anticlinal con plano axial subvertical y rumbo general N-NE, con desplazamientos locales que afectan todas las litologías, filitas, cuarcitas, dolomías y calcofilitas.

A nivel del contexto geológico local, se trata de dolomía masiva, de textura granoblástica muy fina, granos desde 0,05 y 0,03mm de diámetro, de color gris oscuro a gris perla blanco. El banco de dolomía de mayor pureza, de estructura masiva tiene rumbo general N30E, fallado N50-70 W, buzando 40-50° E.

Es una cantera a cielo abierto, en que la altura de frentes de largo 20m, en dos pisos. Se observan dos variedades litológicas, separadas por una falla subhorizontal. Una variedad de color es casi negro, con reticulado de calcita y otra variedad más clara, blanco a grisácea, presentando venillas de cuarzo y calcita; todo el conjunto buza al E, 35° con rumbo N110°. Flanco W pared de falla rumbo N20, 40°E. Contacto al W con filitas rumbo N15 buzando 60°E.

Con el objetivo de determinar la calidad química de las rocas dolomíticas que integran la presente zona se realizaron algunos muestreos superficiales en diversos puntos del banco, los cuales se corresponden con los N° FP 044A y B, N° FP 045M y E, N° FP 051 y N° FP 086. Los resultados correspondientes a dichos análisis son:

Cuadro 7: Resultados analíticos muestreo en Noblekit

Muestra N°	CaO %	MgO %	CaCO ₃ %	MgCO ₃ %
FP 044 A	29.20	21.94	52.11	45.85
FP 044 B	29.85	21.70	53.26	45.35
FP 045 M	29.41	20.99	52.49	43.87
FP 045 E	22.81	16.44	40.71	34.35
FP 051	21.15	14.16	37.74	29.59
FP 086	23.07	16.03	41.17	33.50

En función de los resultados analíticos obtenidos el presente depósito calcáreo puede clasificarse como Dolomía, a raíz que los valores medios para MgCO₃ son de 38.75% por lo cual superan el valor mínimo del rango que es de 30%.

Las características de la explotación están determinadas por: una profundidad máxima de la excavación de 13 a 15m, explotada en dos pisos, con dos frentes de cantera cuyas alturas van desde 3 a 5m. La superficie de cantera es de 14000m² con una forma de la excavación de tendencia a rectangular (fotos 116 y 117). El sistema de corte y arranque se realiza mediante martillo neumático, barreno y explosivos, carga a playa de acopio, achique manual y transporte a calera.

Los procesos de beneficio del mineral consisten en la reducción de tamaño de la roca en cantera y posterior calcinación. Las características del producto resultante son: cal apagada, pinturas, cal hidratada cuyo principal uso es en la construcción (Fotos 116 y 117).



Foto 120: Vista panorámica de la cantera de dolomía, ficha G27-19.



Foto 121: Vista del frente de cantera activo

4.3.2.2. Zona Puntas del A° Pan de Azúcar

La presente zona se ubica al Este de la ruta 60, con acceso por camino vecinal hacia el Este, el mismo nace en el kilómetro. 64,350 de dicha ruta, recorriéndolo por 5.2 kilómetros hasta llegar a la misma (ver figura 71).

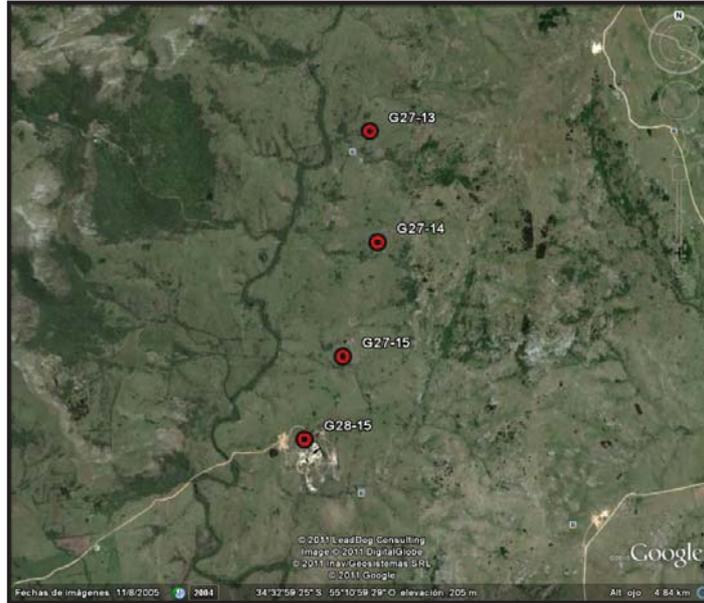


Figura 71: Ubicación de las canteras de dolomía a nivel regional

La zona posee actividad extractiva minera que data de mucho tiempo atrás. Existe una explotación que pertenece a la firma Piedrahita (Ficha G28-15) que se sitúa en la porción central del prospecto dolomítico, la cual lo utiliza como mármol. Se trata de una labor de extracción de mármol, variedad conocida comercialmente como “Blanco Perla”.

Ficha G28-15. Este depósito dolomítico se encuentra sobre un granito de carácter sin-tectónico, intrusivo en la Formación Zanja del Tigre de edad Paleoproterozoica la cual está conformada por una secuencia vulcano-sedimentaria, polideformada, con metamorfismo de grado bajo a medio, cuyas litologías comprenden micaesquistos, esquistos calcáreos, mármoles, metareniscas micáceas y metavulcanitas ácidas.

El mismo, presenta muchos frentes cortados con hilo diamantado, de altura promedio 3m, se trabaja en tres pisos, algunos frentes están inactivos por intensa fracturación. El rumbo del banco $N60^{\circ}$, buzando 35° al SE; siendo el ancho del mismo de 80m, el cual se presenta masivo hacia el centro y muy foliado hacia los bordes. El cuerpo del depósito dolomítico tiene una forma elongada con un eje mayor de rumbo $N 30^{\circ}$, cuyo largo es de aproximadamente 2600m y un ancho promedio de 250m, con lo que se puede estimar que ocupa un área de 65 hectáreas, de profundidad máxima se puede estimar 15-20 m.



Foto 122: Cantera de mármol dolomítico G28-15.

La roca caja es un granito foliado, determinando los flancos E y S de la explotación, se trata de un leucogranito de grano fino a medio muy foliado de dirección N10 a N-S, buzando 50° W.

Ficha G27-14. La roca dolomítica presenta un rumbo N50, 10° al W, con intercalaciones de micaesquistos (ver foto 123). Banco de mármol dolomítico, de grano fino, color grisáceo, débil reacción al HCl y presenta alineación mineralógica. La roca se caracteriza por cristales euhédricos, bien desarrollados. La roca de caja es un leucogranito biotítico de grano fino, formando el flanco del pliegue.



Foto 123: Canteras mármol dolomítico, ficha G27-14.



Foto 124: Vista general de la cantera G27-15

Ficha G27-15. El depósito se presenta de forma lenticular, siendo el rumbo N40, 70° al SE. Se trata de mármol dolomítico de grano grueso, textura sacaroide, masivo en el sector central donde hubo extracción de bloques y pulverulento en la lateral. Presenta variaciones de color desde blanco crema a gris verdoso, y presenta débil reacción al HCl. La roca de caja es granito biotítico muy alterado.

Con el objetivo de determinar la calidad química de las rocas dolomíticas que integran la presente zona se realizaron algunos muestreos superficiales en diversos puntos del banco.

Los resultados correspondientes a dichos análisis son:

Cuadro 8: Resultados de la calidad química.

Muestra	CaO %	MgO %	CaCO ₃ %	MgCO ₃ %
FP 080	36.78	12.20	65.65	25.50
FP 082	28.05	17.66	50.06	36.91
FP 083	29.03	21.49	51.80	44.91

En función de los resultados analíticos obtenidos el presente depósito calcáreo puede clasificarse como Dolomía dado que los valores medios para MgCO₃ son de 35.77% superando el valor mínimo del rango que es de 30% de MgCO₃ del contenido total de carbonato.

4.3.2.3. Zona Zanja del Tigre

La zona denominada como Zanja del Tigre se encuentra ubicada de forma general casi paralela a ambos lados de la ruta nacional N° 12, extendiéndose desde el kilómetro 366,200 hasta el kilómetro 369,200 de la mencionada ruta. El límite Este de la presente zona está determinado por un camino vecinal asfaltado a la altura del kilómetro 372 de ruta N° 12 y próximo al Cerro dos Hermanos, luego se toma hacia el norte recorriendo 6,5 kilómetros aproximadamente para arribar a la misma (ver Figura 72).

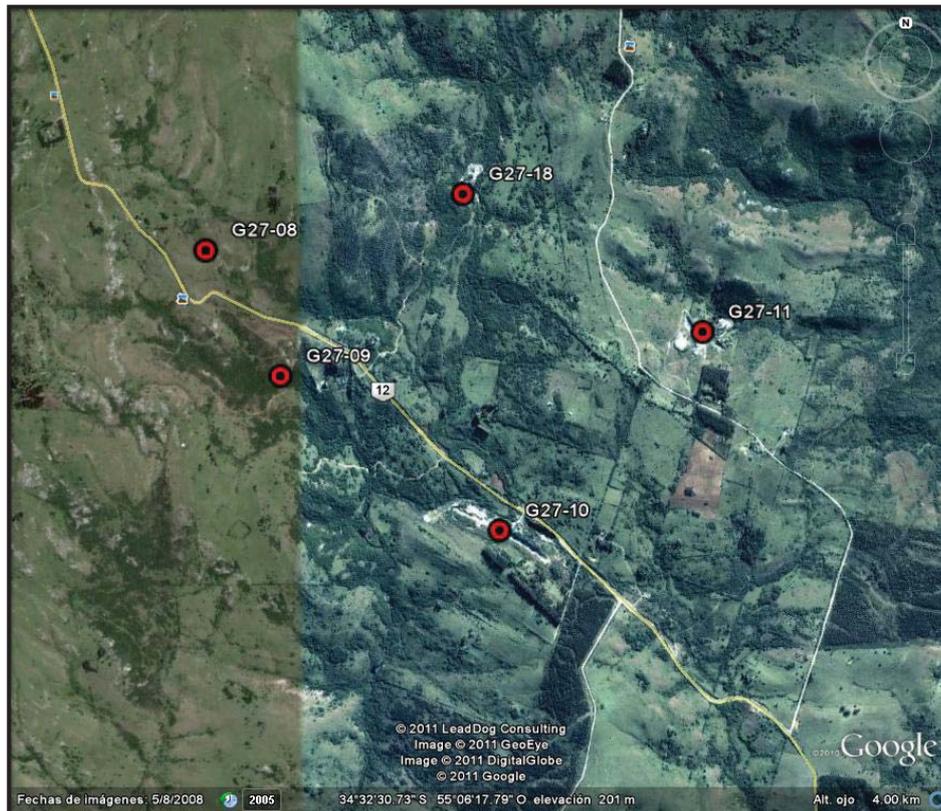


Figura 72: Ubicación de canteras de dolomía en Zanja del Tigre.

La zona posee una intensa actividad extractiva desde muchos años, destinada a la explotación tanto de mármoles así como también de dolomías. El depósito dolomítico posee una forma elongada segmentada en dos cuerpos, con un eje principal de dirección NW- SE que se desarrolla algo paralelo a la ruta N° 12. El ancho del banco dolomítico es del orden de los 120 a 150m y se encuentra en contacto con rocas graníticas muy alteradas y milonitizadas.

Ficha G27-10. Una de las principales explotaciones de la mencionada zona pertenece a la firma Dante Ramos S.A., la cual actualmente explota el depósito de dolomía como materia prima para la industria de las pinturas, alimento animal, correctivo de suelos, etc.

Dicha cantera está ubicada junto a la ruta 12 a la altura del kilómetro 26, la misma tuvo sus inicios como cantera para la producción de bloques de mármol blanco y luego prosiguió su explotación como dolomía. Se trata de una cantera que se explota a cielo abierto, cuyo largo es de 364m, el ancho de 26m y la altura de los frentes de 20m, en la dirección del banco el cual tiene un rumbo general de N50W y buzamiento SW.

Regionalmente, la zona definida está integrada a la Formación Zanja del Tigre la cual aflora inmediatamente al Este de la Formación Fuente del Puma. En líneas generales se trata de metasedimentos y metalavas con grado metamórfico bajo a medio. Según los autores Rossini & Aubet 2000, la presente Formación estaría integrada por dos unidades: Zanja del Tigre y Carapé. La Unidad Zanja del Tigre (UZT) está constituida por un importante paquete metasedimentario correspondiente a registros de un ambiente plataformal de sedimentación mixta silico-carbonático.

Las dolomitas se presentan generalmente como rocas masivas de grano fino a muy fino, que desarrollan ocasionalmente una débil esquistosidad. La roca posee textura sacaroides, de colores blancos a grisáceos, de grano a fino a medio, y se compone mineralógicamente de carbonatos y subordinadamente biotita, muscovita y opacos. Frecuentemente desarrollan procesos de silicificación evidenciados por nódulos y venas de cuarzo centimétricas a decamétricas. Su coloración es blanca homogénea con ocasionales bandeados de tonos rosados.

Las litologías que componen las rocas de caja están determinadas por: metasedimentos, básicamente metareniscas y esquistos calcáreos, asociados con mármoles dolomíticos; así como también granitoides hacia el Este de la zona.

Con el objetivo de determinar la calidad química del presente depósito se han tomado algunas muestras superficiales en algunas partes del mismo, correspondientes a los puntos: FP 041, FP 091, FP 092 y FP 108.

Cuadro 9: Los resultados analíticos correspondientes a dicha muestras son:

Muestra N°	CaO %	MgO %	CaCO₃ %	MgCO₃ %
FP 041	29.31	21.25	52.31	44.42
FP 091	29.79	20.68	53.16	43.22
FP 092	29.18	20.96	52.07	43.81
FP 108	29.32	21.10	52.32	44.09

En base a los resultados analíticos la media para MgCO₃% que es el parámetro utilizado para la clasificación, la misma es de 43.88% por lo que puede clasificarse como dolomía.



Foto 125: Frente de cantera G27-10.



Foto 126: Cantera de dolomía G27-18.

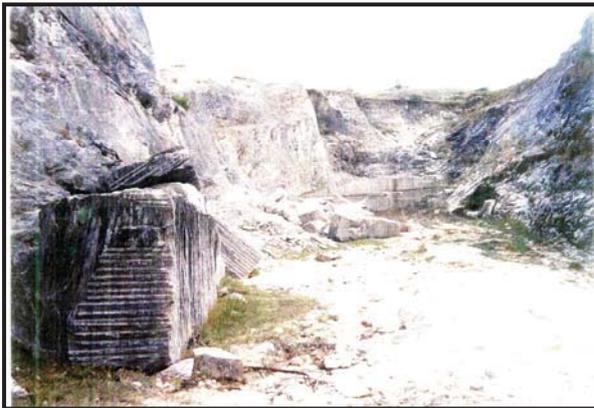


Foto 127: Frente de cantera G27-11 al Norte



Foto 128: Frente de cantera inactivo G27-11

4.3.2.4. Zona Carapé

El acceso a la presente zona se realiza por la ruta nacional N° 12, y a la altura del kilómetro 372,200 de la citada ruta se toma un camino vecinal que sale al S-SE, el cual pasa por la localidad de Zanja del Tigre. La distancia de la ruta N° 12 a la zona es de aproximadamente 7 Km. La presente zona abarca una gran extensión dado que se trata de dos depósitos calcáreos que se han agrupado a raíz de que comparten límites geológicos. Al igual que las otras zonas con depósitos calcáreos, la misma posee canteras destinadas a la producción de bloques de mármol con destino a ornamental.

El principal curso de agua que atraviesa la zona corresponde al Arroyo Zanja del Tigre (ver figura 73)

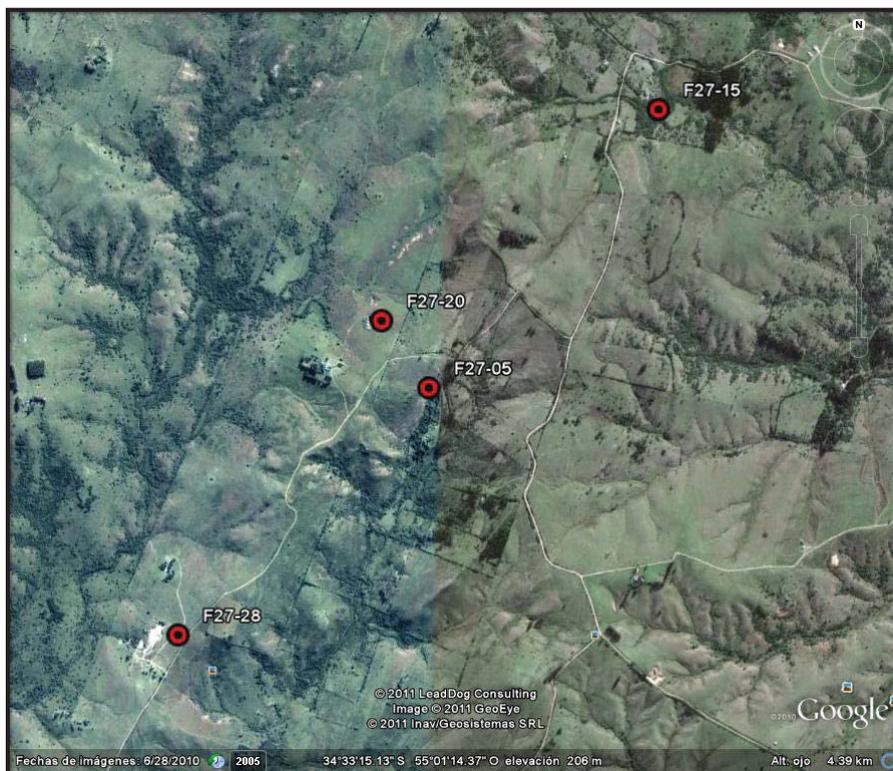


Figura 73: Ubicación de las canteras de dolomía en la zona de Carapé.

La zona en cuestión posee una gran actividad minera, tanto para dolomía como para calcáreos dolomíticos y mármoles; los cuales son utilizados como materia prima para la industria de las pinturas, cales, alimentación animal, así como también correctores de suelo, ornamentales, etc.

Las principales canteras existentes en la zona se corresponden con las siguientes fichas de la base de datos geológica minera del presente Proyecto de Recursos Minerales de Maldonado:

Fichas: F27-28, F27-20 y F27-05.

Ficha F27-28. Una de las canteras que aún se encuentra activa, es la correspondiente a la firma “LA ORIENTAL SRL”, la cual se emplaza en un banco dolomítico subvertical muy

fisurado, con rumbo N40, buzando 80°, de largo 280m y potencia 150m (ver fotos 129 y 130)

Se trata de una roca dolomítica de color blanco a ocre y gris, presentando a nivel de cantera enriquecimiento en hierro, en venas o en pequeños horizontes. Se observan brechas calcáreas del orden centimétrico, en líneas generales muy tectonizado.



Foto 129: Frente de cantera, ficha F27-28



Foto 130: Vista panorámica, ficha F27-28

Ficha F27-20. Otra de las canteras representativas de la zona es la perteneciente al titular Juan Kleefeld, y que se encuentra ubicada como muestra la figura 73. La explotación forma parte de un banco dolomítico de rumbo general NE de gran espesor. Se trata de una roca granoblástica, de grano fino, de color blanco, con cristales de mica de 1mm, presencia de carbonatos en dos generaciones (calcita y dolomita); cuarzo; mica (flogopita). Los porcentajes de dichos minerales son: carbonato (90%): calcita (50%), dolomita (40%), flogopita 5%, cuarzo 3%, serpentina 2%. pequeñas canteras cuyas medidas son: 10x5x3 y 15x4x3.



Foto 131: Cantera dolomía, F27-10.

Ficha F27- 05. Corresponde a cantera de dolomía explotada a cielo abierto, donde las dimensiones de la misma son de 10 m de largo, 10m de ancho y 3m de altura. El banco calcáreo posee las mismas características geológicas que el banco anterior, en el que las reservas geológicas se estiman como importantes.

Se debe tener en cuenta que también existen en la zona otros pequeños laboreos mineros, de donde se ha extraído dolomita con distintas características texturales, en

algunas zonas de carácter más tenaz tal vez con mayor contenido de sílice y por momentos aparece como más pulverulenta.

Con el objetivo de determinar la calidad química de las rocas dolomíticas que integran la presente zona se realizaron algunos muestreos superficiales en diversos puntos del banco, los cuales se corresponden con los N° LC 053, LC 022, LC 035, LC 036, LC 056, LC 059, LC 069, LC 064, LC 029, LC 066, LC 070, LC 068, LC 075, LC 076, LC 013, y LC 080.



Foto 132: Cantera de dolomía F27-05

Cuadro 10: A continuación se presentan los resultados correspondientes a dichos análisis.

Muestra N°	CaO %	MgO %	CaCO ₃ %	MgCO ₃ %
LC022	29.06	21.10;	51.86	44.10
LC024	26.11	28.23;	46.59	38.11
LC029	29.46	21.15	52.58	44.20
LC035	29.33	21.20	52.38	44.30
LC036	28.54	19.50	50.93	40.76
LC053	28.89	20.38	51.55	42.59
LC056	28.97	21.38	51.69	44.68
LC059	29.10	21.09	51.93	44.08
LC066	28.07	19.86	50.09	41.52
LC068	29.66	20.84	52.93	43.55
LC069	28.81	20.92	51.42	43.72
LC070	28,20	19.3	50.31	40.33
LC075	29.05	20.71	51.85	43.29
LC076	28.57	19.59	50.98	40.94
LC013	28.68	20.20	51.19	42.22
LC080	27.76	19.53	49.53	40.81

En base a los resultados analíticos la media para MgCO₃% que es el parámetro utilizado para la clasificación, es de 42.45% por lo que las rocas pertenecientes a la presente zona pueden clasificarse como dolomía.

4.3.3. Fluorita

Se conoce en el departamento de Maldonado, ubicado cercano a la localidad de Aiguá, la existencia de una ocurrencia de fluorita, la cual fue explotada hasta el año 1981, básicamente para el mercado interno. Dicha ocurrencia de fluorita, también conocida como “Mina Florencia” se encuentra ubicada a 26 kms de Aiguá por la ruta nacional N° 13 y a la altura del km 198 de dicha ruta se toma al Sur por camino vecinal aproximadamente 3.5 kms (ver figura 74).

El indicio de fluorita se trata pues, de un yacimiento de carácter filoniano, cuya roca de caja es una brecha polimíctica, de matriz silíceo, afanítica, que engloba cantos de rocas volcánicas y gneissicas. Los filones de fluorita, económicamente explotables, se encuentran cerca del borde sur de la fosa en el contacto del granito con gneis. El macizo sinorogénico del granito de Aiguá se hunde aquí por debajo del gneis, hacia el noreste.

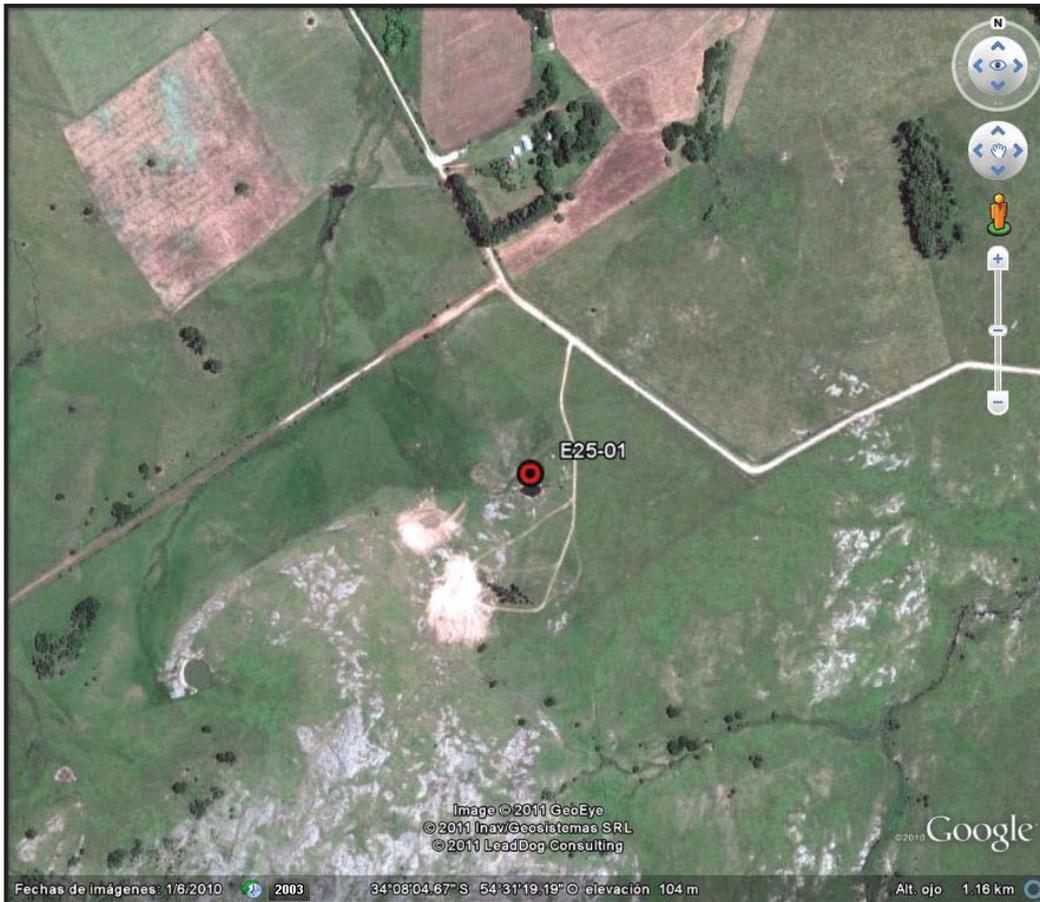


Figura 74: Ubicación de Mina Florencia (Fluorita), ficha E25-01.

En el área del fondo de la fosa yacen andesitas básicas y riolitas (Formación Puerto Gómez), de edad jurásica/cretácica; así como Formación Arequita, de edad cretácico inferior, y rocas cenozoicas sueltas. La formación post-volcánica de filones mineralizados hidrotermales muestra brechas de cuarzo y fluorita con inclusiones de riolita.

Según Gómez et al (1982), estos filones se encuentran rellenando una fractura de dirección N60E, en el contacto entre ortogneises cataclásticos y basaltos espilíticos

vacuolares de la Formación Puerto Gómez, constituyendo uno de los bordes de la fosa tectónica de Aiguá. Gómez et al (1982), concluyen de que se trata de una mineralización hidrotermal de baja y mediana temperatura.

Según Bossi et al (1982) en el área de cruce de los sistemas filoneanos, el porcentaje de CaF_2 varía entre 50-70%, mientras que en la roca de caja mineralizada por vetas, disminuye a 20-50%.

Esta ocurrencia fue estudiada, en el marco del Proyecto de Colaboración Geológica Uruguayo-Alemana N°77.2107.9, en Setiembre de 1982. En dicho Proyecto se realizaron estudios geomineros de dicha ocurrencia donde se analizó una muestra del filón, obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 11: Análisis químicos.

Elemento	Contenido
CaF_2	77.9%
CaCO_3	2.18 %
SiO_2	16.37%
S	1.36%
Pb	0.00%
Fe_2O_3	0.72%

Este análisis permite clasificarla como de clase metalúrgica, excepto en lo referente a Azufre, cuyo contenido es muy alto.

La cantera es de forma ligeramente elíptica en su parte superior, cuyo eje tiene 30m y el eje secundario 21m y la altura del frente es de 20m. Durante el tiempo que se explotó, el personal de la mina estaba integrado por el capataz y tres obreros. El arranque del material se realizó con explosivos (Gelamón), y las perforaciones necesarias se realizaron con un compresor de pistón antiguo, contando con sólo un martillo. La extracción hacia la superficie se efectuó con una grúa de características rudimentarias a la que se adaptó una pala de 1/2 m. La beneficiación se hizo manualmente y el envío a granel, a Montevideo. Actualmente, la mina se encuentra abandonada e inundada.

Los procesos de beneficio del mineral, constaban de una clasificación manual en cantera, la cual posteriormente se procesaba en Montevideo, cuyos usos eran para la producción de ácido fluorídico, y derivados, industria del acero, del vidrio, cerámica, y aluminio.



Foto 133: Cantera actual inundada.



Foto 134: Detalle de filón mineralizado

4.4. MINERALES METALICOS

Se han identificado en el departamento de Maldonado una serie de ocurrencias de minerales metálicos, la mayor parte ellas vinculadas a yacimientos volcano-sedimentarios del cinturón Neoproterozoico que metamorfiza y deforma al Grupo Lavallega. El Grupo Lavallega se caracteriza por una secuencia volcano-sedimentaria de bajo grado en la que se localizan los principales indicios de Pb, Zn, Cu, Mo y extensos depósitos de calcáreos cristalinos a semi-cristalinos como principal recurso económico.

En la secuencia de bajo metamorfismo son pocas las litologías sensibles a cambios mineralógicos notorios, particularmente las rocas verdes de procedencia volcánica así como algunas variedades de pelitas carbonatadas y siltitos están frecuentemente afectadas por el metamorfismo de contacto regional debido a la intensa y profusa inyección de material granítico en fases tardi-cinemáticas.

En términos generales, es posible distinguir:

- Una serie volcano-sedimentaria típica
- Una serie fundamentalmente sedimentógena

El sincronismo entre ambas series se debe a la transición existente por cambios laterales de facies. Una corresponde a una zona de pelitas carbonatadas, asociada a un volcanismo básico bimodal calco-alcalino y toleítico, y la otra a una plataforma carbonatada sometida a aportes detríticos de naturaleza variada, desde rudíticos hasta arenosos finos.

Los aspectos metalogénicos del Grupo Lavallega están asociados siempre a la secuencia volcano-sedimentaria, en la cual aparecen mineralizaciones de Cu asociado o no con Pb-Zn, a corta distancia una de las otras. Esto motivó, que desde fines del siglo XIX se realizaran trabajos mineros y estudios geológicos con el fin de explotar los sulfuros metálicos.

Las ocurrencias dentro del Grupo Lavallega responden, en principio, a tres tipos:

- a) Mineralizaciones con blenda y/o galena dominante, de formas irregulares asociadas a filones y bolsones, donde la roca caja es calcárea y/o dolomítica; es el caso de las Minas Valencia, Euritina, y varios indicios no explotados del Valle del Arroyo San Francisco.
- b) Mineralizaciones principalmente cupríferas concordantes con la estructura regional, en la que la roca de caja es filitosa, y asociadas geométricamente a rocas básicas actualmente transformadas por metamorfismo en esquistos verdes. A este tipo pertenecen Mina Apolonia, Mina La Oriental, Vulcano y muchos indicios menores de la cuenca del Arroyo Pan de Azúcar.
- c) Mineralizaciones de filones mesotermales pero con afinidad “cobre-pórfido” que difieren de los tipos anteriores tales como la anomalía de Cu-Mo N° 282-11.

Los metales reconocidos en las secuencias del Grupo Lavallega, están representados en su mayor parte por indicios de Pb y Zn a excepción de Mina Oriental (Cu) y la mineralización de Cu-Mo de la anomalía 282-11. Todos ellos tienen como roca encajante la secuencia volcano-sedimentaria del Grupo Lavallega.

Desde el punto de vista tipológico se distinguen tres categorías:

1. Amas sulfuradas ligadas al volcanismo
2. Mineralizaciones vinculadas con calcáreos
3. Mineralizaciones controladas por factores estructurales, asociados con hidrotermalismo.

Las mineralizaciones ocupan distintas posiciones en la serie: Apolonia y Chape en la base, Euritina, Reus y Mina La Oriental, una posición intermedia, Mina Valencia, la mineralización de Cu-Mo y los indicios de Mn se localizan en el tope. En la Mina Apolonia el encajante lo constituyen metavolcanitas básicas.

Se definen tres tipos de mineralizaciones:

- a. Cu disseminado en un stockwork a clorita-cuarzo
- b. Microamas a galena en una metavolcanita epidotizada.
- c. Alteración de niveles cloritosos sulfurados. Tipológicamente corresponde al tipo de amas sulfurado proximal.

En Mina Chape, la mineralización es fundamentalmente a blenda-galena-pirita, en volcanoclásticas básicas.

La Mina Reus emplazada en filitas negras, metamargas, dentro del conjunto calcopelítico, siendo la mineralización a galena-pirita.

En la Mina Euritina la mineralización es a malaquita, dentro de una metalava básica que tiene como encajantes: filitas, cuarcitas y calcáreos.

Las Minas Chape/ Reus/ Euritina están controladas por factores estructurales asociados a hidrotermalismo de mineralizaciones primarias.

En la Mina La Oriental, el encajante lo constituye un conjunto de calcáreos-cloritoesquistos- metamargas y jaspes. No obstante la mineralización es de Cu y corresponde al tipo de amas sulfuradas de tipo distal.

Mina Valencia se sitúa en dolomitas, con evidencias de centros volcánicos emergentes que alimentan una sedimentación carbonatada.

La mineralización de Cu-Mo corresponde a dos tipos: la molibdenita es el resultado de hidrotermalismo periplutónico y la calcopirita está asociada a la secuencia volcano-sedimentaria.

Los indicios de Mn se asocian a niveles de jaspes y están constituidos por pirolusita y psilomelano.

4.4.1. Indicios metálicos

4.4.1.1 Indicio Mina La Oriental

El indicio correspondiente a la Mina La Oriental se encuentra ubicado al Sur de la ruta Nº 81 próximo a su intersección con la ruta Nº 60 (ver figura 75).

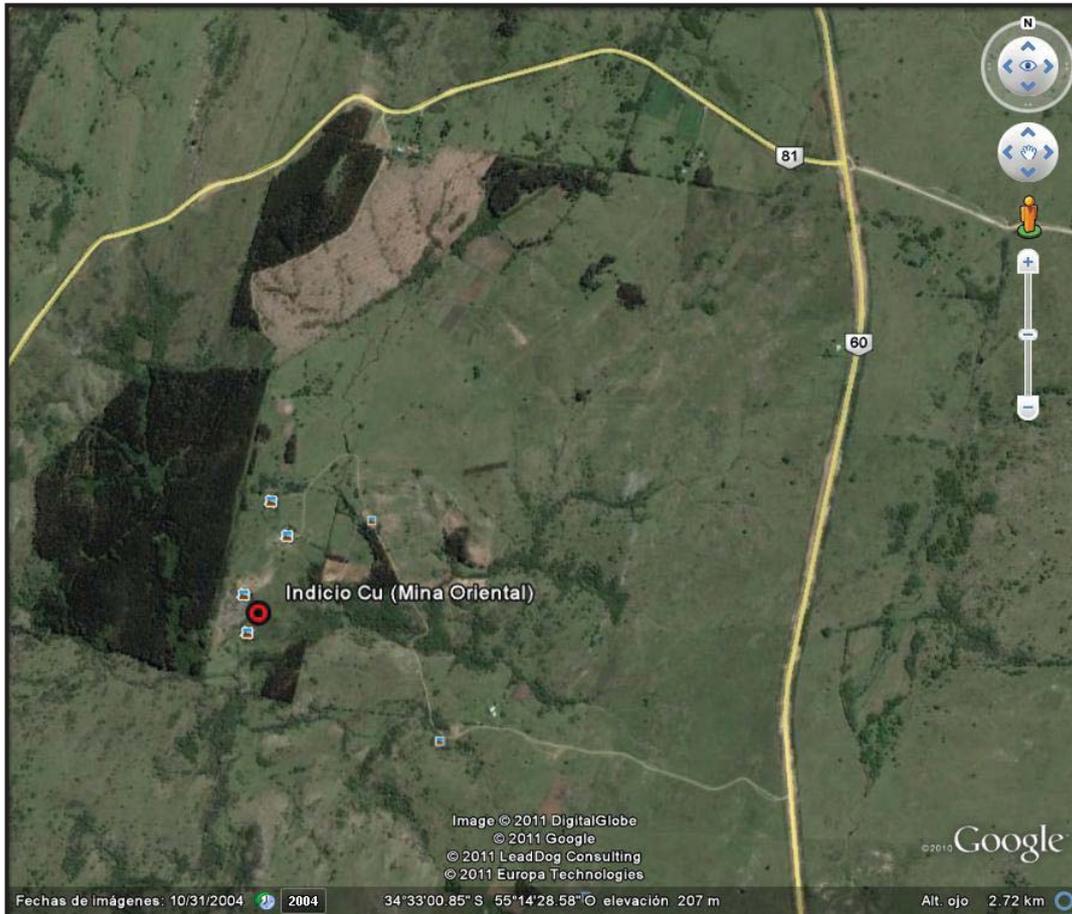


Figura 75: Ubicación de la Mina La Oriental, ocurrencia de Cu.

La mineralización está comprendida en rocas pertenecientes a la secuencia volcano-sedimentaria del Grupo Lavalleja, ubicándose estructuralmente sobre el flanco oriental de una gran estructura anticlinal de la fase II, estando limitado al este por un gran accidente en parte atribuido a la fase III de plegamiento. La geología de los alrededores de la mina ha sido objeto de relevamientos geológicos, entre ellos el de Preciozzi, F; Arrighetti, R; Pena, S.; 1985.

A partir del mismo se constata la presencia de metavolcanitas básicas (diabasas de textura dolerítica interseccional y metavolcanitas de textura microlítica porfírica), que son concordantes con el conjunto de calcáreos y filitas.

El eje principal de ambos cuerpos lo constituye una brecha tectónica, que incluye clastos de diversas litologías, de matriz generalmente fina, ferruginosa. Esta brecha ferruginosa, asiento de la mineralización secundaria de cobre, presenta una potencia variada, entre 3 a 4m en superficie, perdiendo expresión en profundidad.

Los minerales observados tanto en los afloramientos, como en las escombreras integran una brecha ferruginosa, constituida básicamente por malaquita, azurita, covelina y restos oxidados de sulfuros. El mineral sulfurado primario, fue encontrado tanto en las escombreras de las antiguas labores, así como también en la galería principal y en las perforaciones efectuadas en las cercanías del denominado pozo 14.

Se trata de un mineral masivo de textura brechoide o de una roca bandeada, constituida por una alternancia de niveles de sulfuros y carbonatos.



Foto 135: Mineralización de malaquita y azurita en galería.



Foto 136: Brecha mineralizada



Foto 137: Roca mineralizada a malaquita azurita, covelina, etc.

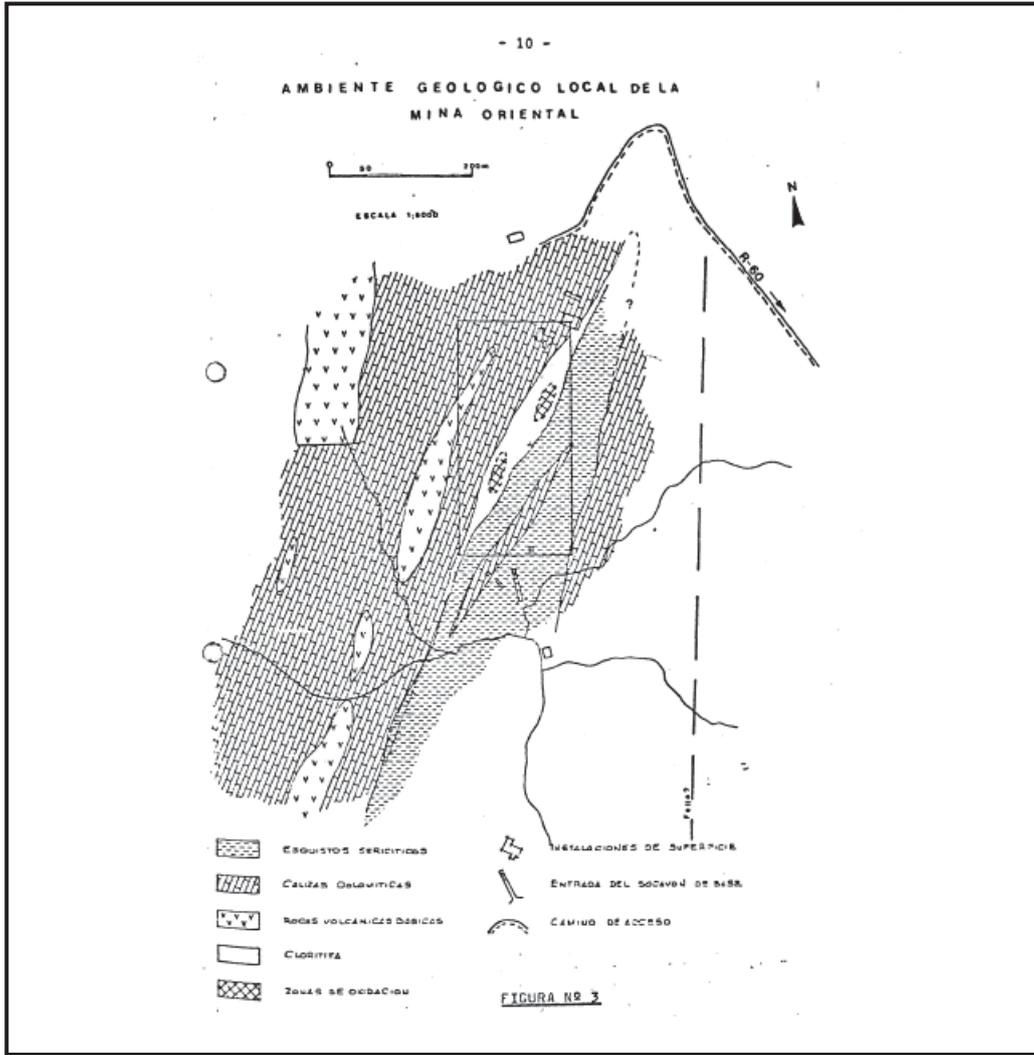


Figura 76: Mapa geológico de la Mina Oriental y alrededores.

La paragénesis mineral está constituida por; pirita, calcopirita, blenda, arsenopirita, bornita, magnetita, pirrotina, galena, petlandita, covelina y goethita. Este estudio ha permitido poner en evidencia el carácter pretectónico de la mineralización y probablemente las facies hipercloritosas de roca de caja; ambas son formadas por deposición, más que por reemplazamiento de una roca preexistente.

El conjunto de los caracteres observados permite clasificar a esta mineralización en el tipo "amas sulfuradas" ligadas al volcanismo. Ella corresponde a un ama distal con relación al centro volcánico.

El rasgo que caracteriza el contexto geológico local proviene de una cloritita, que puede interpretarse como:

- a) Hidrotermalismo de una roca preexistente, que podría dar lugar a depósitos de tipos exhalativo.

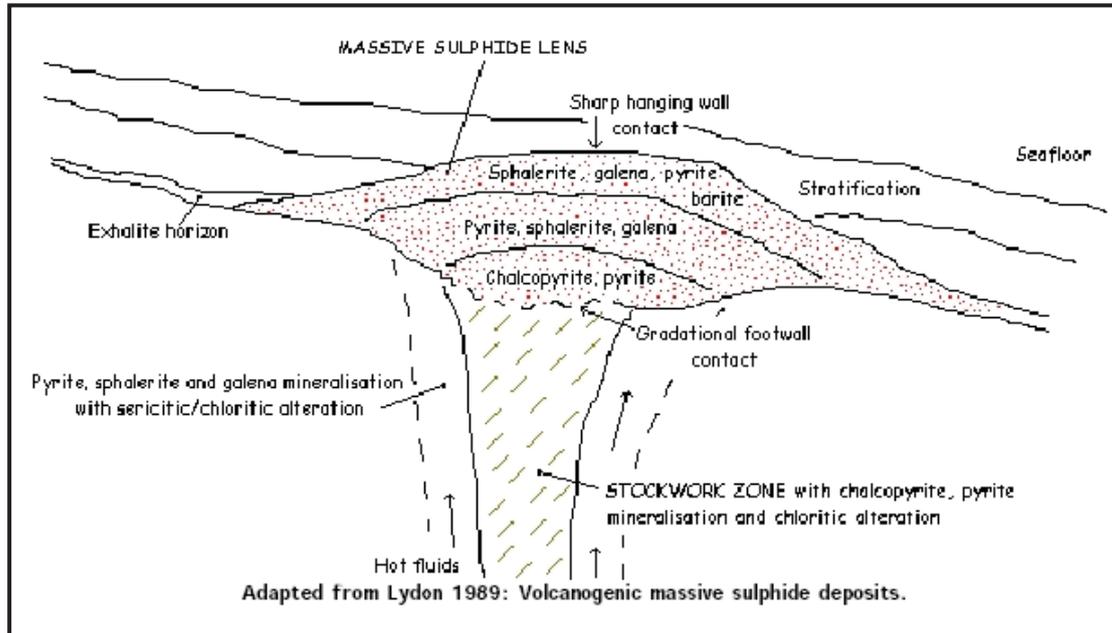


Figura 77: Modelo de depósito tipo VMS

Los depósitos del tipo VMS (Volcanic Massive Sulphides) (ver figura 77) o volcánico – exhalativos corresponden a yacimientos de carácter estrato ligado, en este caso generalmente directa o indirectamente asociados con su roca huésped. Son yacimientos de origen volcanogénico submarino o continental, de carácter metasomático y en algunos casos asociados con sedimentación. Fluidos hidrotermales asociados ocurren a temperaturas de entre 50° a 400° C. En el caso de depósitos submarinos, estos ocurren a profundidades del orden de 1000 a 6000m, bajo condiciones de presión hidrostática.

- b) Tectónica, resultante de la deformación de rocas volcánicas básicas (Fase III).
- c) Esta cloritita, es concordante tanto a nivel de yacimiento como a nivel de muestra con los calcáreos encajantes. La presencia de lentes carbonatadas interestratificadas con las clorititas, hacen pensar en un depósito sobre fondo marino (Midot, D; 1983).

En términos generales, la Mina Oriental se caracteriza por dos cuerpos alineados en dirección N30E, el primero de ellos se localiza en los alrededores de la propia mina, y el segundo a 2 kilómetros al Sur en lo que se conoce como Mina Esperanza.

Los trabajos mineros existentes consisten de; 500m de galerías y recortes, 118m de pozos y chiflones, donde el tenor medio de Cu analizado es de 1.5% tonelaje estimado en 100 toneladas de cobre metal, hasta 30 m de profundidad. En el caso de otro laboreo minero en las cercanías, conocido como Pozo 14, los análisis realizados dieron como resultado, 2,8% Cu y 5,50% de Zn.

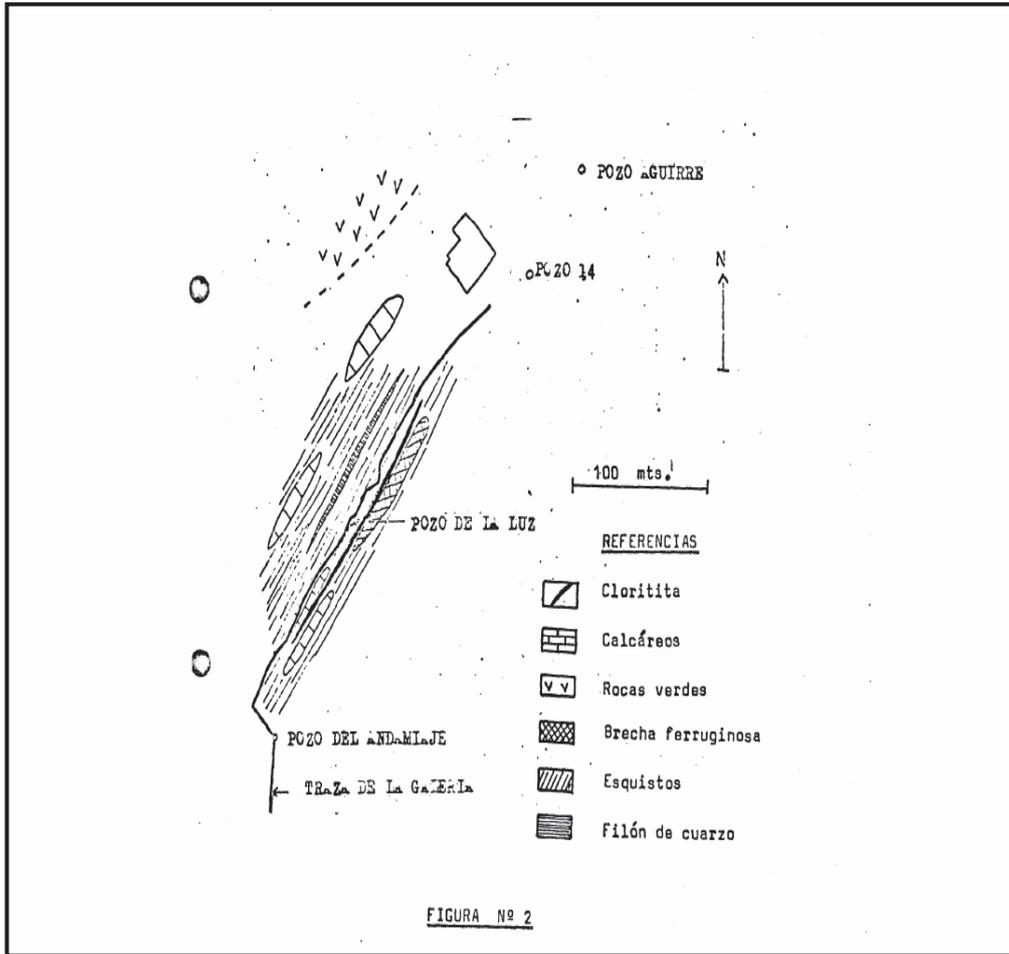


Figura 78: Croquis de las galerías y geología local

4.4.1.2. Indicio Mina Apolonia

El presente indicio se encuentra ubicado al S de la hoja Las Animas, 2 kilómetros al Oeste de la ruta N° 60, a la altura del kilómetro 19 y distante unos 10 kilómetros de la ciudad de Pan de Azúcar (ver figura 79).

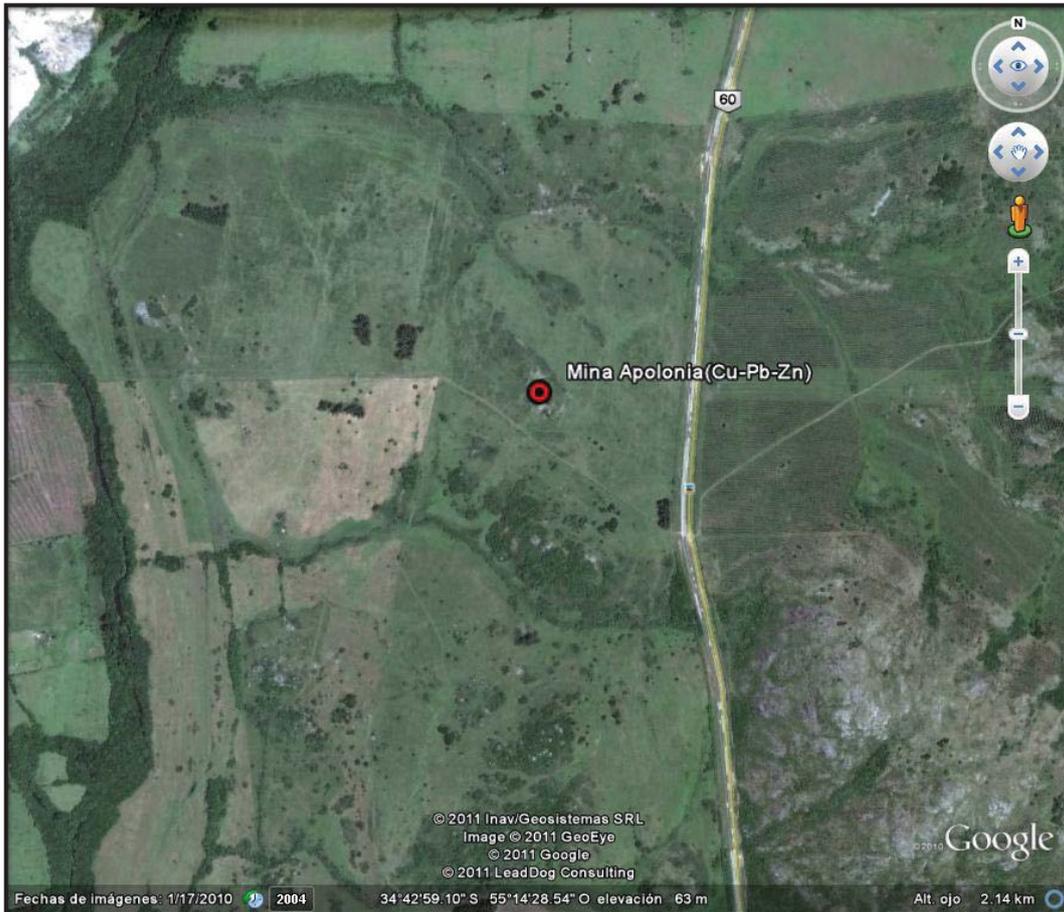


Figura 79: Ubicación de la Mina Apolonia, ocurrencia de Cu-Pb-Zn

Se halla encajado en un entorno de, rocas volcánicas básicas a textura dolerítica y microlítica porfírica. Dichas volcanitas básicas se hallan rodeadas al Este por los macizos volcánicos ácidos (riolitas) de la parte SE de la Hoja Las Animas, así como también por los plutones graníticos; al Norte y al Sur por las brechas de la Formación Las Ventanas.

Los trabajos mineros existentes en la Mina Apolonia consisten de una serie de piques, 112 m de pozos, y 352 m de galerías, hoy en día inaccesibles. La geología local, muestra bancos de jaspes muy claros, alineados según una dirección N165E, concordante con las galerías. La pirita muestra frecuentemente formas automorfas, la blenda constituye un agregado de cristales dispuestos en mosaicos. La galena y la calcopirita aparecen generalmente en reemplazos de finas fisuras orientadas según la esquistosidad S_2 o también en microgeodas con dimensiones de hasta 1mm. La magnetita se define en forma automorfa principalmente en las camadas con blenda, la cual es frecuentemente asociada con galena. La hematita forma pequeñas laminillas hexagonales a veces agrupadas en nidos, la cual constituye un mineral de alteración de la magnetita.

En éste último tipo de mineralización la paragénesis mineral está formada de pirita, blenda (variedad rica en hierro), calcopirita, galena, magnetita y hematita.

La mineralización se localiza en metavolcanitas básicas, doleríticas, y la actividad minera se desarrolló en niveles de chert de colores claros. En las escombreras puede observarse un stockwork cuarzo-cloritoso impregnado en malaquita, predominando una roca extremadamente rica en epidoto, en la cual se desarrollan finas venillas de galena, hematita y cuarzo. Se trataría de metavolcanitas básicas cloritizadas por emanaciones mineralizantes, que han sufrido metamorfismo de contacto, debido a intrusiones de plutones graníticos al Este del indicio.

La característica pre-tectónica de una parte de la mineralización, la presencia de un stockwork cuarzoso y cloritoso comparable a la zona de influencia hidrotermal bajo amas así como los bancos de jaspes, permiten definir el tipo de mineralización como de amas sulfuradas ligadas a vulcanismo.



Foto 138: Boca de galería inundada.



Foto 139: Roca mineralizada a malaquita.



Foto 140: Roca caja jaspe bandeado.

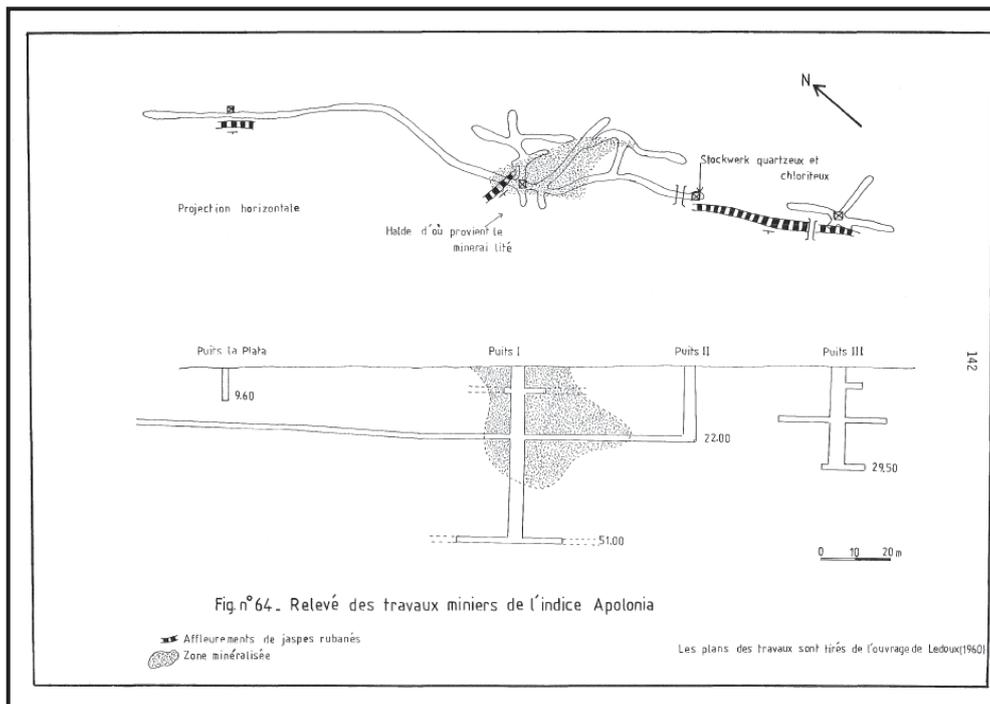


Figura 80: Esquema de los trabajos mineros existentes en la Mina Apolonia

Según Midot (1984), se distinguen, desde el punto de vista morfológico, tres tipos de mineralizaciones:

- Una mineralización en cobre diseminado en un stockwork cuarzoso y cloritoso.
- Micro-amas de galena bien cristalizada en una metavolcanita básica epidotizada.
- Una mineralización bandeada constituida por una alternancia de bandas cloritosas y bandas compuestas principalmente de sulfuros.

Esto puede observarse en las escombreras próximas al pique principal de las galerías.

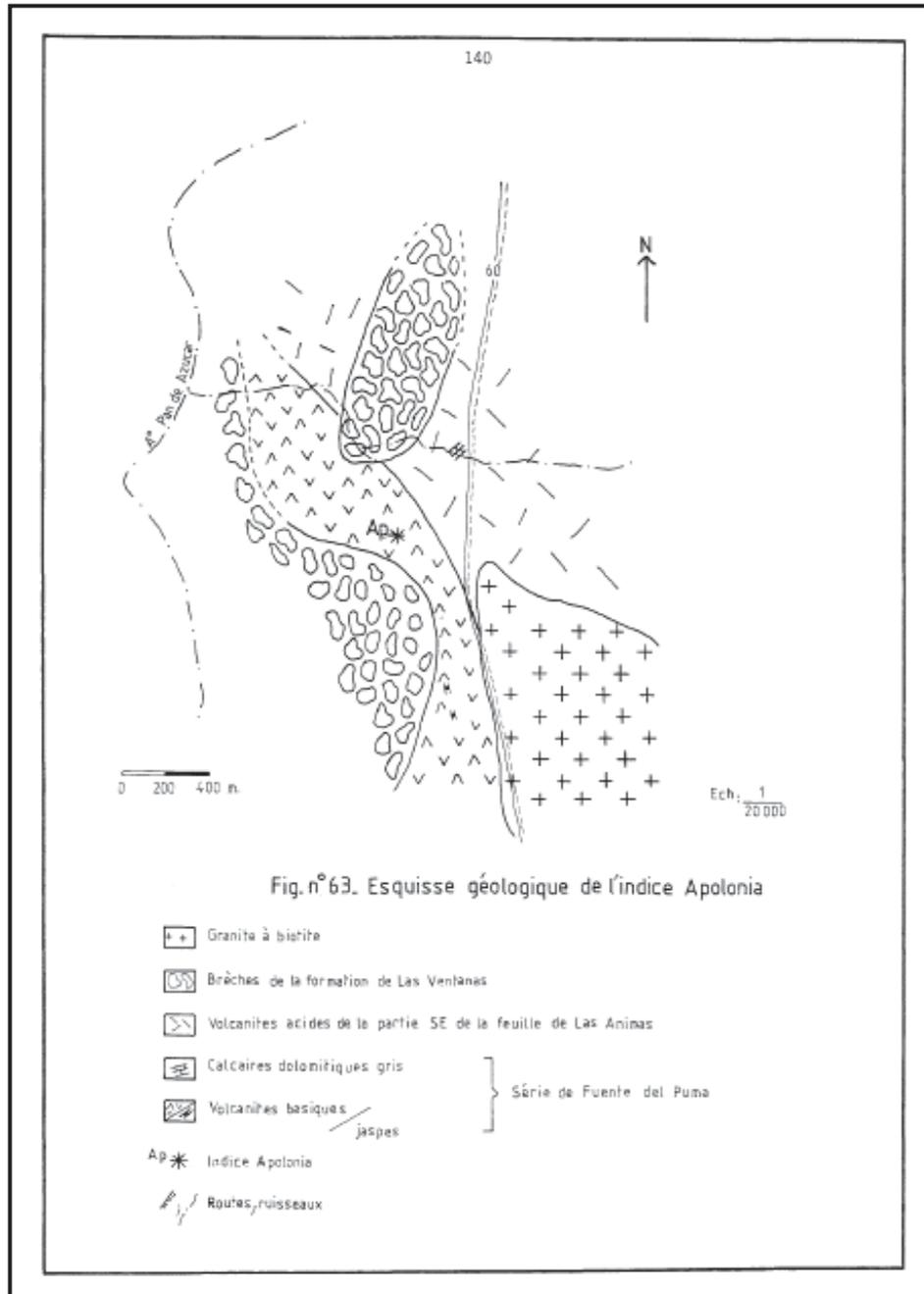


Figura 81: Esquema geológico del indicio Apolonia (tomado Tesis Midot, D;1984)

La paragénesis mineral está formada de: pirita, blenda, calcopirita, galena, magnetita y hematita. El bandeo de ésta mineralización es probablemente de origen sedimentario. El carácter pre tectónico de una parte de la mineralización, la presencia de un stockwork cuarzoso y cloritoso comparable a la zona de influencia hidrotermal sobre las amas, así como los bancos de jaspes permiten situar a este indicio en el tipo de amas sulfuradas ligadas al volcanismo. Se considera que en este caso es de tipo proximal, enraizado en las rocas volcánicas.

La zona de stockwork correspondería a la zona de grifón, en tanto que el mineral bandeo sería un equivalente de la zona de amas, actualmente desprendido de dicho grifón por el plegamiento correspondiente a la Fase I de deformación.

La presencia de magnetita en el mineral bandeado representa probablemente un elemento muy importante para la prospección, dado que puede ser considerado un mineral guía.

Sobre este indicio se han realizado una serie de trabajos exploratorios; tales como geoquímica táctica, geofísica y perforaciones. Los estudios geofísicos efectuados en 1986 dieron como resultados claras anomalías en polarización inducida y magnetismo, fundamentalmente la primera, que permite una interpretación cuantitativa de las anomalías demostrando ser un método de medición eficaz para la prospección de metales de base.

En lo que se refiere a los resultados de la geoquímica estratégica, la respuesta en la proximidad de la mineralización, pone en evidencia una anomalía geoquímica bien contrastada con 177 ppm de Cu y 376 ppm de V; el tenor en Fe_2O_3 de 9.3% también es elevado.

4.4.1.3. Indicio de Hierro

El presente indicio de hierro se encuentra ubicado en el centro-sur del departamento de Maldonado, más precisamente al Norte de la ruta nacional N° 9 (ver figura 82). Se accede al mismo a la altura del kilómetro 123 de la mencionada ruta, se ingresa en camino vecinal unos 10 kilómetros al N-NW, próximo al paso Don Emiliano sobre el Arroyo del Sauce.

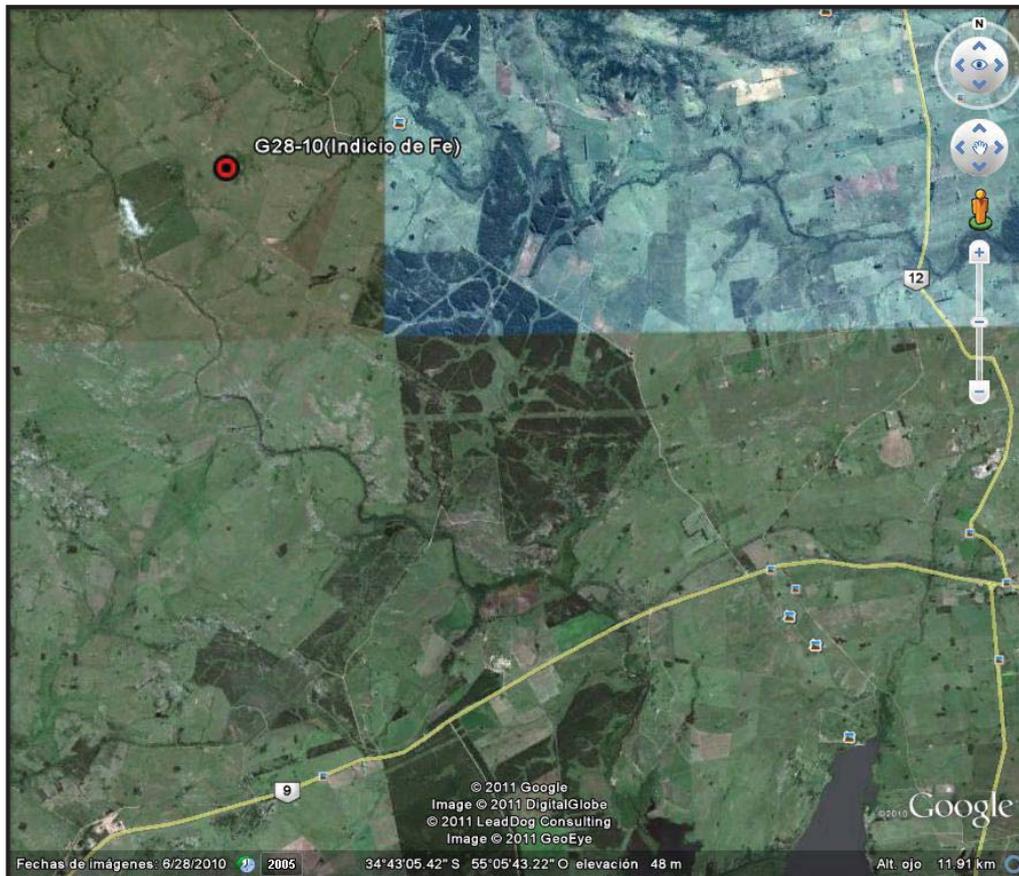


Figura 82: Ubicación regional del indicio de hierro.

En los alrededores del indicio, existen una serie de cateos exploratorios para prospección de hematita por parte de ANCAP en la década del 50. La geología regional comprende rocas del Complejo Metamórfico Zanja del Tigre, localmente la geología consiste de anfibolitas de grano fino, color verde oscuro, compuesta por anfíboles fibroradiados y filones cuarzo-hematíticos concordantes con neises biotíticos como roca de caja presentando dirección N70, verticalizada. La presencia de hematita está asociada a los planos de crecimiento de la tremolita-actinolita, no así la magnetita que se presenta en cristales aislados de hábito cúbico. La roca portadora está en contacto con neises y granitos anfibólicos.

Durante el relevamiento de campo fue tomada una muestra compuesta de las escombreras de las trincheras, las cuales fueron analizadas mediante fluorescencia de rayos X, arrojando los siguientes resultados:

Al₂O₃: 0.1708%, SiO₂: 62.26%; K₂O: 0.0855%; CaO: 2.041%; TiO₂: 0.2293%; MnO: 4559 ppm; Fe₂O₃: 37.16%.

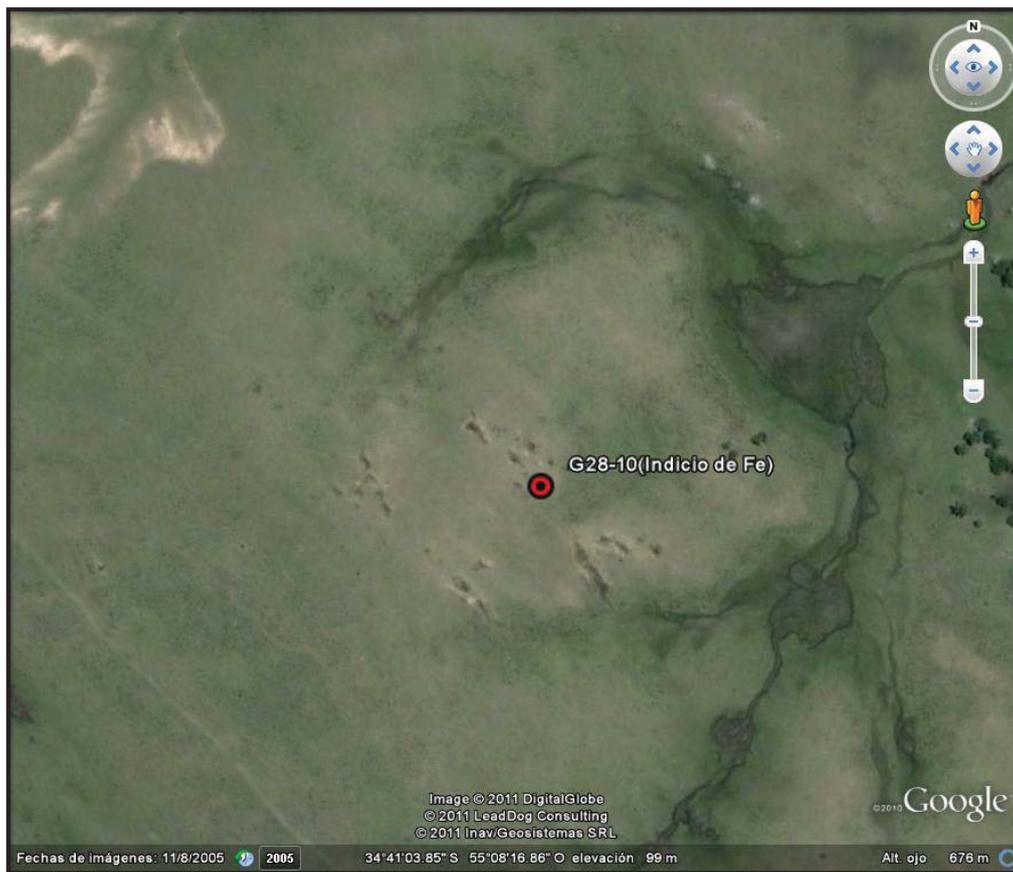


Figura 83: Cateos exploratorios, en el indicio de mineral de hierro.

4.4.2. Anomalías Geoquímicas

En el marco del Inventario Minero Nacional (IMN), surgido del Convenio con el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de Francia, con la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) de Uruguay, en el año de 1980, se identificaron una serie de anomalías geoquímicas en algunos fotoplanos del departamento de Maldonado, mientras algunos quedaron sin procesar como se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 12: Fotoplanos relevados en Maldonado durante el Inventario Minero Nacional.

FOTOPLANO	MUESTREADO	ANALIZADO	PROCESADO	INFORME
Fuente del Puma (G-27)	X	X	X	X
Las Animas (G-28)	X	X	X	X
Piriapolis (G-29)	X	X	X	X
San Carlos (F-29)				
Punta del Este (F-30)				
Sierra de los Caracoles (F-28)	X	X		
Las Cañas (F-27)	X	X	X	X
Aigua (F-26)	X	X	X	X
Mariscalá (F-25)	X	X	X	X
Alferez (E-24)	X	X		
Paso de los Talas (E-25)	X	X		
Carape (E-26)	X	X	X	X
Cordillera (E-27)	X			
Garzón (E-28)	X			
José Ignacio (E-29)				

Este proyecto de exploración minera regional se basó fundamentalmente en los métodos de prospección geoquímica, pero en una acción multidisciplinaria con la integración resultante de los trabajos geoquímicos y la originada en los estudios de reconocimiento geológico y geofísico efectuados paralelamente.

En ese sentido, haremos referencia a aquellos fotoplanos que poseen informe final de geoquímica y en aquellos donde se realizó una revisión de anomalías expondremos los resultados a los que se arribó.

4.4.2.1 Fotoplano Fuente del Puma (G-27)

Expondremos aquí los resultados de la prospección geoquímica estratégica llevada a cabo, dentro del marco del Inventario Minero del Uruguay. La superficie cubierta fue de 660 km² con un total de 737 muestras, correspondiendo a una densidad de muestreo aproximada de 1.12 muestras por km², al mismo tiempo se efectuaron medidas de pH y de radiactividad gamma.

Las muestras, fueron analizadas en los laboratorios del BRGM para 22 elementos por el método de Espectrometría de Emisión Plasma. Solo presentaremos aquí aquellas anomalías geoquímicas pertenecientes al departamento de Maldonado, dentro de la hoja Fuente del Puma.

➤ Anomalía 282-2291: Ag-As

La presente anomalía se halla ubicada al centro-sur de la hoja, la misma es tributaria del curso medio a superior del Arroyo Pan de Azúcar (figura 84). Del punto de vista geológico dicha anomalía está vinculada al Complejo Metamórfico Zanja del Tigre. Los valores analíticos para la presente anomalía son: Ag: 0.3 ppm y As: 63 ppm.

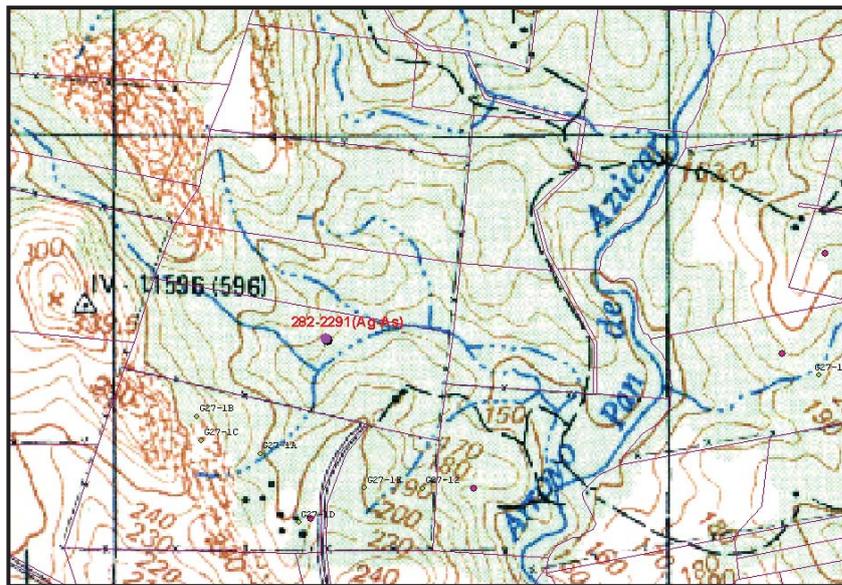


Figura 84: Ubicación de anomalía 282-2291.

➤ Anomalía 292-2264: Pb-Ba

Dicha anomalía se ubica al N-NE de la anterior, es tributaria de la cuenca superior del Arroyo Mataojo (figura 85). Geológicamente, forma parte del Complejo Metamórfico Zanja del Tigre y de los granitos asociados del Complejo Carapé. Los resultados analíticos correspondientes a dichas anomalías son: Pb: 52 ppm; Ba: 1339 ppm.



Figura 85: Ubicación de anomalía 292-2264

➤ Anomalía 282-2195 (Sn)

Se halla ubicada en las puntas del Arroyo Pan de Azúcar, al N de la anomalía precedente, en un ambiente de granitos sintectónicos, generalmente biotíticos, leucócratas, con deformación variable, desde muy débil hasta fuerte, pertenecientes al Complejo Carapé (figura 86). Probablemente la naturaleza de la anomalía se deba a la presencia de dichos intrusivos en contacto con rocas calcáreas lo que genera un depósito de tipo skarn metasomático.

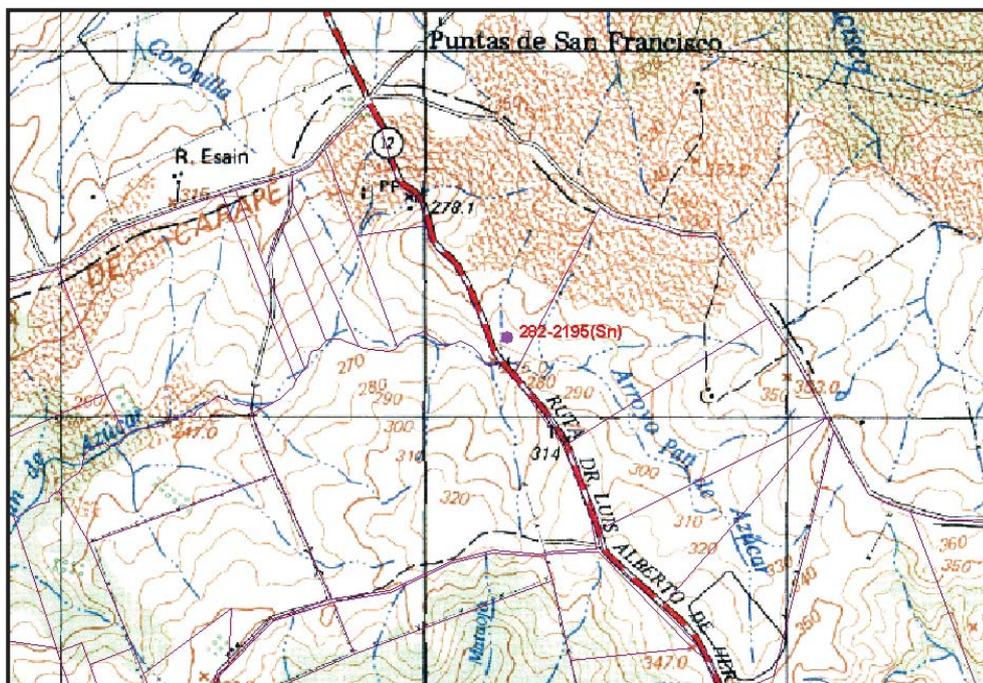


Figura 86: Ubicación de la anomalía 282-2195

El valor analítico de la presente anomalía de Sn es de 23 ppm siendo el límite inferior de detección de 20 ppm.

➤ Anomalía 282-2221 (Pb-Ag)

La presente anomalía se encuentra ubicada hacia el sector SE de la Hoja Fuente del Puma, y la misma es tributaria de la cuenca superior del Arroyo Zanja del Tigre. Al igual que las anomalías precedentes se halla comprendida geológicamente en el Complejo Metamórfico Zanja del Tigre y granitos sintectónicos del Complejo Carapé (figura 87).

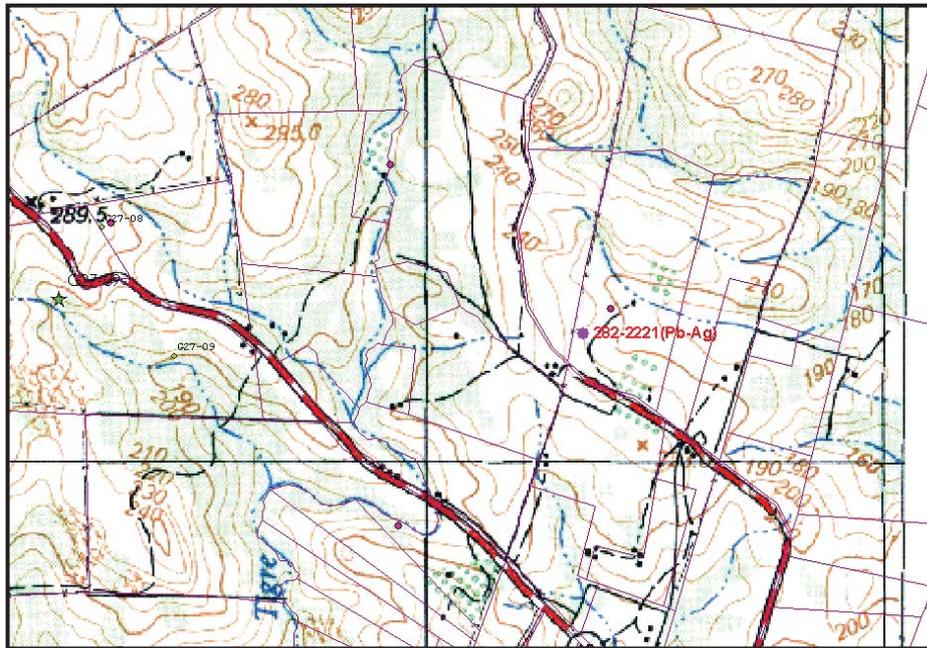


Figura 87: Ubicación de la anomalía 282-2221.

Los valores analíticos para los elementos anómalos son: Pb: 57 ppm y Ag: 0.4 ppm. La génesis de estos tipos de anomalías puede explicarse por la presencia de depósitos de tipo skarn, en un ambiente de metasomatismo de rocas carbonatadas con granitos intrusivos.

4.4.2.2 Fotoplano Las Ánimas (G-28)

El fotoplano Las Ánimas fue cubierto por prospección geoquímica elemental en el marco del Inventario Minero Nacional. Fueron abarcados 660 km² con un total de 738 muestras, con una densidad de muestreo de aproximadamente 1.1 muestra por km², las que fueron analizadas por Espectrometría de Emisión Plasma en los laboratorios del BRGM en Francia.

Del análisis estadístico llevado a cabo en la interpretación de los resultados analíticos se puso en evidencia la presencia de muestras en el fotoplano estudiado con tenores elevados en Cu, Pb, Zn, y As.

➤ Anomalías con Cu dominante-Zona Anómala del Arroyo de la Mina (Cu I)

Se observan en los mapas de anomalías para el Cu, Pb, Zn, As, y V al igual que en el mapa geoquímico de síntesis, la presencia de grupos de muestras con valores anómalos en éstos elementos en el centro-norte del fotoplano, a lo largo del Arroyo de la Mina.

Señalamos que la única mineralización conocida en esta zona, es la de Mina Oriental, en las nacientes del mencionado arroyo y al Sur del fotoplano Fuente del Puma. Realizando una síntesis de dicha información geoquímica podemos distinguir tres sectores anómalos: sector Norte, sector Central y sector Sur.

Del análisis de las muestras que integran cada uno de los sectores se puede concluir, que los tres sectores no presentan las mismas asociaciones geoquímicas. En efecto, el sector Norte se caracteriza esencialmente por la asociación Cu-Zn-V-Fe-As, el sector Central por la asociación Cu-Pb-Zn-V y el sector Sur por la asociación Cu-Pb-V.

En la tabla siguiente, presentamos los tenores medios en Cu, Pb, Zn, As, V, Fe₂O₃ y Mn para los tres sectores.

Cuadro 13: tenores medios de los elementos, para los tres sectores.

Sector	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	V Ppm	As ppm	Mn ppm	Fe₂O₃ %
Norte	71	26	113	129	62	1087	8.7
Central	61	37	121	112	37	984	7.2
Sur	62	39	90	131	35	1126	7.9

Fue examinada la posibilidad de una anomalía de origen formacional. Desde el punto de vista del Pb ningún valor elevado en este elemento está relacionado con facies carbonatadas y por otra parte las anomalías descritas se sitúan fuera del dominio de los gneises. Debemos agregar que estos gneises ortoleptinitas son bien caracterizados por su nivel elevado en Ba.

En cuanto a las asociaciones anómalas con Cu-Pb-Zn-As-V no vemos la posibilidad de explicarlos solamente por un origen formacional. Debemos suponer que dichas anomalías están ligadas a la presencia de sulfuros en las facies volcano-sedimentarios.

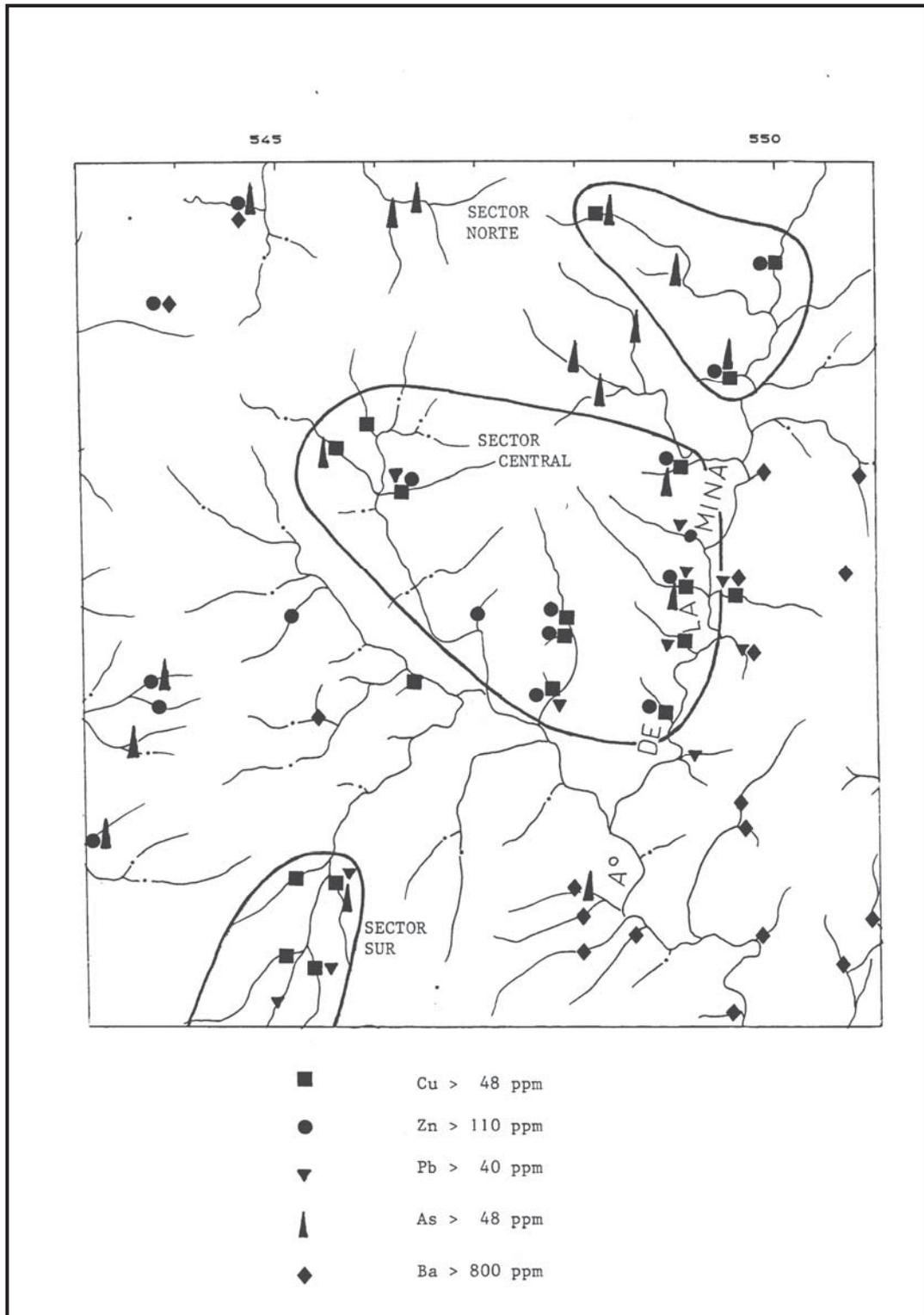


Figura 88: Síntesis de las anomalías en la zona del Arroyo de la Mina.

Durante el trabajo de revisión de anomalías, “Primera aproximación a Carta de Favorabilidad Prospectiva del Fotoplano Las Animas” Spoturno, J; Arrighetti, R. 1994; surge que algunos de los puntos anómalos del Sector Norte, se explican por la presencia de rocas máficas (metabasaltos y metagabros) y esquistos sericíticos derivados de metapelitas. Aunado a estos, la presencia de una veta de cuarzo con cavidades rellenas de óxidos de hierro secundario, así como sulfuros (pirita y calcopirita) y carbonatos (malaquita).

El sector Central está integrado por 16 anomalías distribuidas en cursos de agua y drenajes subsidiarios del A° de la Mina. El chequeo de campo muestra la ocurrencia de indicios de cobre y sulfuros tanto en los metabasaltos como en los metamorfitos de grado medio, supuestamente derivados de la acción hidrotermal. Otra agrupación de anomalías dentro del sector Central, al Oeste del A° de la Mina, responden a la ocurrencia de indicios sulfurados y carbonáticos (pirita, malaquita, calcopirita, y óxidos de hierro) que se vinculan a recortes vetiformes de cuarzo y a microfisuras rellenas en las rocas de caja, particularmente en las vulcanitas básicas.

Respecto del conjunto de anomalías de Cu del sector Sur, se trata de un conjunto de cinco puntos anómalos. La geología del entorno muestra una alternancia de secuencias de metavulcanitas con episodios pelíticos finos y depósitos carbonáticos, así como una intrusión granítica. La revisión de dichas anomalías, dió como resultado, la presencia de indicios sulfurados y carbonatados, asociados a las metalavas, derivados de la acción hidrotermal.

➤ Anomalía Mina Apolonia I

Dicha anomalía está conformada por tres muestras que se ubican en el entorno de la Mina Apolonia, ellas son; 6150, 6151, 6156. Los elementos anómalos son: Cu, Pb, Zn, As, Ni, V, Ba, Mn, Fe.

Muestra N°	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)	Ni (ppm)	Va (ppm)	Ba (ppm)	Mn (ppm)	Fe (%)
6150	18	29	48	22	10	52	446	1098	3,5
6151	177	21	93	32	40	376	330	863	9,3
6156	40	31	131	51	30	69	968	1337	6,4

➤ Anomalía Apolonia Sur – Cu II

La presente anomalía se sitúa 2 km al Sur del indicio de Mina Apolonia, determinada por dos muestras con tenores en Cu relativamente elevados: 47 y 50 ppm, correspondientes a las muestras 6153 y 6155, se muestra la ubicación de las mismas en la figura 89.

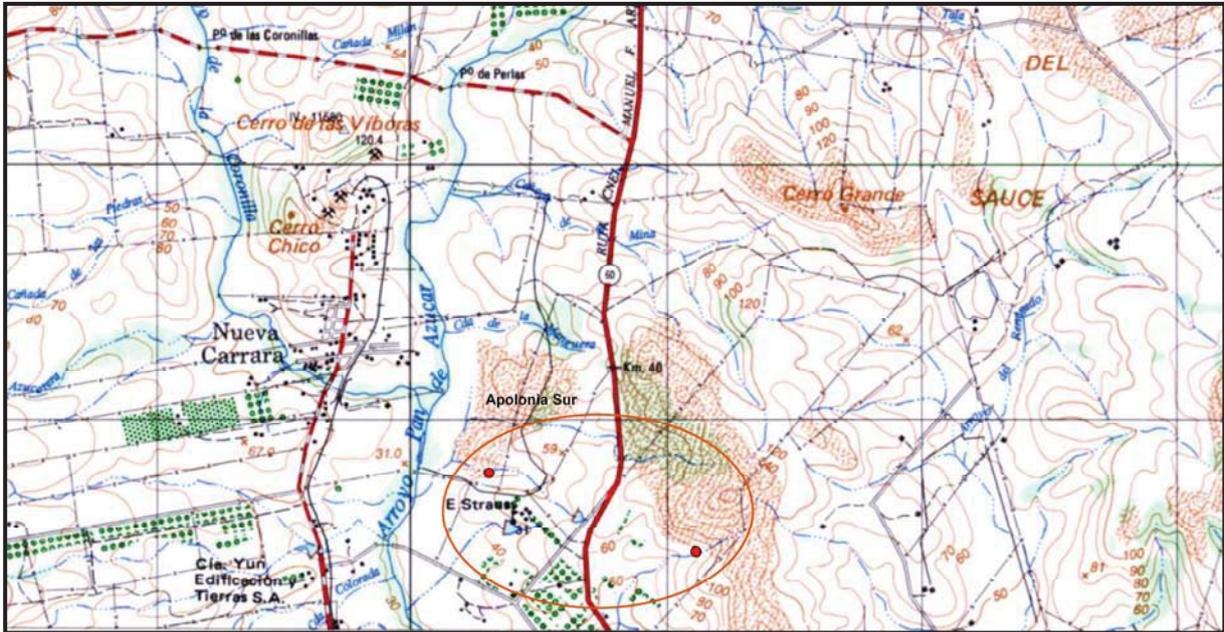


Figura 89: Ubicación de las anomalías

Se trata de una anomalía con Cu dominante, en asociación con Pb, Zn, As, Ni, V, Ba, y Mn. A pesar de su contraste poco acentuado, es posible considerar a ésta anomalía como una extensión de la mineralización de la Mina Apolonia.

➤ Anomalía Cu-III

Esta anomalía se sitúa en el centro-norte del fotoplano, a 1 km al Oeste de la ruta N° 60 y a 2.5 km del Sector Norte de la anomalía de Cu-I. La misma está constituida por cuatro puntos anómalos en Cu fundamentalmente, cuyos valores son: 62, 40, 41 y 52 ppm, correspondiendo a las muestras; 2158, 2159, 2160 y 2161 respectivamente.

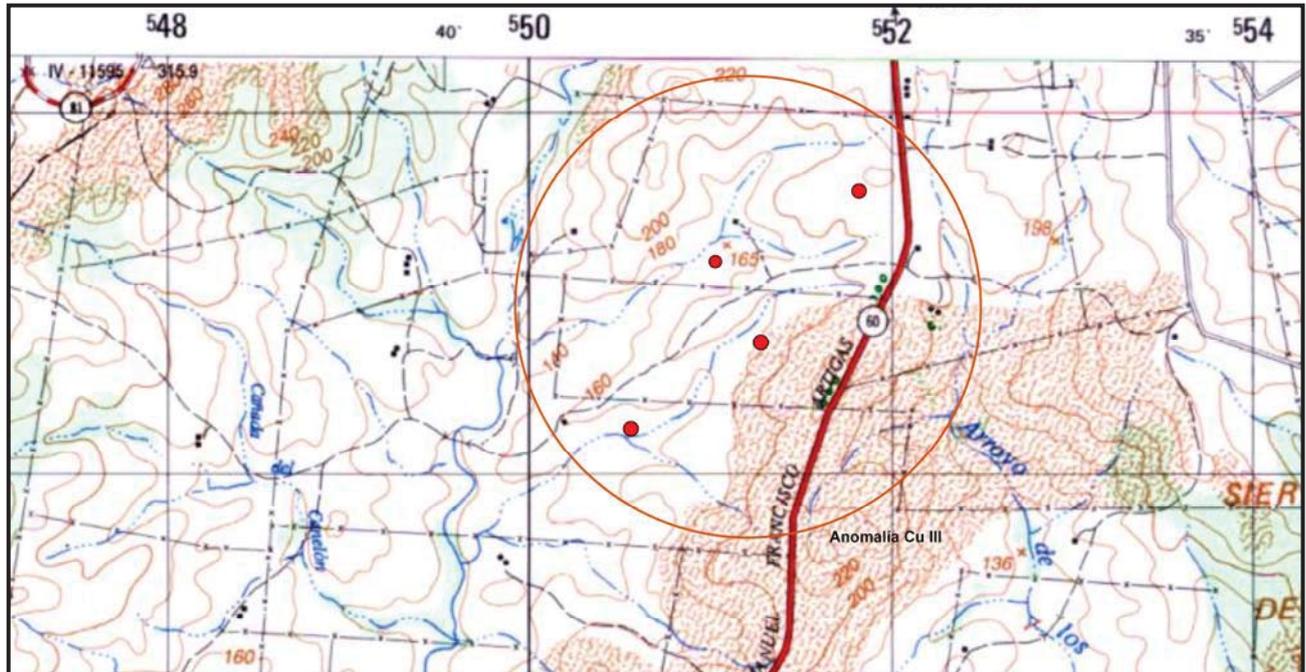


Figura 90: Ubicación de anomalía Cu-III

Del conjunto de anomalías geoquímicas vinculadas a la secuencia volcano-sedimentaria del Grupo Lavalleja, se puede concluir que:

- 1º.- La mayor parte de los indicios mineralizados se vinculan con la aparición de actividad hidrotermal.
- 2º.- Las rocas de caja que presentan mayor evidencia de acción hidrotermal son aquellas derivadas de la secuencia volcánica; metabasaltos y metagabros.
- 3º.- Aparición de sulfuros diseminados tanto en las rocas volcánicas como en los esquistos negros (metapelitas).
- 4º.- La zona de anomalías predominantes se encuentran asociadas a las rocas volcánicas básicas, particularmente el Sector Central, donde más del 80% de las anomalías poseen indicios con mineralizaciones secundarias.
- 5º.- La composición mineralógica de la mayor parte de los indicios está integrada por ocurrencias vetiformes de cuarzo con asociaciones de pirita, malaquita, calcopirita, y óxidos de hierro.

➤ Anomalías aisladas de Cu

Además de las anomalías anteriormente descritas se encuentran en el fotoplano otras ocho anomalías puntuales en Cu dominante acompañadas eventualmente de tenores elevados en Pb, Zn As y/o V.

A manera de síntesis de las anomalías de Cu dominante podemos decir, que queda en evidencia que la distribución de las anomalías está directamente controlada por la litología; dado que la mayoría de las mismas se encuentran sobre la serie volcano-sedimentaria del Grupo Lavalleja.

➤ Anomalía del Arroyo de la Coronilla (Pb-Zn)

Se trata de dos puntos anómalos en Pb y Zn, ubicados en vertientes cuyas nacientes ocurren en los altos de la Sierra de Animas, con drenaje general hacia el S-SE (Puntas del arroyo Coronilla) como se visualiza en la figura 91. No se han observado evidencias claras de hidrotermalismo, salvo el recorte de cuarzo en la unidad más oriental, se observa un predominio de depósitos detríticos finos (esquistos sericíticos) en relación con secuencias vulcanogénicas, tampoco se vieron depósitos carbonáticos de importancia como para pensar en mineralizaciones de plomo.

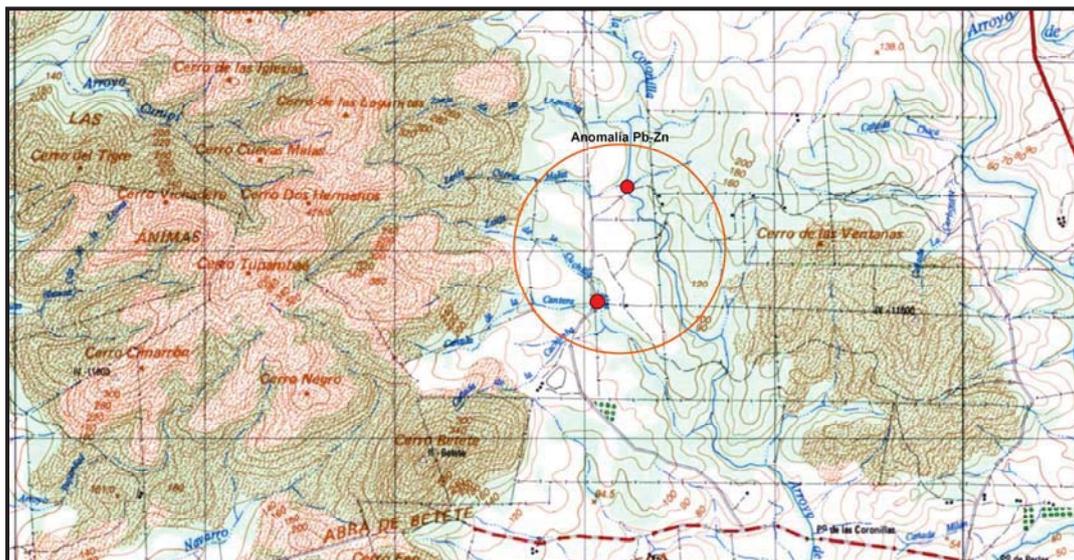


Figura 91: Localización de anomalías Pb-Zn.

➤ Anomalía Zn-As-Sb

Solo una muestra arrojó el único tenor en Sb superior al límite de detección analítico de todo el fotoplano. Dicha anomalía se encuentra sobre las traquitas, riolitas y sienitas del Complejo Sierra de Animas, localizada en inmediaciones del cauce Arroyo Sauce.

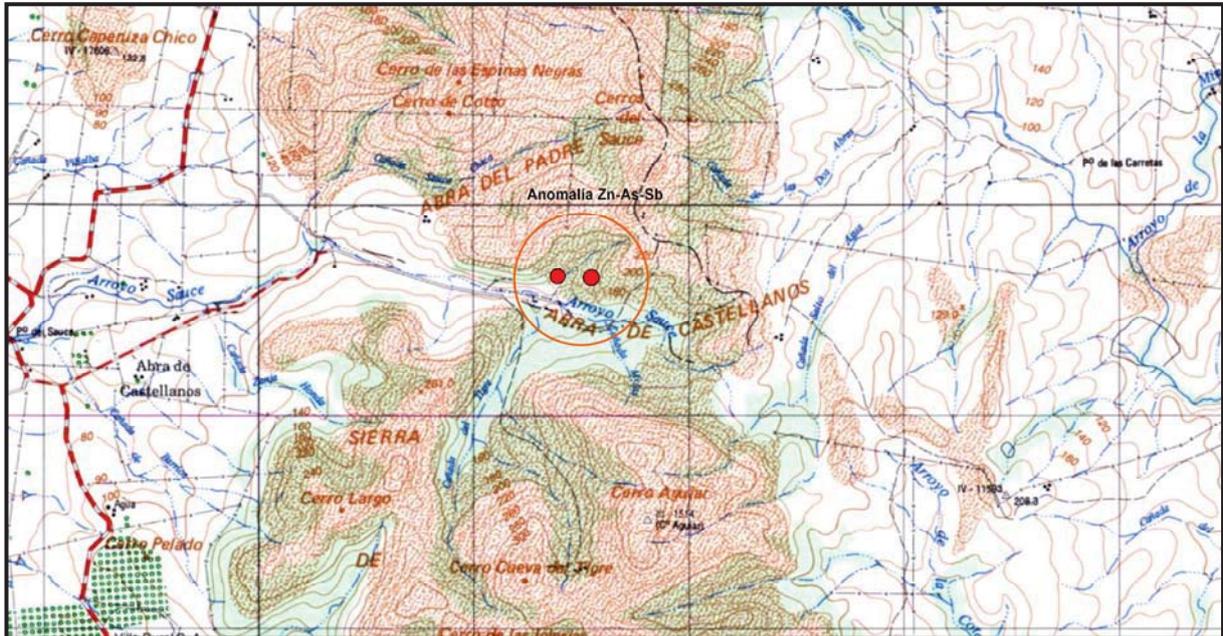


Figura 92: ubicación de anomalía Zn-As-Sb

➤ Anomalías de Mo

Cuatro muestras presentan un tenor en Mo superior al límite de detección de 2 ppm, y se ubican en la faja centro-oeste del fotoplano sobre el Complejo Sierra de Animas como muestra la figura 93. Tres de dichas muestras, poseen un tenor en Be elevado y tenores bajos en Ni y Cu, lo que estaría indicando un contexto esencialmente ácido.

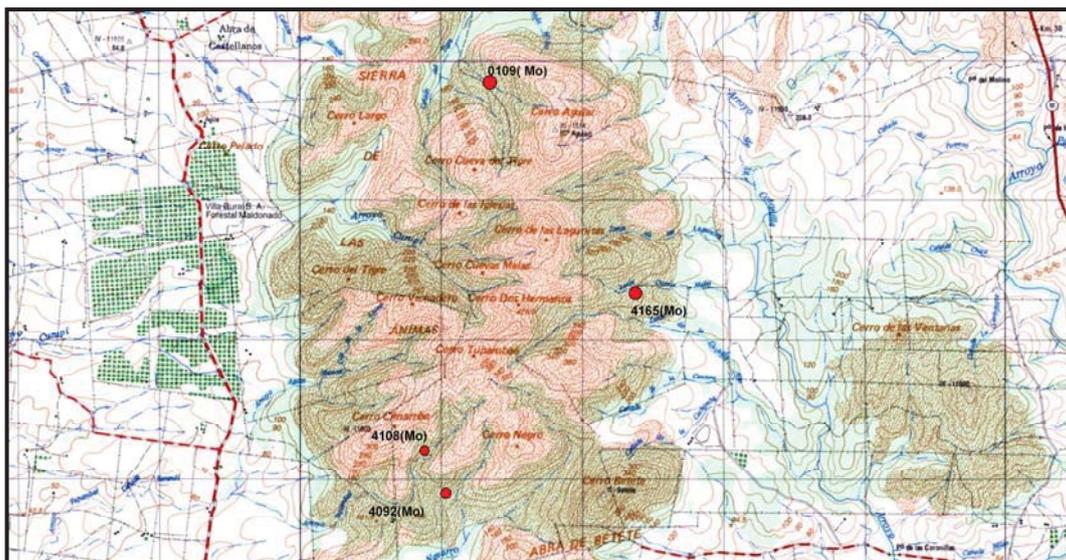


Figura 93 con ubicación de anomalías

➤ Anomalías de Zn

En el límite Este del fotoplano, encontramos un agrupamiento de muestras anómalas en Zn, con valores que superan los 120 ppm, en un rango que va de un mínimo de 121 ppm hasta 169 ppm de valor máximo. Los tenores elevados en Be y bajos en Cu y Ni, confirman el carácter ácido de dicho contexto granítico.

La dimensión de la zona anómala y el carácter monometálico nos conducen a presumir un origen formacional para esta anomalía.

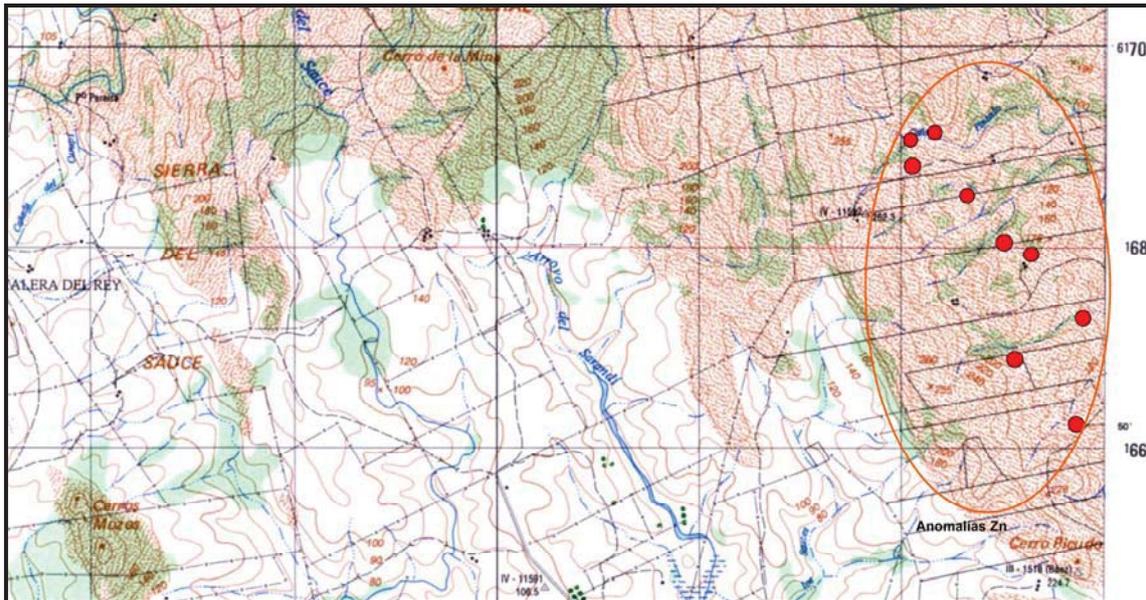


Figura 94: Ubicación de anomalía de Zn.

➤ Anomalías de Ba

Las anomalías de Ba observadas en el fotoplano Las Ánimas pueden explicarse formacionalmente, dado que, la mayor concentración de las mismas se encuentra sobre granitos postectónicos y ortoneises de la Unidad Campanero. Dicho grupo de anomalías se encuentran hacia el sector centro-norte del fotoplano y sobre la cuenca superior del Arroyo Pan de Azúcar. Todas ellas superan el límite inferior de detección de 1100 ppm.

➤ Anomalías de Mn

Se han agrupado en tres conjuntos de anomalías en este elemento en el fotoplano:

- grupo A, al SW del fotoplano con cinco valores de 2000 a 3000 ppm
- grupo B con dos valores de 2000 a 4000 pm en la zona del arroyo de la Mina
- grupo C con nivel en Mn cercano a los 2000 ppm.

➤ Anomalías radimétricas

Las anomalías radimétricas del fotoplano se ubican sobre el Complejo Sierra de Animas, indicando un fondo regional alto. Dos valores anómalos están en relación con el Norte de la Serie Pan de Azúcar.

4.4.2.3 Fotoplano Piriópolis (G-29)

El fotoplano Piriópolis fue cubierto por prospección geoquímica elemental en el marco del Inventario Minero Nacional. Fueron abarcados 650 km² con un total de 451 muestras de sedimentos o suelos, con una densidad de muestreo de aproximadamente 1-2 muestras por km², las que fueron analizadas por Espectrometría de Emisión Plasma para 22 elementos, en los laboratorios de la DINAMIGE.

Del análisis estadístico llevado a cabo en la interpretación de los resultados analíticos, se puso en evidencia la presencia de muestras en el fotoplano estudiado, con tenores elevados en Fe, Mn, P, Ba, Co, Cr, Ni, V y Zn. El comportamiento particular del Ba en relación con los fotoplanos linderos, sería consecuencia del predominio de rocas félsicas o intermediarias, con ausencia de rocas máficas o ultramáficas.

El fotoplano Piriópolis presenta una respuesta geoquímica de bajo contraste y en ciertos aspectos, característica.

4.4.2.4 Fotoplano Las Cañas (F-27)

La prospección estratégica cubrió un área aproximada de 650 km² con un total de 946 muestras, con una densidad de muestreo, de aproximadamente 1.4 muestras por km².

Las muestras se dividen en: 891 en suelos en flat, 8 de sedimentos en lecho vivo, 42 de suelos en fondo de hondonada y 5 de suelos. Se midió la radiactividad gamma total y el pH del drenaje correspondiente.

Se tamizaron las muestras a 125 micras y se analizaron por espectrometría de emisión plasma para Fe, Mn, Ba, P, y 18 elementos traza.

➤ Anomalía 283-01 (Cr–Ni)

La presente anomalía se encuentra ubicada en la porción centro-norte del fotoplano, y al Este de la ruta N° 39 (figura 95). Esta anomalía se encuentra situada en una zona de granitos, gneises y rocas máficas y ultramáficas. Presentan tenores muy elevados en Ni y Cr, manteniéndose los tenores de Cu en valores de poco contraste.

Los datos analíticos y sus correspondientes muestras se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 14: datos analíticos de las muestras.

Muestra N°	Cu (ppm)	Cr (ppm)	Ni (ppm)
4196	21	105	75
4197	24	72	50
4198	24	340	577
4297	17	670	552

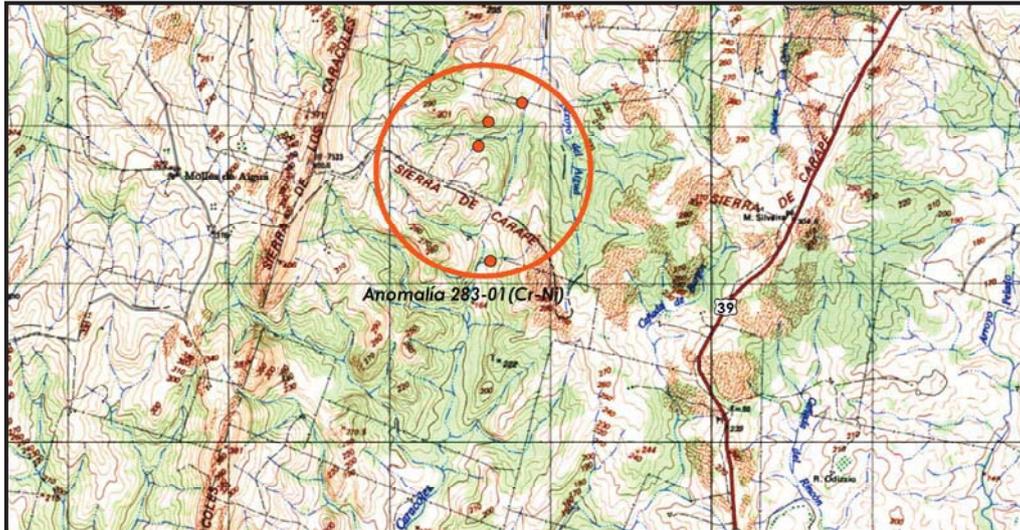


Figura 95: Localización de la anomalía 283-01 (Cr-Ni)

➤ Anomalia 283-03 (Cu-Cr-Ni)

La presente anomalía se encuentra ubicada sobre el sector S-SW del fotoplano, en cañadas tributarias en la cuenca media al oeste del Arroyo Carapé (figura 96).

A continuación presentamos los datos analíticos de las 8 muestras que componen la asociación geoquímica y los números de las mismas según los códigos del Inventario Minero.

Cuadro 15: datos analíticos de las 8 muestras

Nº Muestra	Cr (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)
6166	164	66	28
6169	90	35	22
6170	256	109	48
6171	136	58	26
6172	102	47	26
6173	83	43	25
6175	117	62	33
6177	95	41	26

El conjunto de dichas anomalías se encuentran situadas sobre el granito de Aiguá y rocas miloníticas asociadas. Se han reconocido en esta zona filones y diques de diabasa, lo cual explicaría los altos tenores en Cr- Ni.

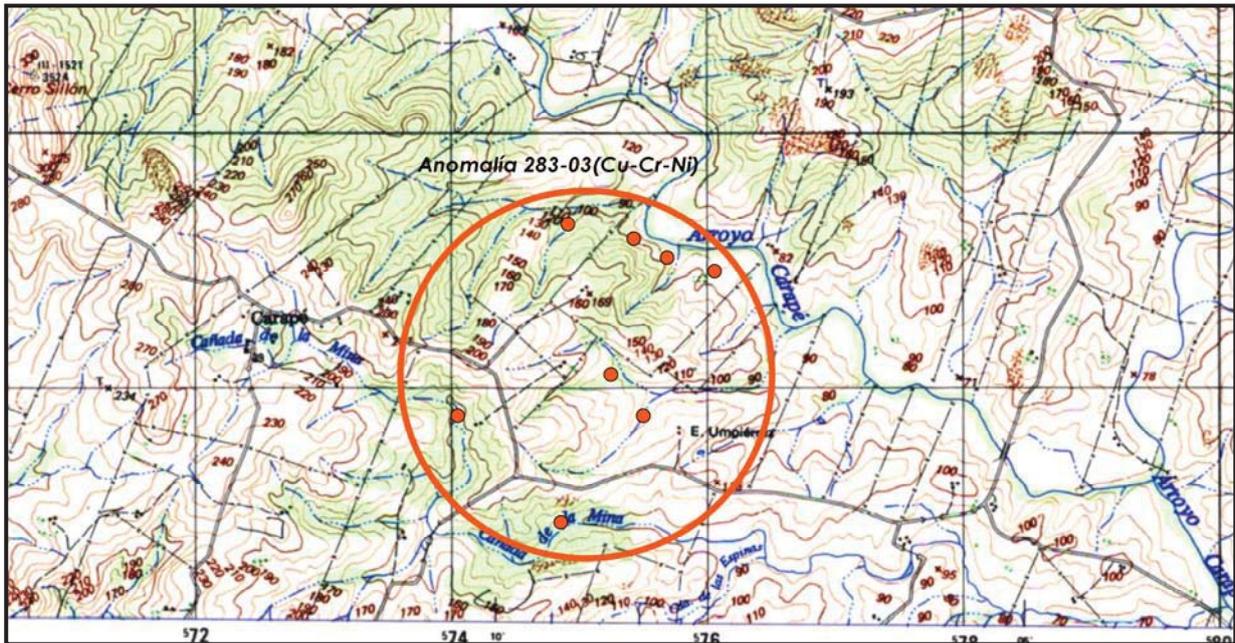


Figura 96: Ubicación de las anomalías 283-03

➤ Anomalia 283 -04 (Cr-Ni-Ag)

Esta anomalía se halla ubicada al Sur de la anterior, sobre cañadas tributarias del Arroyo Carapé, y en una geología de granitos y gneises. La anomalía en Cr-Ni se encuentra situada sobre el fotoplano Sierra de los Caracoles, solo dos muestras de la presente anomalía recaen sobre la hoja Las Cañas, ellas son; 6179 y 6186 respectivamente. A continuación presentamos los valores analíticos y los números correspondientes a dichas muestras.

Cuadro: 16 valores analíticos de las muestras

Nº Muestra	Ag (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)
6179	0.2	841	145
6186	0.3	88	161

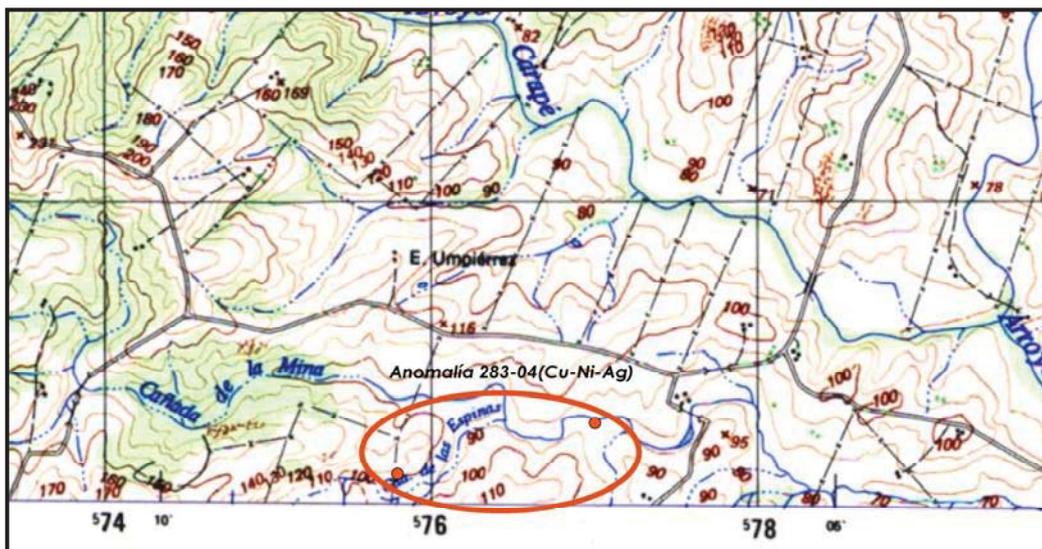


Figura 97: Ubicación de las anomalías 283-04

➤ Anomalía 283-05 (Cu-Cr-Ni-Zn)

La anomalía se encuentra ubicada hacia el centro-oeste de la hoja y al N de la 282-03, en la cuenca superior del A° Carape. Se trata de un grupo de muestras anómalas en Cr-Ni-Zn, las que se ubican en una zona de rocas del Grupo Carpe, filones de diabasa y granitos. Se puede pensar en la existencia de sulfuros, dado el elevado tenor de Zn y Pb, acompañados de tenores relativamente altos de Cu.

A continuación se presenta, el cuadro con las muestras anómalas y los tenores de los elementos.

Cuadro 17: tenores de los elementos

Nº Muestra	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Ni(ppm)	Cr(ppm)	Cu(ppm)
6256	10	63	71	143	19
6261	16	73	78	155	30
6265	10	59	79	169	25
6266	13	64	46	98	21
6320	10	90	28	49	23
6322	107	298	40	34	56
6323	27	172	34	45	36
6324	10	81	25	47	20

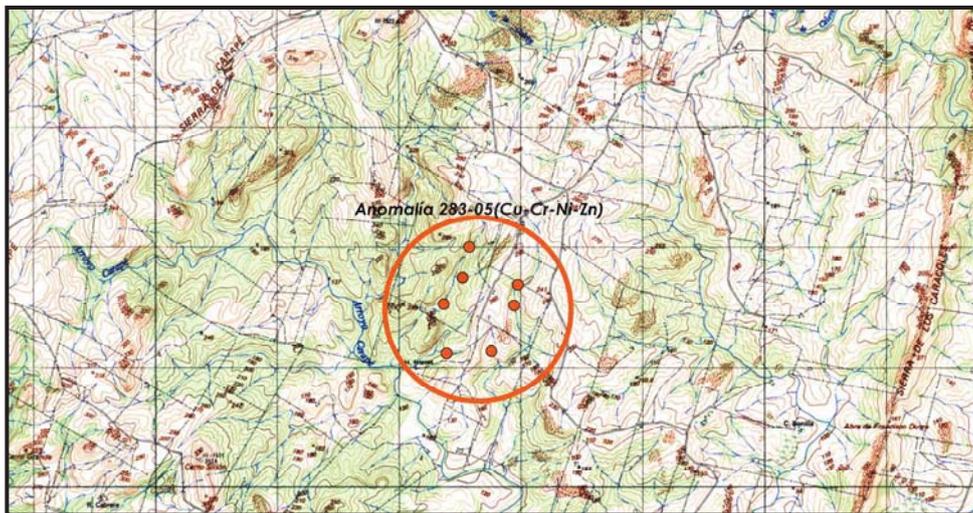


Figura 98: Ubicación de la anomalía 283-05

➤ Anomalía 283-06 (Cu-Pb-Zn)

Este grupo de muestras anómalas se localiza hacia el sector SW de la hoja y al igual que el grupo anómalo 283-05 se localiza sobre rocas del Grupo Carapé. Algunos tenores elevados en Zn, acompañados por la elevación de fondo geoquímico para Ba, y valores superiores a la media para Cu y Pb, pueden sugerir presencia de sulfuros.

En el siguiente cuadro se exponen las muestras correspondientes a la anomalía así como también los tenores brutos medidos en ppm.

Cuadro 18: tenores medidos en ppm

Muestra Nº	Ba (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)
6147	1186	50	10	10	19
6148	924	174	15	28	19
6149	660	211	22	31	24
6150	860	79	35	41	41
6154	387	88	34	10	33

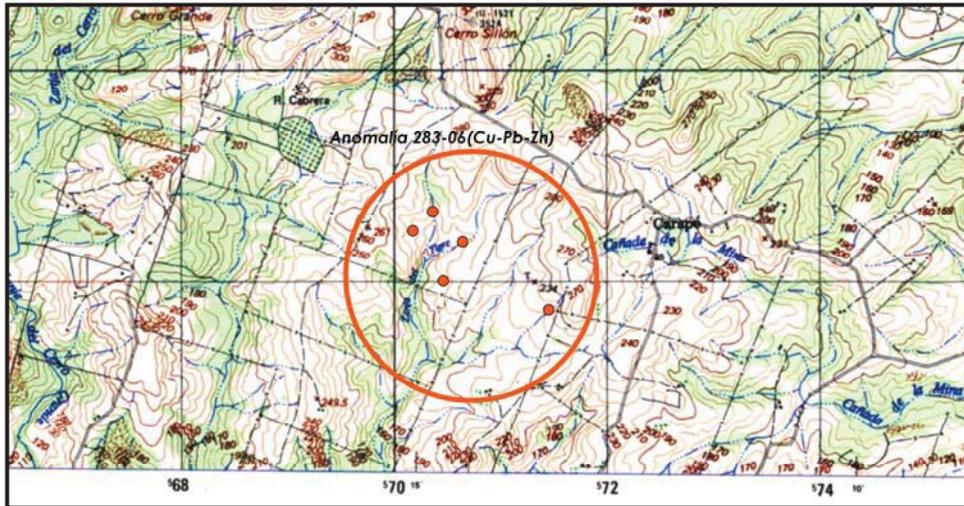


Figura 99: Ubicación de las anomalías 283-06

➤ Anomalia 283-07 (Cu-Cr-Ni)

Este grupo anómalo se ubica al centro-sur de la hoja, muy próxima a las anomalías 283-03 y 283-04. La misma pertenece a la cuenca de una cañada tributaria de la cuenca inferior del Arroyo Carape. Es una anomalía fundamentalmente asociada a facies básicas. Se encuentra situada sobre el granito de Aiguá, recortado por filones de diabasas. A continuación se presenta el cuadro de los números de muestras y de los tenores brutos de los elementos medidos en ppm.

Cuadro 19: tenores brutos de los elementos medidos en ppm.

Nº Muestra	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Ni (ppm)	Cr (ppm)
6193	38	110	75	165
6194	39	91	65	128
6202	36	86	67	129
6204	29	68	63	120

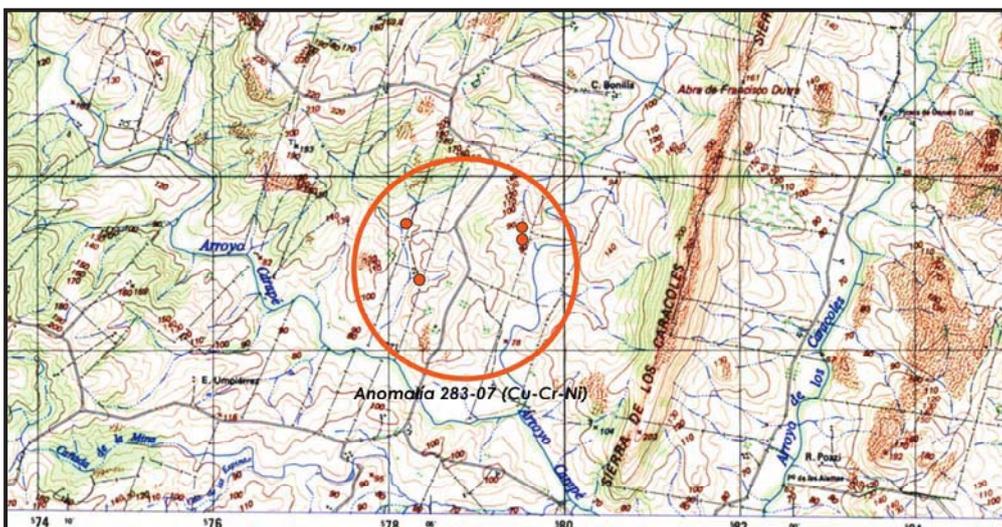


Figura 100: Ubicación de las anomalías 283-07.

➤ Anomalía 283-08 (Cr)

Esta anomalía se ubica hacia el centro-norte de la hoja, en un entorno de granitos, gneises y rocas de deformación vinculadas a Sierra Ballena. El posible origen de ésta anomalía sería litológico.

Presentamos a continuación el cuadro de número de muestras y tenores brutos de los elementos en ppm.

Cuadro 20: tenores de los elementos

Nº Muestra	Cu	Ni	Cr
4175	21	61	139
4180	22	46	87
4181	26	50	99
4182	27	72	175
4183	23	45	90
4184	13	49	104
4185	28	42	78
4187	27	40	102
4188	20	57	123

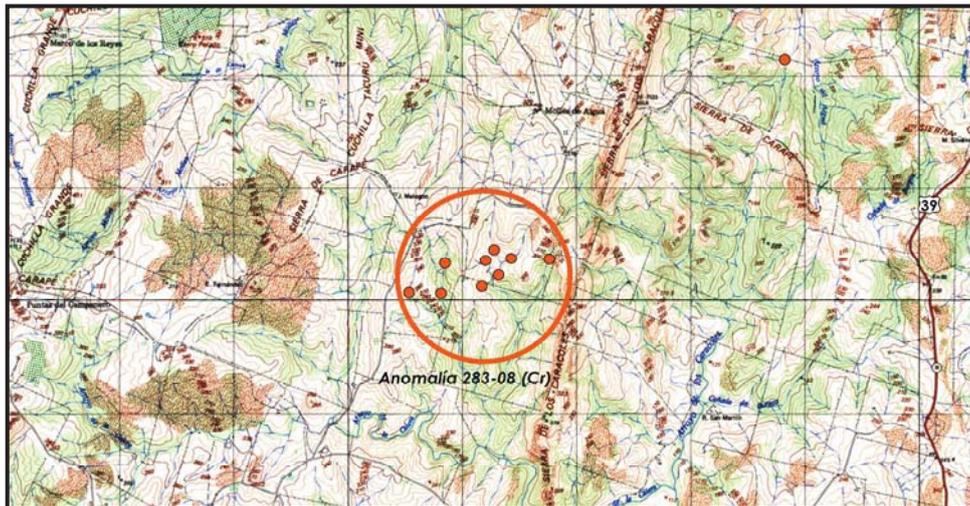


Figura 101: Ubicación de anomalía 283-08.

➤ Anomalía 283-11 (Rad.)

El presente grupo anómalo se ubica hacia el sector SE de la hoja Las Cañas. Se trata en este caso de una anomalía radimétrica, medida en radiactividad gamma total. Dichas anomalías se encuentran situadas sobre el granito de Aiguá, en una zona de abundantes fallas. A continuación se presentan el número de muestra y su correspondiente valor radimétrico medido en cps (choques por segundo).

Cuadro 21: valores radimétricos de las muestras.

Nº Muestra	Rad. (cps)
0163	300
0164	280
0165	300
0166	360
0167	300
0168	280
0169	340
0170	360
0177	360
0178	340
0179	400
0190	200
0191	220
0194	380
0195	400
0285	280
0286	200
0287	300
0288	340

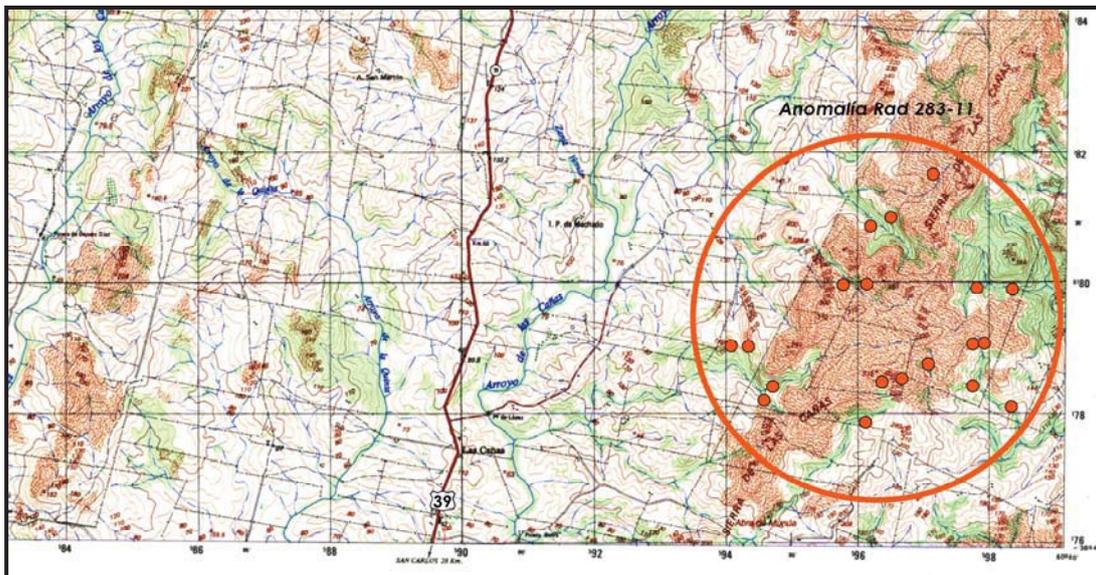


Figura 102: Ubicación de anomalía 283-11

Conclusiones

El fotoplano Las Cañas presenta básicamente anomalías en Ni-Cr, existiendo además otras tres anomalías que podrían estar asociadas a sulfuros; son las identificadas con los números, 283-04, 283-05 y 283-06, las cuales justificarían una revisión de las mismas.

4.4.2.5 Fotoplano Aigua (F-26)

La prospección geoquímica estratégica del fotoplano Aiguá, hoja F-26, se trata de un estudio geoquímico de carácter regional estratégico. El relevamiento geoquímico abarcó un área de 677 km² con 85 muestras efectivas, lo cual implica una densidad media aproximada de 1.2 muestras/km².

Los criterios de muestreo que se utilizaron son los mismos que se venían desarrollando durante el Inventario Minero Nacional. Por otra parte, en cada localidad de muestreo se midieron la radiactividad gama total y el pH del drenaje correspondiente, en los casos en que las condiciones del medio lo hicieron posible.

Anomalías Zonales

Del total de zonas anómalas que se definieron para este fotoplano solo una de ellas, la 217-10 y otras dos puntuales, 0277 y 0317 pertenecen al departamento de Maldonado.

➤ Anomalía 271-10 (Pb-Zn)

El presente grupo anómalo se encuentra ubicado hacia el centro-este del fotoplano. Geológicamente, está comprendida dentro del granito intrusivo de Aiguá, el cual ha demostrado una respuesta geoquímica muy tenue para la mayoría de los elementos. Esto implicaría una reducción de los límites críticos para las muestras correspondientes a esa litofacies.

La muestra 8312 presenta tenores altos de Zn y parcialmente de Pb, que podrían explicarse por fenómenos de sorción sobre óxidos de Fe y Mn. Sin embargo, el residual de Cu correspondiente indica una concentración estimada muy inferior a la observada para dicha muestra.

A continuación se presenta la tabla con las muestras anómalas y los valores analíticos respectivos.

Cuadro 22: valores de las muestras anómalas

MuestraNº	Fe2O3	Mn	P	Zn	Pb	Cu	Nb	Y
8312	10.7	10660	1377	134	31	22	5	49
8313	6.6	1270	753	99	13	21	7	65
8314	4.6	698	357	60	10	12	10	47
8315	6.6	955	712	112	16	17	17	66

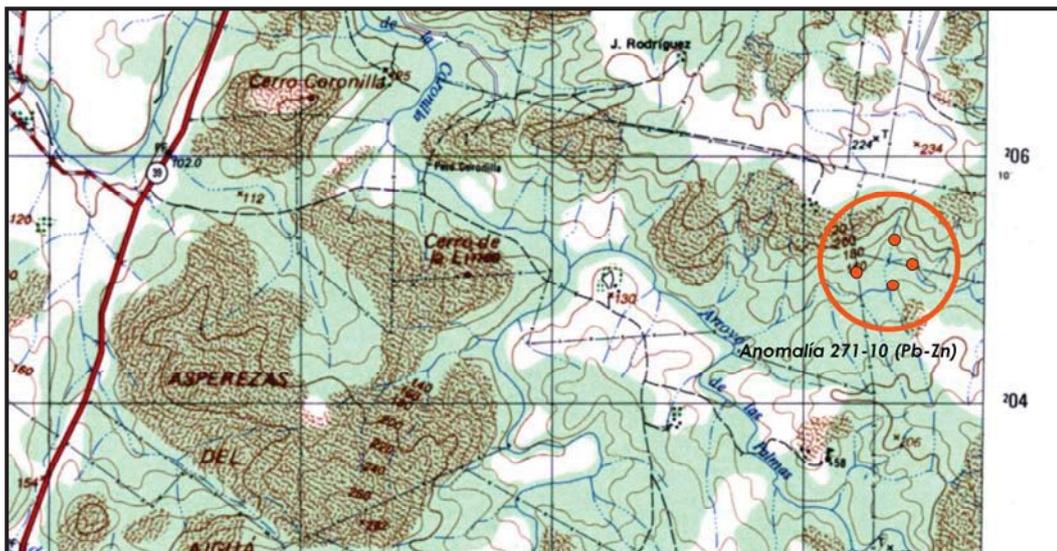


Figura 103: Ubicación de anomalía 271-10.

Anomalías puntuales

Algunas muestras, demuestran un comportamiento geoquímico anómalo, en forma aislada, es decir sin que se observen los halos de dispersión primarios o secundarios. Existen una serie de anomalías puntuales de Mo con las características antes citadas, de las cuales dos de ellas pertenecen al departamento de Maldonado, las que están vinculadas a facies graníticas, en particular se destaca la muestra número 0317 sobre el granito de Aiguá, con 9 ppm de Mo y la muestra 0277 con 3 ppm, siendo el límite de detección del equipo de 2 ppm.

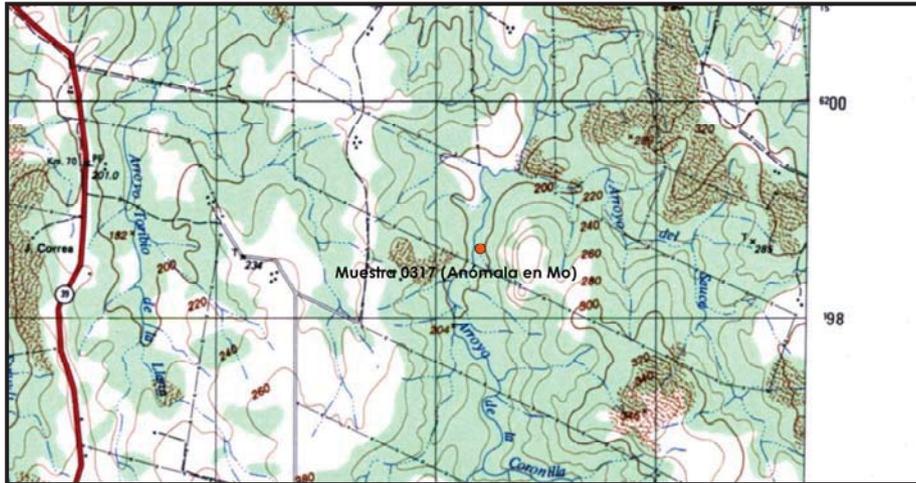


Figura 104: Ubicación de anomalía 0317

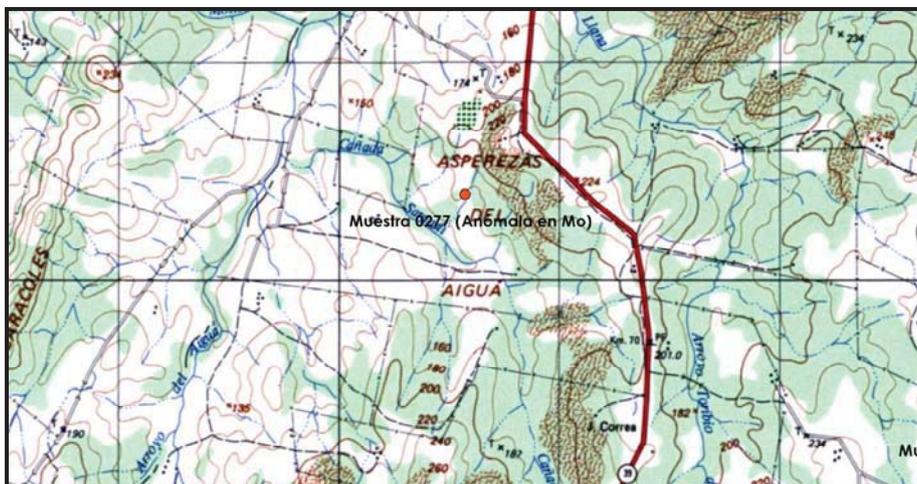


Figura 105: Ubicación de anomalía 0277

Conclusiones

El comportamiento geoquímico general muestra una buena correlación con la cartografía geológica del fotoplano a escala 1/50.000 (Arrighetti, R.; Pena, S. 1982). Las asociaciones Be-Y-Nb-Rad y Pb-Ba, podrían utilizarse para identificar y diferenciar las facies graníticas del fotoplano, criterio que podría hacerse extensivo a Basamento Cristalino de nuestro país.

Por otra parte, se evidenciaron diez anomalías geoquímicas zonales, dos de prioridad 1, cinco de prioridad 2 y tres de prioridad 3. Dichas prioridades fueron establecidas utilizando criterios geoquímicos fundamentalmente, y las mismas podrían modificarse a partir de controles de campo o la aplicación de otros métodos.

4.4.2.6 Fotoplano Carape (E-26)

La prospección estratégica del presente fotoplano cubrió un área aproximada de 650 km², con un total de 859 muestras, lo que daría una densidad media aproximada de 1.3 muestras por km².

En ese sentido fueron tomadas cuatro muestras de sedimentos en lecho vivo, 24 de suelos en fondo de hondonada, 1 de suelo y 828 de suelos en flat. Se midió la radiactividad gamma total y el pH de los drenajes correspondientes. A estos análisis se le agregó para Au mediante espectrometría de absorción atómica, en horno de grafito.

Zonas Anómalas

Si bien en todo el fotoplano existen cinco asociaciones de muestras anómalas, tres de ellas; 272-01, 272-02 y 272-04 pertenecen al departamento de Rocha y las dos restantes al departamento de Maldonado, 272-03 y 272-05.

➤ Anomalía 272-03 (Cu-Nb-Rad.)

Dicha anomalía se encuentra ubicada hacia el sector centro-noroeste del fotoplano, sobre la cuenca superior de una cañada tributaria del A^o Alferez. La presente anomalía está situada sobre el alcaligranito de Florencia y próxima a su borde, donde existen zonas deformadas por cataclasis rúptil. Del estudio geoquímico del fotoplano surge que el granito de Florencia se presenta empobrecido en Ba y enriquecido en la asociación Pb-Be-Y-Rad.

A continuación, se presenta la tabla con las muestras anómalas y los valores analíticos respectivos.

Cuadro 23: valores analíticos de las muestras anómalas

Muestra N°	Rad. (cps)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Nb (ppm)	W (ppm)	Mo (ppm)
2664	120	41	97	10	10	2
2666	250	10	57	10	10	2
2667	350	11	72	10	10	2
2672	180	36	79	24	10	2
2673	160	34	78	23	23	5
2675	250	16	79	10	11	3

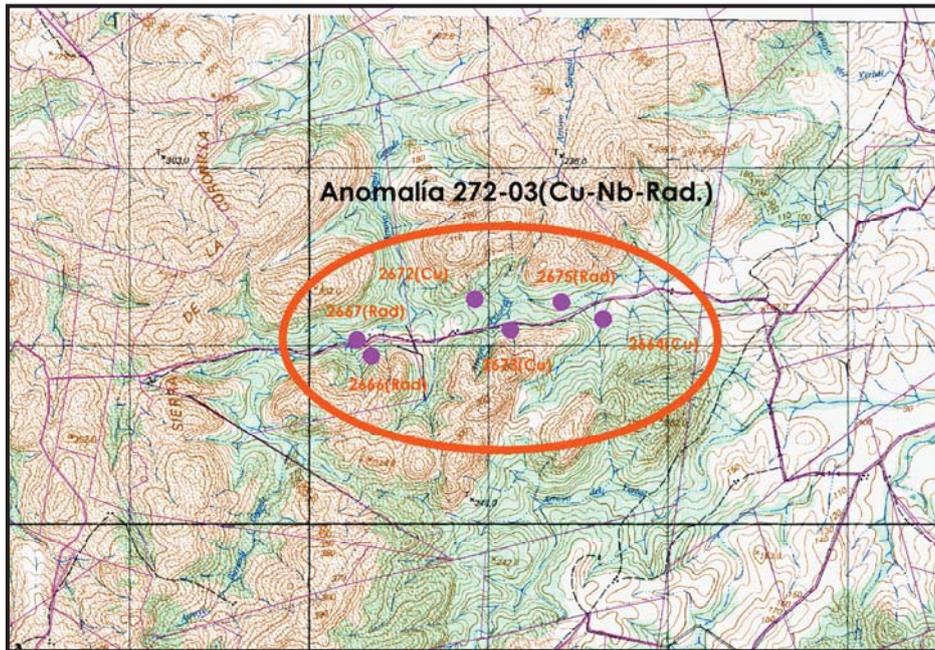


Figura 106: Ubicación de la anomalía 272-03

➤ Anomalía 272-05 (W-Rad.)

La presente anomalía se halla ubicada hacia el centro-oeste del fotoplano Carapé, y al SW de la 272-03. Al igual que la anomalía anterior, se sitúa sobre el alcaligranito de Florencia y su origen puede ser litológico. A continuación presentamos el cuadro con los números de muestras y los valores analíticos respectivos.

Cuadro 24: valores analíticos del muestreo realizado

Nº Muestra	Be (ppm)	Pb (ppm)	W (ppm)	Rad. (cps)	Sn (ppm)
4643	6	31	16	220	22
4645	11	28	14	220	20
4646	6	29	18	200	20
4647	5	23	24	200	20
4649	4	35	13	210	20
4651	6	25	10	240	20
4650	5	30	13	200	20
4658	4	23	10	230	20

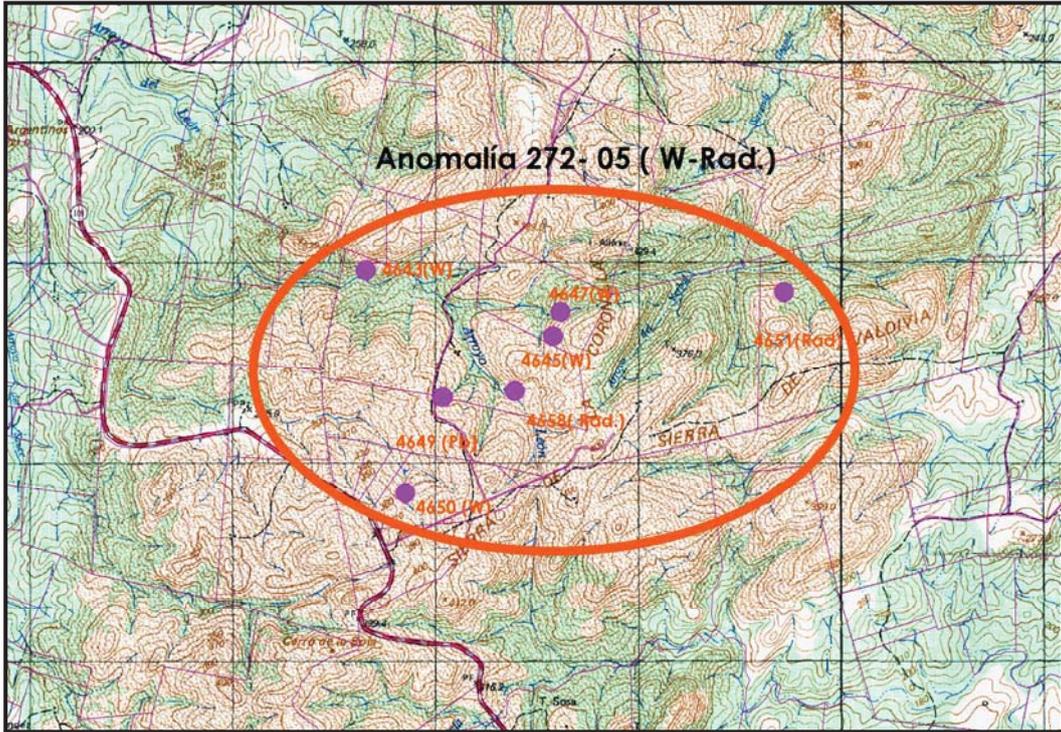


Figura 107: Ubicación de anomalía 272-05.

Anomalías Puntuales

Del total de las anomalías puntuales de la hoja Carapé, solo tres de ellas recaen en el departamento de Maldonado; las restantes recaen sobre Rocha. La mayor parte de dichas anomalías puntuales son: 21 de Zn, 16 de Pb, 16 radimétricas, 5 de Cu, 3 de W y 3 de Cr, las cuales están distribuidas de forma dispersa en la mitad occidental del fotoplano.

- *Anomalia 4620*: Mo: 3 ppm; W: 15 ppm; Nb: 10 ppm y Rad. 250 cps.
- *Anomalia 4649*: Mo: 2 ppm; W: 13 ppm; Nb: 12 ppm y Rad. 210 cps.
- *Anomalia 4790*: Mo: 2 ppm; W: 12 ppm; Nb: 10 ppm y Rad. 220 cps.

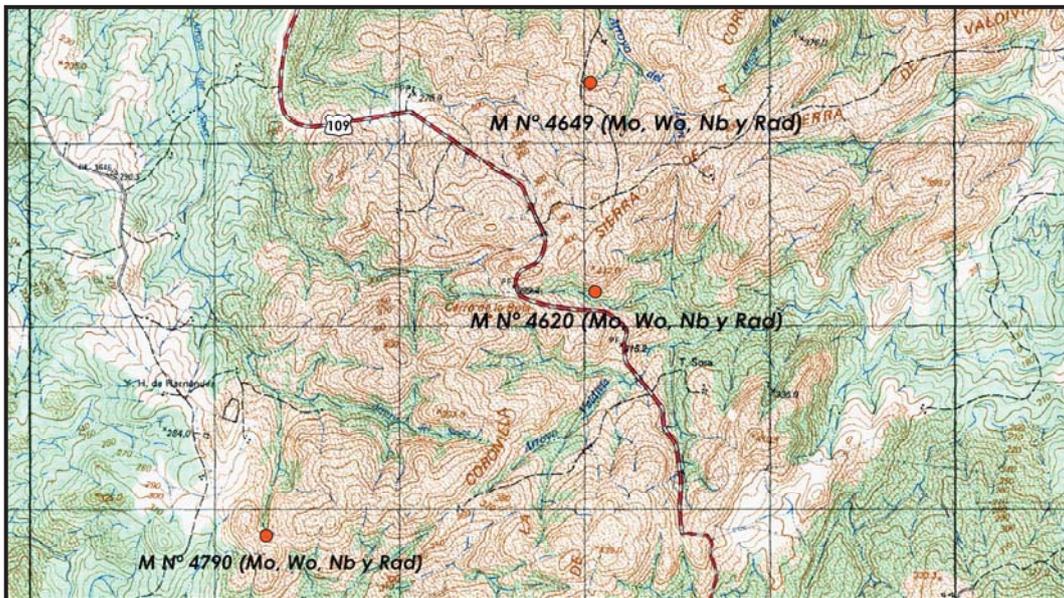


Figura 108: Anomalías puntuales 4620, 4649 y 4790

5. INDUSTRIAS CONSUMIDORAS BASICAS

En este capítulo, presentaremos aquellas industrias vinculadas directamente con el procesamiento de los recursos minerales que se producen en el departamento de Maldonado. El tema, será abordado teniendo en cuenta aquellos recursos minerales que se extraen en el departamento y se procesan en el mismo o en industrias instaladas fuera de él.

En ese sentido, las principales industrias consumidoras de bienes de origen minero son: Industria de la cerámica roja, Industria de la construcción, Industria del cemento, Industria de la cal.

5.1. INDUSTRIA DE LA CERÁMICA ROJA

En forma esquemática los productos cerámicos se pueden dividir en dos grupos: con pasta porosa (cerámica roja) y con pasta compacta (cerámica blanca). En el presente trabajo, trataremos los productos del primer grupo y fundamentalmente las tierras cocidas (ladrillos, ticholos, etc.).

Las industrias que producen ladrillos se dividen en dos tipos: fábricas de ladrillos y ladrilleras de campo. El proceso de elaboración de las piezas es similar en ambos tipos de empresas y consta básicamente de cuatro etapas:

- Arranque de la arcilla en el frente de cantera (foto 141).
- Amasado de la arcilla con agua más otros materiales (aserrín, etc.) para formar una pasta homogénea (foto 142).
- Moldeado según el tipo de pieza a obtener (en las fábricas se moldean en prensas para ladrillos y ticholos) (foto 143).
- Secado a temperatura ambiente para la eliminación de agua (Foto 144).
- Cocido de las piezas en hornos tipo túnel, en las fábricas y en hornos de campo formados con los propios ladrillos, en las ladrilleras de campo (Fotos 145 y 146).

Existen también algunas ladrilleras de “campo” dispersas en el departamento, que son unidades productivas muy pequeñas, en muchos casos familiares y que trabajan en forma artesanal. En Maldonado, solo se identificaron tres pequeñas fábricas de ticholos, una ubicada en el kilómetro 19 de la ruta nacional N° 39 al Norte de San Carlos, la otra en la ciudad de Pan de Azúcar, kilómetro 108 de la ruta N° 9 y la siguiente en el kilómetro 110 de la ruta N° 9.

La producción de ladrillos está en manos de aproximadamente 20 ladrilleras de campo, cifra que es muy variable, y de dos fábricas de ticholos. La gran dispersión de la materia prima utilizada posibilita que las ladrilleras estén ubicadas normalmente en la zona del yacimiento o en las cercanías del mismo y cerca de los centros de consumo.

La materia prima fundamental son lodolitas, que se explotan a cielo abierto hasta una profundidad máxima de 2 a 3m donde el inconveniente mayor es la presencia de carbonato, en forma de concreciones. Las ladrilleras de campo, también utilizan como materia prima suelos orgánicos sin el tapiz vegetal.



Foto 141: Arranque de arcilla en frente de cantera.



Foto 142: proceso de amasado con arcilla y agua



Foto 143: Moldeado y oreado.

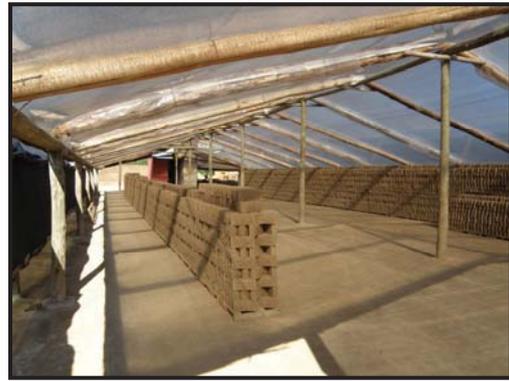


Foto 144: Secado a temperatura ambiente.



Foto 145: Proceso de quemado bajo techo



Foto 146: Detalle de las bocas del horno.

5.2. INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Dentro de este sector se incluyen todos los materiales pétreos utilizados en la construcción y caminería; tales como arena, balasto, tosca, piedra partida, etc.

En general, no sufren ningún tipo de transformación previa antes de su uso, salvo trituración y lavado de algunos materiales. Este grupo, es el más importante en cuanto a volumen se refiere, tal como se puede ver en el capítulo de Estadística Minera, llegando a representar más del 50% de la producción anual. Dado que son materiales con bajo precio unitario, el flete incide mucho en el precio final. Debido a esto, las zonas de explotación en general están ubicadas en las cercanías de los centros de consumo u obras importantes.

En el capítulo de Estadística Minera y en el informe de “Evaluación de los Recursos Minerales Áridos del departamento de Maldonado” de Agosto de 2010, de los autores Arrighetti, R. y Gianotti, V. se detalla toda la producción y consumo de áridos, así como también la evolución de la construcción en el departamento.

Otro de los rubros que también puede ser considerado en la industria de la construcción es rocas ornamentales, dado que su principal aplicación es en ese sector. En el caso de Maldonado, los principales recursos minerales que se explotan como ornamentales son Mármoles y Granitos.

En lo que respecta a los mármoles, Maldonado posee una gran variedad de tipos y colores de mármol los cuales abastecieron grandes obras, ejemplo de esto es el Palacio Legislativo con el mármol de Nueva Carrara, al NW de Pan de Azúcar.

Actualmente, se encuentra en actividad una sola cantera de mármol, perteneciente a la firma Piedrahita, la cual posee la planta de procesamiento de los bloques de mármol blanco, tipo “Pearl White” junto al yacimiento. Allí, se procesan tanto chapas para revestimientos de mesadas de baño y cocina, como plaquetas para pisos, escalones, paredes, etc. A continuación, se presenta una serie de fotografías, que muestran el proceso de industrialización del mármol, en la planta de PIEDRAHITA HNOS.



Foto 147: Discos diamantados para corte de bloques.



Foto 148: Tren de lustre.



Foto 149: Baldosas para pisos y revestimientos.



Foto 150: Chapas para mesadas



Foto 151: Bañera de mármol en una sola pieza.



Foto 152: Monumento en mármol en Edificio Libertad.



Foto 153: Vista general del Palacio Legislativo.



Foto 154: Frente sur columnas y frisos en mármol de ex canteras Burgeño.

Respecto a los granitos, los mismos son explotados para su uso como ornamental tanto en placas para revestimientos de mesadas, pisos, paredes, así como también en revestimientos de edificios y monumentos. En las fotografías 155 a 160 se visualizan las aplicaciones mencionadas precedentemente; foto 155 revestimiento y columnas de sienita gris en el Castillo de Piria (Piriapolis), foto 156 a 158 aplicaciones de sienita Artigas Pearl en el frente de la Suprema Corte de Justicia (Montevideo), foto 159 y 160 uso ornamental de la sienita Artigas Pearl en el Mausoleo de Artigas (Plaza Independencia, Montevideo).

Las variedades más conocidas en el mercado de la construcción provenientes de Maldonado son los granitos grises tipo "Garzón Grey", el granito Artigas "Artigas Pearl", y el Guazuvirá "Salmón Red".



Foto 155: Sienita en frente del Castillo de Piria.



Foto 156: Sienita de Artigas en columnas de una sola pieza.



Foto 157: Pedestal realizado con sienita de Artigas.



Foto 158: Detalle del pedestal de la foto anterior, textura de la sienita.



Foto 159: Vista general del Mausoleo de Artigas, revestimiento de sienita.



Foto 160: Placas pulidas de sienita bordeando el Mausoleo de Artigas.

El proceso de industrialización, consiste básicamente en el traslado de los bloques comerciales al aserradero, donde son cortados en chapas de hasta 1 pulgada o más, posteriormente las chapas son escuadradas y pasan al tren de lustre, para luego según el uso final ser cortadas y pulidas.

En las siguientes fotografías se observa el proceso en sus principales etapas: corte del bloque para escuadrado (foto 161), proceso de corte de placas (foto 162), tren de lustre (foto 163), finalmente producto terminado como placa pulida (foto 164).



Foto 161: Corte del bloque con disco diamantado.



Foto 162: Corte de placas.



Foto 163: Tren de lustre.



Foto 164: Placa de granito pulida.

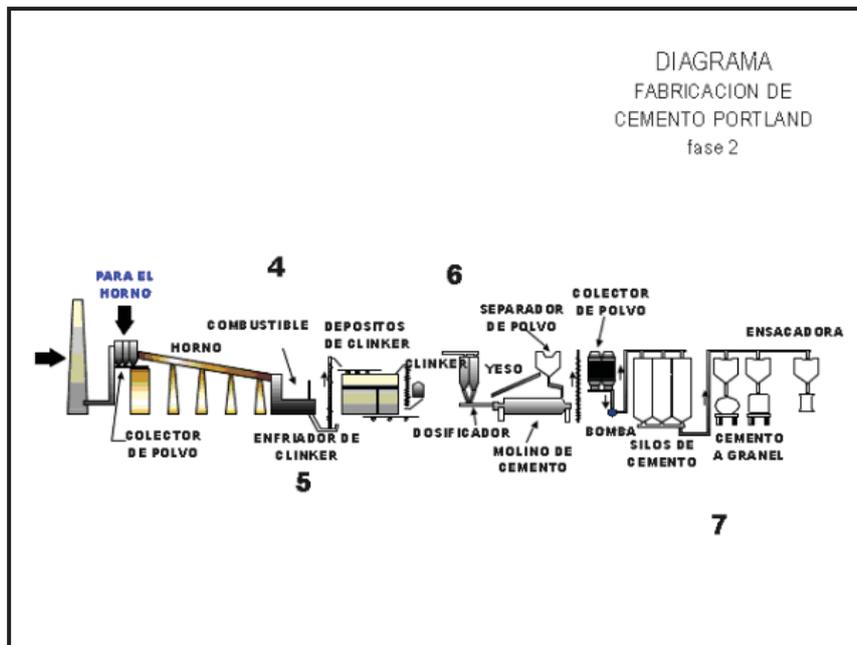
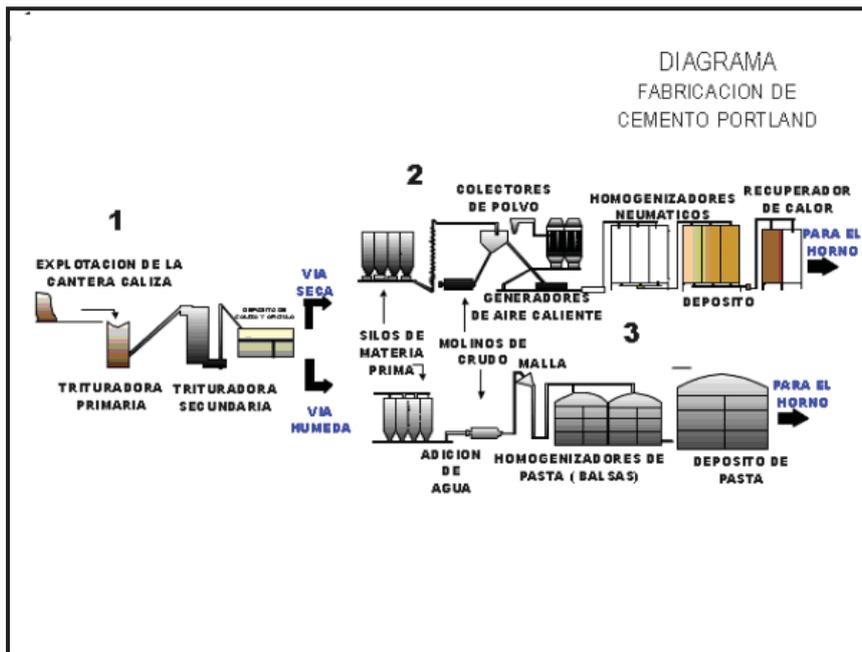
5.3. INDUSTRIA DEL CEMENTO

En el departamento de Maldonado está instalada desde el año 1938, la Compañía Nacional de Cementos S.A., la cual procesa calizas de su propio yacimiento para la elaboración de cemento Pórtland, cemento blanco y recientemente cales. La planta industrial (foto 170), se encuentra ubicada en el Km. 110 de la ruta N° 60, próxima a la ciudad de Pan de Azúcar.

Trabaja con el método vía húmeda, con una capacidad de hasta 120 toneladas por día para la producción de cemento portland y 80-90 toneladas por día para la elaboración de cemento blanco.

El proceso de fabricación de cemento es similar al que se muestra en el flujo-diagrama en el cuadro 25, la única diferencia es que en esta fábrica también se produce cemento blanco y cales. Las características del proceso productivo se resumen en el siguiente diagrama:

Cuadro 25: Diagrama del proceso de producción de Cemento



El consumo anual promedio de insumos minerales para la fabricación de cemento, de la C.N.C. es de:

- 47.000 toneladas de calizas
- 8.500 toneladas de arcilla
- 1200 toneladas de yeso
- 250 toneladas de hierro

A continuación presentamos una serie de fotografías que muestran el proceso de producción de cemento en la Compañía Nacional de Cementos.

Una vez que la caliza sale de cantera, pasa a la zona de molienda primaria, donde se obtiene una serie de granulometrías desde 10 a 25cm (ver foto 165).

Se depositan en silos de homogeneizado para el Slurry con una capacidad de 1100m³ (ver foto 166). Luego, pasan a la trituración secundaria la cual lleva a granulometrías inferiores a 2,5cm., el mismo ingresa a un molino de bolas, resultando un producto impalpable, denominado polvo crudo (ver foto 167).

Luego viene la etapa de homogeneizado, con el fin de alcanzar la unión íntima de los compuestos, se somete al polvo crudo a un mezclado intensivo, por medio de ciclones de aire. Luego se inicia la calcinación, en un horno tabular rotatorio (foto 168), cuyas dimensiones son 65 m de largo y 2m de diámetro; del polvo crudo que ingresa al horno, elevándose la temperatura hasta alcanzar los 1450° C, en donde se produce una fusión incipiente del producto resultante, denominado clinker (foto 169).

Finalmente, el clinker conjuntamente con el yeso se muele hasta obtener el cemento portland.



Foto 165: Trituración primaria



Foto 166: Silos de crudo slurry



Foto 167: Molino de bolas



Foto 168: Horno horizontal



Foto 169: Acopio de Clinker



Foto 170: Vista general, planta de cemento.

Los productos resultantes del proceso de elaboración de cementos para la CNC son:

➤ **Cemento Blanco Nieve.** Es el producto de la molienda del clinker blanco, yeso y material inerte (filler calizo). Su componente fundamental, el clinker blanco, se obtiene mediante la calcinación de piedras calizas de bajo tenor de hierro, caolín y arena, en hornos especiales, en un proceso de producción altamente controlado. Se utiliza principalmente para fines arquitectónicos como fachadas, muros, recubrimiento de terrazas y mocheta, estucados, pegamento de azulejos y relleno de juntas, etc.

➤ **Cemenplast.** Es un cemento hidráulico para uso en morteros de construcción de albañilería. Se obtiene mediante la molienda de clinker gris, yeso, agregado mineral y aditivos que le brindan características necesarias, como la plasticidad y trabajabilidad.

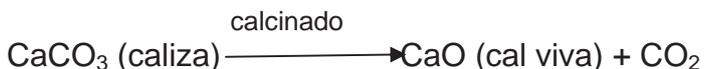
➤ Cemento portland Ideal. Es un cemento hidráulico para fabricar concretos, hormigón o morteros. Es el producto de la molienda del clinker gris, yeso y material inerte (filler calizo). Su componente fundamental, el clinker gris, es obtenido mediante la calcinación de piedras calizas tamizadas, arcilla e inertes en hornos especiales, en un proceso de producción altamente controlado.

5.4. INDUSTRIA DE LA CAL

Los dos centros más importantes de producción de cal están ubicados en los alrededores de Minas y Pan de Azúcar. La materia prima fundamental es caliza, pero en algunos casos se utiliza dolomía, obteniéndose una cal magnesiana.

El proceso de fabricación que se resume en el siguiente esquema está basado en la información obtenida en las caleras visitadas y es más o menos el mismo en todas las plantas.

- Materia prima: caliza o dolomía
- Trituración manual o mecánica (molino de mandíbulas), llegando a un tamaño final de la piedra de aproximadamente 15-20 cm.
- Quemado de la piedra en hornos verticales.
- Producto final: cal viva o cal apagada.



En la mayoría de las empresas, también se produce cal apagada o hidratada. La cal se tritura y se le agrega agua lentamente, mientras que la mezcla se mantiene en agitación. Después de la hidratación, el producto se pasa por un molino equipado con un separador neumático. El material sin calcinar y las partículas de cal combinadas con sílice y alúmina, siendo más duras, se descargan.

Se han relevado en el presente proyecto, tres plantas que procesan calizas y/o dolomías para la producción de cal.

- Una de ellas, se ubica en la ruta N° 12, kilómetro 347, la cual procesa dolomía proveniente del yacimiento que se corresponde con la ficha G27-16.
- Otra de las plantas que procesan caliza para cal es COMSA, ubicada en las proximidades de la Laguna del Sauce.
- Tercera empresa que produce cal es la Compañía Nacional de Cementos, ubicada próxima a la ciudad de Pan de Azúcar.

Respecto al proceso de producción de cal proveniente de dolomía; el mismo se inicia en cantera donde se somete a un tamizado primario de la piedra para luego ser cargada al camión y es llevada a la planta. La piedra es depositada en canchas, desde donde se alimenta a un horno vertical, el cual utiliza leña como elemento combustible para elevar la temperatura hasta unos 900° C. El proceso de quema de la piedra desde que se ingresa a la boca del horno hasta que se produce la reacción química de quemado demora unas 72 horas. El producto final así obtenido, puede ser cal viva para construcción o cal hidratada para construcción o pinturas (fotos 171 a 175).

A continuación, se presenta una secuencia de fotografías que muestran el proceso desde que ingresa la piedra hasta el producto final.



Foto 171: Acopio de dolomía.



Foto 172: Boca de horno vertical.



Foto 173: Horno vacío listo para cargar



Foto 174: Boca alimentación de leña



Foto 175: Piletas para producción de cal hidratada

La planta industrial de la empresa COMSA, produce una línea de productos derivados de la cal, obteniendo la materia prima de su yacimiento ubicado próximo a dicha planta. Dicha empresa, tiene una capacidad instalada de 17000 toneladas de cal viva/año y sus características así como el proceso de fabricación de cal se presenta a continuación:

- Trituración de la piedra en molino de mandíbulas para alcanzar un tamaño adecuado para el quemado, aproximadamente 20 cm de diámetro (fotos 176 y 177).
- Quemado de la piedra en hornos verticales. La planta cuenta con 6 hornos, de los cuales 5 son alimentados a leña (foto 178 a 180) con capacidad de 60 toneladas de caliza y uno a gasógeno con capacidad de 90 toneladas de caliza
- La piedra, luego de pasar por la zona de calcinación es recogida en la zona de enfriamiento y almacenaje a través de vagonetas con capacidad de 800 kg. La extracción de la cal se produce cada 1 hora y media, con una merma de aproximadamente el 30% (Foto 181).

Finalmente, la cal es llevada a la parte superior de la planta a través de una cinta transportadora, en donde es clasificada (ver foto182) en dos categorías, según su calidad, la cal de grano grueso se utiliza en la construcción y la de grano fino (ver foto 183) para uso industrial, p.ej como vehículo en fungicidas para vid (VIÑACAL).

- Otra parte del proceso en la producción, es la planta de carbonatos donde se parte de una caliza que no sufre quema y pasa directamente del molino primario al secundario de martillo y luego por varias zarandas y se muele a malla 20" la cual es posteriormente embolsada para su venta como correctivo de suelos, raciones animales, etc. También son utilizados otros insumos en este sector, tales como dolomitas, mármol triturado, cal, etc. (fotos 184 a 187).

La producción de cal viva es de aproximadamente 10 toneladas/día/horno, esto representaría una producción de 12 mil toneladas anuales, con una utilización de la capacidad instalada de aproximadamente el 70%.

Parte de la cal se comercializa como cal viva a granel o en bolsas de 50 kg. El resto se utiliza en la fabricación de cal hidratada y en pasta. La empresa cuenta con dos plantas de hidratación, en una se produce cal hidratada por el método tradicional: molino de martillo-hidratador-molino de bolas-embolsadora. En la otra planta de hidratación se produce pasta de cal, para la cual se utiliza cal de alta pureza y abundante agua.



Foto 176: Molino primario.



Foto 177: Cinta transportadora.



Foto 178: Bocas de horno.



Foto 179: Puertas de horno con alimentación a leña.



Foto 180: Zona de quema de cal



Foto 181: Zona de descarga de cal viva y vagonetes de carga.



Foto 182: Clasificador granulométrico por ciclón de aire.



Foto 183: Área de empaque para uso industrial, grano fino.



Foto 184: Acopio de caliza.

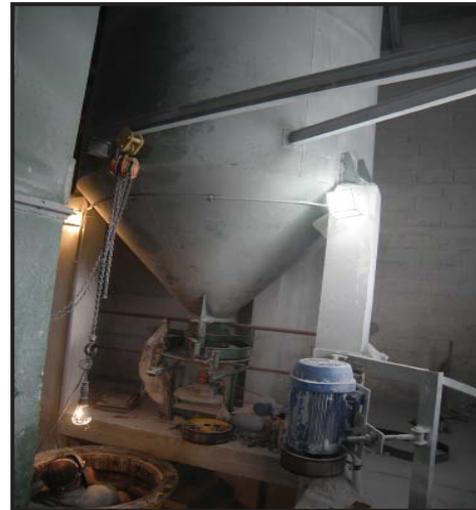


Foto 185: Silo de carbonato de molino secundario.



Foto 186: Embolsadora de big-bag.



Foto 187: Embolsadora de sacos de 50 kg.

En los últimos años, la Compañía Nacional de Cementos (CNC) decide hacer una inversión de última generación, incorporó una planta de procesamiento de calizas para la elaboración de cales (ver foto 188). Dicha planta de producción de cal, cuenta con un horno de calcinación, una hidratadora, y un sistema de palletizado automático y computarizado que permite optimizar el proceso de fabricación de cales.

El proceso se inicia en la tolva de recepción de caliza proveniente de la planta de trituración, con granulometrías de 40 a 80mm, desde aquí sube mediante un carro para alimentar el horno vertical, el cual alcanza temperaturas de 1000 °C. Dicho horno, funciona con leña como combustible produciendo gasógeno, que es el gas que produce la combustión para la quema de la caliza. El consumo de esta parte del proceso es de 500 Kg. leña/ 1 tonelada de cal.

La etapa siguiente, luego de la calcinación es la hidratadora que provoca el “apagado” de la cal. Posteriormente, es clasificada según su granulometría en cales, para uso en construcción, cal hidratada, o cal fina para usos industriales.

Mediante el proceso de hidratación y posterior separación se obtienen partículas muy finas de hasta 45 micras, la finura específica se obtiene mediante el proceso de “barrido”; lo que le brinda a la cal mayor plasticidad y trabajabilidad, aumentando su rendimiento y calidad de terminación. Los usos son; para preparar morteros de construcción para revoques gruesos, revoques finos, asentamiento de ladrillos, ticholos o bloques, mortero de toma de baldosas.

En el caso de la cal “viva”, resulta de la calcinación directa de la piedra caliza, transformando el carbonato de calcio en óxido de calcio. Su uso más común es en la construcción para la fabricación de mezclas, también es empleada en industrias papeleras, tratamientos de agua, ingenios azucareros, siderúrgicas, curtiembres, agricultura (como corrector de PH del suelo), vinerías y otras.



Foto 188: Vista general de planta de producción de cal CNC.

5.5 INDUSTRIA DE CARBONATOS

Dentro de este ítem, incluiremos toda la producción de caliza y dolomía destinada a las industrias que utilizan carbonatos en la fabricación de diferentes productos. Nos referimos fundamentalmente a las industrias que producen: vidrio, pinturas en general, sales minerales, raciones, cerámicas, productos químicos y farmacéuticos, etc.

Teniendo en cuenta la producción de calizas para la producción de cementos y cales se puede estimar que un 5% aproximadamente de la extracción total de calizas es consumida para las industrias que procesan carbonatos. En lo que respecta a la dolomía, aproximadamente el 95% del total extraído de este mineral, es utilizado para estos fines.

Actualmente, Maldonado es el mayor productor de dolomita conjuntamente con Lavalleja, siendo los dos únicos productores de este mineral. Toda la dolomía y una parte de la caliza que se explota en Maldonado son utilizadas como insumo carbonatado por un gran número de industrias.

Los bloques grandes son partidos a un tamaño de aproximadamente 30 a 50cm y son clasificados manualmente en la propia cantera. La mayor parte de la producción es llevada a las plantas que dichas empresas mineras poseen en Montevideo (La Oriental S.R.L y Dante Ramos S.A).

En la planta procesadora LA ORIENTAL S.R.L, la roca es triturada por medio de mandíbulas (foto 189) a un tamaño que varía según el requerimiento de la industria consumidora pasando luego a la clasificadora y embolsadora (ver foto 190).

Los productos finales son: granulado para baldosas monolíticas: 3 mm hasta 12 mm (ver foto 191), escallas (ver foto 192) vidrio, raciones, sales minerales: 0.8 a 0.2 mm, pinturas: 0.05 mm.



Foto 189: Molino de mandíbulas



Foto 190: Zarandas clasificadoras y embolsado



Foto 191: Escallas de mármol en monolítico pulido



Foto 192: Escallas de mármol, baldosas rústicas

Dante Ramos posee una planta procesadora en Carrasco Norte, en la que se produce molienda de minerales tales como dolomita, caliza, caolín y talco; los dos primeros provenientes de Maldonado.

El proceso se inicia con la roca proveniente de los yacimientos de caliza y dolomia, las cuales se descargan sobre una tolva que admite un diámetro entre 30-35cm pasando al molino primario de mandíbulas; las fracciones de roca que pasan esa malla continúan hacia un molino secundario que tritura la roca a tamaño gravilla $\frac{3}{4}$ de pulgada. Una vez triturado en el molino secundario, se eleva mediante cangilones a una cinta transportadora que alimenta al molino pendular donde se procede a la molienda fina y a la clasificación en dos tamaños granulométricos: 80 mesh y 325 mesh.

El proceso de molienda culmina una vez que el ciclón transporta el mineral molido a la máquina embolsadora. Los usos de los minerales básicamente son: nutrición animal, base de pinturas y avícolas con destino al mercado interno. A continuación se presentan los principales productos comerciales.

➤ Carbonato de calcio 50

Usos: elaboración de raciones balanceadas, alimentación avícola, sales minerales debido a su alto contenido de calcio.

Composición:

CaCO₃: 92%

MgCO₃: 3%

Ca: 37%

Insoluble en HCl: 6%

Características físicas: Color gris a rosado/ Granulometría malla tyler 80

➤ Dolomita 50

Usos: Correctivo de la acidez del suelo incorporando calcio y magnesio como elemento neutralizante, en nutrición animal como sales minerales para el ganado.

Composición:

CaCO₃: 56%

MgCO₃: 42%

Ca: 22%

Insoluble en HCl: 5%

Características físicas: Color blanco/ Granulometría malla 170 tyler/ Poder de neutralización mínimos 67%

➤ Carbonato BCO 700

Usos: Fabricación de enduidos, adhesivos, masillas, y como carga en la industria del caucho.

Composición:

CaCO₃: 56%

MgCO₃: 44%

Insoluble en HCl: 2%

Características físicas: Color blanco,/ Residuo en malla 200 tyler-0,0001%/ Residuo en malla 325 tyler-6%/ Humedad máximo-0,5%

➤ Carbonato BCO 800

Usos: Fabricación de pinturas debido a su alta blancura

Composición:

CaCO₃: 56%

MgCO₃: 44%

Insoluble en HCl: 2%

Características físicas: Color blanco/ Residuo en malla tyler 100-0%/Residuo en malla tyler 200-0,01%/ Residuo en malla tyler 325- <1%

5.6. OTRAS INDUSTRIAS CONSUMIDORAS

Existe en el departamento de Maldonado un indicio de fluorita (ver ítem 4.3.3) el cual fue explotado durante varios años hasta el año 1981, con una producción que oscilaba entre 70 a 110 toneladas anuales. Tiene la particularidad de ser la única explotación de este mineral en el país.

Se la utiliza en la industria metalúrgica, en la fabricación de vidrios opalescentes y opacos, barnices vítreos y en la industria química. La fluorita, se consume en la producción de ácido fluorhídrico y sus derivados, en la industria del acero, en la industria del vidrio y la cerámica, en la fabricación de cianamida cálcica, en la fabricación del hierro y el aluminio y en muchos otros usos.

Existen tres grados comerciales de fluorita: acida, cerámica y metalúrgica, que responden a los siguientes parámetros:

Cuadro 26: Especificaciones de la fluorita según su uso industrial

%CaF ₂	1	2	3	4	5
Acido	97%	97%	97%	98%	97
Cerámico	95-96%	93-95%	93-95%	95%	93-96%
Metalúrgico	60%	60-88%	75%	85%	85-95%

Especificaciones para Fluorita Grado Metalúrgico

60 % de CaF₂ efectivo
no más de 0,3 % de P₂O₅
no más del 1,2 % CO₃ Mg
no más del 0,3 % de S
no más del 5 % de SiO₂
no más del 0,5 % de Pb

La presencia de barita es considerada deletérea porque disminuye la fluidez de la fundición.

Especificaciones para Fluorita Grado Cerámico

95 % de CaF₂ efectivo
no más del 3 % de SiO₂
no más del 1 % de CaCO₃
0.12% Fe₂O₃
menos del 0.1 % de Pb, Zn, Mn, Ba , S

Especificaciones para Fluorita Grado Acido

97 % CaF₂
no más del 1,5 SiO₂
no mas del 0,1 % de S libre
no más del 0,01 % de Pb y Zn
que pase por el tamiz de 100 mesh

Se reconocen tres clases comerciales dentro de la fluorita "grado metalúrgico":

60 % de CaF₂ efectivo
70 % de CaF₂ efectivo
72,5 % de CaF₂ efectivo.

Características analíticas del mineral de Mina Florencia
Análisis Lab. I.G.U. de la muestra N° 81 06 03

Fluoruro de calcio (CaF ₂).....	77.90%
Carbonato de calcio (CaCO ₃)2.....	18%
Sílice (SiO ₂).....	13.67%
Azufre(S).....	1.36%
Plomo (Pb).....	0.00%
Hierro (FeO ₂).....	0.72%

De acuerdo a estos datos analíticos, el mineral extraído entra en la clase metalúrgica, cumpliendo con los requerimientos exigidos, excepto en lo referente a azufre que lo excede largamente.

6. ESTADISTICA MINERA

En el siguiente capítulo se presentarán los datos de producción de los distintos recursos minerales del departamento de Maldonado en el período comprendido entre el año 2000 y el año 2010.

La base de la minería en el departamento es fundamentalmente la explotación de los recursos minerales no metálicos y dentro de ellos los minerales áridos, ocupan un lugar preponderante.

Cuadro 26: Producción total del departamento en el periodo 2000 - 2010

Producción mineral de Maldonado (Ton) - Período 2000 - 2010			
Máximo anual	Mínimo anual	Promedio anual	Total período
1743253	457517	1035025	14621075
2006	2004		

En el período considerado que abarca 10 años de actividad minera en Maldonado, se han extraído más de 14 millones de toneladas de mineral. En el cuadro precedente se resume los volúmenes de producción del departamento, para el total del período considerado, así como los valores máximos, mínimos y promedios.

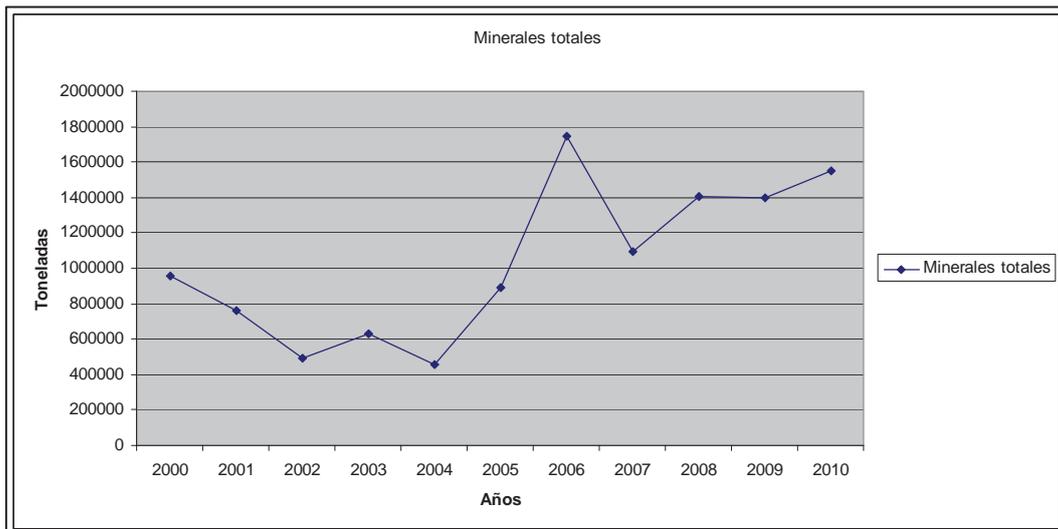


Figura 109: Gráfico de producción mineral período 2000-2010.

En la figura 109, se aprecia la evolución del volumen de los minerales extraídos en el período 2000 – 2010. Se observa una caída sostenida desde el 2000 al 2004 y que a partir de la inflexión del año 2004 el crecimiento es sostenido hasta un máximo en el año 2006 con una producción de 1743253 toneladas. En el 2007 se produce una baja en la producción pero siempre por encima del millón de toneladas, para luego seguir aumentando del 2008 al 2010 en crecimiento sostenido.

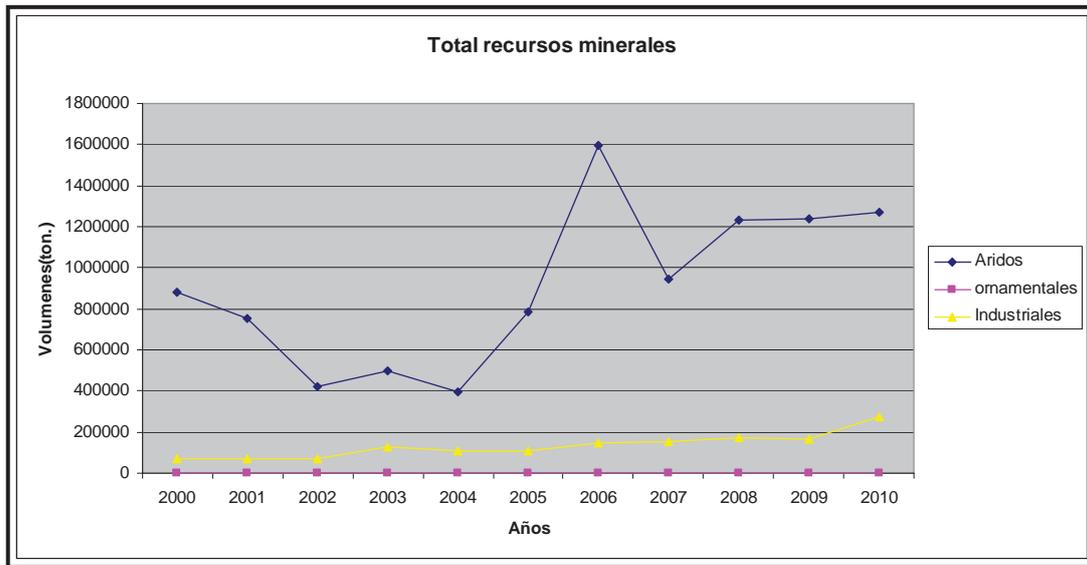


Figura 110: Evolución de los recursos minerales por categorías.

El gráfico de la figura 110 permite visualizar de forma comparativa el comportamiento de las tres categorías de los recursos minerales, donde se destaca la evolución de los áridos en cuanto a volumen de producción y variaciones en el período, no sucede lo mismo con los ornamentales y los industriales donde el comportamiento es muy similar sin variaciones bruscas, y sostenido en el tiempo con bajos volúmenes de producción.

A continuación presentaremos el comportamiento discriminado en tres categorías de los recursos minerales, para Maldonado, ellos son: *Minerales áridos*, aquí se integran; arena, balasto, canto rodado, tosca, piedra partida y piedra bruta; *Rocas ornamentales*, donde se incluyen: mármoles y granitos; y por último *Minerales industriales*, donde se incluye calizas y dolomías.

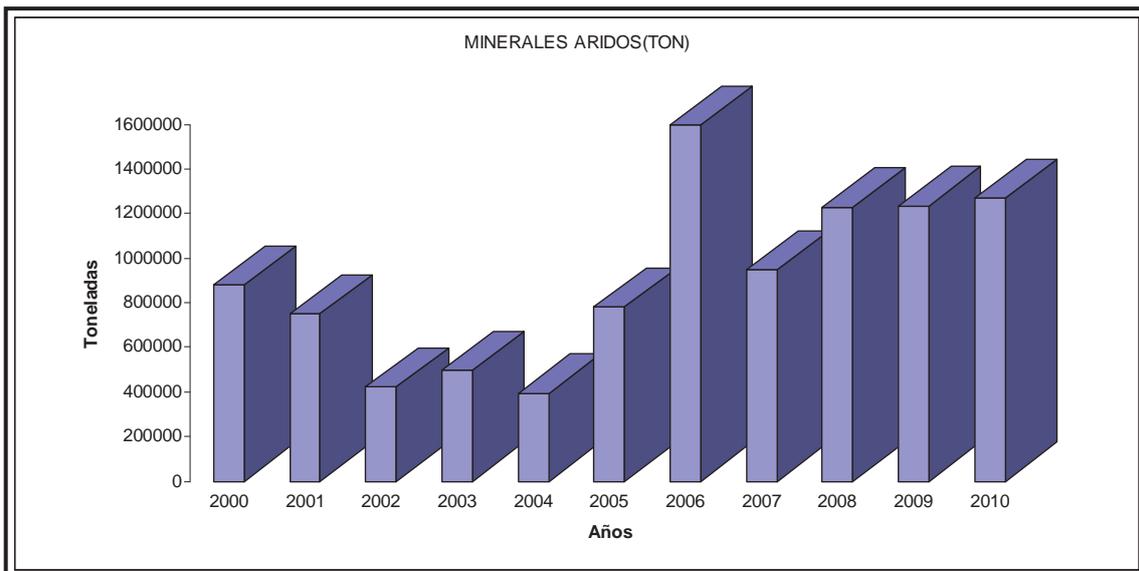


Figura 111: Gráfico de la evolución de la producción de áridos en el período 2000-2010.

En la figura 111 se observa el comportamiento de los recursos minerales áridos en el período 2000 al 2010, donde se aprecia que luego de un descenso en la producción hasta el año 2004, comienza un crecimiento sostenido con un máximo en el año 2006.

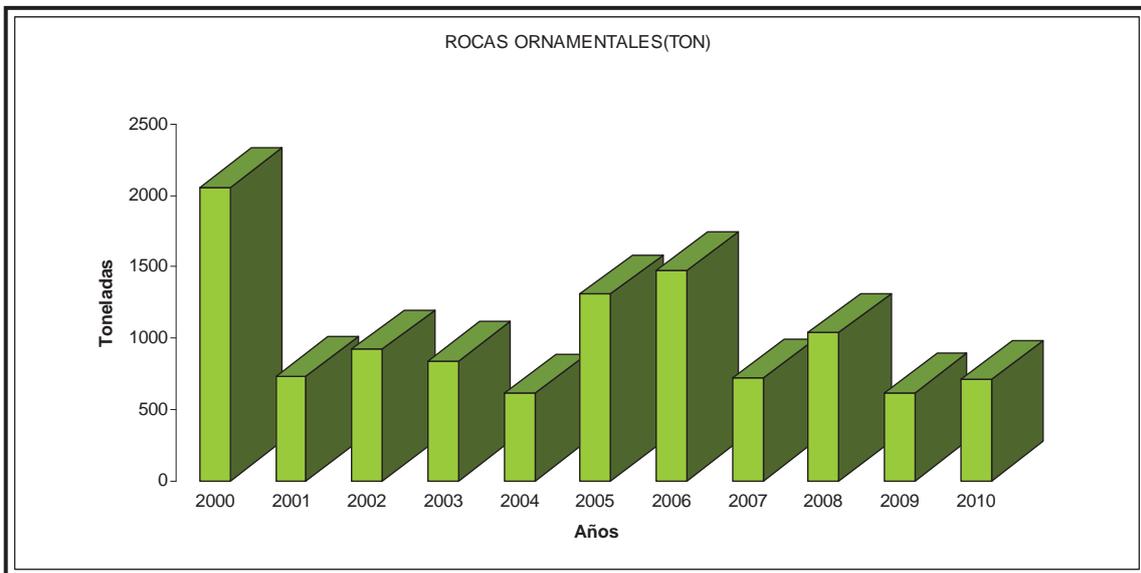


Figura 112.: Gráfico de la evolución de la producción de rocas ornamentales

En la figura 112, se aprecia la evolución en la producción de rocas ornamentales en el período 2000 a 2010, donde se observa un descenso a partir del año 2001 que se hace sostenido hasta el 2004; para tener un leve aumento en el periodo 2005 – 2006, y luego decrecer nuevamente hasta el año 2010.

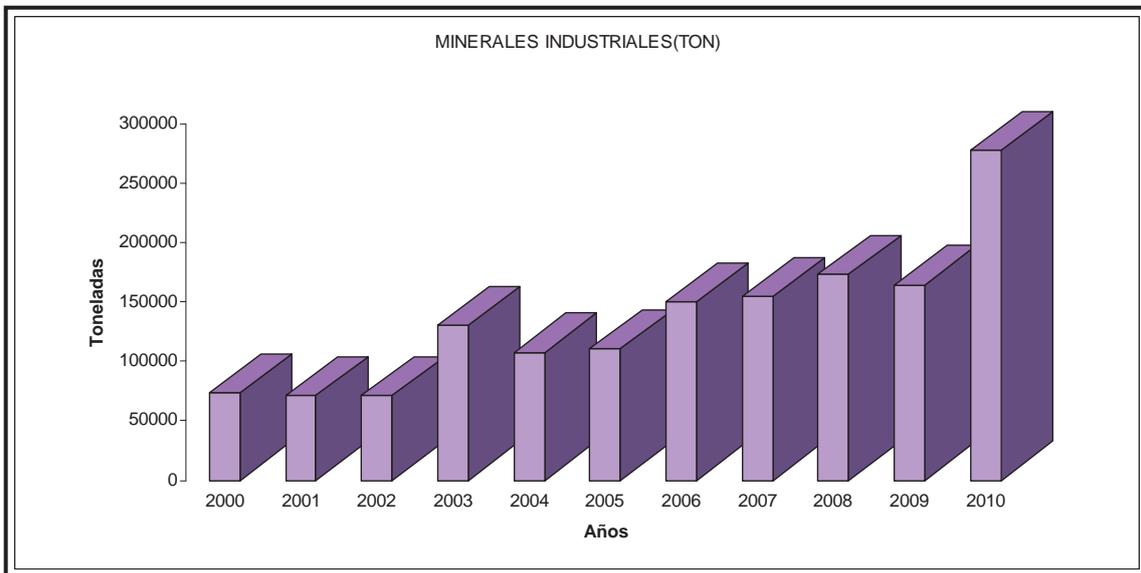


Figura 113: Gráfico de la evolución de los minerales industriales período 2000 – 2010

En la figura 113, se observa la evolución en la producción de los minerales industriales en el período 2000 al 2010, para el departamento de Maldonado, donde en términos generales se aprecia un crecimiento sostenido a partir del año 2000 finalizando con un máximo para el período, en el año 2010.

Seguidamente presentaremos el comportamiento de la producción de los distintos recursos minerales en el departamento de Maldonado, discriminado por aquellos minerales que integran cada categoría. En ese sentido presentamos a continuación la evolución en el período 2000-2010, de aquellos minerales que integran la categoría de áridos (Figura 114).

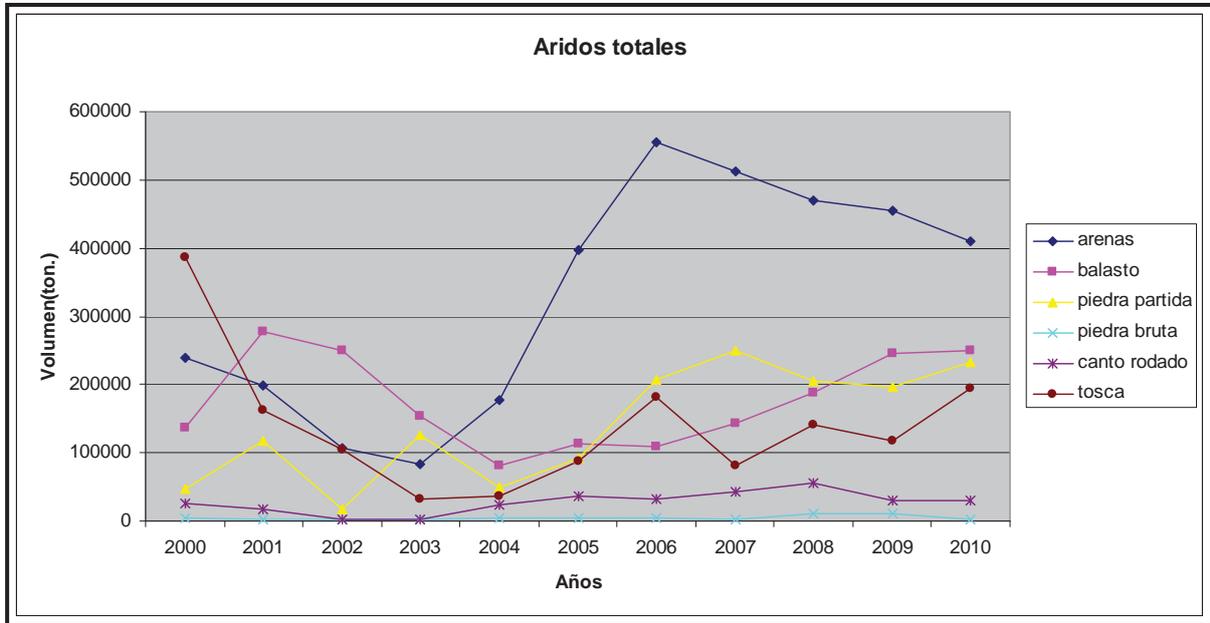


Figura 114: Evolución de los distintos minerales áridos período 2000 – 2010

En la figura precedente se observa un comportamiento diferencial de los distintos minerales en el período considerado. La gráfica de las arenas presenta un comportamiento de tres fases, una inicial; de decrecimiento de la producción, entre el 2000 y 2003, para luego aumentar bruscamente hasta su máximo en el año 2006 y la tercera fase entre el 2006 al 2010 de tendencia a la caída en la producción.

Para el balasto, la gráfica no presenta variaciones muy significativas, donde la producción oscila entre 1 millón y 3 millones de toneladas en todo el período.

En el caso de la piedra partida, la tendencia general es a un aumento paulatino en la producción, con marcados altibajos hasta el 2004, donde a partir de allí aumenta considerablemente, manteniéndose hasta el final del período.

Para piedra bruta y canto rodado el comportamiento es muy similar, manteniéndose constante durante todo el período.

La tosca presenta un comportamiento irregular, iniciando el período en constante decrecimiento, desde un máximo en 2000, hasta valores mínimos en 2003-2004, para iniciar un incremento bastante sostenido, en la franja de 1 millón a 2 millones de toneladas.

En lo que refiere a las rocas ornamentales, definido básicamente para mármoles y granitos, las variaciones respecto al comportamiento individual se observan en las figuras 115 y 116.

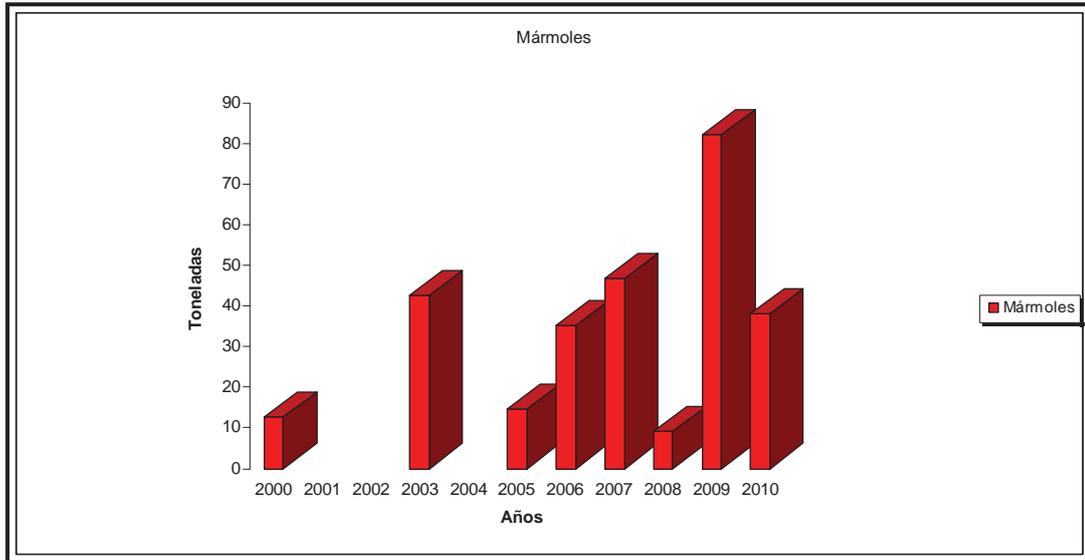


Figura 115: Gráfico de la producción de mármoles período 2000-2010

En ambos casos se observa un comportamiento diferencial entre mármoles y granitos, mientras en el primero, hay una tendencia al aumento con un máximo en 2009, para los granitos el período se inicia con un máximo en el 2000 y luego se produce una caída con pequeñas variaciones hasta el 2006, pero no llegan a los volúmenes del 2000.

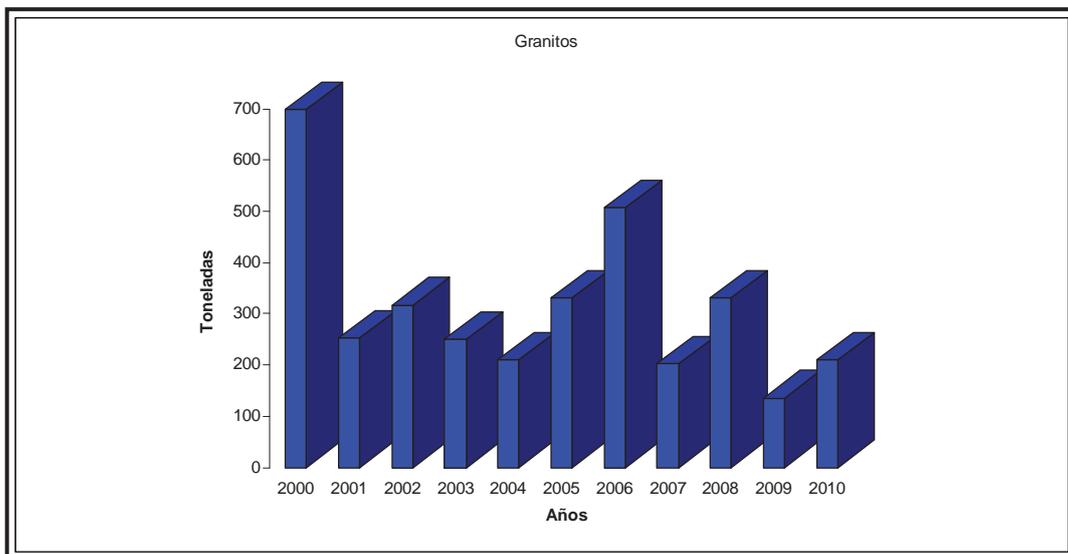


Figura 116: Gráfico de la producción de granitos período 2000-2010

Para el caso de los minerales industriales, calizas y dolomitas, los gráficos de las figuras 117 y 118, muestran un comportamiento bastante similar, en cuanto en ambos hay una marcada y sostenida tendencia al aumento en la producción para el período considerado.

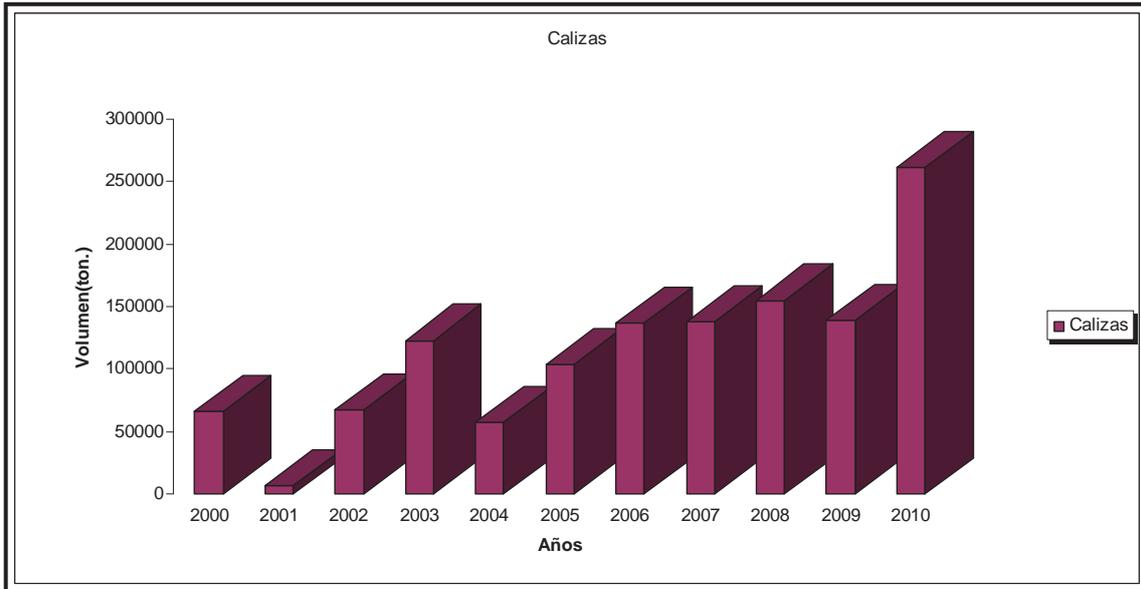


Figura 117: Gráfico de producción de calizas, 2000 – 2010.

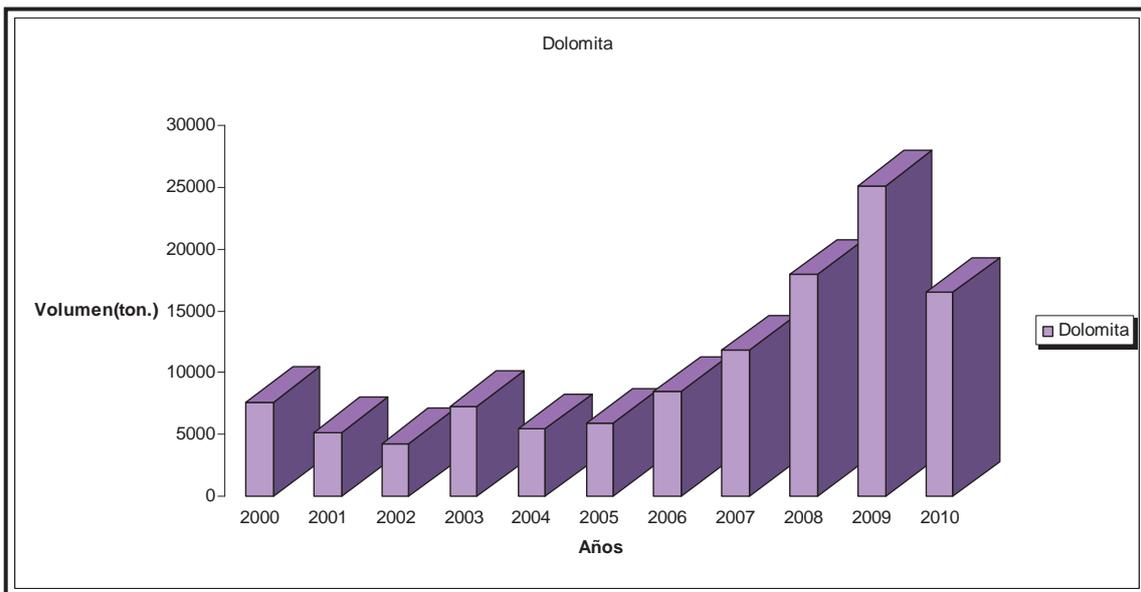


Figura 118: Gráfico de producción de dolomitas, 2000-2010

En síntesis, podemos decir que de todos los recursos minerales que se extraen en el departamento de Maldonado, los más importantes; tanto por la cantidad de canteras existentes como por los volúmenes de producción son los minerales áridos, debido a que están directamente vinculados a la construcción, rubro que ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años.

6.1 IMPORTACIONES DE RECURSOS MINERALES Y PRODUCTOS DERIVADOS

En el siguiente gráfico, se muestra la procedencia de la importación de Cal, en el que los datos provienen de URUNET.

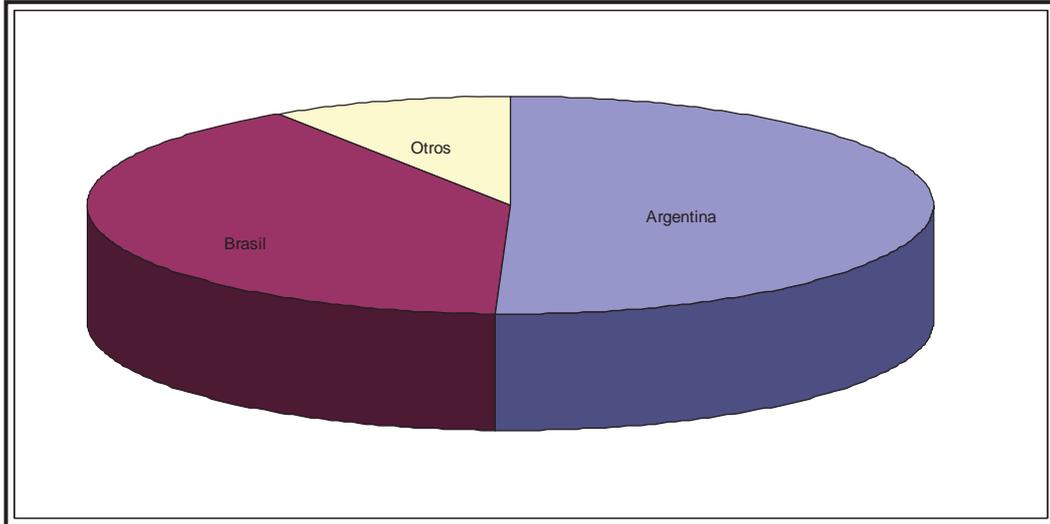


Figura 119: Gráfico donde se presenta la procedencia de los países

Según surge del gráfico precedente los países del MERCOSUR representan casi el 90% de la procedencia de cal importada y el resto de otras procedencias. Las industrias importadoras son básicamente papeleras, fábricas de pinturas, empresas mineras, laboratorios, etc.

Respecto a la procedencia de la dolomita, principalmente es de Argentina y Brasil, considerando el período 2008 al 2011 y en menor cantidad de extrazona (ver figura 120) Las industrias importadoras son principalmente fábricas de pinturas.

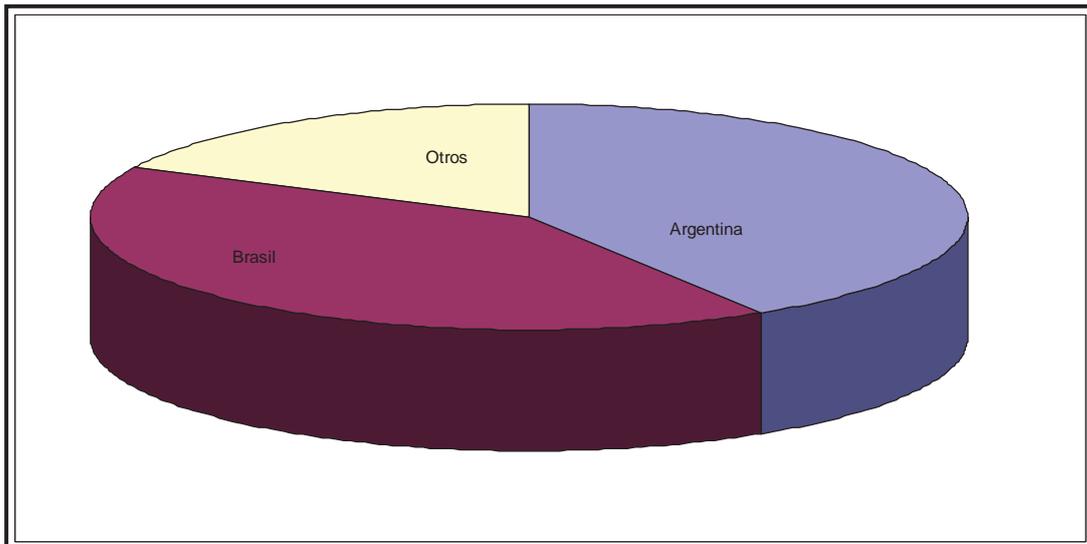


Figura 120: Procedencia de la importación de dolomita.

En referencia a la importación de caliza la misma se realiza desde Brasil, según los datos de URUNET en el período 2009-2011.

7. ACTIVIDAD MINERA DEL DEPARTAMENTO

En este capítulo, se resume la información de tipo minero-legal, relacionada a los pedimentos mineros de prospección, exploración y explotación existentes en el departamento de Maldonado.

La evolución de la cantidad de solicitudes mineras así como también la superficie requerida serán consideradas como parámetros de medición que reflejen la actividad minera en el departamento.

En este sentido, se muestra en los siguientes cuadros la evolución de los permisos solicitados ante la autoridad competente en materia de minería, la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), desglosados por tipo de solicitud en el período comprendido entre el año 2000 al 2010.

Cuadro 27: Solicitud de Permisos de Prospección entre el 2000 y 2010

SOLICITUD DE PERMISOS DE PROSPECCION					
Año	Cantidad	Grupo Mineral			
		Áridos	Ornamentales	Industriales	Metálicos
2000	5	2		2	1
2001	8	4		4	
2002	4	2	2		
2003	9	7	1	1	
2004	4	2	1	1	
2005	4	4			
2006	10	1	1	4	4
2007	5		2	1	2
2008	5	1	2	1	2
2009	2		1		1
2010	3		1		2

Cuadro 28: Solicitud de Permisos de Exploración entre el 2000 y 2010

SOLICITUD DE PERMISOS DE EXPLORACION					
Año	Cantidad	Grupo Mineral			
		Áridos	Ornamentales	Industriales	Metálicos
2000	6	6			
2001	15	15			
2002	10	9	1		
2003	7	7			
2004	5	3	2		
2005	5	4			
2006	11	9	2		
2007	7	4	2		1
2008	4	2		2	
2009	5	5			
2010	2	1			1

Cuadro 29: Solicitud de Concesiones para explotar entre el 2000 y 2010

SOLICITUD DE CONCESIONES PARA EXPLOTAR					
Año	Cantidad	Grupo Mineral			
		Áridos	Ornamentales	Industriales	Metálicos
2000	3	2	1		
2001	2	2			
2002					
2003	4	3		1	
2004	5	5			
2005	4	3	1		
2006	6	5	1		
2007	7	7			
2008	4	4			
2009	2	2			
2010	7	6	1		

Si consideramos aquellos permisos de Exploración y Concesión para explotar, que se han mantenido desde el año 2000 hasta fines de 2010 y los graficamos, podemos apreciar la evolución en cantidad, así como del grupo mineral para el período considerado, partiendo de la base que dichos tipos de permisos son los que efectivamente están habilitados a extraer mineral.

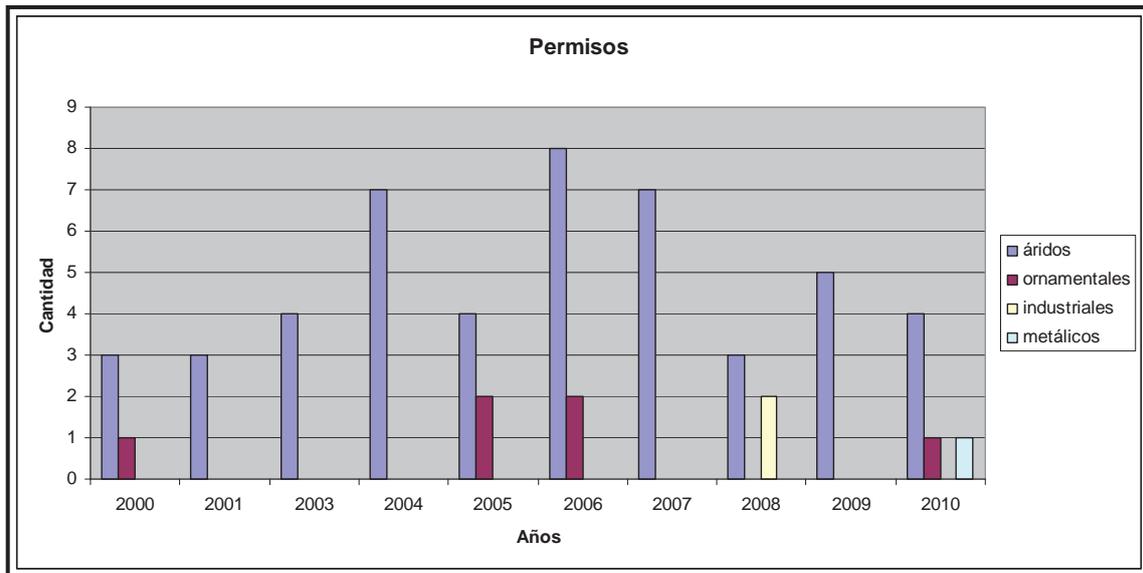


Figura 121: Evolución de la cantidad de Permisos de Exploración y Concesión entre 2000 y 2010.

Según surge de la figura 121, la cantidad de permisos mineros en el período considerado, tiene un comportamiento diferencial dependiendo del grupo mineral en primer lugar y de los años, en segundo término. En ese sentido, vemos que el grupo mineral que se mantiene constante durante todo el período es el de los áridos, presentando un incremento en la cantidad de permisos mineros a partir del 2000 y un máximo en el 2006 para luego iniciar un descenso hasta 2008 y un leve aumento en 2009 a 2010. Respecto a la evolución de los minerales ornamentales, la misma se presenta muy discontinua en el período, ya que se observan solicitudes en cuatro de los diez años considerados y con un máximo de dos pedidos en 2005 y 2006 respectivamente. Los minerales industriales y los

metálicos registran solicitudes en 2008 y 2010 respectivamente, con dos registros para industriales y uno para metálicos.

En síntesis, podemos decir que los minerales áridos son los que marcan el mayor registro de solicitudes mineras así como una continuidad en el tiempo, lo que pauta la mayor actividad minera del departamento para esta categoría minera.

Seguidamente, serán representados a manera de cuadro primero y gráficamente luego, la evolución en la superficie ocupada con permisos mineros en el período considerado entre el año 2000 y el 2010.

Cuadro 30: Superficie en Prospección entre el año 2000 y el 2010

SUPERFICIE EN PROSPECCION (HÁS)					
Año	Total (Has.)	Grupo Mineral			
		áridos	ornamentales	industriales	metálicos
2000	10017.56	30	144.83	112.73	9730
2001	11394.3652	67.363	0	11327.0022	0
2002	642.57	462.54	180.03	0	0
2003	620.24	0	409.2	211.04	0
2004	832.098	787.38	2.0193	42.699	0
2005	238.41	238.41	0	0	0
2006	3104.981		26.371	847.91	2230.7
2007	1088.6138	0	23.239	387.79	677.58
2008	477.2923	49.911	39.587	387.79	0
2009	267.5957	0	34.196	0	233.4
2010	13200.6411	0	66.861	0	13133.7710
TOTAL	41616.7714	1635.604	926.3333	13316.9612	26005.451

Cuadro 31: Superficie en Exploración entre el año 2000 y el 2010.

SUPERFICIE EN EXPLORACION (HÁS)					
Año	Total (Has.)	Grupo Mineral			
		áridos	ornamentales	industriales	metálicos
2000	115.0899	115.0899	0	0	0
2001	247.8368	186.5779	61.2589	0	0
2002	129.558	103.1265	26.4315	0	0
2003	112.1485	112.1485	0	0	0
2004	73.5246	18.9546	54.57	0	0
2005	81.3747	81.3747	0	0	0
2006	145.5072	93.2577	52.2495	0	0
2007	113.5601	54.3644	59.1957	0	30
2008	121.6755	19.7255	0	101.95	0
2009	103.7546	56.3575	47.3971	0	0
2010	766.0943	0	6.7563	0	759.338
TOTAL	2010.1242	840.9772	307.859	101.95	789.338

Cuadro 32: Superficie en Concesión entre el 2000 y el 2010.

SUPERFICIE EN CONCESION (HÁS)					
Año	Total (Has.)	Grupo Mineral			
		áridos	ornamentales	industriales	metálicos
2000	175.1994	167.9687	7.2307	0	0
2001	74.1657	74.1657	0	0	0
2002	0	0	0	0	0
2003	98.56	98.56	0	9.9	0
2004	82.446	82.446	0	0	0
2005	65.1327	45.088	20.0447		
2006	0	0	0	0	0
2007	63.5625	63.5625	0	0	0
2008	106.3498	106.3498	0	0	0
2009	21.0036	11.0036	10	0	0
2010	109.7103	72.333	37.3773	0	0
TOTAL	796.13	721.4773	74.6527	9.9	0

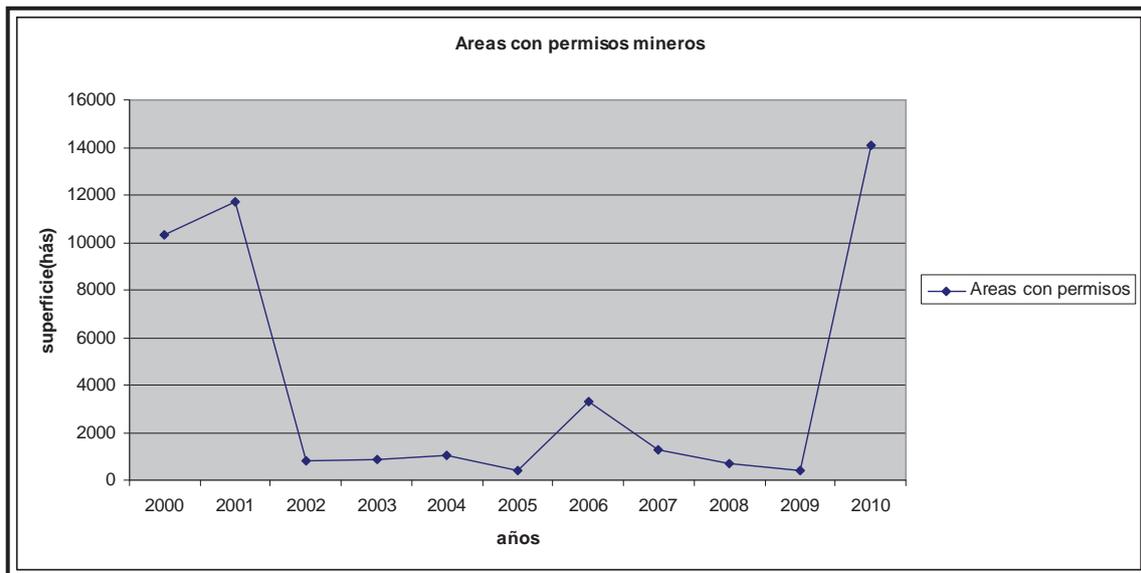


Figura 122: Evolución de la superficie ocupada por permisos mineros en general.

La figura 122, muestra un comportamiento muy irregular de la superficie ocupada con permisos mineros en general, en el departamento de Maldonado. Las mayores superficies ocupadas se dan en el 2001 con 11728.68 has y en el 2010 con 14076.45 has, en cambio los años con menores superficies ocupadas son el 2002, 2005 y 2009 con 829.18, 384.91 y 392.35 has respectivamente.

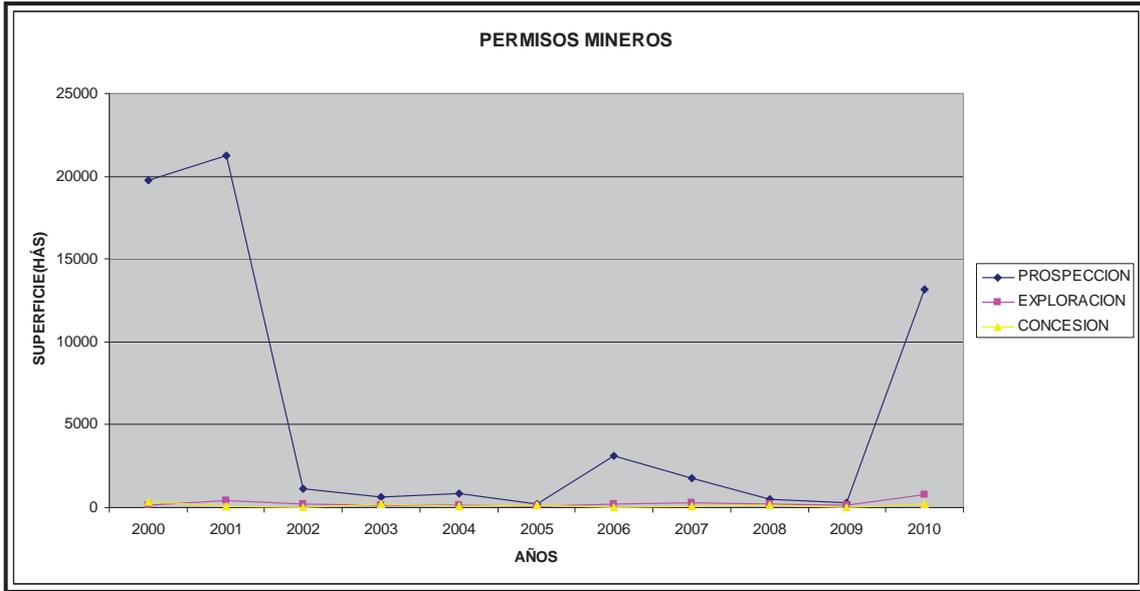


Figura 123: Evolución de la superficie ocupada por permisos mineros diferenciados.

En la figura 123, se visualiza la evolución de la actividad minera medida en superficie solicitada, discriminada por tipo de permisos mineros. La superficie ocupada por permisos de prospección, es la que tiene mayor relevancia comparativamente con los permisos de exploración y de concesión para explotar y es la que marca la tendencia.

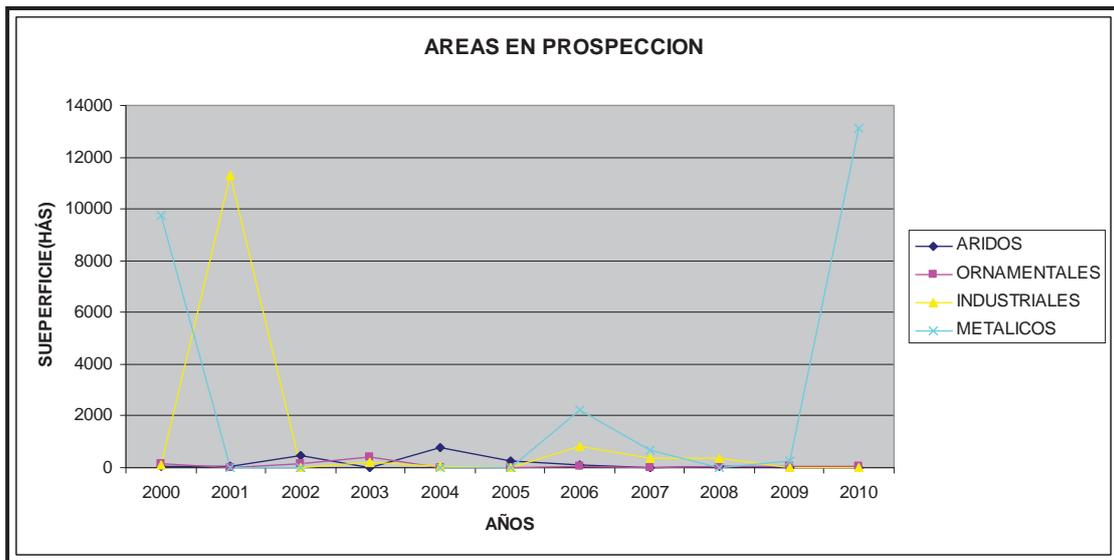


Figura 124: Evolución de las áreas en Prospección.

En la figura 124, se aprecia el comportamiento de los diferentes recursos minerales en las variaciones respecto a la superficie ocupada, en el período 2000 al 2010 en Permiso de Prospección. Las categorías que presentan variaciones significativas a lo largo del período son los metálicos y los minerales industriales. En el caso de los industriales presenta un máximo en área solicitada en el año 2001 para luego caer abruptamente hasta el 2010, en cambio los metálicos se inician con superficies cercanas a los 10000 has, luego caen por debajo de 2000 has hasta el 2009 donde tiene un ascenso brusco llegando al 2010 con superficies superiores a 12000 has.

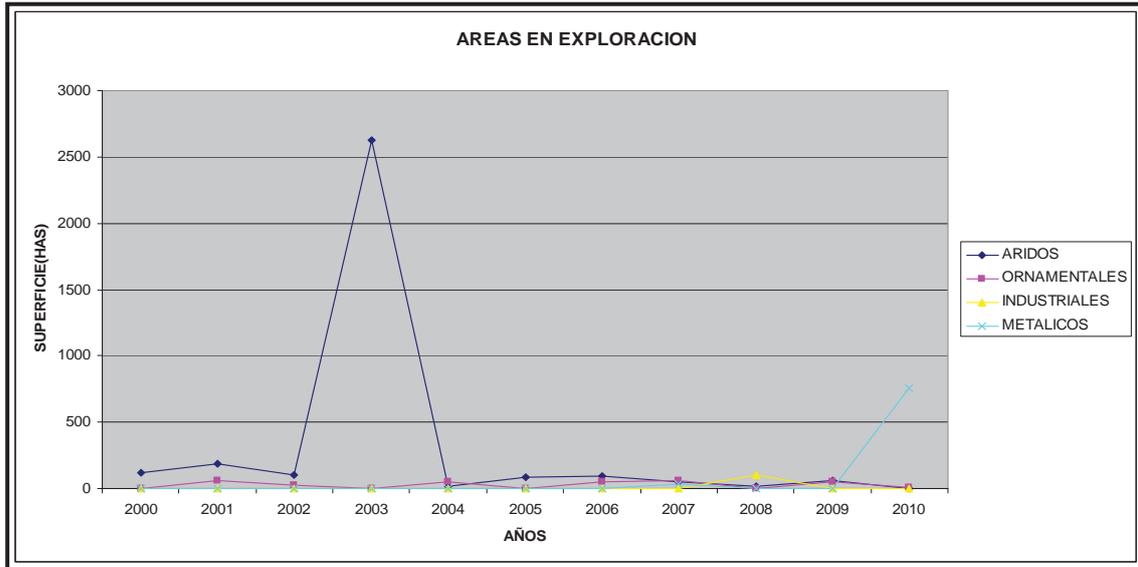


Figura 125: Evolución de las áreas en Exploración.

En la figura 125, se representa el comportamiento de las distintas categorías mineras en superficie ocupada con Permisos de Exploración. Se visualiza que la única categoría con un comportamiento diferencial son los áridos con un máximo en el 2003 por encima de las 2500 has para luego decaer por debajo de la franja de las 500 has. La categoría de metálicos, presenta una tendencia al aumento de superficie ocupada a partir del 2009, llegando a valores por encima de las 500 has en el 2010.

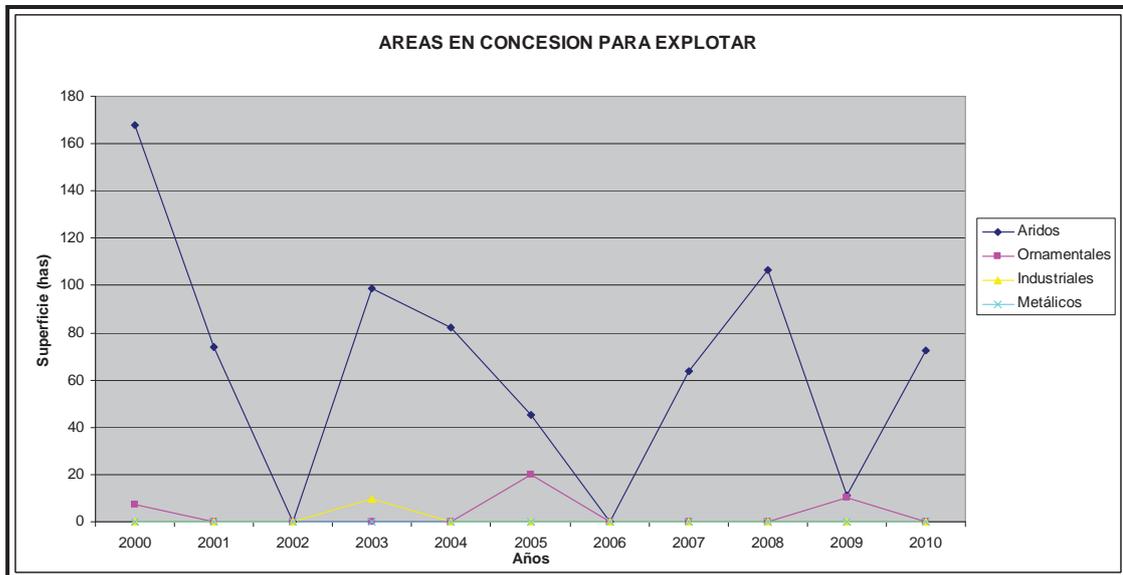


Figura 126: Evolución de las áreas en Concesión para Explotar.

En la figura 126, el comportamiento más irregular está marcado por los recursos minerales áridos con notorias variaciones en las superficies ocupadas, en la etapa de Concesión para explotar. También se observan variaciones en las restantes categorías mineras, donde aparecen años en los que no se registran superficies ocupadas por Concesiones para explotar.

7.1. SITUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MINERA EN MALDONADO A DICIEMBRE DE 2011

A continuación presentaremos un estado de situación de la actividad minera del departamento a Diciembre de 2011, considerando la superficie ocupada con los diferentes tipos de permisos mineros.

Para el caso de los Permisos de Prospección, el área total ocupada es de 45619,417 has las cuales se corresponden en su totalidad con minerales metálicos. En lo que respecta a las áreas de exploración según surge de la figura 127 la mayor proporción de área ocupada corresponde a minerales metálicos con 681,9875 has, seguido de minerales industriales con una superficie ocupada de 101,95 has; luego están los minerales áridos con 92,5935 has y por último los ornamentales con una superficie de 63,0858 has.

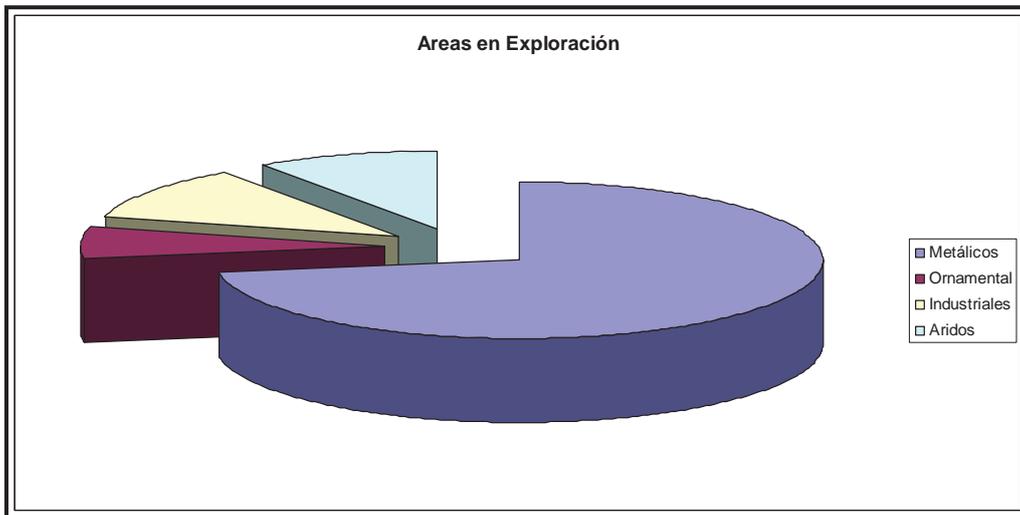


Figura 127: Proporción de áreas en exploración.

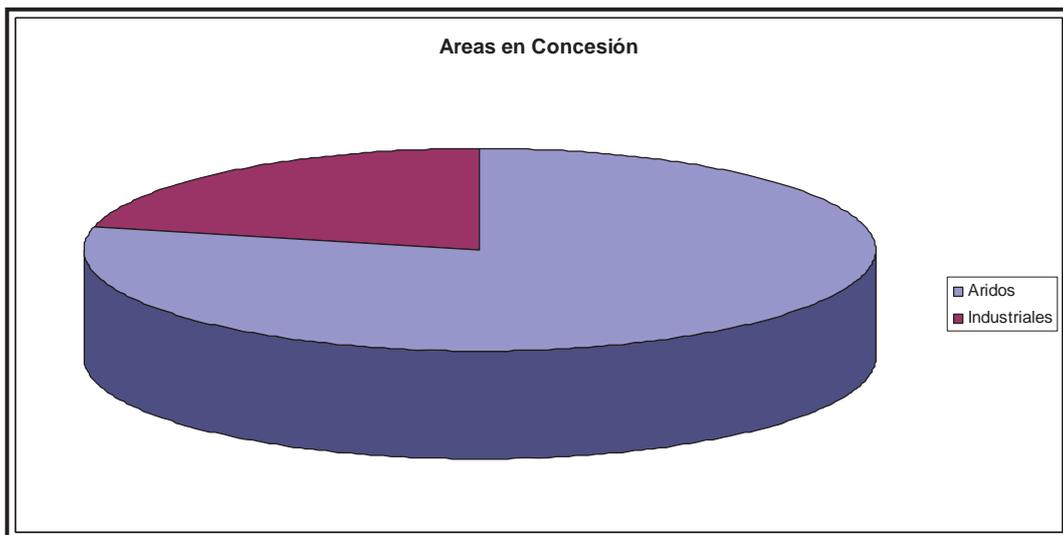


Figura 128: Proporción de áreas en Concesión.

Como surge de la figura 128, la proporción de áreas en concesión para explotar están determinadas por solo dos categorías mineras; áridos que representa el 78,6% con una superficie ocupada de 998,37 has seguido de minerales industriales con el 21,4% y con una superficie ocupada de 271,83 has.

A continuación presentamos de forma gráfica los mapas de distribución de los pedimentos mineros en el departamento, de modo de visualizar la ubicación geográfica de los mismos.

En ese sentido, se confeccionaron cuatro mapas en los cuales se tomó como base de información la totalidad de permisos mineros existentes a Julio de 2011 ante la DINAMIGE. Si bien esto representa un momento puntual de la situación de los pedimentos mineros, la distribución de los mismos del punto de vista de su ubicación geográfica no tiene mayores variantes, solo pueden producirse variaciones en cuanto a superficie ocupada básicamente en los Permisos de Prospección como se puede observar en la figura 129.

En una primera apreciación, se puede decir que existen básicamente tres zonas donde se concentra la mayoría de los pedimentos mineros.

- Una de ellas, ubicada hacia el norte del departamento donde predominan los Permisos de prospección
- Una segunda zona se ubica hacia la porción SW donde están representados los tres tipos de permisos mineros, sin notoria dominancia de alguno de ellos; finalmente,
- Una tercera zona que abarca la porción E donde existen predominantemente Concesiones para explotar.

En el mapa de la figura 130, se representaron los Permisos de Prospección discriminados por categorías mineras. Del mismo surgen dos zonas claramente definidas, la primera de ellas está localizada al N del departamento, que se corresponde a permisos de tierras raras y de metálicos. La otra zona al SW, se distribuyen los permisos de minerales industriales, metálicos y áridos; estos últimos en mayor proporción.

Se visualiza en la figura 131, que la distribución de los Permisos de exploración está definida en dos zonas, la totalidad de las categorías mineras se localizan en la zona SW donde predominan áridos y metálicos; mientras que hacia el E del departamento predominan áridos.

La figura 132 mantiene las dos zonificaciones de distribución SW y E, en la primera de ellas es notoria la dominancia de Concesiones para explotar de áridos, en segundo término minerales industriales. La segunda de las zonas, presenta una mayor proporción de Concesiones de áridos.

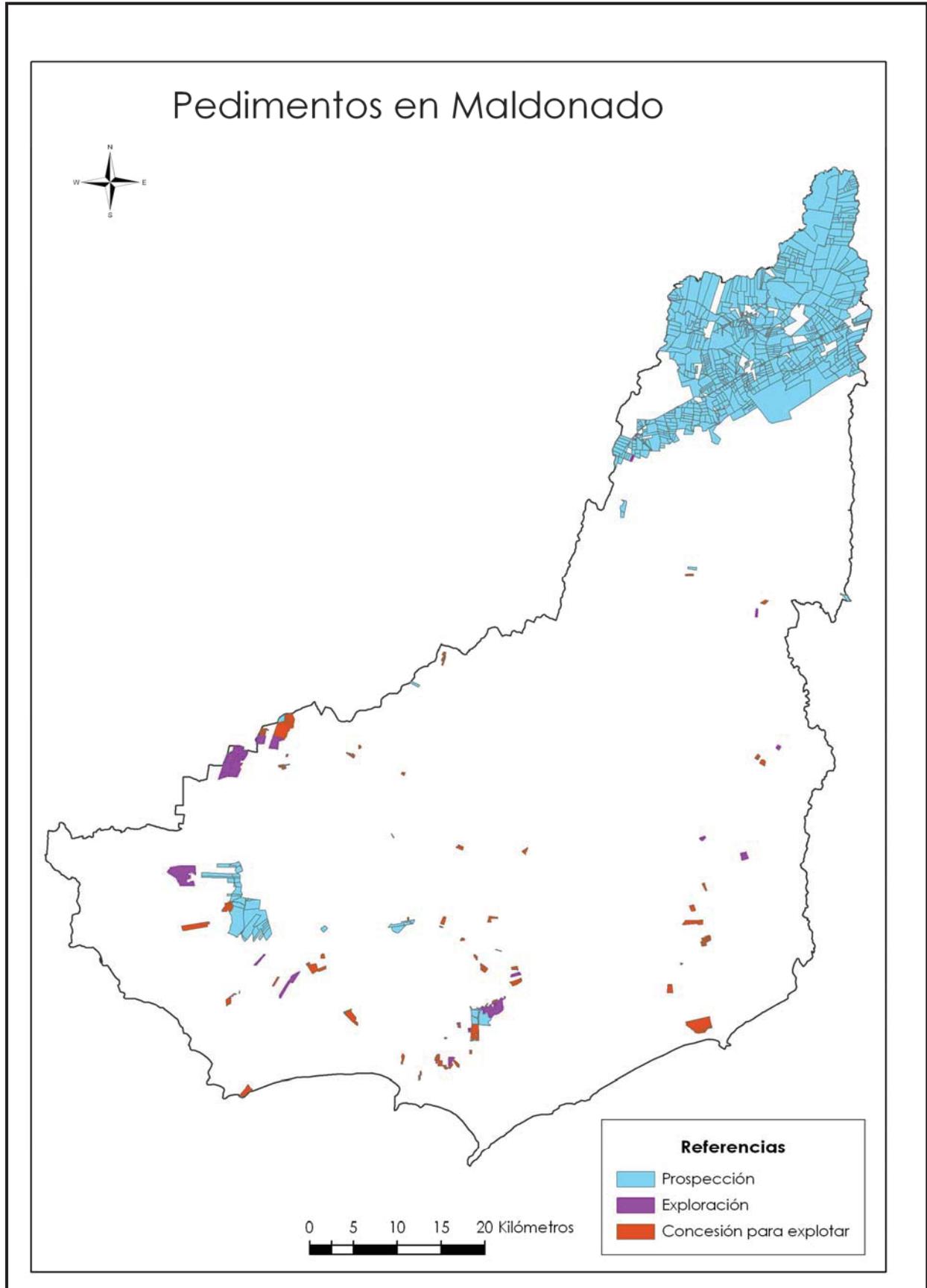


Figura 129: Mapa de ubicación de pedimentos mineros

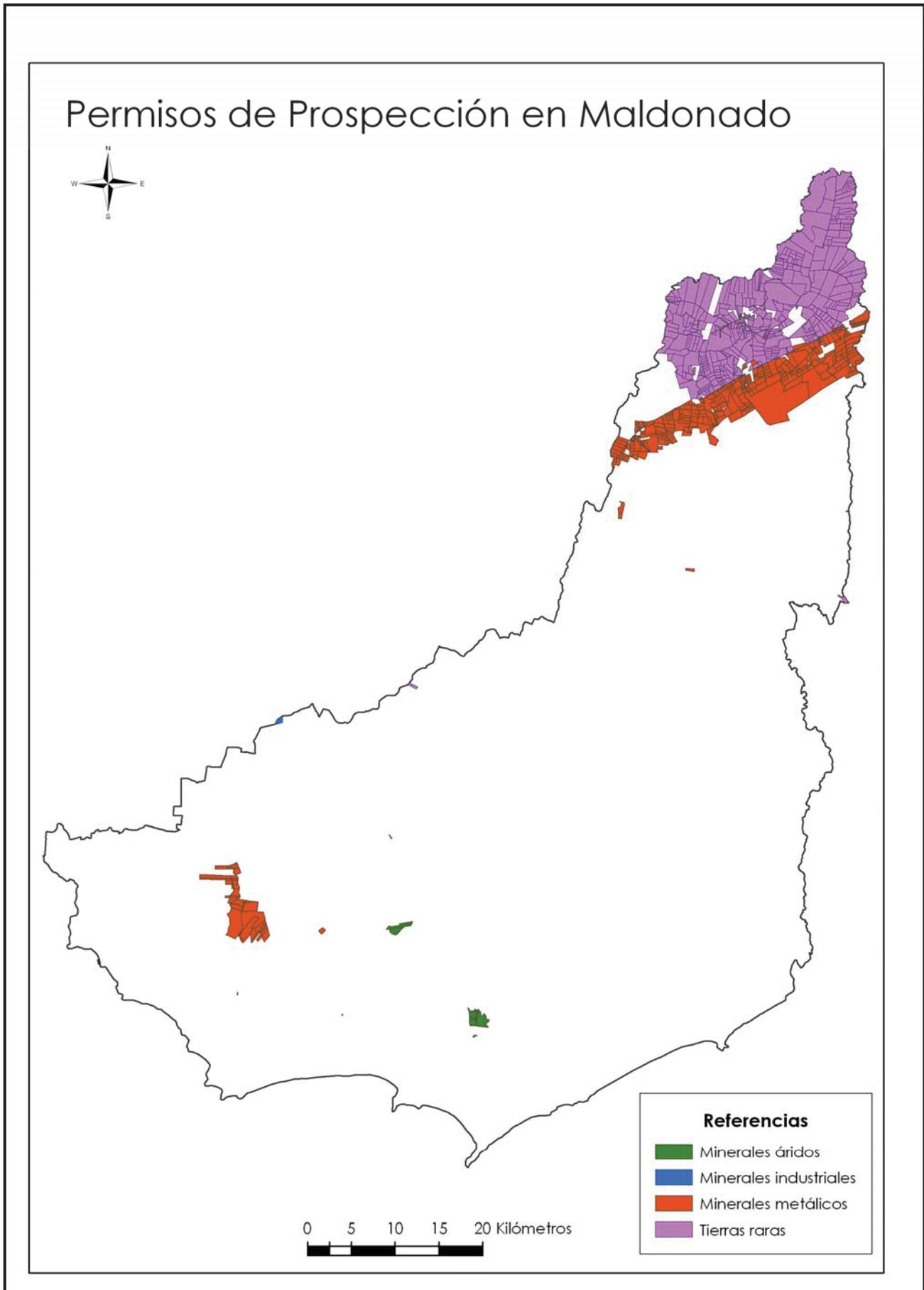


Figura 130: Distribución de los Permisos de Prospección.

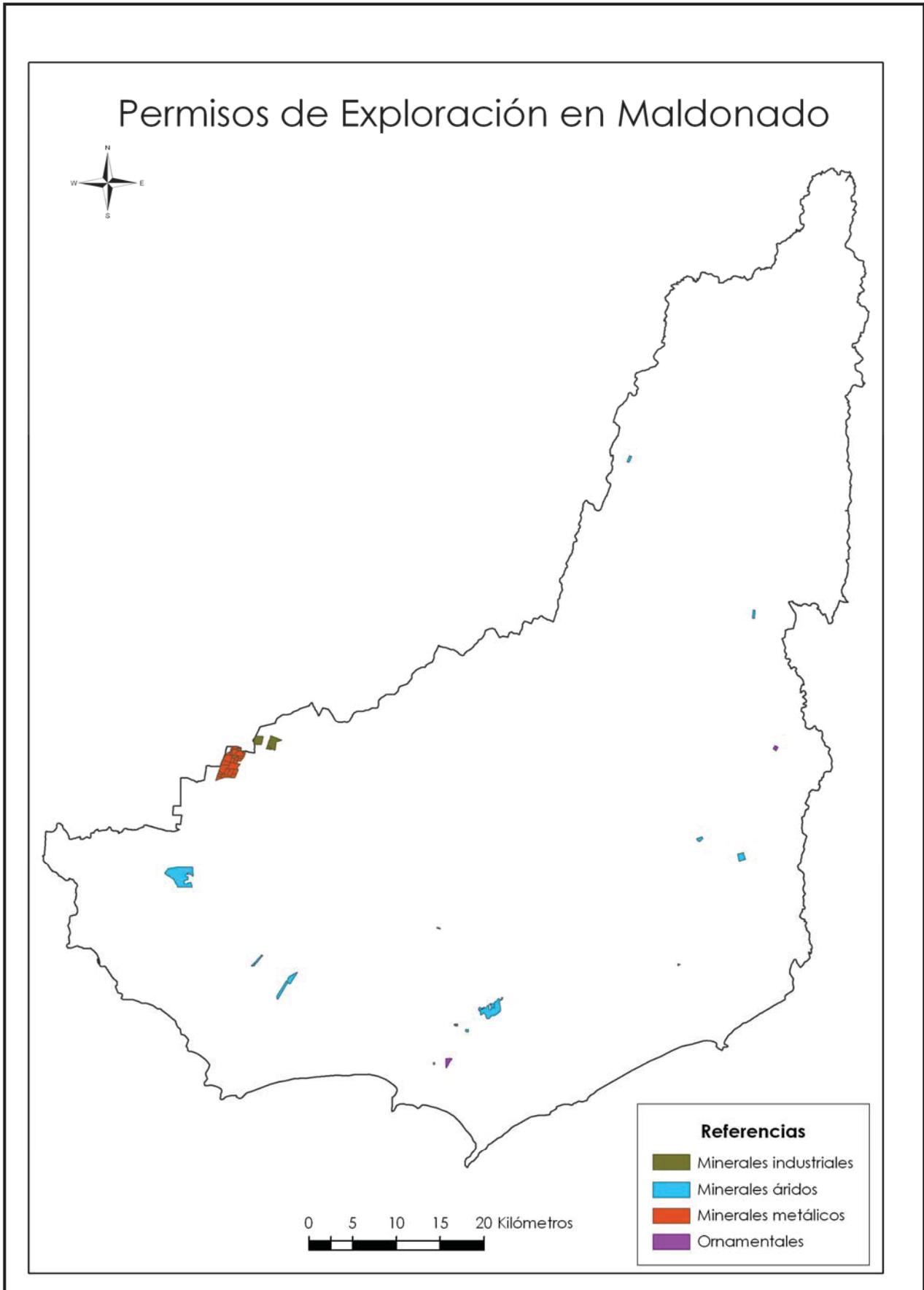


Figura 131: Distribución espacial de los Permisos de exploración.

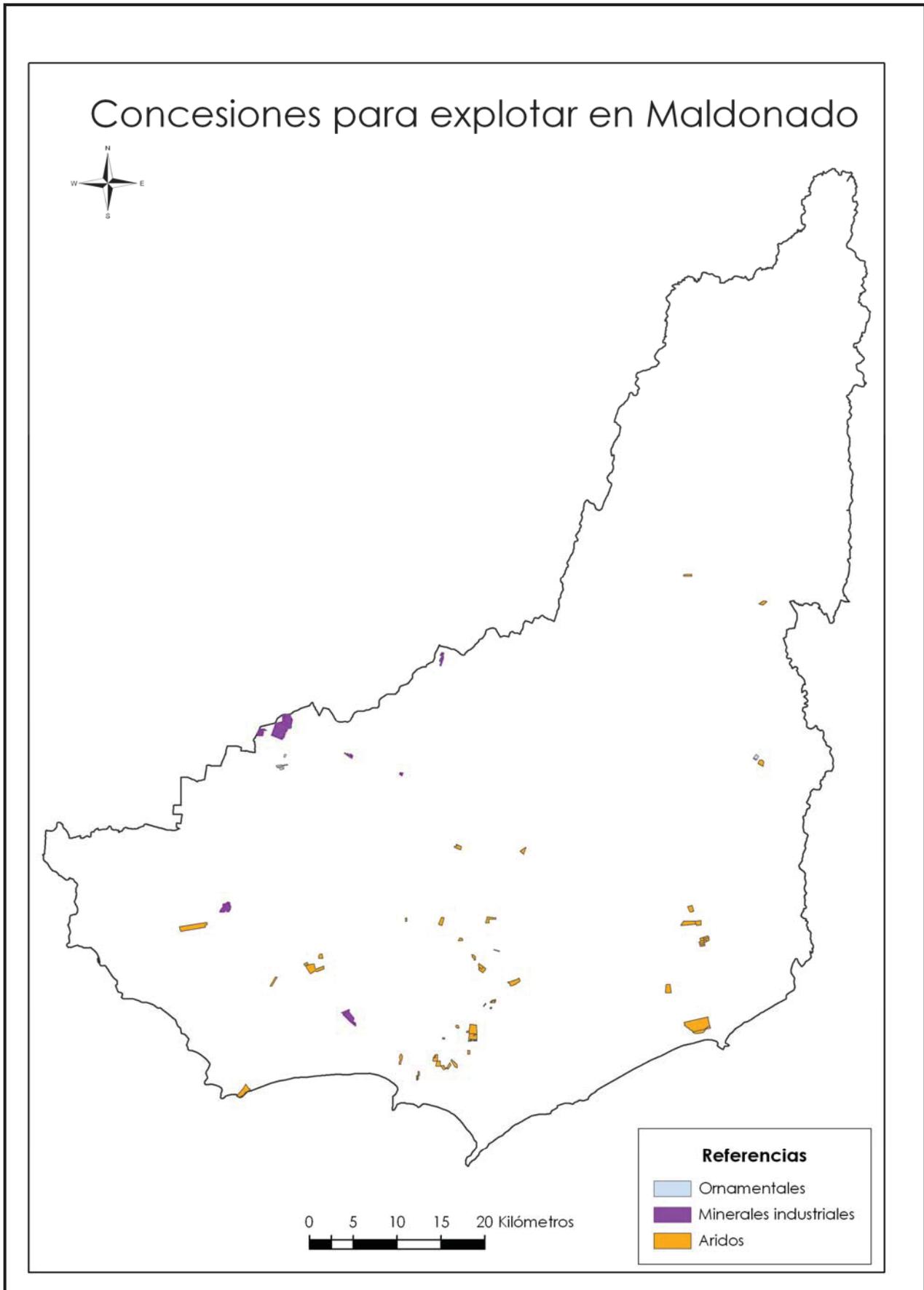


Figura 132: Representación espacial de las Concesiones para explotar.

8. ZONAS DE FAVORABILIDAD

La distribución de los diferentes recursos minerales en el departamento de Maldonado está íntimamente relacionada, como resulta obvio por la conformación geológica del subsuelo, según se puede apreciar en el Mapa Geológico a escala 1:100.000. De todas maneras podemos decir que existe una distribución de recursos minerales que se condicionan por sus aplicaciones y usos, como es el caso de los recursos minerales áridos, el cual ya fue desarrollado en la “Memoria Explicativa del Proyecto de Evaluación de los Recursos Minerales Áridos del departamento de Maldonado” de Arrighetti, R y Gianotti, V, 2010.

8.1. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA MINERALES ARIDOS

En lo que respecta a las zonas de favorabilidad para los recursos minerales áridos el mismo fue desarrollado en la Memoria Explicativa del “Proyecto de Evaluación de los Recurso Minerales Áridos del departamento de Maldonado” de Arrighetti, R y Gianotti, V, 2010.

8.2. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA MINERALES INDUSTRIALES

Se han identificado en el departamento de Maldonado unas trece zonas con favorabilidad para el desarrollo de rocas y minerales de carácter industrial. Las mismas se corresponden con seis zonas favorables con depósitos de calizas, seis zonas para dolomitas y una para fluorita.

Dichas zonas de favorabilidad se encuentran mayormente ubicadas hacia la porción centro-norte del departamento limítrofe con Lavalleja y dos de ellas hacia la parte sur, próxima a la ciudad de Pan de Azúcar. Respecto a la ocurrencia de fluorita, la zona de favorabilidad se encuentra ubicada hacia la porción Norte del departamento.

Como se puede apreciar en el Mapa de Recursos Minerales, las zonas de favorabilidad para minerales industriales se han codificado genéricamente como B para todos los casos y como B1 para calizas, B2 para dolomitas y B3 fluorita. También se dan situaciones en las que pueden coexistir en un mismo depósito sectores más calcáreos y sectores dolomíticos, los que se han designado como B1-B2, así como también combinaciones de zonas aptas para dolomitas y mármoles, B1-C2.

Del punto de vista del contexto geológico que comprende a dichos recursos minerales, básicamente en lo que respecta a calizas y dolomitas, los mismos están vinculados a dos grandes unidades geológicas, ellas son; Complejo Metamórfico Zanja del Tigre y el Grupo Lavalleja. El Complejo Metamórfico Zanja del Tigre se trata de una secuencia de rocas supracrustales de tipo vulcano-sedimentaria polideformada con metamorfismo en facies esquisto verde a anfibolita que se vincula a un ambiente plataformal raso del tipo carbonático a detrítico, mientras que el grupo Lavalleja se trata de una secuencia de rocas supracrustales de tipo vulcano sedimentaria polideformadas, con metamorfismo de grado bajo genéticamente vinculadas a un sistema plataformal profundo con vulcanismo básico asociado.

Los metacarbonatos son el tipo litológico dominante del Complejo Zanja del Tigre, se reconocen grandes extensiones de afloramientos tanto en el Bloque Cuchilla Alvariza como en el Zanja del Tigre, y son las litologías predominantes en el Bloque Laguna del Sauce y en Cantera Bargueño, los cuales se encuentran explotados por la Compañía Nacional de Cementos y Compañía Oriental de Minerales respectivamente.

La composición varía desde calizas muy puras a calizas dolomíticas y dolomías, presentan textura granoblástica desde muy fina a media equi a inequigranular. La coloración es variable, predominan las tonalidades grises, de manera subordinada; se reconocen coloraciones claras, blanquecinas a rosadas. Los procesos secundarios de silicificación son frecuentes, la sílice se puede reconocer en vetas y/o venas recortando la caja carbonática o dispersa en la matriz. Estructuralmente muchos afloramientos se presentan como masivos, sin embargo es frecuente reconocer, a nivel de campo, un bandeamiento centimétrico a decimétrico y mediante imágenes satelitales (Google earth) un bandeo de carácter kilométrico. En general está acompañado de figuras de plegamiento diverso, resultante de los cambios composicionales en la sedimentación, y de los procesos de deformación ductil.

En lo que respecta a los términos carbonáticos del Grupo Lavalleya, los mismos ocurren alternando parcialmente con las calcofilitas, se disponen en bancos lenticulares de espesor decamétrico por varios cientos de metros de longitud; por su fácil alteración, se disponen en laderas bajas y valles parcialmente cubiertos por depósitos de coluvionamiento. La textura es granoblástica equigranular de grano fino y ocasionalmente medio, la mineralogía está compuesta básicamente por carbonatos desde calcíticos a dolomíticos, acompañados generalmente por cuarzo, clorita y filosilicatos; las coloraciones son grisáceas, blanquecinas y rosadas. La silicificación es frecuente, localizada y de intensidad variable.

Las dolomías se presentan generalmente como rocas masivas de grano fino a muy fino, que desarrollan ocasionalmente una débil esquistosidad. La mineralogía es a carbonatos y subordinadamente biotita, muscovita y opacos. Frecuentemente desarrollan procesos de silicificación, evidenciados por nódulos y venas de cuarzo centimétricas a decamétricas. Su coloración es blanca homogénea con ocasionales bandeados de tonos rosados. Los mármoles dolomíticos son rocas masivas de grano fino a muy fino, que desarrollan ocasionalmente una débil esquistosidad, siendo algunos sectores más masivos y tenaces de donde se extrajeron bloques y otros laminados y pulverizados. Son frecuentes los procesos de silicificación evidenciados por nódulos y venas de cuarzo.

En lo que respecta a la zona de favorabilidad de fluorita la misma está vinculada a zonas de fallas en el contacto entre el borde sur de la fosa tectónica de Aiguá (FTA) de edad Juro-Cretácica y el Granito de Florencia, de edad Neoproterozoico.

Esta región mineralizada se produce a partir de la existencia de un sistema de circulación de fluidos hidrotermales, activado térmicamente por el magmatismo bimodal que se desarrolló a escala de intracuenca y que ha sido canalizado en fracturas y fallas activas durante la evolución de la fosa tectónica. Se producen como consecuencia de mineralizaciones en toda la zona con varias etapas de depósito y de deformación tectónica.

La mineralización de Florencia es de tipo *stock* subvertical y está determinada por la confluencia de dos sistemas de venas y filones mineralizados en direcciones N25E y N80E, los cuales culminan en una falla normal N80-95E que se desarrolló en el límite granito-gneis y que probablemente representó una barrera a la circulación de los fluidos.

Respecto a la génesis de la mineralización se han postulado dos vías posibles:

- filones hidrotermales con zonación sulfuro fluorita-baritina
- filones por infiltración descendente

La génesis del presente yacimiento estaría condicionando la prospección del presente recurso, dado que la ocurrencia de fluorita en filones por infiltración descendente se orienta a zonas de basamento anómalo en flúor, mientras que la de filones hidrotermales se orienta a zonas con actividad magmática ácida.

No obstante se puede postular que se trata de un proceso hidrotermal de baja a mediana temperatura, partiendo de la observación de los siguientes fenómenos:

- La fluorita se encuentra asociada a pirolusita, baritina y calcedonia.
- El color violeta indica que la temperatura fue superior a 300°C.
- La pirolusita puede haber tenido su origen en la alteración de manganita, cuya paragénesis se da frecuentemente en filones hidrotermales de baja temperatura.
- Con respecto a la baritina y a la calcedonia ambos son minerales comunes a los procesos hidrotermales.

La fluorita se encuentra generalmente englobando cantos de rocas volcánicas y gnéissicas, lo que permite inferir que el proceso de mineralización fue posterior a la deposición de rocas volcánicas.

Se conocen también ocurrencias de fluorita vinculadas a las riolitas del Complejo Sierra de Animas en la porción sur del mismo.

8.3. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA ORNAMENTALES

Se entiende como rocas ornamentales, aquellas rocas que después de un proceso de elaboración, son aptas para ser utilizadas como materiales nobles de construcción, elementos de ornamentación, arte funerario y escultórico, objetos artísticos y variados, conservando íntegramente su composición, textura y características fisicoquímicas.

En ese sentido, en la región estudiada se han identificado trece zonas con favorabilidad para su uso como ornamental; siete de ellas aptas para su uso como mármol, cinco aptas para granitos y una para piedra laja.

Las zonas con favorabilidad para mármoles (C2) pertenecen geológicamente al Complejo Metamórfico Zanja del Tigre (CMZT) y Grupo Lavallega. Los depósitos de mármol correspondientes al CMZT se vinculan genéticamente a granitos intrusivos, así como también a rocas metavolcánicas y zonas de cizalla. Esto hace que exista una gama muy variada de mármoles, tanto en lo que respecta a características texturales como de composición química, debido a un metamorfismo de contacto tanto con los cuerpos graníticos como de las metavolcánicas. Esto determina la existencia de mármoles que abarcan desde metacalcáreos, dolomíticos, calcáreos, etc.

La mayor limitante en lo que respecta a las características ornamentales para mármol es la intensa actividad tectónica de la región lo cual impide el desarrollo de bloques de gran tamaño aptos para el mercado consumidor, que requiere de placas de mayores dimensiones. Actualmente existe en el departamento de Maldonado una sola cantera activa que extrae mármol para ornamental, perteneciente a la firma Piedrahita Hnos.

En lo que respecta a las zonas de favorabilidad para granitos ornamentales (C1) las mismas se distribuyen en el departamento de Maldonado vinculadas geológicamente a tres unidades: tres de ellas vinculadas geológicamente al Complejo Sierra de Animas, otra al Granito de Maldonado y la siguiente a la granodiorita de Garzón.

Aquellas vinculadas al Complejo Sierra de Animas se ubican; una al sur del mismo próximo al balneario Piriápolis sobre la ruta N° 37, la otra al norte-noroeste de la ciudad de Pan de Azúcar, distante unos 14 kilómetros de la misma y una tercera al norte de dicho complejo próxima al límite departamental con Lavallega.

La ubicada al sur, se trata de una sienita de grano grueso, color gris, leucócrata a mesócrata, con fenocristales de feldespato potásico, y anfíboles, la cual ha sido utilizada tradicionalmente como ornamental en monumentos y edificios. Si bien las reservas geológicas se consideran abundantes, al momento de definir el grado de favorabilidad se lo clasificó como baja, debido fundamentalmente al crecimiento urbano que posee el balneario de Piriápolis, así como también la presencia de la Reserva de Fauna ubicada frente al yacimiento lo que hace inviable continuar con la explotación en el corto y mediano plazo.

La zona de favorabilidad al norte-noroeste de Pan de Azúcar está asociada a un macizo sienítico de grano grueso, conformado por abundantes bochas que han permitido la posibilidad de realizar cortes para la elaboración de bloques ornamentales.

Si consideramos las reservas geológicas y la ubicación del presente yacimiento en una zona rural alejada de centros urbanos, podemos definir su grado de favorabilidad como medio a alto dado que existen buenas posibilidades de desarrollo de la presente zona como explotación de rocas para uso ornamental.

La zona localizada al norte del Complejo Sierra de Animas, se trata de una sienita cuarzosa, de grano grueso, equigranular, gris oscura con tonalidades rojizas, a hornblenda. El tipo de yacimiento aquí también se vincula a la explotación de bochas de grandes dimensiones lo que permite el corte de bloques de gran tamaño, generalmente superiores a 3 m³.

La cuarta zona de favorabilidad, para su explotación como rocas ornamentales, se ubica próxima a la ciudad de Maldonado, unos tres kilómetros al norte de la misma sobre ruta N° 39. Geológicamente, está vinculada al denominado Granito de Maldonado, el cual se presenta localmente como un granito deformado, de grano medio a grueso, color gris, por momentos con textura migmatítica. Estas características, aunadas a una intensa fracturación, hacen que su uso como roca ornamental sea restringido a planchas, adoquines, revestimientos, etc.; no así para bloques de mediano y gran porte.

Si consideramos las reservas potenciales de dicho granito las mismas son abundantes, pero si tenemos en cuenta su ubicación geográfica muy próxima a la ciudad de Maldonado y en una zona en continuo crecimiento urbano, hace que el grado de favorabilidad sea medio a bajo, dado que las posibilidades de expansión son muy restringidas.

La quinta zona con favorabilidad para granitos ornamentales se ubica al este del departamento, próxima al pueblo Garzón. Se trata de un granito gris, a ortosa, biotítico, leucócrata, de grano fino, no orientado, con algunas concentraciones de biotita y nódulos de cuarzo hasta 5 cm, escasa pirita. Las características estructurales del presente macizo, no permiten la extracción de bloques de grandes dimensiones, así como también la presencia de pirita en determinados sectores del mismo impiden su uso en exteriores.

En lo que respecta a las zonas de favorabilidad para filitas o piedra laja (C3) las mismas se ubican geológicamente vinculadas al Grupo Lavalleja, hacia el centro-oeste del departamento. Litológicamente se trata de esquistos sericíticos, esquistos calcáreos y cuarzófilitas, que se disponen en bancos de escasa potencia a tendencia vertical a sub-vertical.

Las características ornamentales de las filitas están determinadas por el grado de esquistosidad, la composición mineralógica y el color lo que determina la mayor o menor aceptación en el mercado, debido a que su mayor uso es como revestimientos de fachadas y pisos.

8.4. ZONAS DE FAVORABILIDAD PARA MINERALES METALICOS

Los conocimientos acerca de los recursos minerales metálicos en el departamento de Maldonado están basados en: los informes de la Geoquímica del Inventario Minero Nacional respecto de la zonificación de las anomalías surgidas de dicha prospección geoquímica y de los antecedentes exploratorios respecto de las ocurrencias de minerales metálicos existentes.

Debemos indicar aquí que el recubrimiento de la Geoquímica estratégica en el departamento de Maldonado fue del 50% de los fotoplanos que conforman el mismo. En ese sentido fueron generadas una serie de asociaciones anómalas, las cuales fueron codificadas en el Mapa de Recursos Minerales como Grupos Anómalos, lo que no implica un concepto de favorabilidad metalogenética sino que tiende a agrupar puntos anómalos con algún elemento en común.

También se identificaron dos ocurrencias metálicas; una de hierro y otra de oro, así como también dos antiguas minas de metálicos una de Cu, conocida como Mina Oriental al NW del departamento y una de Cu-Pb-Zn, conocida como Mina Apolonia ubicada al S-SW del departamento.

Tal como puede apreciarse en el Mapa de Recursos Minerales, se han identificado veinte grupos anómalos distribuidos de la siguiente forma: seis grupos vinculados a ambientes graníticos, cinco grupos vinculados a basamento, más precisamente a la Unidad Campanero, integrada por gneises y ortogneises, siete grupos vinculados a una unidad metavolcánica-sedimentaria y carbonática, que la integra el Complejo Metamórfico Zanja del Tigre y el Grupo Lavalleja y por último dos grupos anómalos vinculados al Complejo Sierra de Animas.

8.4.1 Grupos anómalos vinculados a ambientes graníticos

En el departamento de Maldonado se han identificado seis grupos anómalos vinculados genéticamente a áreas graníticas. Dichos grupos anómalos, se han agrupado en función de uno o más elementos anómalos que son comunes a todas las muestras, siendo los mismos: Anomalía 272-05 cuyos elementos anómalos son W y anomalías radimétricas, Anomalía 271-10 cuyos elementos anómalos son Pb-Zn, Anomalía 272-03, los elementos anómalos son Cu-Nb-Rad., Anomalía 283-01 con elementos anómalos Cr-Ni, Anomalía 283-11, siendo el elemento anómalo los altos valores en radimetría y por último un grupo anómalo en Zn. Los grupos anómalos que se asocian a granitos, pueden ser modelados según Biondi, J. (1986) a continuación.

Los depósitos de minerales metálicos vinculados con granitos más característicos son:

➤ *Depósitos plutogénicos apicales diseminados de Cu+Mo; Cu, Mo, Cu+Au, Sn y W*

Este tipo de depósito se compone de concentraciones minerales primarias, dispersas en fracturas, fisuras y brechas o diseminadas, íntimamente asociadas a macizos graníticos que, casi invariablemente, muestran en algún grado una textura porfirítica. Las mineralizaciones y/o alteraciones hidrotermales relacionadas están distribuidas en el cuerpo granítico y en las rocas encajantes, formando zonas relacionadas a la arquitectura intrusiva. Morfológicamente los depósitos apicales diseminados son divididos en tres tipos:

Tipo I – Depósitos cilíndricos: son complejos, con zonas de alteración y metamorfismo telescopados, usualmente centradas en relación a un cuerpo plutónico cilíndrico relativamente pequeño.

Tipo II – Depósitos volcánicos: los depósitos de cobre en los pórfiros de tipo volcánico se caracterizan por la forma irregular y por presentarse intrusivos en formaciones volcánicas al menos parcialmente consanguíneas.

Tipo III – Depósitos plutónicos, se desenvuelven dentro de los cuerpos plutónicos de tamaño medio, que son normalmente zoneados litológicamente.

La alteración en estos depósitos difiere de la clásica, del tipo cilíndrico, siendo mas variable en intensidad, comportamiento y mineralogía, y generalmente se encuentra centrada en el depósito mineral.

➤ *Greisen*

Los greisenes se forman por alteración metasomática postmagmática de cúpulas graníticas, en las que la emigración de distintos elementos químicos genera una gran porosidad en la roca, lo que constituye un ámbito preferente para la deposición de minerales. Por esta razón, los greisenes sustentan, como roca de caja, a importantes yacimientos de Sn-W, que se disponen en forma de lentes o masas subparalelas a los contactos arqueados del intrusivo con la roca de caja, o en filones y stockworks.

Se han reconocido cuatro grandes grupos de greisen, conforme a la roca a partir de la cual se desenvuelven:

- Greisen en rocas alumino-silicatadas son a cuarzo, muscovita, fluorita, topacio, turmalina y feldespato. Los minerales más frecuentes son, wolframita, scheelita, casiterita, molibdenita, berilo, zircón, monacita y columnita.

- En las rocas carbonatadas la mineralogía se restringe a fluorita, topacio, turmalina, moscovita. Los minerales principales son, scheelita, Mo-scheelita, molibdenita, y casiterita.

- Sobre rocas básicas y ultrabásicas los greisenes tienen cuarzo, turmalina, wolframita, scheelita, casiterita, molibdenita, esmeralda, crisoberilo, etc.

- En rocas subalcalinas los greisenes mineralizan con cuarzo, albita, adularia, muscovita, topacio, fluorita, turmalina, berilo, crisoberilo, zircón, etc.

Depósitos periféricos- Filones hidrotermales, pneumatolíticos y pegmatíticos

Los depósitos de minerales metálicos correspondientes a este modelo son de tres tipos: filones hidrotermales, filones pneumatolíticos y pegmatitas.

Los yacimientos hidrotermales, comúnmente también conocidos como filonianos, se clasifican según su temperatura de formación (que suele estar entre los 400-100° C), y en función de la mayor o menor proximidad a la roca ígnea de la que derivan. Las mineralizaciones hidrotermales están constituidas fundamentalmente por cuarzo y/o carbonatos diversos, entre los que cabe destacar calcita, dolomita, y siderita, minerales que suelen constituir la *ganga* o parte no explotable en los yacimientos de interés minero. Entre los minerales de interés minero (o *menas*) que pueden estar presentes en este tipo de rocas o yacimientos, podemos citar barita, fluorita, y minerales sulfurados, como piritita, calcopiritita, blenda, galena, cobres grises (tetraedrita y tennantita), argentita, platas rojas (proustita-pirargirita), cinabrio, y un largo etcétera de minerales, entre los que se encuentran también la plata y el oro, nativos.

Los yacimientos filonianos constituyen el relleno de fracturas abiertas en la roca, que suelen presentar disposiciones planares de dimensiones muy variables (filones en sentido estricto). Otras morfologías incluyen el entrecruzado de vetillas (*stockwork*) y las diseminaciones de mineral, características ambas de los yacimientos de tipo pórfido cuprífero. También son relativamente frecuentes los cuerpos irregulares, que pueden formarse tanto por fenómenos de reemplazamiento como por relleno de cavidades. Las texturas son características de la cristalización en espacios abiertos: geodas, drusas, crecimientos paralelos, concentraciones nodulares, etc.

De entre los distintos tipos de yacimientos hidrotermales, destacaremos dos tipos por su importancia económica: los yacimientos de pórfidos cupríferos (+/- Mo) y los epitermales de metales preciosos (Au, Ag). Tienen también su importancia, aunque menor en la actualidad, las mineralizaciones filonianas de metales de base (Pb-Zn-Cu), y de estaño – wolframio.

➤ *Concentraciones plutogénicas periféricas relacionadas al metamorfismo y/o metasomatismo térmico.*

Este grupo de yacimientos se asocia a las rocas carbonatadas transformadas metamórficamente y/o metasomáticamente por acción de intrusiones graníticas, reconocidas como skarn.

Una de las mejores clasificaciones actuales de aquellas mineralizaciones vinculadas a depósitos tipo skarn, se basa en el ensamblaje mineral calco-silicático dominante en la roca. Los skarn formados a partir de dolomitas son compuestos sobretudo por silicatos magnesianos, tales como forsterita y serpentina, y son denominados skarn magnesianos. Aquellos formados a partir de calcáreos se componen de silicatos ferrocálcicos, denominados skarn cálcicos. Este tipo de depósito, también pueden ser clasificado en base al metal de mayor importancia económica que contenga, siendo los más importantes los depósitos de Fe, W, Cu, .Zn-Pb, Mo y Sn, los cuales pueden ocurrir tanto en los skarn magnesianos como cálcicos.

Grupos de depósitos de skarn puede basarse en las características descriptivas, como composición del protolito, el tipo de roca y de metal económico dominante/s, así como características genéticas como el mecanismo de circulación de fluidos, la temperatura de formación, y el grado de partición magmática.

La tendencia general de autores modernos es adoptar una clasificación descriptiva de skarn basada en el dominio económico de los metales. Esto es similar a la clasificación de los depósitos de pórfido en pórfido de cobre, molibdeno y estaño; depósitos que comparten muchas características geoquímicas y alteración, pero son, no obstante, fácilmente distinguibles. Los siete principales tipos de skarn (Au, Cu, Fe, Mo, Sn, W y Pb-Zn) han recibido un importante estudio moderno y muchos otros (incluyendo F, C, Ba, Pt, U, REE) son importantes localmente.

Cuadro 33: Depósitos de minerales metálicos genéticamente relacionados a granitos

Posición espacial	Tipo de depósito	Composición de la mineralización
Apicales	Diseminado	Cu+Mo, Cu, en granitos, granodioritas, cuarzo monzonitos y cuarzo dioritas Mo en sienitas Cu+Au en sienitas y dioritas Sn (Bi, Mo, W, Li, F)
	Greisen	W (Mo, Sn)
Periféricos	Filoneanos hidrotermales -Epitermales -Mesotermiales -Hipotermiales -Pneumatolitos	U, Hg, Sb, As, Au+Te, Mn Ag, Pb, Zn, Ni+Co+Bi+Ag, U(Ra) Fe(Cu),Mn Au (Cu),Cu, Au (Mo),Cu(Mo, Bi) Sn,Sn(Nb+Ta),Sn+W,Au(W+Sn)
	Pegmatíticos	Li, Be, Ta(U, Sn)
	Depósitos relacionados a metasomatismo y/o metasomatismo térmico	Fe(Cu, Co, Au) en calcareos Fe(Cu, Zn)en dolomitas W, Mo, Cu,(Zn, Bi) en calcáreos Cu, Mo (W, Zn) en calcáreos Zn, Pb, Ag,(Cu, W) en calcáreos Mo, W (Cu, Bi, Zn)en calcáreos Sn, F(Be, W) en calcareos Sn, F(Be, B) en dolomitas

8.4.2 Grupos anómalos vinculados a basamento (gneises y ortogneises)

Tal como se visualiza en el mapa de recursos minerales, han sido identificados cinco grupos anómalos dentro de la unidad que se la denominó como Basamento, la cual está integrada por gneises y ortogneises de la Unidad Campanero y Gneises del A^o Carapé, de edad Paleo-proterozoico.

Dichos grupos anómalos son: 283-08 cuyo elemento anómalo es principalmente Cr; 283-05 cuyos elementos anómalos son Cu-Cr-Ni; 283-07 siendo los elementos anómalos Cu-Cr-Ni; 283-03 cuyos elementos anómalos son Cu-Cr-Ni, un grupo anómalo en Zn y anomalías de uranio.

Las anomalías correspondientes a Cu-Cr-Ni que son la mayoría de los grupos anómalos de la unidad estarían vinculadas a la presencia de rocas máficas y ultramáficas en contacto con granitos y gneises. Los modelos metalogenéticos para estos tipos de depósitos, corresponderían a antiguos cratones activados donde se forman plutones bandeados de gabro-noritas, con los cuales están relacionados los depósitos magmáticos tempranos de cromitas. Los depósitos de níquel no son característicos de las etapas geosinclinales.

Hay algunas pequeñas concentraciones no económicas las cuales están ligadas con procesos hidrotermales con sulfoarsenatos de níquel y cobalto.

También han sido estudiadas anomalías de uranio hacia la porción norte de la Unidad Campanero en contacto con el Complejo Metamórfico Zanja del Tigre, en la zona conocida como Puntas del Campanero y en la porción centro-sur del departamento vinculado al denominado Batolito del Sauce.

El indicio de uranio conocido como Puntas del Matajo se sitúa en el cuarto nororiental del fotoplano G-28, Las Animas. Se relaciona con procesos de albitización en monzonitas cuarzosas hornblendo - biotíticas y con circulación de fluidos hidrotermales a través de la fracturación ligada a tectónica de dirección submeridiana.

La mineralización se presenta bajo dos modalidades algo diferentes en los sectores sur y norte del indicio. En el primero de los casos, la mineralización se ubica sobre la fracturación ligada a la falla del flanco occidental de la estructura y en el segundo caso estaría ligada a los contactos con la caja anfibólica. Ambos casos ligados a la influencia de los fenómenos de albitización e hidrotermalismo tardío, y espacialmente en relación con la zona de falla.

Respecto a la ocurrencia de uranio vinculada al Batolito del Sauce, los trabajos existentes indican la presencia de un cuerpo intrusivo de carácter granodiorítico que recorta, difunde y transforma (metasomatismo) rocas ultrabásicas preexistentes. La génesis del uranio, probablemente sea debida a la adsorción de óxidos de uranio por el xantitanio, compuesto fundamentalmente por anatasa, derivada ésta, de la destrucción del esfeno.

Los principales depósitos magmáticos de menas de sulfuros de níquel-cobre se formaron en la etapa de activación de los cratones antiguos, los cuales están relacionados con procesos de diferenciación de rocas gabroicas.

Los depósitos exógenos de silicatos de níquel están ubicados en las costras de intemperismo y se forman en la etapa continental.

En la historia del desarrollo geológico se conocen dos épocas principales de formación de depósitos de sulfuros de cobre-níquel: durante el proterozoico (cratones del Báltico, de Canadá, África del Sur y Australia) y durante la época kimmeridgiana (cratón de Siberia).

En los cratones activados se formaron los depósitos magmáticos de sulfuros de Cu-Ni relacionados con intrusivos ultrabásicos pseudoestratificados.

Los depósitos hidrotermales plutogénicos de cobre están relacionados con intrusivos porfiríticos de composición ligeramente ácidos, raramente con plutones graníticos. Los intrusivos metalíferos están relacionados con la tercera etapa del desarrollo geosinclinal y con cratones antiguos que han sufrido activación.

Entre los depósitos hidrotermales plutogénicos tenemos; a los pórfidos cupríferos y a las vetas.

Pórfidos Cupríferos:

Los depósitos llamados pórfidos cupríferos son grandes concentraciones de menas con bajas leyes de Cu o Cu-Mo en forma de vetillas o disseminaciones que forman una gran zona de criaderos en masa (stockwork), localizados en intrusivos porfiríticos. Se conocen en la EX-URSS, Yugoslavia, Bulgaria, Irán, Mongolia, Chile, Perú, Argentina, Panamá, México, EUA, Canadá y otros lugares.

Dependiendo con la relación del Cu y Mo y otras características A. Krivtsov (1977) reconoce 4 grupos de depósitos:

- 1) Pórfidos de Molibdeno con pequeñas cantidades de Cu, relacionados con pórfidos graníticos de afinidad potásica (Climax, EUA, Kadjarán, EX-URSS).
- 2) Pórfidos de Mo-Cu, asociados con pórfidos cuarzo-monzoníticos de afinidad potásica-sódica (Chuquicamata, Chile).
- 3) Pórfidos de Cobre con pequeñas cantidades de Mo, relacionados con pórfidos granodioríticos (El Teniente, Chile, Kounrad, EX-URSS).
- 4) Pórfidos de Cobre con cantidades insignificantes de Mo, relacionados con pórfidos dioríticos de afinidad sódica (Urales EX-URSS).

Vetas

Están muy ampliamente distribuidos, pero grandes depósitos son muy raros. Son conocidos en Bulgaria, EUA (Butte, Magma), EX-URSS.

Las rocas encajantes por lo general son granitos, sedimentos y metamórficos de distintas edades. Están ubicados en zonas de fracturamiento con deslizamiento. Las vetas son por lo general muy inclinadas, siguiéndose de cientos de metros a los primeros kilómetros de longitud, con una profundidad de hasta 500-600m, raramente hasta 1.5 km., con un espesor de 0.3 a 10 m.

Como principales minerales tenemos a la calcopirita, enargita, con ganga de cuarzo y carbonatos, como secundarios tenemos magnetita, hematita, pirita, molibdenita, calcosina, tennantita-tetraedrita, esfalerita y galena. Las menas por lo general se forman en varias etapas bajo temperaturas de 350-200°C. En las partes superficiales las menas se encuentran oxidadas.

8.4.3 Grupos anómalos vinculados a la asociación metavolcánica-sedimentaria, carbonática

La unidad que ha sido mapeada como asociación metavolcánica-sedimentaria, carbonática, está comprendida por dos grandes unidades; el Complejo Metamórfico Zanja del Tigre y la Formación Lavallega. En la misma se han delimitado siete grupos anómalos, a saber: Anomalía 283-06 a Cu-Pb-Zn; Anomalía Cu III cuyo principal elemento anómalo es Cu; Anomalía Arroyo de la Mina Norte cuyos principales elementos anómalos son, Cu-Zn-V; Anomalía Arroyo de la Mina Central anómala en Cu-Pb-Zn; Anomalía Arroyo de la Mina Sur, cuyo elementos anómalos son, Cu-Pb-V; Anomalía Arroyo de la Coronilla siendo sus principales elementos anómalos Pb-Zn y por último Anomalía Mina Apolonia I la cual posee como principales elementos anómalos Cu-Pb-Zn.

A excepción de la zona anómala denominada 283-06 a Cu-Pb-Zn, la cual se encuentra sobre un conjunto litológico de rocas metasedimentarias correspondientes a registros de ambiente plataformal de sedimentación mixta siltito-carbonático, somero y proximal, en el cual hacen intrusión una serie de cuerpos graníticos; el resto de las asociaciones anómalas se vinculan a un ambiente de rocas supracrustales de tipo vulcano sedimentaria polideformadas, con metamorfismo de grado bajo genéticamente vinculadas a un sistema plataformal profundo con vulcanismo básico asociado y de edad Neoproterozoica.

El ambiente litológico en el cual se emplaza el grupo anómalo 283-06 a Cu-Pb-Zn de rocas carbonatadas, mármoles y calizas dolomíticas, esquistos calcáreos, muscovitas filitas, metaareniscas arcósicas, metaconglomerados y metacalcoarenitas hacen pensar en un depósito tipo Mississippi Valley Type (MVT).

Las mineralizaciones generalmente denominadas como *Mississippi Valley-type* (MVT) son de tipo epigenéticas, normalmente estratoligadas, y están formadas a partir de soluciones hidrotermales de baja temperatura y presión.

A nivel mundial se han reconocido una serie de subtipos en lo que respecta a modelos MVT, incluyendo no solo los depósitos estratoligados encajonados en rocas carbonatadas, dolomitizadas o no, si no también depósitos estratoligados encajados en rocas siliciclásticas, depósitos de Pb-Zn-Ag-Ba-F en fracturas.

Entre las mineralizaciones estratoligadas de metales base existe una cierta distinción mineralógica, al menos en lo que se refiere a las menas metálicas, entre aquellas encajadas en rocas carbonatadas y las que lo están en rocas siliciclásticas. Las diferencias son probablemente resultado de las variaciones químicas provocadas en la solución mineralizante por la interacción con un acuífero carbonatado o siliciclástico (Sverjensky, 1984).

Las características comunes de los depósitos tipo MVT son:

- Suelen desarrollarse en series carbonatadas de plataforma, de grosor variable.
- Son mineralizaciones epigenéticas de sulfuros de zinc y plomo (esfalerita y galena), acompañados de sulfuros de hierro (pirita y marcasita), y carbonatos (calcita y dolomita).

Puede también aparecer barita, fluorita, calcopirita y cuarzo que pueden llegar a ser localmente abundantes o en algunos casos, llegar a constituir la mayor parte de la mineralización. La relación $Zn/(Zn+Pb)$ suele estar comprendida entre 0.6 y 1, y casi siempre se cumple que $Zn > Pb > Cu$.

- La morfología de los depósitos puede ser muy variada, y consisten en mantos de reemplazamiento, masivos a bandeados; relleno de bolsadas, a veces de origen kárstico.

- Los distritos suelen estar formados por un número elevado de depósitos de pequeño tonelaje (<2.106 Mt), con unas leyes máximas alrededor del 10% de Zn+Pb. La distribución de estos depósitos suele estar controlada por elementos estratigráficos (límites litológicos, cambios de facies, distribución de porosidad, karst), estructurales (fracturas, cabalgamientos, brechas tectónicas, etc.) o la combinación de ambos, localizándose siempre en unos niveles determinados, de ahí su carácter estratoligado.

- Estos depósitos suelen aparecer encajonados en series estratigráficas carbonatadas, mayoritariamente dolomitizadas. No obstante existen algunos depósitos (Laisvall, Suecia) que encajan en rocas siliciclásticas.

- Se forman a poca profundidad (generalmente inferior a 1,5 metros), a menudo en altos estructurales.

- Genéticamente, nunca están asociados a rocas ígneas.

- Suelen estar asociados a regímenes tectónicos tanto compresionales como extensionales (algunos depósitos europeos, México).

- No aparecen exclusivamente en períodos geológicos concretos, sino que se conocen desde el Proterozoico (Canadá, Sudáfrica) hasta tiempos recientes.

Los seis grupos anómalos restantes se corresponden a litologías de carácter vulcano-sedimentario y las mineralizaciones comprendidas tendrían un origen variado, a saber: amas sulfuradas vinculadas al volcanismo, mineralizaciones asociadas a calcáreos y aquellas controladas por factores estructurales, así mismo el hidrotermalismo explica muchas de las mineralizaciones.

Los depósitos vulcanogénicos de sulfuros macizos están compuestos casi totalmente por sulfuros de hierro con cantidades variables de sulfuros de cobre, plomo, y zinc. Son siempre subacuáticos, generalmente groseramente estratiformes, en ambiente de rocas volcánicas, zoneados, bandeados y en muchos casos se superponen a mineralizaciones diseminadas.

Según Midot, D. (1984) la anatomía de amas sulfuradas está constituida por al menos dos órganos principales:

- la zona de las amas (s.s) que se caracteriza por una parte muy rica en sulfuro de hierro (> 50%).
- La zona de influencia hidrotermal sobre las amas que se destaca sobretodo por la abundancia de clorita y una mineralización diseminada o en stockwork.

Las amas pueden desarrollarse sobre un centro volcánico reconstituido (tipo 1 de los Kuroko) donde las amas presentan una característica proximal por distancia a un centro volcánico ya sea sobre una roca sedimentaria o vulcano-sedimentaria más o menos litificada (tipo 3 de los Kurokos), así como también de carácter distal a un centro volcánico.

El modelo de depósito vulcanogénico más adoptado es el de Large (1977), el cual consta de varios procesos genéticos, a saber: ascenso de fluido mineralizador que se corresponden a puntos de salida de sistemas hidrotermales submarinos, distribución de los sulfuros de Fe, Cu, Pb y Zn en función de la interacción con el agua de mar, relación entre las mineralizaciones proximales y distales y los sedimentos vulcanogénicos (chert y formaciones ferríferas).

Desde el punto de vista geológico-minero, se estaría frente a dos tipos de mineralizaciones: depósitos primarios propios al vulcanismo de la serie donde se asociarían los del tipo "amas sulfuradas", representados aquí por los indicios de Mina Oriental y Mina Apolonia como los más representativos. Un segundo tipo de mineralización se vincularía con la alteración hidrotermal, como lo demuestran varios de los indicios reconocidos en la etapa de revisión de anomalías llevada a cabo en la hoja Las Animas en el año 1994 por Spoturno, J.& Arrighetti, R.

En lo que respecta a la favorabilidad exploratoria de dichos grupos anómalos, los depósitos de tipo amas son sin dudas los más prometedores, no descartándose mineralizaciones secundarias del tipo hidrotermal.

8.4.4 Grupos anómalos vinculados al Complejo plutónico-volcánico

La presente unidad está básicamente conformada por el Complejo Sierra de Animas de edad neoproterozoico, el cual está compuesto por rocas hipabisales y volcánicas, siendo las dominantes microsienitas asociadas con sienitas, sienitas cuarzosas, traquitas, excepcionalmente micropegmatitas y riolitas.

Se han reconocido dos grupos anómalos en la presente unidad uno ubicado hacia la porción Norte de la misma, cuyos elementos anómalos son Zn-As-Sb y el otro grupo anómalo hacia la porción meridional de la unidad cuyo elemento anómalo es Mo.

Las características de las litologías que componen el Complejo Sierra de Animas así como su génesis, hacen plantearse la posibilidad de un modelo de Depósitos Hidrotermales Vulcanogénicos (DHV).

Este tipo de depósitos se ubican en la formación de uraninita-molibdenita. Están relacionados con la serie de rocas volcánicas andesitas-dacitas-riolitas y se relacionan con stocks hipabisales, cuellos y cúpulas volcánicas, las cuales es común que estén cortadas por diques, brechas explosivas, mantos de diabasas, dioritas y pórfidos graníticos, los cuales se ven cortados por fallas relacionadas con los centros explosivos.

Los cuerpos minerales están alojados a los lados de los cuellos volcánicos y en el contacto con las rocas volcánicas de alta porosidad las cuales son tapadas por rocas más compactas que no dejan pasar los fluidos hidrotermales. Los cuerpos tiene forma de criaderos en masa y bolsas, en algunos casos se presentan cuerpos tabulares.

La mineralización es precedida por alteración de las rocas encajantes que consiste en la adición de cuarzo-albita.

La mineralización se efectúa en varias etapas:

- 1) a temperaturas de 400-300°C se forma vetillas de cuarzo-turmalina-biotita, en algunos casos con rutilo y muscovita
- 2) alrededor de los 300°C se forma el cuarzo, sericita, clorita, pirita, arsenopirita y calcita
- 3) en esta etapa de 220-210°C se forma la uraninita asociada con la molibdenita y pequeñas cantidades de otros sulfuros como pirita, marcasita, arsenopirita, calcopirita y tennantita-tetraedrita
- 4) a temperaturas de 200-190°C se acumula la calcita, cuarzo, sericita, clorita, pirita, hematita y pequeñas cantidades de uraninita.

En lo que respecta a las anomalías de Zn-As-Sb podrían asociarse también a depósitos hidrotermales vulcanogénicos, los cuales se ubican en regiones con vulcanismo joven, así como en relación con fuentes termales.

Están relacionados con rocas andesíticas y riolíticas. Frecuentemente ligadas con rocas de facies de cuellos o subvolcánicas, en algunos casos relacionadas con capas carbonatadas-arcillosas. Como estructuras encajantes tenemos las de origen volcánico: cuellos, juntas lineales y circulares, así como zonas tectónicas de fracturamiento y diaclasas. Los cuerpos minerales están constituidos por vetas onduladas, criaderos en masa, chimeneas, lentes concordantes y otras formas más complicadas como combinaciones de lentes y vetas.

Las menas son de antimonio y conjuntas-arsénico-antimonio, antimonio-plata y antimonio-estaño. Como principal mineral tenemos a la antimonita, nadorita (Sb-Pb) o cervantita; en menor cantidad: livingstonita, tenantita-tetraedrita, galena y esfalerita; de ganga cuarzo calcedonia, sericita y carbonatos. En las zonas de oxidación se desarrollan cervantita, estibiconita y limonita.

Las alteraciones de las rocas encajantes son silicificación y caolinización.

9. CONCLUSIONES

9.1. RECURSOS MINERALES ARIDOS

- La producción de minerales áridos es un indicativo de la mayor o menor actividad en el sector de la construcción
- Se identificaron diferentes zonas productoras, siendo las mismas detalladas a continuación:
 - Arena y Canto rodado: Depósitos fluviales asociados a cuencas del A° Maldonado, San Carlos y José Ignacio y los depósitos costeros asociados a dunas; Zona de Portezuelo y Zona de A° del Potrero
 - Balasto/Tosca: Se definen tres zonas; Costas de José Ignacio, Las Rosas, y Cerro Pelado.
 - Piedra Partida/Piedra Bruta: Se identificaron cuatro zonas Cerro Pelado, Cerro de Cortés, Cerro Pan de Azúcar y Cerro del Toro.
 - Arcillas: Se reconocieron dos zonas: San Carlos y Pan de Azúcar y alrededores.
- Existe una concordancia entre la máxima producción total de áridos entre los años 1999 a 2002, y la mayor cantidad de certificados de final de obras otorgados por la Intendencia Municipal de Maldonado en el año 2002. Estos valores se reflejan en los gráficos del “Proyecto de Evaluación de los Recursos Minerales Áridos del departamento de Maldonado” Arrighetti R. & Gianotti V. 2010).
- La participación en el mercado de producción de áridos del departamento de Maldonado respecto al total del país, oscila entre un mínimo del 8% en el año 2004 y un máximo del 25% en 2006 y 2008 (ver figura 33 del “Proyecto de Evaluación de los Recursos Minerales Áridos del departamento de Maldonado” Arrighetti R. & Gianotti V. 2010).
- Existe una gran competencia por territorio entre los recursos minerales áridos y el crecimiento demográfico y urbano en los últimos años, debido a que la producción de los primeros debe estar muy próxima a los centros de consumo y demanda.
- Considerando la alta demanda de ladrillos para la construcción, la misma no se ve reflejada en los registros de permisos mineros de DINAMIGE, como arcilla para cerámica roja.

9.2. ROCAS ORNAMENTALES

- Se identificaron tres tipos de rocas ornamentales en el Departamento; Granitos, Mármoles y Piedra Laja.
- Se reconocieron tres zonas productoras de granitos: Sierra de Garzón, Abra de Castellanos; finalmente Piriápolis.
- En relación a la distribución regional de mármoles se reconocieron dos regiones, siendo una de ellas en el NW limitando con Lavalleja y la segunda en el centro-oeste del departamento.

- Se definieron cinco zonas productoras de mármol y/o calizas marmóreas; Zanja del Tigre; Cuchilla Alvariza; Arroyo Pan de Azúcar; Ruta 81; Cerro de las Ventanas.
- Se localizaron dos zonas de extracción de Piedra Laja, una al oeste de la ruta N° 60 y la otra al sur del departamento denominada Zona C° Las Ventanas.
- Si bien existe en el departamento gran cantidad de yacimientos con canteras tanto de mármoles como de granitos en variedad de colores y calidad de material; actualmente persiste sólo una cantera de mármol en actividad, la cual posee infraestructura de procesamiento de carácter industrial. Respecto al granito ornamental, existe al este del departamento una o dos canteras en actividad de carácter artesanal.

9.3. MINERALES INDUSTRIALES

- Fueron reconocidos tres variedades de recursos minerales de carácter industrial en el departamento, los mismos son: caliza, dolomita y fluorita.
- Los minerales industriales que se explotan en Maldonado se encuentran básicamente asociados a rocas carbonatadas tales como calizas y dolomitas que sustentan fundamentalmente la industria de la cal y cemento.
- Se reconocieron seis zonas productoras de calizas, Puntas del Campanero, Carapé, Cinco Esquinas, Cuchilla de Alvariza, Cerro de las Ventanas y Laguna del Sauce.
- Del total de canteras de calizas existentes en el departamento, sólo dos de ellas disponen de planta industrial o procesadora en el predio del yacimiento. Las restantes son trasladadas fuera del departamento para su industrialización.
- Respecto a la dolomita se ubicaron cuatro zonas productoras: Cuchilla de Alvariza, Puntas del A° Pan de Azúcar, Zanja del Tigre y Carapé.
- En lo que respecta al recurso fluorita existe una sola cantera actualmente abandonada al norte del departamento.

9.4. MINERALES METALICOS

- Se reconocieron en el departamento una serie de ocurrencias de minerales metálicos, los cuales se clasificaron en indicios y anomalías geoquímicas. Dentro de los indicios metálicos se distinguen tres áreas con mayor o menor grado de laboreo; Mina La Oriental (Cu), Mina Apolonia (Cu-Pb-Zn) e indicios de hierro
- Los indicios y ocurrencias metálicas, responden básicamente a mineralizaciones principalmente cupríferas así como plomo y zinc; asociadas a la secuencia volcano-sedimentaria del Grupo Lavalleja,
- Se reconocieron 29 asociaciones de anomalías geoquímicas surgidas del Inventario Minero Nacional, las cuales se distribuyen en los siguientes fotoplanos: Fuente del Puma, Las Ánimas, Las Cañas, Carapé, Piriapolis, Aigua

9.5. ESTADISTICA MINERA

- Del punto de vista de la producción acumulada en el período considerado de 10 años, la categoría minera que marca la tendencia son los minerales áridos con más de 14 millones de toneladas, seguido de los minerales industriales y por último las rocas ornamentales.
- Del total de los recursos minerales del departamento, los áridos constituyen los de mayor importancia debido a la cantidad de canteras existentes y los volúmenes de producción. Dentro de este grupo, la arena es el recurso mineral con mayor producción acumulada en el período, seguida de balasto y tosca.
- Para el caso de rocas ornamentales, el comportamiento si bien posee altibajos en la producción (período 2000-2010), presenta tendencia evolutivas contrarias. Los mármoles muestran una tendencia al aumento en la producción, mientras los granitos un decrecimiento.
- En el caso de los minerales industriales, el comportamiento es muy similar tanto para caliza como para dolomita; marcado por la tendencia en el aumento de la producción en todo el período considerado.

9.6. ACTIVIDAD MINERA

- La actividad minera en el departamento de Maldonado está pautada por la actividad extractiva en el sector de los minerales áridos, tanto en la cantidad de permisos mineros como en la superficie ocupada, excepto en prospección donde es superada por lo minerales metálicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrighetti R., Gianotti V. 2010. Proyecto de evaluación de los recursos Minerales áridos de Maldonado. DINAMIGE, Montevideo, Uruguay. 104pp.
- Biondi, J.C.1986. Depósitos de Minerales Metálicos de Filiación Magmática. San Paulo, Brasil. 602 pp.
- Bosse H. R., Gómez C., Mari C. 1982. Estudio geológico de la mina fluorita "Florencia" Departamento de Maldonado. DINAMIGE. Colaboración Geológica Uruguayo-Alemana. 25 pp.
- BRGM. 1982. Inventario Minero del Uruguay. Primera fase. Informe final, fichero de ocurrencias minerales. Francia.
- BRGM. Inventario Minero del Uruguay. Informe de la prospección geoquímica estratégica del fotoplano Carapé.
- Carámbula M, 1990 Informe de la prospección geoquímica estratégica del fotoplano Alférez. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 16 pp.
- Carámbula M, 1991 Informe de la prospección geoquímica estratégica del fotoplano Las Cañas. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay.
- Coronel N. 1987. Memoria de la carta de materias primas minerales no metálicas a escala 1:1000.000. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 119 pp.
- Eventos Tecto Metamórficos del Grupo Carapé Neoproterozoica. Carlos Rossini & Jean Legrand. Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología. Publicación N°1. II Taller sobre la Estratigrafía del Precámbrico del Uruguay: 49-67, 2003.
- Fesefeldt. K. 1988. Cooperación Técnica (N° Proyecto 82.2024.2) Misión Geofísica Alemana, asesoramiento yacimentológico a la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), Hannover. 82pp.
- Filippini J 1989. Inventario Minero del Uruguay. Resultados de la prospección geoquímica del fotoplano Mariscal. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay.
- Filippini J, Gomez C.1989. Estudio geológico y geoquímica de la zona central del Fotoplano Aiguá (F-26). DINAMIGE. Montevideo, Uruguay.
- Filippini J. 1989. Inventario Minero del Uruguay. Programa Prospección Minerales Metálicos. Resultados de la prospección Geoquímica del Fotoplano Aigua. DINAMIGE. Montevideo. Uruguay.
- Filippini J. 1994. Estudio geoquímico regional del fotoplano Piriapolis. DINAMIGE, Montevideo. Uruguay.

- Gomez C.; Mari C., Theune C. 1982. Estudio Geoeconómico de la Mina Florencia (Fluorita). DINAMIGE. Programa de colaboración geológica uruguayo-alemana. 22pp.
- Gusbin J. 1983. Calculo de reservas y recursos de un yacimiento de sienita cuarzosa. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 51 pp.
- Lorenz, W & Gwosdz, W. Manual para la evaluación geológica-técnica de recursos minerales de construcción. B.G.R. Hannover, 2004. CD-ROM.
- Medina E., Pirelli H. 1995. Proyecto: Carta previsional de recursos minerales. Subproyecto: Inventario y Diagnóstico de recursos minerales no metálicos y ornamentales del departamento de Maldonado, Montevideo, Uruguay. 23 pp.
- Midot D. 1984. Etude Geologique et diagnostic metallogenique pour l' exploration du secteur de Minas (Uruguay) 174 pp.
- Orche, E.; 2001. Manual de Geología y prospección de Yacimientos Minerales, Madrid, España.
- Pena S., Masquelín E, Pías J., Tabó F., Oyhantçabal P. 1987. Estudio geológico de los alrededores de la mina Apolonia. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 31pp.
- Piedras Ornamentales del Uruguay, Comunidad Económica Europea (CEE).
- Preciozzi F., Pena S., Arrighetti R., Pías J. 1985. Estudio Geológico de Mina Oriental y la Esperanza. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 25 pp.
- Rossi, P. & Oyhantçabal, P.; 1990. Indicios Uraníferos del Aº Puntas del Mataojo. Primeros Resultados de Investigación. 1er Congreso Uruguayo de Geología. Montevideo, 3 pp.
- Rossini, C., Arana, R. 2000. Estudio mineralógico de una fluorita de itrio en la Mina Florencia (Departamento de Maldonado, Uruguay) Cadernos Lab. Xeológico de Laxe. Coruña. Vol. 25, pp. 189-191
- Rossini, C. & Aubet, N. 2000. La región Zanja del Tigre-Carapé (Maldonado-Uruguay) y sus rocas metacalcáreas. Estudio geológico e implicancias estratigráficas y económicas. Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología, III Nº 7: 36-47.
- Routhier P. 1980. Primeras impresiones sobre la geología y la metalogenia del Precámbrico del Uruguay. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 23 pp.
- Sánchez L. & Ramos V. 1999. Aspectos Geológicos de las rocas metavolcanicas y metasedimentarias del Grupo Lavalleja, Sudeste de Uruguay. Revista Brasileira de Geociencias. 29 (4):557-570.
- Spangenberg, J. 1984. Métodos de Exploración geoquímica empleados en el Inventario Minero Nacional. DINAMIGE. Montevideo.

- Spoturno, J., Loureiro, J., Oyhantçabal P., Pascale, A., 2012. Mapa Geológico del departamento de Maldonado a escala 1:100.000. DINAMIGE, Montevideo, Uruguay.
- Spoturno J., Arrighetti R. 1994. Primera aproximación a carta de favorabilidad prospectiva fotoplanos “Las Animas” (Informe Interno); Montevideo, Uruguay.
- Techera J., Arrighetti R. 1995. Industria extractiva e industria relacionada en el departamento de Maldonado- DINAMIGE, Montevideo. Uruguay.
- Zeegers H., D. Artignan D., Spangenberg J. 1982. Inventario Minero del Uruguay. Resultados de la prospección geoquímica del fotoplano Fuente del Puma. DINAMIGE. Montevideo, Uruguay. 18 pp.
- Zeegers H., Spangenberg J. 1981. I Inventario Minero del Uruguay. Resultados de la prospección geoquímica del fotoplano Las Animas. BRGM. Francia. 24 pp.

ANEXO

FICHA CANTERA	AÑO	EXPIE	EMPRESA	SUSTANCIA MINERA	HOJAS CART	Nº HOJA	FICHA BDGM	ASUNTO	X	Y	PADRONES	CATEGORIA MINERA	ESTADO
E25-01				FLUORITA	PASO DE LOS TALAS	(E-25)			617907	6222861	3381	INDICIO	ABAND
E27-02	2007	1017	SOSA BENTANCOR	GRANITO GRIS	CORDILLERA	(E-27)	701	1017/07	610943	6176813	15682	YACIMIENTO	ACT
E27-03	2005	166	RUFO HNOS S.A	GRANITO GRIS	CORDILLERA	(E-27)	871	166/05	610433	6177357	8997	YACIMIENTO	INA
E28-02	1997	712	TONER S.A	GRANITO GRIS	GARZÓN	(E-28)	909		611626	6173729	20603	YACIMIENTO	ABAND
F27-01	1962	66	CALERAS LAVALLEJA	CALIZA MARMOREA	LAS CAÑAS	(F-27)	890	66/62	574973	6190049	3846.4017	INDICIO	ACT
F27-02	1977	108		CALIZA	LAS CAÑAS	(F-27)	907	108/77	576536	6184884	2938, 3686,4006, 4007	DEPOSITO	ABAND
F27-03	1976	218	JORGE DIANO	CALIZA	LAS CAÑAS	(F-27)	244	218/76	574561	6189311	4012, 10969, 11013, 11014	YACIMIENTO	INA
F27-05	1999	76	ANCAP	DOLOMITA	LAS CAÑAS	(F-27)	252	76/99	571384	6176831	14936	DEPOSITO	ABAND
F27-06	75	165	BOVE, JORGE	MARMOL DOLOMITICO	LAS CAÑAS	(F-27)	253	165/75	567170	6178458	5176	YACIMIENTO	ABAND
F27-07	75	154	ASERRADERO SARANDI	MARMOL DOLOMITICO	LAS CAÑAS	(F-27)	245	154/75	567087	6178644	4993	YACIMIENTO	ABAND
F27-10	2001	682	ANCAP	MARMOL DOLOMITICO	LAS CAÑAS	(F-27)	255	682/2001	567114	6177985	3865	DEPOSITO	ABAND
F27-12			JORGE BOVE	MARMOL	LAS CAÑAS	(F-27)	256		567678	6181089	21843	INDICIO	ABAND
F27-13	1999	76	ANCAP	CALIZA MARMOREA	LAS CAÑAS	(F-27)	258	76/99	572842	6177557	3909	DEPOSITO	INA
F27-14	2003	673	COMPANIA ORIENTAL DE MINERALES S.A	CALIZA	LAS CAÑAS	(F-27)	257	673/03	573071	6178222	6902	YACIMIENTO	INA
F27-15	1999	76	ANCAP	DOLOMITA	LAS CAÑAS	(F-27)	259	76/99	572615	6178171	7056	YACIMIENTO	ABAND
F27-18		207		DOLOMITA	LAS CAÑAS	(F-27)	261	207/79	568800	6179900	3963	YACIMIENTO	ABAND
F27-19	1975	57	OLINPARK S.A.	CALIZA	LAS CAÑAS	(F-27)	564	57/75	574341	6188229	11015, 19623	YACIMIENTO	INA
F27-20	1996	608	JUAN KLEEFELD	DOLOMITA	LAS CAÑAS	(F-27)	202	608/96	571068	6177043	17397	YACIMIENTO	INA
F27-22	1999	76	ANCAP	DOLOMITA	LAS CAÑAS	(F-27)		76/99	572681	6178331	13521	INDICIO	ABAND
F27-24	1982	9	ALAC S.A.	DOLOMITA	LAS CAÑAS	(F-27)	268	09/82	572276	6176293	4448	INDICIO	ABAND
F27-26	1976	218	DIANO JORGE	CALIZA	LAS CAÑAS	(F-27)	912	218/76	574300	6189077	10969	YACIMIENTO	ABAND
F27-27	1977	108		CALIZA	LAS CAÑAS	(F-27)	913	108/77	577409	6185788	2939	INDICIO	INA
F28-01	1971	161	LA ORIENTAL SRL	DOLOMITA	SIERRA DE LOS CARACOLES	(F-28)	269	161/71	569834	6175398	18631	YACIMIENTO	ACT

FICHA CANTERA	AÑO	EXPIE	EMPRESA	SUSTANCIA MINERA	HOJAS CART	Nº HOJAS	FICHA BDGM	ASUNTO	X	Y	PADRONES	CATEGORIA MINERA	ESTADO
G27-01A	1975	228	P. CENTRONE	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	215	228/75	554519	6176838	1000	YACIMIENTO	ABAND
G27-01B	1975	228	P. CENTRONE	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	215	228/75	554292	6176972	1000	YACIMIENTO	ABAND
G27-01C	1975	228	P. CENTRONE	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	215	228/75	554307	6176885	1000	YACIMIENTO	ABAND
G27-01D	1975	228	P. CENTRONE	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	215	228/75	554658	6176687	1000	YACIMIENTO	ABAND
G27-04B				FILITA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)			549329	6176964	1027	DEPOSITO	ABAND
G27-05A	1975	143	GRACIELA ZABALO	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	239	143/75	553505	6179319	1023	YACIMIENTO	ABAND
G27-05B	1975	143	GRACIELA ZABALO	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	239	143/75	553471	6179204	1023	YACIMIENTO	ABAND
G27-06A	1975	112	DANIE RAMOS S.A.	CALIZA MARMOREA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	205	112/75	555902	6180958	998	YACIMIENTO	ABAND
G27-06B	1975	112	DANIE RAMOS S.A.	CALIZA MARMOREA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	205	112/75	556070	6181068	998	YACIMIENTO	ABAND
G27-06C	1975	112	DANIE RAMOS S.A.	CALIZA MARMOREA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	205	112/75	556508	6181032	998	YACIMIENTO	E25-01
G27-07	1976	298	ANCAP	CALIZA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)		298/76	556818	6181573	16307	YACIMIENTO	ACT
G27-08	1986	13	JORGE ANDRES SORIA	DOLOMITA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	278	13/86	562585	6179011	3874, 10680	INDICIO	ABAND
G27-09	1968	54	ANCAP	DOLOMITA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	230	54/68	562899	6178449	5268	DEPOSITO	ABAND
G27-10	1975	127	DANIE RAMOS S.A.	MARMOL DOLOMITICO	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	207	127/75	563876	6177711	3848, 10379	YACIMIENTO	ACT
G27-11	2006	614	GONZALEZ RODRIGUEZ, JESUS	MARMOL DOLOMITICO	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	281	614/06	564801	6178655	21883	YACIMIENTO	INA
G27-12	1975	156	MANUEL NARANCO S.A.	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	206	156/75	555105	6176711	996	DEPOSITO	ABAND
G27-13	1981	130		MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	234	130/81	556817	6179988	8565	INDICIO	ABAND
G27-14	2006	384	JESUS GONZALEZ	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	243	84/06	556754	6177886	20099	YACIMIENTO	ABAND
G27-15	1989	972	ESAIN SERRÓN, RAIMUNDO	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	233	972/89	556530	6177123	8564	DEPOSITO	ABAND
G27-16	1992	541	NOBLEKIT S.A. (NOVINCO)	DOLOMITA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	204	541/92	553746	6180412	1019	YACIMIENTO	ACT
G27-17A	1975	142	MANUEL NARANCO S.A.	MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	241	142/75	554648	6178797	999, 1024	YACIMIENTO	INA
G27-17B	1975	352		MARMOL	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	219	352/75	555177	6179769	1024	YACIMIENTO	INA
G27-18	1978	265	GONZALEZ ALVAREZ S.A.	MARMOL DOLOMITICO	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	282	265/78	563770	6179304	3850, 9896	INDICIO	ABAND
G27-20	1990	79	BACOT SILVEIRA, OSCAR	PIEDRA LAJA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	911	79/90	550052	6177733	15675	DEPOSITO	ABAND

FICHA CANTERA	AÑO	EXPIE	EMPRESA	SUSTANCIA MINERA	HOJAS CARTI	Nº HOJAS	FICHA BDGM	ASUNTO	X	Y	PADRONES	CATEGORIA MINERA	ESTADO
G27-21	1975	151	BBLANCO GONZALEZ, AMALIA	CALIZA MARMOREA	FUENTE DEL PUMA	(G-27)	910	151/75	549506	6176635	14811	DEPOSITO	ABAND
G28-01	1982	124	MONTAÑERA S.A.	SIENITA	LAS ANIMAS	(G-28)	111	124/82	542692	6166585	973, 30169	YACIMIENTO	ABAND
G28-02	1989	939	LOS AMIGOS DE GARCIA UMPIERREZ	MARMOL	LAS ANIMAS	(G-28)	223	939/89	552222	6176283	15574,7063	DEPOSITO	ABAND
G28-05B	1996	37	PLISER S.A	SIENITA	LAS ANIMAS	(G-28)	108	37/96	544714	6164477	968, 31185	YACIMIENTO	INA
G28-05C	1996	37	PLISER S.A	SIENITA	LAS ANIMAS	(G-28)	108	37/96	543917	6163978	968, 31185	YACIMIENTO	ACT
G28-05D	1996	37	PLISER S.A	SIENITA	LAS ANIMAS	(G-28)	108	37/96	544507	6164564	968, 31185	YACIMIENTO	ACT
G28-06	1975	123		MARMOL	LAS ANIMAS	(G-28)		123/75	555540	6169621	12036	DEPOSITO	ABAND
G28-07				CALIZA MARMOREA	LAS ANIMAS	(G-28)			555381	6167691	30274	DEPOSITO	ABAND
G28-08				CALIZA	LAS ANIMAS	(G-28)		236/76	549912	6167924	8933	INDICIO	ABAND
G28-09				FILITA	LAS ANIMAS	(G-28)			546006	6165501	1022	DEPOSITO	ABAND
G28-11				MARMOL DOLOMITICO	LAS ANIMAS	(G-28)			553624	6157479	1042	DEPOSITO	ABAND
G28-12	1996	366		MARMOL	LAS ANIMAS	(G-28)			546980	6164473	5344	YACIMIENTO	ABAND
G28-13A	1975	192		MARMOL DOLOMITICO	LAS ANIMAS	(G-28)			559754	6176082	4434	YACIMIENTO	ABAND
G28-13B	1975	192		MARMOL	LAS ANIMAS	(G-28)			559484	6176333	4434	DEPOSITO	ABAND
G28-14	2010	1118	VALLE CASTELLANA S.A	CALIZA	LAS ANIMAS	(G-28)			550164	6175339	1250	DEPOSITO	INA
G28-15	2000	774	PIEDRAHITA LAZO, SEGUNDO RAFAEL Y J	MARMOL	LAS ANIMAS	(G-28)	872	774/2000	556239	6176255	30317, 989, 4333, 5726	YACIMIENTO	ACT
G28-17A	1994	706	VODELIN S.A	SIENITA	LAS ANIMAS	(G-28)	124	706/94	543919	6165146	972	YACIMIENTO	ABAND
G28-17B	1997	663	HUMBERTO NUÑEZ	SIENITA	LAS ANIMAS	(G-28)	162	663/97	543917	6164798	972	YACIMIENTO	ABAND
G28-20A	1972	167	COMPANIA NACIONAL DE CEMENTOS S.A.	CALIZA	LAS ANIMAS	(G-28)	560	167/72	549658	6160006	31226, 31227, 31228	YACIMIENTO	ACT
G28-20B	1991	388	COMPANIA NACIONAL DE CEMENTOS S.A.	MARMOL	LAS ANIMAS	(G-28)	915	388/91	549122	6159988	31226, 31227, 31228	YACIMIENTO	INA
G29-01	1986	248		SIENITA	PIRIAPOLIS	(G-29)			549600	6147300	30115	YACIMIENTO	ABAND
G29-02	1976	37	MARIA DEL CARMEN VELASCO	SIENITA	PIRIAPOLIS	(G-29)			550590	6147233	16259,1679	YACIMIENTO	ABAND
G29-03	1986	3		CALIZA	PIRIAPOLIS	(G-29)			564082	6147290	1200, 14207	DEPOSITO	ACT
G29-06	1976	37	VELASCO, CASARAVILLA	SIENITA	PIRIAPOLIS	(G-29)	112	37/76	550943	6148069	16790	YACIMIENTO	ABAND
G29-07				SIENITA	PIRIAPOLIS	(G-29)			550218	6148262	16789	YACIMIENTO	ABAND