

CAPITULO 13

INDUSTRIA EXTRACTIVA POTENCIAL

13-1-Recursos Minerales Potenciales

En este capítulo se incluyen todos los recursos minerales conocidos y sospechados, que pueden dar soporte a empresas mineras con rentabilidad económica.

En algunos campos, los recursos minerales son conocidos con cierto grado de precisión y ello permite encarar directamente su crecimiento. Sin embargo, en la mayoría de los casos, esta industria extractiva potencial depende del descubrimiento, evaluación y/o factibilidad técnica y económica del recurso.

No existen dudas de que Uruguay es un país que tiene serias posibilidades de desarrollo del sector minero, porque ha sido muy poco investigado y porque posee extensas zonas cubiertas de suelo vegetal, que sólo con estudios muy detallados, pueden ser geológicamente descifradas.

Es preciso entonces iniciar de una vez por todas ese proceso que conduzca a encontrar un nuevo rubro contribuyente al Producto Bruto Nacional. La falta absoluta de tradición minera es uno de los grandes frenos: empresas mineras poco serias; superficiarios que niegan acceso a los predios; agentes estatales que no se ocupan de asegurar los derechos del superficiario y del empresario minero con suficiente énfasis; ausencia de cartas geológicas de detalle de la mayor parte del país.

Con estas líneas no se esconde una pretensión de lograr hacer comprender a los diferentes actores, que no puede ningún país descartar la posibilidad de aprovechamiento del subsuelo. Ello genera fuentes de trabajo descentralizadas de los núcleos poblados, aumenta el Producto Bruto Nacional, evita importaciones con gastos de divisas, facilita la estabilidad general porque disminuye la desocupación y la sobrepoblación de las ciudades.

El análisis de este capítulo va a apoyarse en muy buena medida en la experiencia personal de los autores y la información mundial disponible. Sin embargo, va a ser tenida en cuenta una versión muy detallada que en 1998 publicó la agencia Investment Export Promotion en el folleto titulado Uruguay XXI. Esta empresa realiza un detallado análisis que incluye varios capítulos de interés:

- Razones para el desarrollo de la minería
- Geología y potencial minero
- Producción minera
- Oportunidades empresariales

La empresa arriba referida opina que la minería uruguaya experimenta gran crecimiento en la década de los 90: granito para exportación; piedras semipreciosas; minerales metálicos.

En 1996 se produjeron dos inversiones considerables: tratamiento de oro en Rivera y fábrica de Cemento Portland en Lavalleja. Aunque, - siempre según la empresa referida - el potencial minero uruguayo no se base en la actual producción, sino en el desarrollo de las prospecciones, Uruguay presenta algunas ventajas para su desarrollo potencial:

- Es un país considerado libre de riesgo por agencias como Moody, Standard and Poor, Duff and Phelps.
- Está colocado estratégicamente en el Mercosur desde el punto de vista geográfico.

- Población altamente calificada.
- La legislación minera es muy moderna.

Estas ventajas comparativas pueden ayudar el desarrollo minero por diferentes razones, a las cuales se agregan datos geológico-económicos concretos.

El Uruguay es un país muy poco investigado desde el punto de vista geológico, pero a pesar de ello, pueden existir reservas mineras potenciales importantes. A título de ejemplo:

- Empresas mineras han descubierto recientemente yacimientos de metales preciosos en greenstone belts Paleoproterozoicos o arqueanos
- El basamento cristalino es atractivo por sus vinculaciones con el de Sudafrica.
- La aplicación de modernas técnicas de geofísica y geoquímica de detalle es lo que está permitiendo encontrar anomalías significativas en la porción Sur de Uruguay donde la cobertura de sedimentos y suelos enmascaran las estructuras
- Algo semejante ocurrió en la isla cristalina de Rivera donde se está desarrollando la mina de oro San Gregorio.

La ubicación geográfica entre Argentina y Brasil en el Mercosur con 5 Km de carretera por Km², buenas telecomunicaciones y el puerto natural más profundo facilitan la viabilidad de desarrollo minero.

El sistema educacional ha permitido que sea el país americano con mayor grado de alfabetización (97 %) lo que permite acceder a operarios de alto nivel con poco esfuerzo aunque no existan escuelas especializadas en formación de operarios para minería.

La legislación vigente es considerada favorable porque suministra un marco legal adecuado para el desarrollo de la industria minera. El desarrollo minero y la industria extractiva potencial van de la mano con una actividad rigurosa, constante y vigilante de los organismos estatales responsables del sector. No existen dificultades de infraestructura ni legales para el desarrollo minero: su éxito dependerá del mayor o menor empuje de los agentes del Estado para lograr metas concretas.

Desde el punto de vista geológico, Uruguay es un país curioso pues en una superficie territorial reducida (menor a 200.000 km²) presenta una gran complejidad en el subsuelo.

Las rocas precámbricas ocupan el 40 % del área continental y están divididas en 7 unidades radicalmente diferentes (ver figura N° 13-1).

1. El Terreno Piedra Alta contiene: cinturones volcano-sedimentarios investigados para oro, sin éxito; todos los filones de granito negro explotables; todos los posibles yacimientos de cuarzo en pegmatitas subhorizontales.
2. El Terreno Nico Pérez contiene: los yacimientos de hierro compuestos por cuarcitas magnetito-augíticas (valentinesitas); el único yacimiento de oro en operación, la mina San Gregorio en el Dpto. de Rivera; un granito rapakivi subvolcánico con mineralizaciones potenciales muy variables.
3. El grupo Fuente del Puma posee yacimientos de caliza apta para cemento, dolomitas de alta pureza y las mejores aguas minerales del país.
4. El grupo Carapé contiene las calizas no magnesianas de mayor pureza.
5. La faja granítica del Este prácticamente no contiene recursos minerales significativos.
6. El grupo Rocha tampoco.
7. El grupo Arroyo Soldado, de edad ante y post cámbrica contiene calizas de calidad aceptable para cemento portland en el Dpto. de Treinta y Tres y al incluir el límite cámbrico-precámbrico tiene recursos potenciales en fosfatos, que deben ser detalladamente estudiados, porque en ese límite existen importantes yacimientos en partes del mundo.

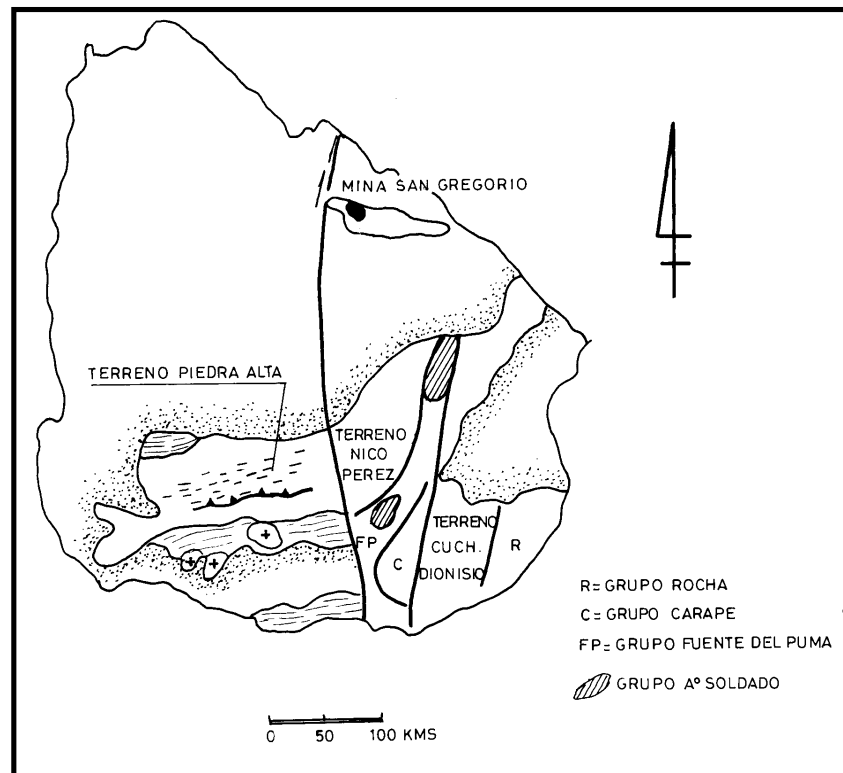


Figura N°13-1. Distribución de rocas precámbricas en el Uruguay.

En la figura N° 13-2 se presenta un esquema de las unidades geológicas post-cámbricas en Uruguay. Las rocas sedimentarias devónicas contienen enormes reservas de arcillas caoliníticas de uso cerámico y posible uso para corregir las calizas sedimentarias utilizadas en la planta de cemento portland de ANCAP en Paysandú.

Dentro de los sedimentos gondwánicos, en el Pérmico Superior, se depositaron los lentes de montmorillonita Ca^{++} que pueden desarrollar importantes reservas y van a tener permanente mercado por su variedad de usos en industrias fundamentales actuales y de la próxima década.

Las lavas derramadas en el Jurásico-Cretácico contienen ciertas condiciones especiales-actualmente sospechadas con mucha precisión-geodas de ágata y amatista que si se llega a valores de comercialización competitivos, pueden volver a representar una industria extractiva próspera.

A este vulcanismo de dimensiones mundiales excepcionales es asociable la existencia de yacimientos de diamante en el Uruguay; aunque todavía no se haya encontrado un solo ejemplar, no significa que no existan serias posibilidades geológicas, por la posición geotectónica ocupada hace 120 millones de años.

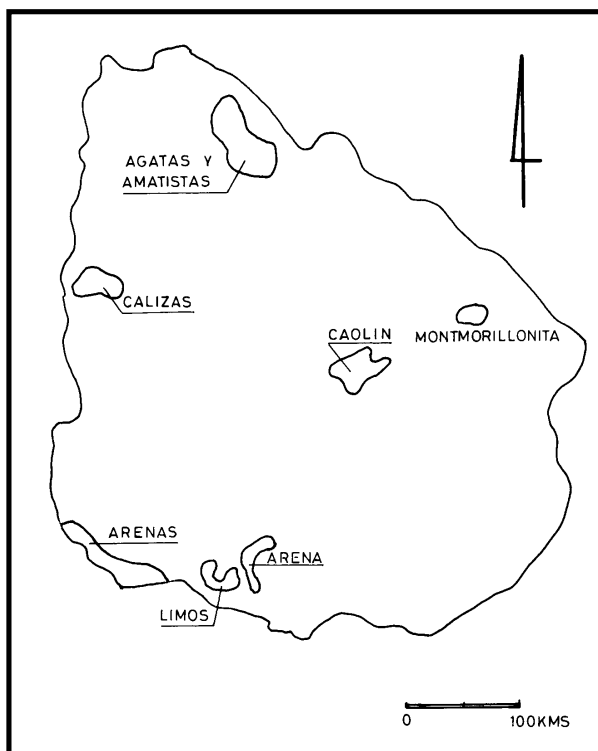


Figura N°13-2. Depósitos minerales fanerozoico.

La producción minera uruguaya se ha basado tradicionalmente en la explotación de minerales no metálicos para la construcción, la industria cerámica y la del vidrio; también se explotaron rocas ornamentales y piedras semipreciosas.

Hace unos pocos años que comenzó la investigación y explotación de oro así como la prospección de diamantes.

En realidad aumentaron más los permisos de exploración y prospección que la producción minera, pero esa situación puede considerarse normal si dura unos pocos años más. La inversión en prospección fue de unos 5 millones de dólares USA en 1997.

Esta gran inversión (comparativa a los años anteriores y a la historia del Uruguay) se volcó a minerales metálicos, diamantes, granitos, piedras semi-preciosas, materiales de construcción y arcillas cerámicas.

En el área de minerales metálicos comenzó a operar la mina San Gregorio produciendo en 1997, alrededor de 2000 Kg de oro y evaluando las reservas existentes en unos 20.000 Kg. El tenor es del orden de 3g/ton lo que impide el trabajo en galerías subterráneas. El área mineralizada cubre una faja de 400 m de longitud por un ancho de 30 metros. La mineralización ha sido verificada, según Uruguay XXI, hasta 150 m de profundidad.

Los diamantes están siendo investigados por la empresa Kentilcor en el Dpto. de Tacuarembó, disponiéndose solamente de datos periodísticos que indican el hallazgo de una provincia kimberlítica con 12 chimeneas

Los granitos son de producción muy irregular, descendiendo casi constantemente desde 1993, año en que se produjeron 24.000 toneladas de bloques escuadrados (6000 m³). La principal producción continúa siendo en bloques, aunque las empresas de lapidado tienen capacidad para aumentar el porcentaje de granito a ser exportado en planchas.

Piedras semipreciosas: ágata y amatista. Esta industria se encuentra en claro retroceso y es necesario la aplicación de criterios de extracción que reduzcan los costos de producción. Se dispone de conocimientos científicos suficientes como para programar producciones de mínimo costo: se necesitan empresas dispuestas a realizar las experiencias de invertir con riesgo para descubrir la tecnología exacta que produzca la extracción a mínimo costo.

Calizas para cemento portland es el rubro más importante a tener en cuenta para los materiales de construcción.

En 1997 la producción fue de más de un millón de toneladas de caliza, cifra que no se alcanzaba desde 1988, con fuertes depresiones en 1990 y 1994.

En ese año se montó la empresa de cemento CUCPSA en la ciudad de Minas, al pie del cerro Verdún. Esta empresa tiene una capacidad de producción de 470.000 ton/año de cemento y realizó una inversión de 60 millones de dólares USA (Uruguay XXI).

La exportación a los países del Mercosur evolucionó sensiblemente:

AÑO	TONELADAS
1995	30.000
1996	76.000
1997	140.000
1998	300.00

Estas predicciones de la empresa Uruguay XXI no fueron confirmadas y se exportó poco más de 200.000 toneladas en 1998. Es sin embargo real y concreto que Uruguay se encuentra en condiciones muy favorables para la producción y exportación de cemento portland (en rigor de clinker) para los países del Mercosur.

Las arcillas y sus productos manufacturados deben ser divididas en dos áreas:

caolín = cerámica

bentonita = decolorantes, estabilizadores, catalizadores.

Las arcillas caolínicas soportan una industria de las más sólidas del país, elaborando azulejos, baldosas y demás productos.

Las arcillas bentoníticas (en rigor, montmorillonitas) están siendo intentadas de explotar en el Dpto de Cerro Largo para soportar la industria brasilera.

El trabajo de la empresa Uruguay XXI, Investment y Export Promotion Agency, concluye con un capítulo titulado oportunidades de negocios donde incluye:

1. Minerales metálicos y diamantes; hace referencia a la mina San Gregorio en Rivera y a las posibles kimberlitas en el Dpto. de Tacurembó, señalan la existencia de uno de los pocos greenstone belts del mundo que no han sido estudiados exhaustivamente.
2. Granitos; señalan la existencia de granitos negros, grises y coloreados de buena calidad y excelente brillo al pulido; indican también un firme mercado de exportación en el Mercosur.
3. Amatistas; son minerales de muy alta calidad internacionalmente reconocidos por el profundo color violeta; las geodas conteniendo los cristales de amatista presentan diámetros entre 0.40 y 1.20 m.
4. Materiales de construcción; adquieren enorme importancia con el desarrollo del Mercosur; Uruguay tiene una posición estratégica excelente pudiendo colocar sus productos con ventajas respecto de países fuera del área; dispone de calizas, piedra partida, arena y pedregullo próximos de los mercados de Argentina y Brasil; algunos proyectos mayores tales como el puente Colonia - Buenos Aires y rutas de unión entre Argentina y Brasil, aseguran demandas adicionales de estos productos.
5. Dolomitas; la dolomita de la pureza con que se encuentra en Uruguay, - por ejemplo Mina Valencia- mantiene mercado y oportunidades de negociación; este yacimiento, inactivo desde hace años es una de las inversiones más atractivas para la producción de derivados de este mineral.

Un común denominador expresado para todos los rubros considerados como oportunidades de inversión es que Uruguay dispone de infraestructura muy apropiada en muchos rubros

fundamentales para el desarrollo de la industria extractiva. Como los autores de este ensayo coinciden con muchos de sus aspectos, serán someramente citados en lo que sigue:

- La legislación minera confiere iguales derechos a inversores nacionales que extranjeros, por lo que no hay necesidad de sociedades complejas para acceder a los derechos de la extracción de minerales
- Existe una extensa red de carreteras y caminos, lo que facilita el acceso a cualquier punto del país. No se coincide con que la red ferroviaria sea satisfactoria
- La electrificación rural y las telecomunicaciones tienen una amplia cobertura dentro del país y crece año a año
- Existen recursos abundantes de aguas superficiales y de aguas subterráneas para fines de enfriamiento o lavado las primeras y para consumo humano las segundas
- Los recursos humanos entrenados y especializados son abundantes y por lo tanto, no dificultosos de conseguir si se instalan las empresas con la solidez adecuada
- El equipo mecánico y las eventuales plantas de tratamiento y/o transformación ingresan al país sin impuestos de importación.

A esas ventajas comparativas que señala la empresa consultora arriba referida, es necesario señalar algunas desventajas que existen actualmente y que, en definitiva, han provocado que la producción minera no crezca a pesar de todas las virtudes que son reconocibles por cualquier observador experto.

Un primer aspecto a mejorar es el tratamiento de la DINAMIGE a los posibles inversores. Los trámites se enlentecen, los superficiarios no son rápidamente informados, no se realizan charlas de divulgación para los productores rurales, no se supervisan correctamente las labores de las diversas etapas de desarrollo minero que incluye el Código de Minería.

Un segundo aspecto a mejorar es la calidad de la información geológica en áreas que pueden ser fundamentales para el desarrollo de las próximas décadas. Es menester soportar por el Estado el relevamiento geológico de todo el país a escala 1/100.000 para servir de base a las empresas en las etapas de prospección previsual. Por ejemplo, todo el mundo dice que tenemos greenstone belts equivalentes a los sudafricanos o australianos, pero no existe un sólo trabajo científico que demuestre y describa la presencia de komatiitas. Ese rigor científico está faltando para que las empresas inversoras en el sector mineral, realmente se interesen en Uruguay. Un tercer aspecto a corregir es el cuidado desproporcionado del medio ambiente y la exageración del cuidado del patrimonio histórico. Ambos aspectos deben ser respetados y atendidos en forma muy prolija para asegurar el mantenimiento de nuestras tradiciones más queridas y la sustentabilidad de la calidad de vida en el Planeta.

Pero eso no debe confundirse con las dificultades existentes para la extracción minera generadas por organismos estatales de ambas ramas de la conservación de valores irrenunciables. No debe olvidarse que uno de los principales recursos minerales son las calizas y los granitos. Si de ambos materiales se impide la explotación por supuestos petroglifos, a los cuales ni siquiera se envían técnicos a investigar, el futuro de la industria extractiva uruguaya tendrá serias dificultades.

Los recursos minerales son conocidos con diferente grado de precisión como fue expuesto lo más detalladamente posible en el capítulo precedente. Ello demuestra que se dispone de:

- a) Recursos que seguirán siendo explotados como hasta el presente (oro, arcillas, talco, pedregullo, arena, piedra partida);
- b) Otros que dejarán de ser explotados por la obsolescencia del interés regional e internacional (mármol, feldespato)
- c) Otros que deberán crecer si ya se explotan (calizas para cemento, amatistas...),
- d) Comenzar a evaluar otros para iniciar una actividad extractiva voluminosa (cuarzo molido, montmorillonita)

- e) Comenzar a prospeccionar algunos con factibilidad de existencia (diamantes, estaño, fosfatos).

Los diferentes recursos fueron divididos según los criterios planteados y aceptados casi universalmente por la propuesta conjunta US Bureau of Mines- US Geological Survey de 1974, en la figura N° 1-1 del Capítulo 1.(Presentación). La ausencia de conocimientos geológicos detallados de todo el país y de evaluación de los recursos identificados, dificulta seriamente un planteo global sobre las posibilidades del desarrollo minero y por lo tanto, definir los recursos minerales potenciales en su totalidad.

Sin embargo, existen conocimientos prácticos y teóricos sobre la posibilidad de existencia de algunos recursos identificados y no identificados que pueden soportar una expansión considerable de la producción minera. Entre los recursos minerales que pueden soportar una industria extractiva razonablemente importante, que merecen estudios de prefactibilidad con altas probabilidades de éxito, se han considerado los siguientes:

1. Calizas con bajo magnesio para soportar industria de cemento portland que tiene ventajas comparativas en la región
2. Granitos negros de calidad excepcional, que dejaron de explotarse más por problemas administrativos que comerciales
3. Amatistas que actualmente tienen costos de extracción no competitivos pero que con aplicación de criterios geológicos pueden cambiar la ecuación económica y son de calidad reconocida en el mercado mundial
4. Montmorillonitas de los alrededores de Bañado de Medina, con pureza excepcionalmente elevada y prospección todavía incompleta.
5. Cuarzo molido a malla 300 de altísima pureza con molindas en centros geográficos adecuados y alimentados por varias canteras de actividad artesanal
6. Piedra partida calibrada desde bloques hasta arena de cantera
7. Arena
8. Dolomita

13-1-1-Calizas

Las calizas con bajo contenido en magnesio se han utilizado tradicionalmente para elaboración de cal, por la elevada pureza en carbonatos y la posibilidad de empleo en hornos verticales, obteniendo cal de elevada calidad técnica. Mientras tanto, para cemento portland se utilizaban calizas más impuras, con 80 % de carbonatos totales y con cierto contenido (hasta 6 %) de carbonato de magnesio.

La evolución de la industria de cemento desde 1922 y de cal desde el siglo XIX fueron agotando los principales yacimientos y se llega a fines del siglo XX con reservas seguras desconocidas, decenas de canteras abandonadas y fábricas de cemento portland con dificultades de materia prima.

Las características geológicas del Uruguay han sido muy favorables para la acumulación de calizas con bajo contenido en magnesio, de modo que resulta fundamental el montaje de una industria de cemento portland de tal dimensión que permita producir material exportable.

El mecanismo lógico de conseguir mercados internacionales ávidos del producto uruguayo, es exportar clinker, en vez de cemento portland. Esto significa que se exportará el material sinterizado que sale del horno de cemento en bolillas de 1 a 3 cm de diámetro en vez de cemento portland. La diferencia entre clinker y cemento portland es una etapa (o varias) de molienda hasta producir partículas de tamaño inferior a 300 mallas ASTM (35 micras) mezcladas con 4 % de yeso crudo para controlar la velocidad de fraguado.

Como Uruguay no tiene yacimientos de yeso ni acerías con capacidad de producir las bolas de los molinos de la calidad necesaria y frecuentemente deben importarse, no resulta imprescindible llegar al producto de consumo directo (cemento portland) sino que podría ser altamente rentable la exportación de clinker.

La producción de clinker exportable aprovecharía las ventajas comparativas del uso de calizas de buena calidad próximas a las plantas industriales y la existencia de dos plantas industriales ya instaladas de elaboración por vía seca. Las exportaciones de cemento portland ya son muy importantes en Uruguay.

Según el Ing. Qco. Echeverry, Gerente de Portland de la fábrica que ANCAP tiene en Paysandú, en su disertación para la Sociedad Uruguaya de Geología en diciembre de 1998 la exportación a Argentina fue en ese año, de 120.000 toneladas (alrededor de 15 millones de dólares).

En este caso es necesario importar bauxita (óxidos hidratados de aluminio) para llegar a las proporciones sílice/ alúmina / calcio adecuadas, porque se usan las calizas de Queguay con demasiado sílice para que el simple agregado de arcilla sea suficiente.

No existen publicaciones ni referencias de que la planta de Paysandú haya ensayado agregar arcillas caolínicas de Durazno más minerales de hierro de alto tenor (60 % Fe_2O_3 en peso) pero este tema debería ser ensayado para potenciar la industria nacional, la exportación y la ocupación de operarios en el medio rural.

Las arcillas caolínicas de baja calidad cerámica, por elevado contenido de hierro, existen en volúmenes enormes en los alrededores de Blanquillos en el Dpto. de Durazno. Su extracción es de bajo costo y su transporte siempre será menos costoso que la bauxita de la zona tropical de Brasil.

Como fue planteado en el capítulo correspondiente, existen dos tipos de calizas aptas para elaborar cemento portland: calizas cretácicas sedimentarias de Queguay en el litoral Oeste; calizas metamórficas en la faja de rumbo general NNE que va desde Piriápolis en Maldonado, hasta Parao, en Cerro Largo, que incluye los grupos Fuente del Puma y Carapé. Se acaban de realizar investigaciones en un cuarto grupo de calizas de edad Vendiano- Cámbrica que han experimentado un mínimo grado de metamorfismo y ocupan una extensa zona en los alrededores de Polanco y en Puntas del Yermal (grupo Arroyo Soldado). En la figura N° 13-3 se exponen gráficamente las áreas ocupadas por cada unidad y en la Tabla N° 13-1 se exponen las condiciones químicas esperables de las mejores calizas de cada una de las unidades referidas.

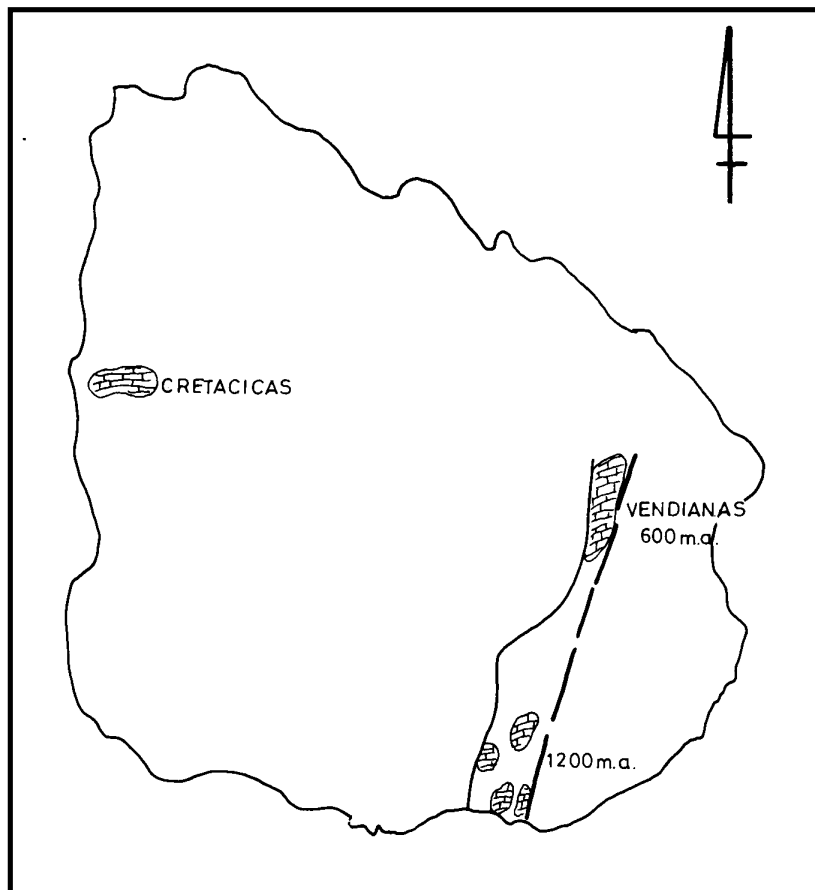


Figura N°13-3. Distribución de las calizas en el Uruguay.

TABLA N° 13-1 - Composición química de calizas en distintas regiones de Uruguay

	GRUPO A° SOLDADO	GRUPO C° VILLALBA	GRUPO FUENTE del PUMA	GRUPO CARAPE	MIEMBRO QUEGUAY
SiO ₂	4	4	6	3	10
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	6	8	10	1	4
CaCO ₃	86	82	78	94	85
MgCO ₃	4	6	6	2	1

Excepto las calizas del miembro Queguay, todas las demás son capaces de producir cemento portland (clinker) con el simple agregado de arcillas normales (limos cuaternarios) y un cierto porcentaje de mineral de hierro de alto tenor para neutralizar los efectos nocivos del magnesio.

Parece entonces razonable que la industria extractiva potencial de cemento portland se vuelque hacia la zona de calizas metamórficas que no necesitan (ni dependen de) la importación de bauxita.

Sin embargo es necesario tener presente que las reservas de calizas aptas para elaboración de cemento portland que fueron evaluadas para la empresa estatal ANCAP son:

	toneladas probadas	toneladas probables
Minas	6:000.000	2:000.000
Paysandú	24:000.000	

Estas cifras están indicando desde el punto de vista geológico-económico que sería necesario y fundamental ensayar la producción de cemento en Paysandú con arcillas caolínicas de Blanquillos en Durazno y desarrollar al máximo el uso de las calizas metamórficas de la faja Lavalleja: grupo Carapé, Fuente del Puma, Arroyo Soldado y Cerro Villalba.

Una alternativa posible sería utilizar calizas inapropiadas de los actuales yacimientos corregidas con porcentajes menores (5 - 15 %) de calizas de calidad excelente como las que tradicionalmente se emplearon para la producción de cal. El uso de este criterio aumentará considerablemente las reservas y el costo adicional de apertura de otra cantera y traslado del material, seguramente va a neutralizarse con la reducción sensible de la explotación no selectiva en las actuales canteras.

Los yacimientos de caliza de alta pureza (92 - 96 % CaCO_3) ya fueron explotados hasta profundidades de 10-15 metros y muchos de ellos con técnicas tan primitivas que los escombros no se desplazaron del lugar de trabajo. Ello significa que el estudio hasta evaluar reservas seguras en cada una de ellas exige relevamiento geológico detallado y perforaciones.

Sin embargo, el nivel actual de los conocimientos es suficiente como para poder establecer condiciones de prefactibilidad satisfactoria. Las estructuras geológicas son complejas, haciendo difícil realizar extrapolaciones seguras en profundidad, pero ya empiezan a encontrarse algunos patrones repetitivos que pueden facilitar la evaluación regional.

La producción uruguaya actual es de alrededor de un millón de toneladas por año.

Minas	240.000	ANCAP
Paysandú	270.000	ANCAP
Minas	~ 400.000	CUCP
Pan de Azúcar	~ 100.000	C.N.C

El consumo mundial crece 5 % por año en forma constante desde 1920.

En 1996 el consumo fue de 1400 millones de toneladas. Tomando en cuenta los países vecinos, los datos (según el Ing. Echeverry, diciembre 1998) son los siguientes:

BRASIL	AÑO 1997	CONSUMO 36 MILLONES DE TONELADAS	220 Kg/HABITANTE
	Año	Consumo	
BRASIL.	1997	36 millones de toneladas	220 Kg/habitante
ARGENTINA	1997	6,7 millones de toneladas	190 Kg/habitante
URUGUAY	1997	650.000 toneladas	210 Kg/habitante

Los países desarrollados consumen entre 400 y 500 Kg/habit/año. Esto abre importantes perspectivas a la región ya se está demostrando por el ingreso de grandes grupos cementeros en Argentina, Brasil y Uruguay.

13-1-2- Granitos negros

Este es un recurso mineral excepcional que posee Uruguay en cuanto a calidad de la roca de aplicación. Son rocas de grano fino, entrelazado de gran resistencia mecánica, que adquieren un brillo vítreo perfecto cuando pulidas y ese brillo es conservado durante décadas.

El único aspecto negativo de este recurso es que se desarrolla en filones verticales de 25 - 30 metros de potencia y paneles aprovechables de longitud poco mayor a 100 metros. Este problema puede ser fácilmente superado aplicando correcta tecnología de extracción, pero esa tecnología no ha sido aplicada con frecuencia y muchos yacimientos fueron destruidos y/o las empresas no lograron rentabilidad.

La situación actual es que existen 17 yacimientos potencialmente aprovechables con un volumen de reservas total del orden de 50.000 metros cúbicos de bloques escuadrados y unos 2 millones de metros cuadrados de chapas pulidas de 15 mm de espesor.

Estas reservas potenciales representan un monto de venta de unos 100 millones de dólares USA de modo que resultará razonable invertir por el Estado alrededor de 500.000 dólares USA para probar la existencia de reservas y asegurar la explotación racional de los yacimientos que resulten rentables.

El conocimiento geológico-económico de que actualmente se dispone en Uruguay sobre el tema es suficiente como para encarar con solvencia un programa nacional de utilización industrial de este recurso que puede crear 17 canteras (400 operarios) y saturar las actuales plantas de lapidación instaladas.

La utilización potencial de estos granitos puede generar una transformación del sector minero uruguayo, porque la venta de granitos negros de calidad excepcional, puede arrastrar la venta de otros granitos de los que se poseen extensos yacimientos.

El aspecto lateral pero no despreciable a tener en cuenta, es que para lograr mercados extranjeros es menester ofertas voluminosas y constantes por lo cual, el desarrollo de este sector va asociado indisolublemente a la formación de un banco de comercialización donde cada productor aporte su cuota. La existencia de un banco de esas características permitirá asegurar las entregas, ofrecer materiales de diferente calidad controlada y disponer siempre de un stock para poder ser visitado por los eventuales compradores.

La producción de granito negro tiene diferentes tipos de obstáculos que pueden detener momentáneamente la producción de una cantera, pero con la existencia del banco arriba propuesto, ello sería neutralizado sin dificultades por la producción de otras empresas.

Es necesario tener presente que el desarrollo de la industria del granito debe ir de la mano de una oferta segura. Quien compra volúmenes importantes de granito, es porque antes adquirió compromisos de entrega a empresas constructoras que deben finalizar la obra en plazos predeterminados. La no entrega del granito en bloques y/o en chapas en el plazo y el volumen predeterminados, genera al importador extranjero tantas dificultades que nunca más va a acudir a la oferta uruguaya.

Existe abundante experiencia de mercados extranjeros conseguidos con grandes dificultades que luego se perdieron por no poder cumplir con los compromisos de entrega. Eso siempre será factible si las empresas comercializan individualmente, pero si funciona una Cámara manejando un banco de productos terminados, esa posibilidad se minimiza o desaparece.

El granito negro puede representar una mercadería fundamental para colocar en los mercados europeos y norteamericanos, granitos grises y rojos que tienen difícil acceso.

Este recurso mineral resulta para los autores de este ensayo, un tema prioritario de reenfoque, tanto desde el punto de vista legal como tecnológico. Desde el punto de vista legal sería necesario liberar las concesiones vencidas para permitir el acceso de empresas interesadas en la extracción. Debe convencerse a concesionarios y dueños de campo que es más ventajoso el ingreso de empresas dispuestas a la extracción, que mantener los derechos, sin posibilidades del montaje de una empresa rentable.

Son conocidos 17 yacimientos que podrían tener reservas explotables, pues los estudios de pre-factibilidad dan cifras optimistas. Estos yacimientos se encuentran en los departamentos de Colonia, San José, Florida y Flores.

13-1-3-Amatistas

Las amatistas uruguayas son de calidad excepcional por su color y homogeneidad, lo que determinan un mercado ávido en Idar- Oberstein en Alemania, centro mundial del tallado de amatistas. El actual problema es que los precios de venta están por fuera del rango de competitividad y como corolario, se dificulta su comercialización.

Los autores creen que si se consiguen tecnologías apropiadas para producir las amatistas a costos competitivos, se puede generar una muy activa industria de extracción, corte, pulido y eventual lapidado de piedras.

Debe tenerse presente que el amatista, aunque piedra semipreciosa, de brillo no demasiado importante por su bajo índice de refracción relativo, tiene un color atractivo y fácil de combinar con piedras semipreciosas claras o incoloras.

Por otro lado, por su gran tradición de uso en Europa, es apreciada por muchos millones de personas, desde que puedan acceder a comprarla sin sacrificios económicos exagerados.

Por todos esos motivos parece viable reflatar la industria extractiva de amatista en Uruguay, pues se dispone de información geológica suficiente como para encarar tecnologías de extracción con mínimo costo. El gran costo en la extracción de amatistas (y sus acompañantes, ágatas, cuarzo, etc.) es el volumen de material estéril a remover por cada geoda fértil.

Los cálculos económicos basados en diversas empresas que explotaron amatista por técnicas variadas, coinciden en plantear que la extracción rentable se ubica por encima de 3 Kg de amatista por metro cúbico de basalto encajante.

La posibilidad de acceder a esos rendimientos de extracción, se vincula estrechamente a un conocimiento preciso de la distribución geométrica de las geodas mineralizadas, a distintas escalas.

A escala regional, es conocido desde BOSSI y CAGGIANO (1974) que las amatistas uruguayas se encuentran solamente en dos derrames, cada uno con características particulares: la colada inferior con amatistas de color violeta profundo en cristales no demasiado grandes (hasta 1 cm de arista:); la colada superior con grandes cristales de color violeta claro, aptos principalmente para obtener citrino de quema.

A escala de un yacimiento de alrededor de 30 hectáreas, la mineralización se distribuye en bandas groseramente paralelas con rumbos diferentes y no siempre constantes.

Esta distribución deducida de observaciones naturalistas, hoy puede ser explicada con criterios geológicos a partir de las conclusiones de MONTAÑA y BOSSI (1993). La demostración de que en el área de Los Catalanes en Artigas se cumplen las mismas relaciones que en Curtinas sería suficiente para definir la dirección de geodas en cada lugar de cada colada, porque se asociarán a valles interdunares próximos a filones de alimentación.

Un relevamiento geológico detallado de una zona importante es capaz de determinar exactamente la distribución de los filones alimentadores. Un estudio de las paleodirecciones de vientos en las areniscas infra e intra-basálticas es capaz de obtener una

reconstrucción paleogeográfica suficientemente detallada como para definir el desarrollo de los valles interdunares a los cuales se asocian las mineralizaciones.

El conocimiento geológico del Dpto. de Artigas es todavía incierto a escala de detalle, aunque son abundantes los relevamientos puntuales a escala 1/20.000 y se dispone de cartas geológicas a escala 1/100.000 razonablemente precisas. Estos antecedentes dan pie para proponer un proyecto de reactivación de la industria extractiva de amatistas y su asociada, la producción de ágatas teñidas.

La reactivación de esta industria puede generar grandes beneficios al Dpto. de Artigas y al Uruguay todo, porque implica abundante ocupación artesanal y el desarrollo de varias actividades mineras en puntos diferentes con alojamiento permanente en el medio rural. Deben brindarse facilidades de acción para los eventuales futuros empresarios, tales como trámites rápidos, acceso a la información disponible sobre predios ocupados, liberación de permisos vencidos y rápida difusión nacional e internacional de la información.

Un primer paso fundamental es la publicación de un documento de síntesis sobre aspectos geológicos, geológico-económicos y mineros, realizado por organismos del Estado con intervención de especialistas indiscutidos.

Un segundo paso sería definir las áreas potencialmente productoras y en esas zonas exigir a los concesionarios el cumplimiento de los plazos legales o dejar libres las concesiones.

Un tercer paso sería agilizar los trámites de ingreso a los predios asegurando que cualquier daño será reparado y una retribución rigurosa y ágil según marca la ley.

En todos los temas, como también en este caso, es necesario dialogar con los productores rurales para que ambas actividades puedan desarrollarse simultáneamente. Lo que normalmente el empresario extractivo y los propios agentes estatales no entienden, es que la instalación de una actividad extractiva (e incluso la prospección) genera dificultades en el normal funcionamiento de una empresa agropecuaria. Son dos actividades tan dispares en los tiempos de producción, en el nivel de riesgos, en el porcentaje de beneficio sobre la inversión, en el tipo de personal necesario, que la convivencia se hace muy difícil si no se logran pautas claras que deslinden los campos de acción.

Una cantera de amatista ocupa 10-15 operarios en una superficie de unas pocas hectáreas. Esos operarios pueden ganar salarios establecidos por el ramo de industria y comercio, que son más elevados que los rurales, pero más efímeros en esa zona. El operario rural gana menos pero es alimentado y puede recibir beneficios como la cría de algunos animales.

Este aspecto es sumamente importante. Es necesario igualar las condiciones de vida del operario de una cantera con el del operario rural del predio en que se instala. Si eso no sucede, no será posible desarrollar la industria extractiva. Sin embargo, las rentabilidades de ambas empresas son diferentes, de modo que se hace necesario comenzar a pensar que el canon y demás impuestos que pague el empresario minero deberán culminar en el operario rural. Con la aplicación de ese criterio se lograrían varias ventajas simultáneas, pero sobre todo se eliminarían los principales escollos de la actividad minera de pequeña y mediana escala como es el caso de las amatistas.

13-1-4-Montmorillonitas

Estas arcillas se encuentran en lentes de gran pureza y han sido explotadas en pequeñas canteras en zonas donde la cobertura era sólo prácticamente el suelo vegetal desarrollado encima.

Estudios geológicos realizados por BOSSI (1960) GOMEZ RIFAS et al (1981) y algunos relevamientos más recientes a cargo de los autores de este ensayo, indican reservas seguras y probables muy importantes, pensando solamente en producción de arcillas decolorantes (mont - H⁺) y bentonitas (mont - Na⁺) de costos unitarios relativamente reducidos. Con las investigaciones sobre posibilidad de crear pilares (SERGIO 1991) que permitan actuar a estas motmorillonitas como catalizadores de craking de petróleo y otras reacciones industrialmente importantes, el costo de extracción de las montmorillonitas

puede ser mucho mayor y aceptar mayores espesores de cobertura que los tradicionalmente aceptados como rentables.

En esas condiciones las reservas pueden ser considerablemente ampliadas y dar pie para la instalación de una importante industria extractiva en una zona poco desarrollada, con la población de Bañado de Medina en su parte central. Esta localidad podría transformarse en un pequeño centro industrial con 3 fábricas diferentes: una de ellas produciendo tierras decolorantes por tratamiento ácido; la segunda produciendo bentonita por tratamiento con soda o cloruro de sodio; la tercera generando catalizadores por pilareado de las montmorillonitas en condiciones que ya fueron probadas a escala de laboratorio.

Parte de la arcilla montmorillonítica podría ser exportada tal cual sale de cantera si es que se necesita una producción mínima en la extracción que sea superior a la capacidad instalada de las empresas industriales. Sin embargo, parece que los esfuerzos deberán orientarse a que la totalidad de la montmorillonita extraíble sea industrializada para asegurar el máximo valor agregado al producto que se exporta.

13-1-5-Cuarzo Molido

El tema ya fue planteado en el capítulo correspondiente a minerales industriales. Resulta ser uno de los procesos industriales que parecen más viables de montar en las condiciones actuales de la minería en Uruguay.

La existencia de pegmatitas y filones de cuarzo subhorizontales es una característica del zócalo cristalino uruguayo, tanto en el Terreno Piedra Alta, como en el Terreno Nico Pérez y el Cinturón Cuchilla Dionisio (BOSSI y NAVARRO, 1991; BOSSI et al 1998). Esa abundancia de filones subhorizontales con cuarzo de alta pureza (sin sulfuros ni óxidos) da origen a un recurso mineral de mucha significación en la época donde el medio ambiente se cuida sigilosa y correctamente.

Los países industrializados necesitan cuarzo molido a malla - 300 (alrededor de 40 micras 0,04 mm) para varias industrias, pero fundamentalmente para tubos de cuarzo de calefacción. Como fue dicho en el capítulo correspondiente, la molienda de cuarzo puede hacerse con absoluta seguridad para los operarios porque existen máscaras totalmente seguras, pero las plantas de molienda no pueden estar cerca de zonas habitadas por el riesgo de escape de polvo de cuarzo, causante de la silicosis, enfermedad pulmonar, mortal.

En Uruguay se dan condiciones ideales, porque es fácil encontrar un predio que no tenga ninguna casa habitación a 1000 metros a la redonda, con corriente eléctrica próxima, a no más de 20 Km de algún poblado y con camino transitable todo el año.

Por la distribución de los yacimientos conocidos, una zona se ubicaría entre los Dptos. de Flores y Florida, con uno o más molinos, y otra zona se encuentra en el noreste del Dpto. de Cerro Largo.

Para desarrollar esta industria extractiva que puede conducir a importantes cifras de exportación por obtener un producto de muy alta calidad y muy elaborado, es necesario que se reúnan varias condiciones:

- a) Realizar un sondeo actualizado del mercado mundial para acceder a volúmenes y precios posibles
- b) Estimar reservas probables de cuarzo de alta pureza a escala nacional
- c) Dar prioridad legal y créditos preferenciales a la extracción casi manual de cuarzo en bloques de alta calidad
- d) Encontrar los mecanismos del montaje de la planta industrial de molienda, control químico y sanitario, producción constante y envasado.

La experiencia en casos similares de otros minerales, muestra claramente que si existe mercado firme a precios razonables, el resto se consigue en tiempos más o menos breves.

Se puede citar el caso del granito negro en bloques en la década de los 70 y las amatistas y ágatas en la misma década algunos años después.

13-1-6-Piedra partida

El Uruguay tendría que transformarse en el suministrador natural de piedra partida de todos los tamaños, de las ciudades de Buenos Aires y La Plata además de satisfacer las necesidades nacionales.

La naturaleza del subsuelo es principalmente granítico tanto en el Dpto. de Colonia como en el de Soriano y ello deberá conducir a generar condiciones de instalación de empresas que con la necesaria tecnología elaboren productos de calidad altamente competitivos.

La construcción aparentemente irreversible del puente Colonia - Buenos Aires será un factor acelerante de este suministro, pero desde ya deberían existir numerosas plantas industriales, eligiendo los mejores sitios desde el múltiple punto de vista de un material geológico de excelente calidad en volúmenes importantes, fácil acceso carretero, o hidrovial y distancias razonables a centros poblados para obtener personal calificado y a fuentes de corriente eléctrica.

La exportación actual de piedra partida no es conocida,, pero durante los primeros años de la década (1989 - 1994) fue inexistente. Además se produjo una decadencia en la extracción y elaboración desde 500.000 toneladas en 1987 a 147.000 en 1990 según estadística de DINAMIGE.

Sin embargo existe abundante experiencia en muchas canteras de Uruguay desde la activa época de la explotación en los alrededores de la localidad de Conchillas hasta nuestros días. Esa experiencia permite pensar en una reactivación pronunciada que devuelva la actividad extractiva al Dpto. de Colonia y mantenga la de Montevideo y Maldonado.

Las reservas existentes son muy importantes aunque no evaluadas por la falta de un mercado seguro que entusiasmara nuevos inversores. Los datos geológicos en relevamiento de adecuado detalle (1/100.000 a 1/200.000) muestran la existencia de enormes cuerpos graníticos aflorando y con escasas diaclasas, condiciones ideales para ser utilizados como materia prima para elaboración de piedra partida.

En realidad, todo el zócalo cristalino aflorante de los Dptos. de Colonia y Soriano es apto para esos fines porque a escasos metros desde la superficie del terreno la roca adquiere un elevado grado de tenacidad y ausencia casi total de procesos de alteración meteórica.

A los solos efectos de dar una idea aproximada del volumen de material disponible en áreas alejadas de centros poblados - para minimizar problemas ambientales de ruido y polvo- se presenta en la figura N° 13-4 una carta geológica con los macizos rocosos más significativos.

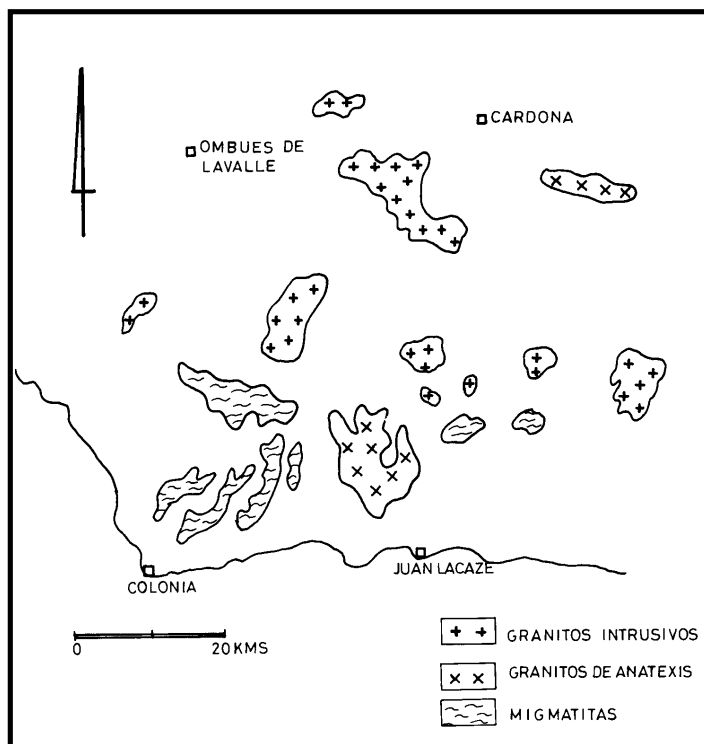


Figura N°13-4. Carta geológica 1/1.000.000 con los macizos graníticos de Colonia y Soriano.

13-1-7-Arena

En los Dptos de San José y Colonia existen depósitos de arena de los cuales se conocen algunos parámetros indicativos de excelente calidad para ser utilizados como áridos para hormigones y de volúmenes relativamente importantes

En varias zonas de la costa uruguaya entre la ciudad de Colonia y la barra del arroyo Arazatí se han conocido y evaluado depósitos de arena de 6 a 10 metros de altura de sedimentación, 600 a 800 metros de longitud y 200 a 300 metros de ancho sin afectar los 250 metros de la faja de reserva costera.

Esos depósitos contenían alrededor de un millón de metros cúbicos de arena terciada cada uno y constituyen por lo tanto un recurso mineral que adecuadamente estudiado hasta niveles de factibilidad técnica y económica de explotación, puede desarrollarse para satisfacer las necesidades del mercado de Buenos Aires.

El suministro de arena terciada desde varios puntos de la costa uruguaya a Buenos Aires ha sido históricamente constante, por lo reducido del flete y la calidad de las arenas uruguayas. Actualmente el ritmo es relativamente reducido y muchas antiguas areneras han dejado de exportar a pesar de contener todavía importante volumen de reservas. Las instalaciones montadas en las décadas del 30 y 40 no son ahora operacionales y el montaje de un adecuado sistema de succión y refulado a las velocidades rentables, exigen inversiones y seguridad de mercado.

Si el funcionamiento del Mercosur se mantiene con liberación de tasas aduaneras y existen empresarios interesados, este recurso mineral va a representar una importante fuente de ingreso. De hecho se volvería a la situación de la década del 30 donde la exportación de arena a Buenos Aires representaba el 50 % del producto bruto de la industria extractiva uruguaya. En los años 1971 a 1975 la exportación llegó a cifras de sólo 800.000 dólares USA, pero a pesar de ello fue el 4º rubro de exportación luego de cemento portland, vidrio y cerámica.

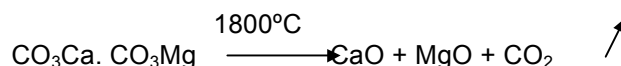
Como ya fue comentado en la descripción de los yacimientos conocidos, la sedimentación de arenas en las costas uruguayas hace unos 5.000 años produjo depósitos de grano

grueso alternando con depósitos de grano más fino, lo que conduce, en un proceso extractivo correctamente controlado a la producción de arena terciada de las mejores calidades exigidas por las normas UNIT de Uruguay e IRAM de Argentina.

13-1-8-Dolomita

La dolomita es un mineral compuesto por CO_3Ca . CO_3Mg . Las rocas que contienen ese mineral en alto grado de pureza se denominaron dololitas, pero la jerga minera las denomina, igual que el mineral.

Uruguay es un país favorecido por yacimientos de rocas dolomíticas de muy alta pureza y durante 10 años operó una planta de calcinación que transformaba el mineral original en una mezcla de óxidos de calcio y magnesio:



Esta dolomita calcinada se utiliza fundamentalmente como refractario alcalino para revestimientos de hornos siderúrgicos de escoria silícea.

Uruguay fue exportador muy importante de diversos productos derivados de la dolomita calcinada que se produjo en el período referido a razón de 120 toneladas diarias de mezcla de óxidos (40 % MgO ; 60 % CaO).

La roca debe tener una pureza muy elevada, con menos de 0,4 % de SiO_2 y menos de 1% de impurezas totales. Esas condiciones han permitido el desarrollo industrial de Mina Valencia y las volverán a permitir si existe alguna empresa dispuesta a encarar el proyecto.

La experiencia vivida por los autores de este ensayo en 1977 indica que el Estado debería fomentar la reinstalación de una industria de este tipo que ocupa 300 operarios especializados y produce exportaciones de varios millones de dólares por año.

Las reservas fueron evaluadas con seguridad y la estructura geológica permite el desarrollo de una explotación a cielo abierto muy prolija como se ve en la figura N° 13-5. Los estudios realizados demostraron la existencia de reservas probadas por un volumen de 700.000 toneladas.



Figura N°13-5. Cantera de dolomita.

También es posible aprovechar los yacimientos de dolomita de calidad inferior que son muy abundantes en el Dpto. de Maldonado (Zanja del Tigre, Carapé...) para montar complejos industriales más ambiciosos. Uno de esos proyectos fue concebido por el I.Q. H. Ibarlucea en 1968 para elaborar sales de magnesio a partir de dolomita calcinada y agua de mar.

Este proyecto utilizaría 25.000 ton/año de dolomita para producir 17.000 ton/año de yeso 80.000 ton/año de sal y 16.000 ton/año de magnesia refractaria. A pesar de la factibilidad

técnica y económica favorable de este proyecto, no pudo ser puesto en marcha en 30 años tal vez porque se buscó exclusivamente financiación nacional.

Resulta importante intentar replantearlo en estas líneas, porque es uno de los proyectos mineros que podrían generar más puestos de trabajo y mayor valor agregado a nuestros productos.

El proyecto es aún más ambicioso y trata de relacionarlo con el uso de arenas negras para producción de blanco de titanio. Este complejo industrial aprovecharía el exceso de vapor de alta presión generado en la planta de sales de magnesio para generar energía eléctrica a bajo costo a ser utilizada en la transformación de ilmenita en escoria titanífera.

13-1-9-Resumen

Es evidente que existen recursos minerales conocidos y parcialmente evaluados que merecen una política estatal que incida en su aprovechamiento. Esa práctica exige siempre etapas de relevamiento y evaluación aproximada (reservas probables) a cargo del Estado para luego licitar la eventual explotación.

El Código de Minería permite el desarrollo de ese criterio pero ha fracasado en los años 90 porque la información ofrecida fue insuficiente como en el caso de los granitos negros. Es interesante recalcar que ninguna de las licitaciones de explotación ganadas en 1990 - 93 continúan en actividad a pesar de inversiones muy importantes.

Aquí se está planteando un enfoque radicalmente diferente. Se está sugiriendo que los estudios de eventuales yacimientos a ser licitados, sean correctos, detallados, con cartas geológicas precisas y toda la información que sea pertinente.

Pensando en contratos con geólogos nacionales expertos, una cifra de un millón de dólares USA en 2 años podría obtener la información suficiente para preparar licitaciones serias, bien informadas, con cartas y perfiles geológicos reales, adecuada precisión petrográfica y un esbozo de técnica de explotación más razonable.

Todo esto apuntaría a llevar al máximo nivel posible de aprovechamiento de los recursos minerales sin afectar el desarrollo agropecuario más que en pequeñas fracciones porcentualmente insignificantes.

13-2-RECURSOS MINERALES NO IDENTIFICADOS

Los recursos minerales referidos como fuente para soportar una industria extractiva potencial muy superior a la actual, son todos conocidos, aunque sea incierto el volumen, la homogeneidad y la calidad en algunos de ellos. Existen en Uruguay, a medida que los conocimientos geológicos progresan, recursos minerales no identificados, es decir que hasta el momento no han sido reconocidos, pero que las condiciones geológicas permiten inferir la posibilidad de existencia.

Estos recursos son lo suficientemente evidentes desde el punto de vista geológico, que resulta inconveniente no volcar algunas decenas de miles de dólares USA en su prospección, para llegar a probar su existencia o descartar definitivamente su posibilidad de aparición en el subsuelo.

La información geológica disponible, permite sugerir que el subsuelo uruguayo puede concentrar a nivel de yacimiento explotable, tres minerales que podrían incidir en la economía por el volumen de dólares USA que serían capaces de crear y/o evitar de gastar.

El más evidente de esos recursos minerales no identificados, es el diamante. No solo las condiciones geológicas lo indican como factible sino que ya existe una empresa prospeccionando en el Dpto. de Tacuarembó y ya vinieron algunas firmas de importancia mundial a realizar estudios de prospección preliminar de aluviones.

Otro recurso posible aunque no tan evidente es el estaño. Varias prospecciones aluvionares encontraron cassiterita entre los minerales densos y existen granitos cupulares con facies pegmatoides y esbozos de greissen que podrían contener yacimientos de estaño.

Un tercer recurso mineral con posibilidades de existencia y de gran importancia para nuestro desarrollo serían los fosfatos cálcicos. El reciente descubrimiento de que en Uruguay existe el límite entre los períodos cámbrico y Vendiano (Precámbrico Superior) GAUCHER et al, (1996) abre una firme esperanza de existencia de depósitos de fosfatos, pues en esa época se han acumulado extensos yacimientos en varias partes del mundo.

Tipificados los posibles recursos minerales no identificados con máxima probabilidad de existencia en el subsuelo uruguayo, se hace necesario justificar las razones que soportan científicamente la suposición exclusiva de acumulación de esos minerales y no de otros que podrían eventualmente ser más fáciles de prospectar o más simples de extraer.

13-2-1- Diamante

Este recurso mineral potencial es uno de los más probables de existir en nuestro subsuelo. La investigación es muy compleja y exige estudios geotectónicos y paleogeográficos de detalle para llegar a establecer las zonas de pre-factibilidad de existencia.

El diamante es un mineral compuesto exclusivamente de átomos de carbono unidos entre sí con igual energía en todas direcciones. Esas características determinaron alto índice de refracción (2,42) para uso como gema de altísimo valor y enorme dureza (10 de la escala de Mohs) que permite su uso como abrasivo. La elaboración artificial ha sido conseguida pero todavía no compete con la obtención de minerales.

En Uruguay las primeras propuestas concretas sobre área de posibilidades de existencia fue planteada por BOSSI y UMPIERRE (1975) y BOSSI (1978) utilizando criterios geotectónicos sobre la base teórica de STARIVSKII (1958) y BARDET (1964).

En la actualidad la empresa Kentilcor viene realizando investigaciones desde 1997 en los Dptos. de Tacuarembó y Rivera. En julio de 1999 permitieron una difusión periódica ("El País" 18 de julio de 1999 segunda sección, página 1 y 2) donde indican la ubicación de estructuras tubulares a kimberlitas en los Dptos. de Tacuarembó y Rivera (ver figura N° 13-6).



Figura N°13-6. Distribución de estructura de chimeneas .

Las estructuras primarias que aportan diamantes a la corteza continental son chimeneas de kimberlitas, que son rocas volcánicas muy raras contituídas por fragmentos de rocas cementadas por material magmático.

La estructura más tradicional es la que se expone en la figura N° 13-7 extraída con modificaciones de la publicación de El País en 1999.

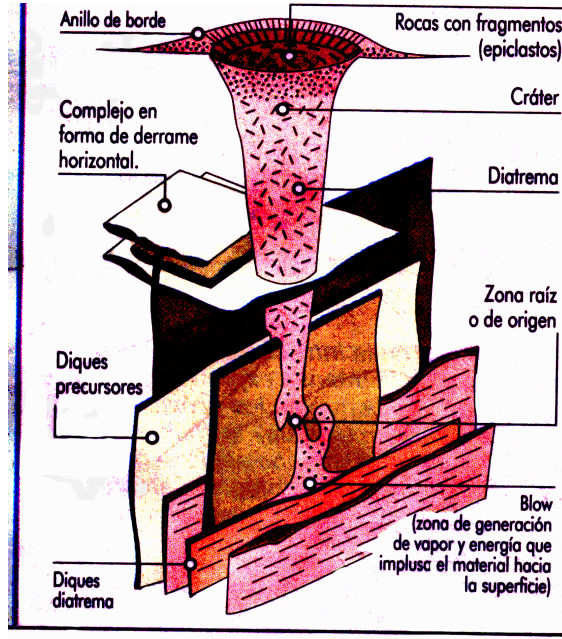


Figura N°13-7. Estructura interna de una chimenea.

Uno de los períodos importantes de producción de diamantes en chimeneas kimberlíticas ha sido el momento de apertura del océano Atlántico y por ese motivo, Uruguay ha tenido posibilidades de que se inyektaran esas chimeneas en su territorio.

Para definir las áreas de prioridad de prospección es necesario intentar una reconstrucción paleogeográfica del Uruguay durante el proceso de apertura del océano Atlántico (150 - 130 m.a.).

Esta tarea resulta esencial porque sigue siendo aceptada la teoría de STARIVSKII (1958) según la cual las chimeneas kimberlíticas se instalan en el área de inflexión entre anti y sineclises (ver figura N° 13-8).

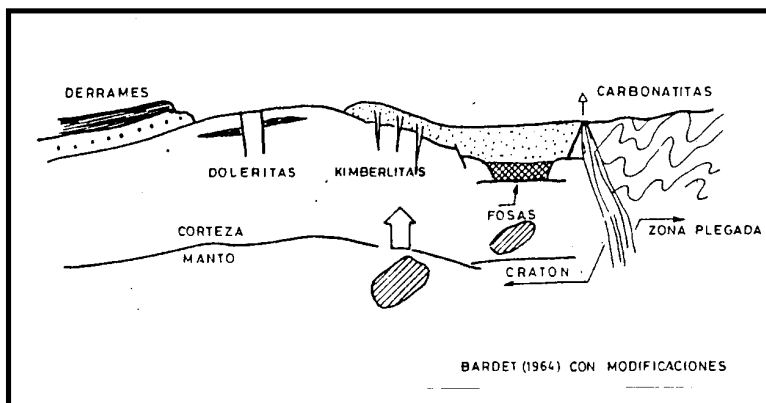


Figura N°13-8. Ubicación geotectónica de kimberlitas según BARDET (1964).

SPERCHMANN et al (1981) plantean un primer intento de evolución paleogeográfica de los períodos Jurásico y Cretácico (150 - 110 m.a.) tomando como base la distribución del

magmatismo mesozoico publicado por BOSSI (1966) y reproducido aquí con modificaciones en la figura N° 13-9.

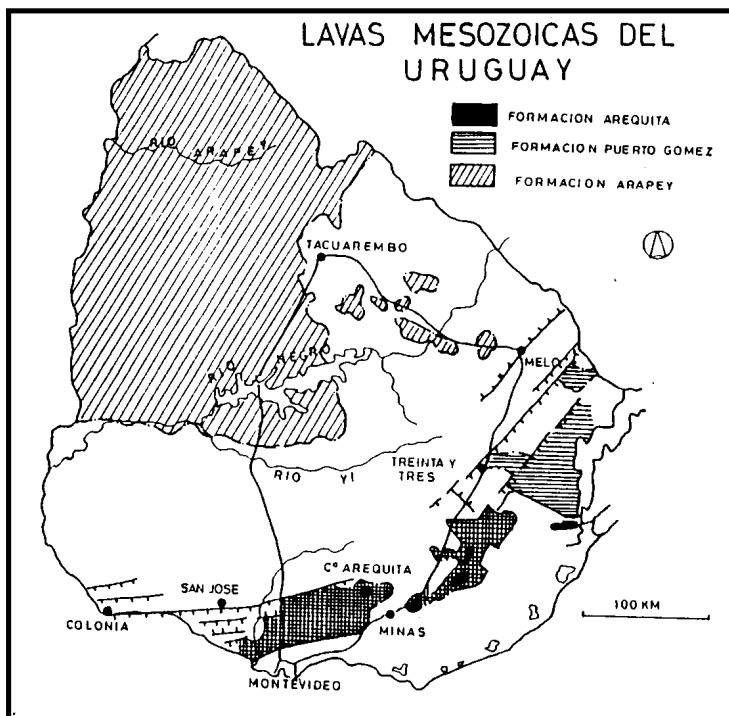


Figura N°13-9. Diamantes. lavas mesozoicas del Uruguay según BOSSI (1966).

El zócalo cristalino del Uruguay está integrado según los trabajos más recientes (BOSSI y CAMPAL, 1992; TEIXEIRA et al 1995; CAMPAL et al 1995; BOSSI et al 1996; BOSSI et al 1998) por la yuxtaposición de tres terrenos: Piedra Alta en el Oeste; Nico Pérez en el centro; Cuchilla Dionisio en el Este como puede observarse en la figura N° 13-10.

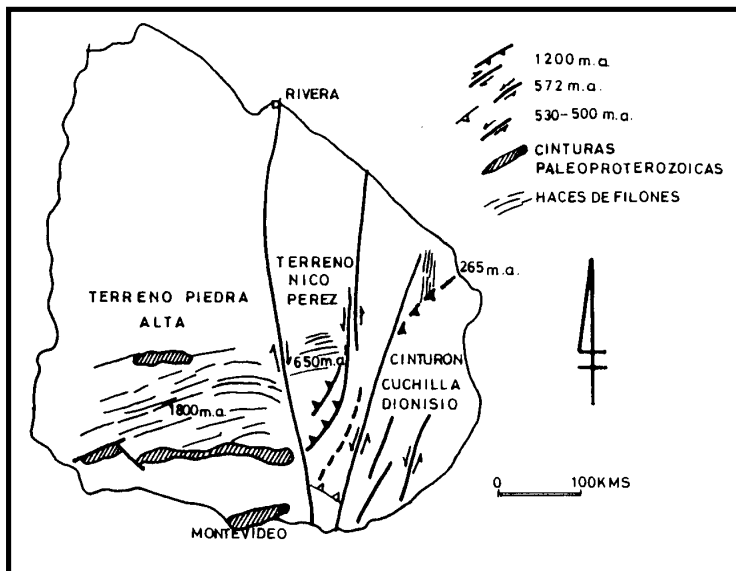


Figura N°13-10. estructura del Zócalo Predevoniano a partir de los antecedentes

Recientes trabajos de GAUCHER et al (1996) y GAUCHER y SCHIPILOV(1997) permitieron descubrir una espesa sedimentación de plataforma oceánica en el borde sureste del Terreno Nico Pérez durante el período Vendiano - Cámbrico (600 - 540 m.a.) que fue

denominada grupo Arroyo Soldado y posee espesores de hasta 4000 metros. La actual distribución de los sedimentos involucrados se expone gráficamente en la figura N° 13-11.

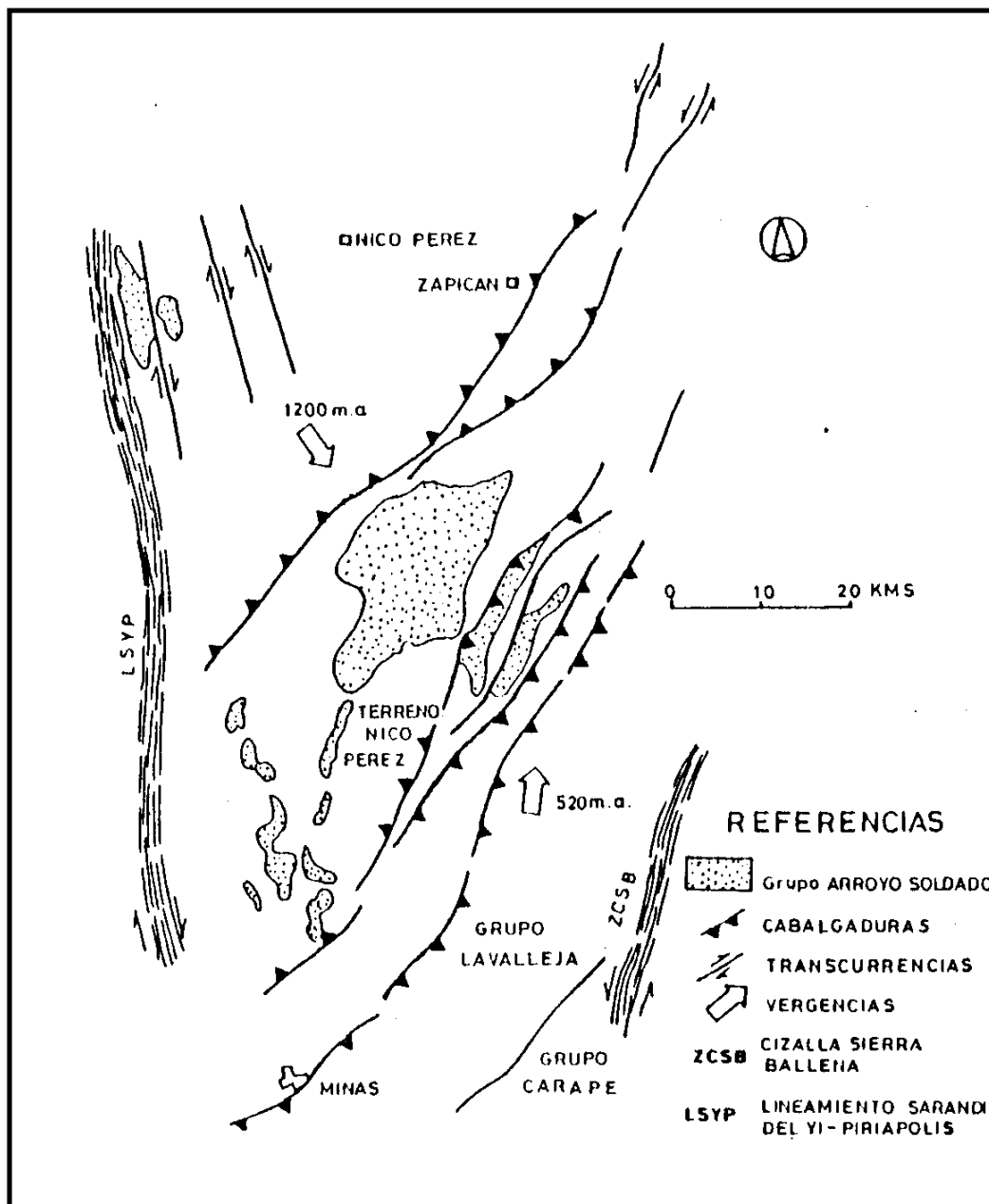


Figura N°13-11. Distribución actual del Grupo Arroyo del Soldado.

Hacia 530 - 520 m.a. se produce una colisión oblicua del bloque que contiene los grupos Fuente del Puma y Carapé con cizallas sinestrales y cabalgaduras hacia el NW que pliega débilmente la secuencia sedimentaria descrita y la somete a una metamorfismo de muy bajo grado (120°). Hacia 500 m.a. el zócalo de Uruguay quedó definitivamente rígido.

La evolución hasta entonces se puede describir esquemáticamente en el cuadro N° 13-2.1.1.

Cuadro 13 - 2. 1 1- Evolución del precámbrico en Uruguay

FENOMENO GEOLOGICO			EPISODIO TECTONICO
Edad (m.a)	TERRENO PIEDRA ALTA	TERRENO NICO PEREZ	CINTURON CUCHILLA DIONISIO
530	Movimiento sinestral	Lineamiento Sarandí del Yí-Piriapolís Cabalgadura con vergencia NW Granito de Polanco	ZCSB sinestral Compresivo
Cámbrico			
544		Metamorfismo Grupo A° Soldado	
Proterozoico			
570		sedimentación plataformal con apertura de océano del Grupo A° Soldado	Cabalgadura Carapé/ Lavallea Distensivo
Compresivo			
650		Haz de diques básicos	Distensivo
730		Granitoides Cerro Chato-Santa Clara	
1200		Cabalgadura con vergencia al SE (grenvilliano)	Compresivo
1780	Haz de diques básicos+	Granito rapakivi	Distensivo
2000	Granitización regional		
2300		Metamorfismo Fm. Valentines	Compresivo

Entre 500 y 300 m.a. no existen más que movimientos epeirogénicos generando la cuenca en que se depositaron sedimentos devónicos entre 410 y 350 m.a. como consecuencia del aumento general del nivel de los océanos.

Desde el punto de vista sedimentológico, la cuenca gondwánica comienza según ANDREIS et al(1996) en el límite Permo-Carboínifero (285 - 300 m.a.) y sufre una reactivación tectónica en la base del Triásico (225 -- 230 m.a.). La columna estratigráfica aún aceptada como válida es la que propusieron FERRANDO y ANDREIS (1986) que se señala en el cuadro N°.13- 2-1-2.

Cuadro Nº 13-2-1- 2- Evolución del Gondwana en Uruguay según datos de ANDREIS et al (1996) y BOSSI et al (1990).

EDAD (m.a)	PERIODOS	FORMACIONES	MAGMATISMO	PALEOCLIMA	AMBIENTE
100	Cretácico	Arapey	Plateau		↑
		Cuaró	Sills		
		Mariscal	Grabens		
150	Jurásico	Rivera		Desértico	Continental
		Tacuarembó		Semi-desértico	
200	Triásico	Cuchilla Ombú		Desértico	↓
		Buena Vista		Semi-árido	
		Yaguarí			
250	Pérmico		Haz Diques Básicos	Templado	Marino
		Melo Tres Islas			
300	Carbonífero	San Gregorio		Glacial	↓

La mayoría de los datos disponibles sugieren que la actividad relacionada a la apertura del océano Atlántico comenzó hace unos 150 m.a. con derrames de dacitas con fenocristales de labrador e hipersteno y matriz riolítica en la zona de Río Branco (VIEIRA, 1983). Sin embargo, BOSSI et al (1990) descubren un haz de diques básicos con edad K/Ar de 265 ± 33 m.a. (KAWASITA, com. Pers.) que luego fueron petrológicamente estudiados por GIRARDI et al (1996).

Este haz de diques coincide en edad con episodios tectónicos en sedimentos glaciales de la base del Gondwana (GOSO y DE SANTANA 1986; ANDREIS et al 1996), lo que apunta a la asociación entre tectónica de bloques y magmatismo básico alcalino.

El referido haz de diques está compuesto por basaltos olivínicos con pequeñas cantidades de NE normativa (MAZZUCHELLI et al, 1995) y características geoquímicas de OIB, sin contaminación crustal. La edad Sm/Nd indica valores de 1943 ± 460 m.a.. La geoquímica con εNd y εSr positivos sin enriquecimiento de LILE ni de LREE se explica por fusión parcial de manto litosférico.

Las rocas son de textura ofítica con plagioclasas (An 50 - 70) clinopiroxenos y escasa olivina. Accesorio es ilmenita. Según GIRARDI et al (1996) la petrogénesis se explica a partir de una fuente afectada por dos episodios de fusión: el primero generaría material isotópicamente heterogéneo en la base de la corteza; el segundo originó el haz de diques.

Aquí se planteó la hipótesis de que ese primer proceso de ascenso de isothermas en Manto y corteza es el causante de la formación de la cuenca gondwánica en el NW de Uruguay; por lo menos el causante de la posibilidad de fuerte subsidencia.

Asociados el fenómeno de inyección del haz de diques tienen que haberse producido importantes dislocaciones tectónicas con levantamientos y hundimientos relativos de magnitud apreciable. Por ello es que la hipótesis sostenida es que en esta etapa se produce la reactivación principal de la cuenca.

Los espesores de sedimentos de cada una las principales formaciones pérmicas del Cuadro N° 13-2-1-2 aumentan sistemáticamente hacia el NW según la reciente recopilación de ANDREIS et al (1996) que aquí se reproduce gráfica y esquemáticamente en la figura N°13-12

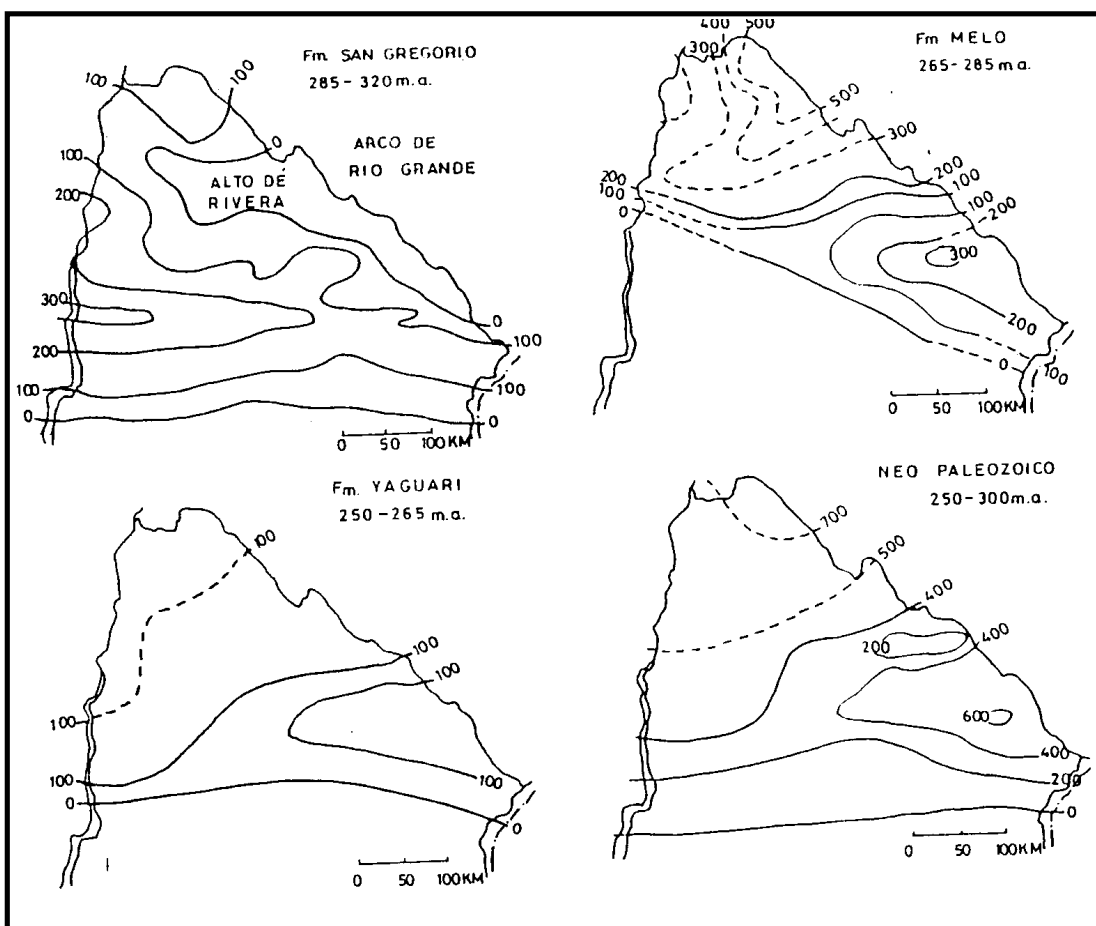


Figura N°13-12. Espesores de formaciones gondwánicas.

Para ilustrar gráficamente la distribución geométrica espacial de las distintas unidades involucradas en el proceso que generó la apertura de la dorsal medio Atlántica en el seno de un macrocontinente, se ha confeccionado una carta geológica esquemática con la distribución superficial de las principales unidades de interés (figura N° 13-13) y se han elegido dos cortes geológicos perpendiculares: uno de rumbo EW en el paralelo 32° Sur y otro NS en el meridiano 58° W (ver figura N° 13 - 14).

El análisis de la información geológica disponible permite detectar ciertos hechos que habilitan a inferir un levantamiento isostático muy significativo del Terreno Nico Pérez entre 130 y 140 m.a.

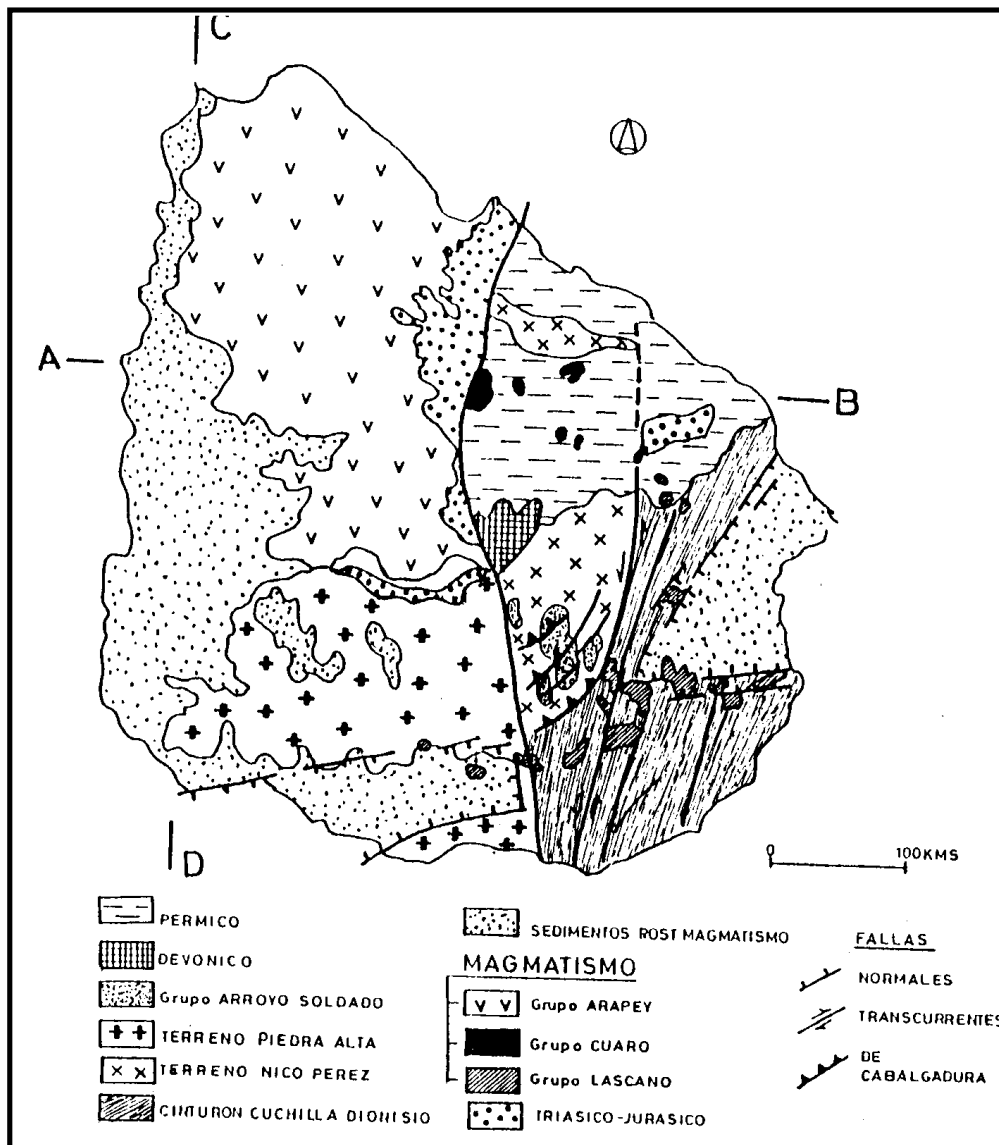


Figura Nº13-13. Carta geológica con la distribución superficial de las principales formaciones y fenómenos de interés.

Los fenómenos más evidentes son los siguientes:

Sobre los sills del grupo Cuaró formados a más de 800 m de profundidad se depositan areniscas con restos de dinosaurios del Cretácico Superior

La fm .Buena Vista, de edad Triásica (FERRANDO y ANDREIS, 1987) existe al Este y al W del Terreno Nico Pérez pero no aparece en la faja comprendida entre las fallas que limitan dicho terreno

Sucede lo propio con los basaltos de plateau del Grupo Arapey (BOSSI y SCHIPILOV, 1996) que son verificables a ambos lados del Terreno y en cambio dentro del él afloran los sills del grupo Cuaró que se formaron entre 700 y 1000m de profundidad.

Las sedimentitas devónicas afloran exclusivamente dentro del Terreno de referencia debido a la activa erosión de los estratos superiores más jóvenes.

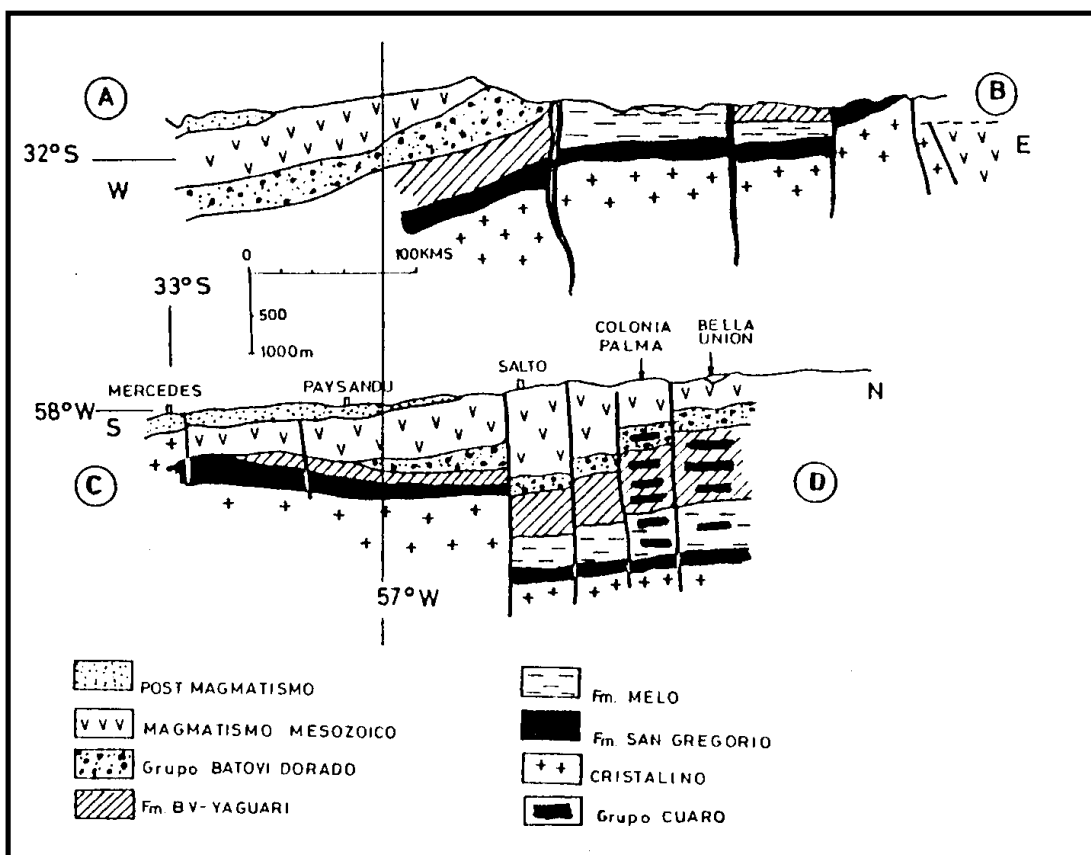


Figura N°13-14. Cortes geológicos con estructura profunda.

De esto puede deducirse un levantamiento relativo del Terreno Nico Pérez de casi 1000 m en 60 millones de años (promedio 15 micras/año; 1,5 mm/siglo).

Reconstrucciones paleogeográficas

La información geológica disponible permite llegar a ensayar algunas tareas de síntesis, entre las cuales, el planteo de la reconstrucción paleogeográfica en distintos períodos de la historia geológica del Uruguay puede conducir a enfoques de interés económico.

Un primer intento de reconstrucción paleogeográfica puede hacerse con adecuado grado de precisión en el cretácico superior, cuando las areniscas cubrían prácticamente todo el territorio y en ellas se encuentran actualmente los restos de dinosaurios.

En la figura N°13 -15 se expone una carta esquemática y un corte geológico de la estructura pensada para fines del Cretácico (alrededor de 60 m.a. atrás). Esta hipótesis de reconstrucción basada en relictos erosivos y restos fósiles hallados in situ tiene interés a escala regional por la inexistencia de sedimentos en esta edad en el Sur de Brasil.

Una segunda reconstrucción paleogeográfica para la que existen datos adecuados puede lograrse para un período de hace alrededor de 100-110 m.a., cuando comenzaron a desarrollarse las fosas tectónicas eo-cretácicas de la cuenca de la laguna Merin en el Este y de la cuenca del Río Santa Lucía en el Sur. Ambas fosas están controladas por fracturas regionales precámbricas.

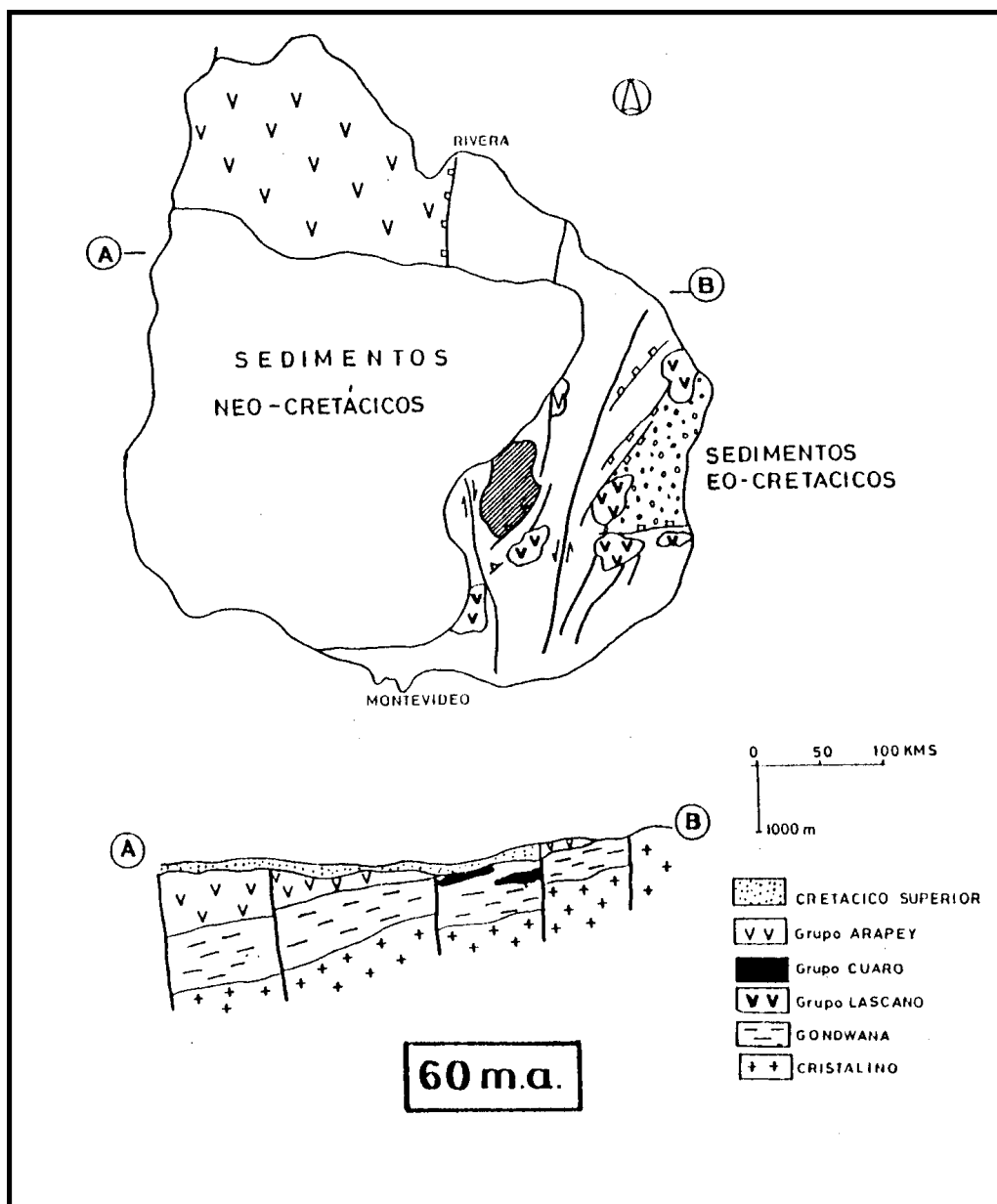


Figura N°13-15- Reconstrucción paleogeográfica en el Cretácico Superior.

La carta geológica propuesta para esa época se expone en la figura N° 13- 16. Existía un paisaje plano alto en el NW; una faja de relieve ondulado en la parte central y NE; una región Se en desequilibrio tectónico con valles acantilados bordeando la faja elevada de terrenos ondulados.

La reconstrucción paleogeográfica más importante se asocia al período en que se produce el enorme magmatismo- como consecuencia y causa de la apertura del océano Atlántico.

Ese magmatismo no es puntual en el tiempo sino que abarca en Uruguay un lapso de alrededor de 40 m.a. (153m.a. para las dacitas de Río Branco y 120 m.a. para riolitas de la fm Arequita) tomando los datos de VIEIRA Jr. (1983) BOSSI y UMPIERRE (1975) y BOSSI (1966).

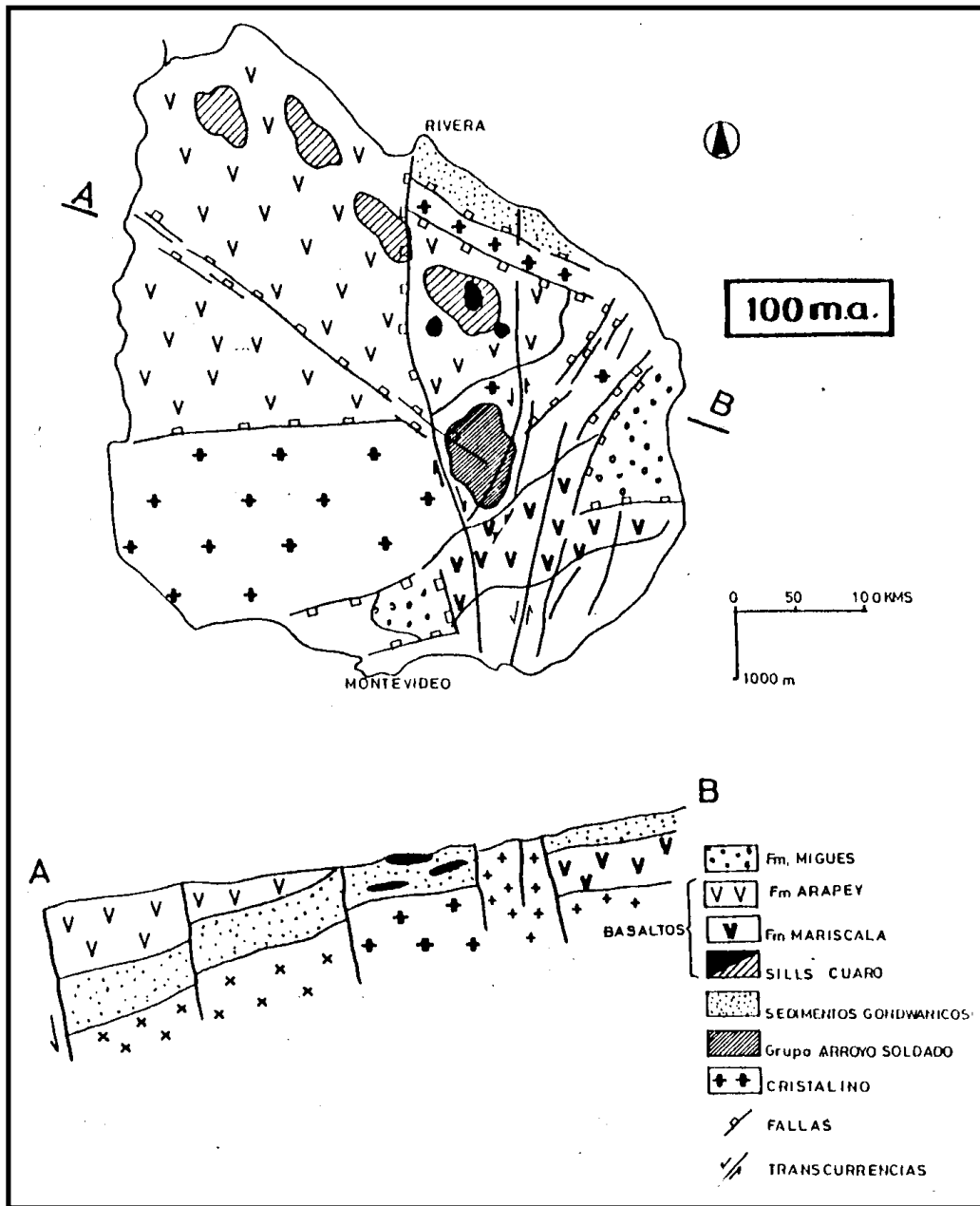


Figura N°13-16. Reconstrucción paleogeográfica propuesta para el Terciario Inferior.

En ese período se producen 3 procesos tectónicos generando grupos de fallas de diferentes rumbos y magmatismo asociado (ver figura N° 13 - 17):

- fallas normales de labios de fosas tectónicas de rumbo N60 - 70E y N20 - 30 E por donde eruputan basaltos olivínicos amigdaloides en todo el espesor de cada colada.
- fallas arqueadas de rumbo regional WNW con gran radio de curvatura y concavidad al Norte, alimentadores de filones capa desde Melo hasta Bella Unión (grupo Cuaró)
- fallas de rumbo NW donde se instalan miles de filones de 2 a 5 m de potencia, alimentadores de los derrames de plateau del NW del Uruguay (grupo Arapey).

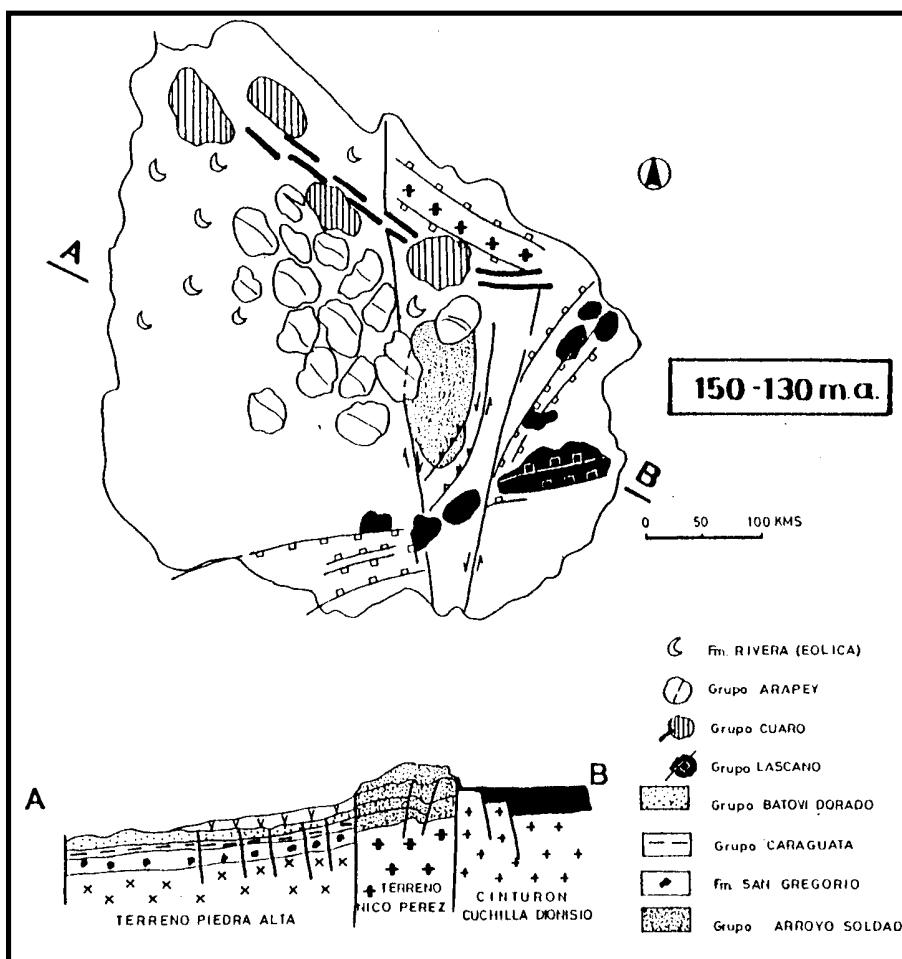


Figura N°13-17. Reconstrucción paleogeográfica para el jurásico-Cretácico.

Discusión

La evolución paleogeográfica propuesta para el Uruguay en este ensayo, sugiere que en lapso en que se produce el magmatismo mosozoico asociado a la apertura del océano Atlántico, existía una cuenca sedimentaria con máximos espesores en el NW, una zona elevada de subsuelo cristalino cubierto por miles de metros de hemimetamorfitos en el centro y enormes fracturas precursoras de fosas tectónicas en el SE y S.

La situación se asemeja al escenario tectónico aceptado por BARDET(1964) BARDET (1970) DAWSON (1980) HESS (1986) entre otros. Para estos autores, las kimberlitas diamantíferas se encuentran sólo en antiguos cratones afectados por períodos de rifting con deformación por esfuerzos de tensión.

La Carta Metalogénica de América del Sur editada en 1983 por Philip GUILD como President Subcomisión of The Methalogenic Map of Ther World, agrega argumentos a la posibilidad de existencia de indicios de diamantes a cierta distancia del borde de los basaltos de plateau del grupo Serra Geral (grupo Arapey en Uruguay). Ya DAANNI(1974) había cartografiado chimeneas cretácicas alcalinas en una zona equivalente (ver figura N° 13 - 18).

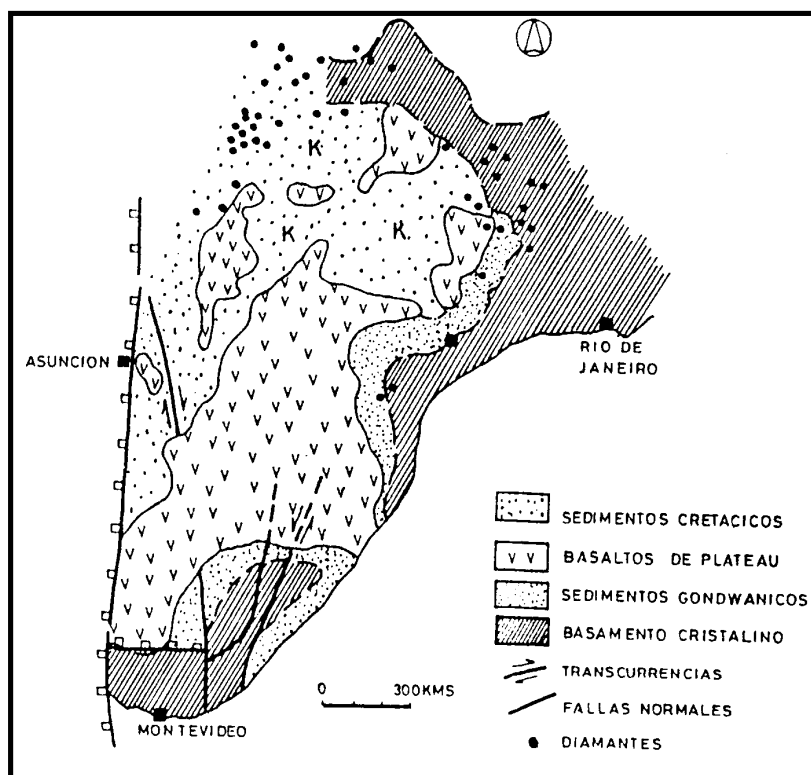


Figura N°13-18.- Chimeneas cretácicas alcalinas según DAANNI(1974)

En América del Sur existen dos períodos preferenciales de formación de Kimberlitas diamantíferas según CENSIER y TOURENQ (1995): uno hacia 1000 - 1100 m.a. y otro mesozoico, vinculado de la apertura del océano Atlántico. La evolución paleogeográfica de Uruguay durante el período Proterozoico, que generó los depósitos de Diamantina en Brasil, se asocia a episodios fuertemente compresivos: con importantes cabalgaduras de edad K/Ar en moscovita de 1200 m.a.(CAMPAL et al 1995). El ambiente distensivo necesario para el emplazamiento de kimberlitas queda entonces restringido al período Mesozoico BOSSI (1978).

13-2-2 - Estaño

En áreas geológicas de la naturaleza del zócalo de Uruguay, el único mineral posible de constituir una mena de estaño es la cassiterita. Este mineral se acumula en la cúpula de cuerpos graníticos de características particulares y que desarrollan estructuras pegmatíticas de borde difuso y morfología amiboide.

Algunas décadas atrás se dio importancia estratégica al estaño y en 1943 se incluyó con el oro en la Clase II del art. 3 del Código de Minería. El legislador consideró que tenía valor estratégico y su comercialización debería quedar a cargo del Estado. Efectivamente, para un país productor de alimentos el estaño es una riqueza fundamental. Por su resistencia a la corrosión es utilizado en la hojalata que consiste en una delgada lámina de acero recubierta por dos películas de estaño.

En 1974 el 45 % de la producción de duraznos se perdió por falta de hojalata para industrializarlos (Sr. Julio Alberto Tosselló. El Día 5 de febrero , p.6).

El 75 % de la población mundial se extrae de yacimientos aluvionares pues el costo es mucho más bajo, pero el origen se asocia a cúpulas graníticas, vulcanismo ácido y/o depósitos estratiformes.

En Uruguay es poco probable la existencia de yacimientos aluvionares porque no se han desarrollado acumulaciones de materiales detríticos gruesos en áreas próximas o vinculadas a macizos graníticos de interés. No es sin embargo descartable que existan, porque nunca se ha realizado un estudio sistemático de los depósitos aluviales como para asegurar la imposibilidad de existencia.

Los yacimientos de cúpulas graníticas se asocian a granitos con más K^+ que Na^+ y Ca^{++} La relación ortosa /plagioclasa es alrededor de 1,7. Son rocas emplazadas a poca profundidad y experimentan fenómenos de greissenificación es decir, transformación de feldespato en muscovita.

En la figura N° 13-19 se muestra un ejemplo típico de yacimiento cumular en SLAVKOF (Checoslovaquia). Estos yacimientos son explotables económicamente con tenores del orden del 1 % si las reservas en estaño metal son del orden de 500.000 toneladas.

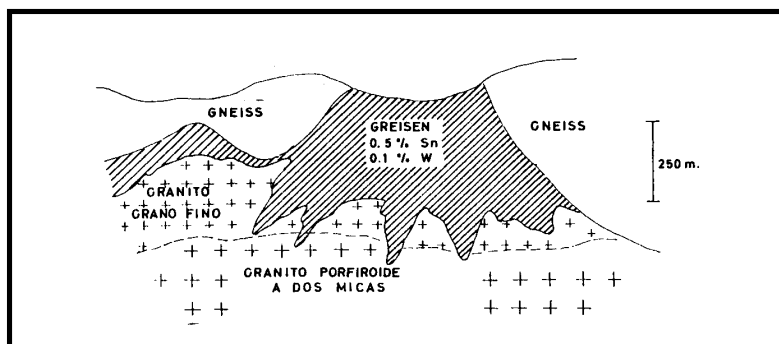


Figura N°13-19. Yacimiento cumular en Checoslovakia.

En Uruguay son varios los cuerpos graníticos que poseen características de emplazamiento cupular, con alto K^+ y facies pegmatíticos de morfología irregular. BOSSI (1978) plantea solamente el granito de Santa Teresa en el Dpto. de Rocha, pero con el incremento de los conocimientos geológicos son también posibles otros macizos: Soca, Nico Pérez, Polanco.

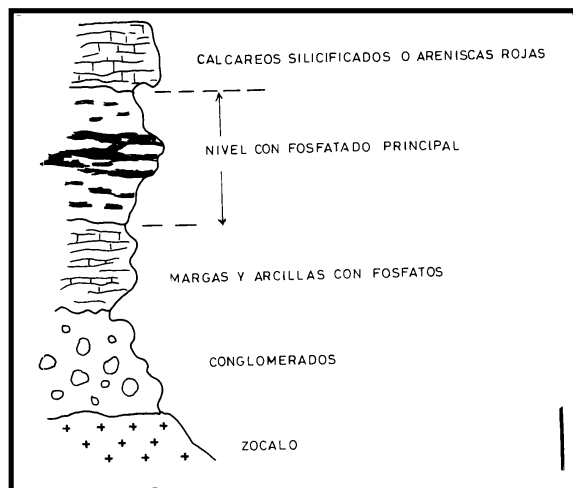
13-2-3 - Fosfato

Uruguay importa anualmente fosfatos por cifras del orden de 2 millones de dólares USA para ser transformados en diversos tipos de fertilizantes, hiper, super,...

La fuente principal de fosfatos a nivel mundial es de origen mineral y se limita a 3 tipos de yacimiento: sedimentario, magmático y de contacto.

Los yacimientos sedimentarios son de origen marino depositados a poca profundidad, en antiguos mares conectados a océanos vecinos. El típico ambiente de formación es nerítico de plataforma (VATAN, 1967) ligados preferentemente a las fases regresivas.

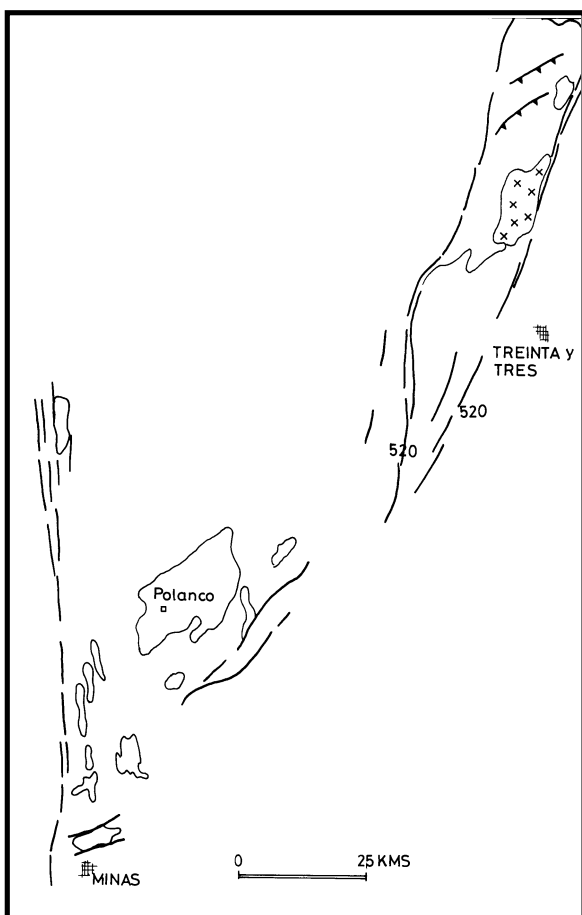
Los datos resultantes del tratamiento estadístico de las observaciones indican que el perfil simplificado sería en que se expresa en la figura N° 13-20.



La teoría actualmente aceptada para explicar la concentración anormal de fosfatos fue formulada por (KAZAKOV , 1939). Se basa en que la alta concentración de fosfatos se encuentra en los océanos entre 500 y 1500 metros de profundidad.

La solubilidad depende de la presión parcial de CO_2 , de modo que la posibilidad de precipitación se asocia al ascenso brusco de esas aguas. Para acumularse fosfatos en alto grado de

Figura N°13-20 Perfil idealizado de un yacimiento de fosfatos



pureza es necesario que la sedimentación detrítica sea reducida, por lo cual se produce hacia el final del ciclo erosivo continental, cuando de clima semi-árido se pasa a clima templado.

BOSSI (1978) plantea como posibilidad de acumulación los sedimentos devónicos asociados a la fm Cordobés. Esa hipótesis no fue nunca analizada, de modo que 20 años después se sigue en el mismo nivel de conocimientos.

Se produjo en cambio, el descubrimiento de una serie sedimentaria marina de edad Vendiano- Cámbrico (700 - 500 m.a., grupo Arroyo del Soldado) a partir de los trabajos de GAUCHER et al (1994, 1996, 1998).

Esta serie marina contiene en su interior, el límite Cámbrico-Precámbrico, que es período geológico en el que se produjeron importantes yacimientos de fosfatos en diversas partes del mundo.

Esta serie marina debe ser investigada en detalle, porque cubre extensas áreas del país y no ha sido objeto de estudios geológicos cuantitativos hasta hace muy pocos años.

En la figura N° 13-21 se señala gráficamente el área abarcada por estos sedimentos a partir de los datos de la carta geológica 1/500.000 de BOSSI et al (1998).

Figura N°13-21. Distribución del Grupo A° del Soldado.

Los yacimientos magmáticos son abundantes en Brasil en macizos alcalinos intrusivos a poca profundidad en zócalo cristalino rígido. Son rocas anorogénicas asociadas al proceso distensivo de apertura del océano Atlántico. En la figura N° 13-22 se presenta la distribución de los principales cuerpos conocidos.

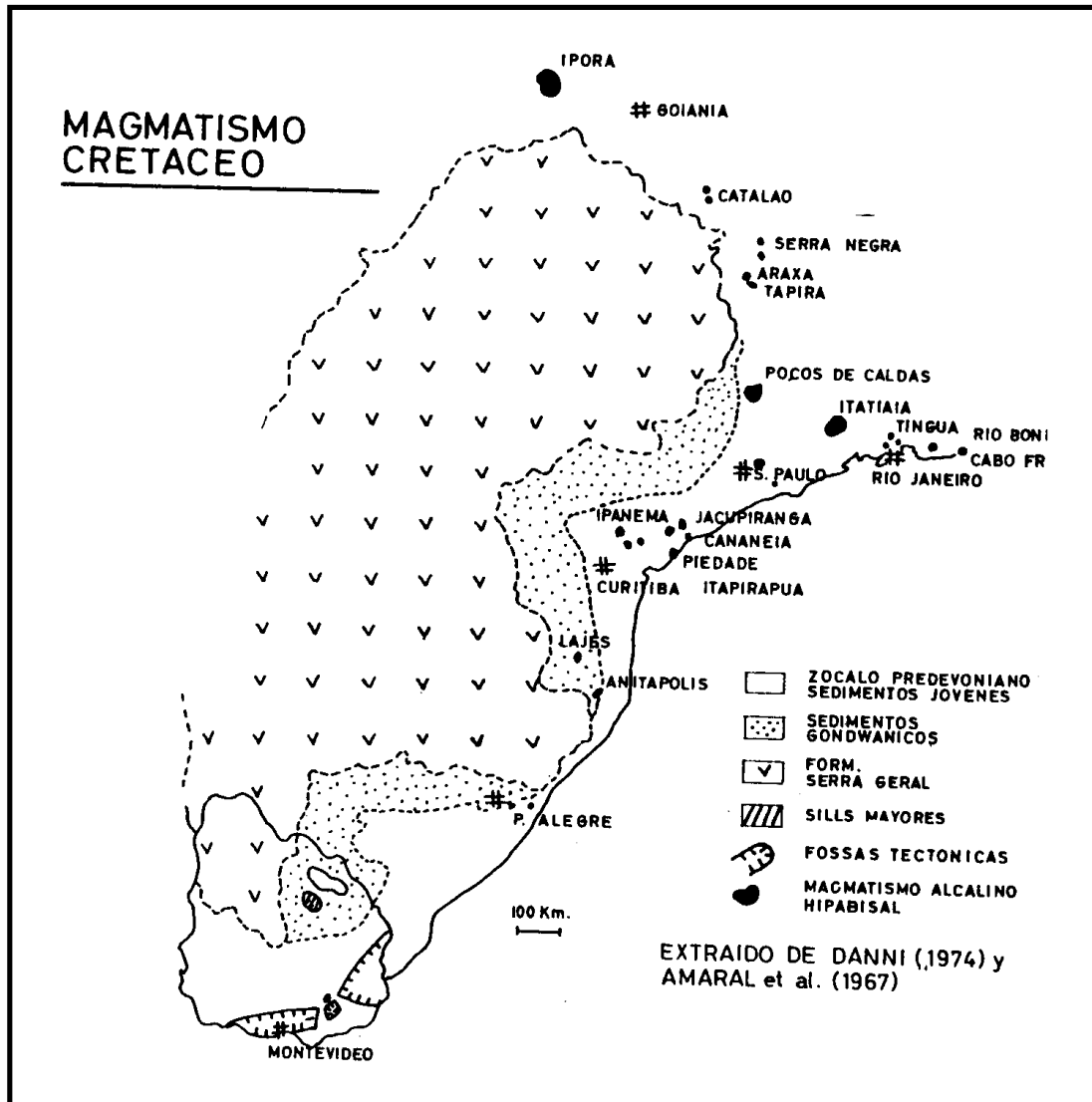


Figura N°13-22 - Distribución de yacimientos magmáticos

En Uruguay no se han encontrado cuerpos de esas características aunque no es descartable que existan. Hasta el momento no se ha reconocido ,magmatismo alcalino que justifique un proyecto de investigación.

Los yacimientos de contacto, en skarns graníticos, pueden representar un recurso mineral potencial importante en Uruguay, a falta de otro tipo de yacimiento. Recientes estudios llevados a cabo en Facultad de Agronomía para un programa co-financiado con CONICYT han encontrado extensas áreas de aureolas de contacto de rocas graníticas con calizas margosas, que generaron rocas con hasta 15 % de fosfato de calcio.

Este hallazgo abre un campo de investigación totalmente original y permite abrigar serias esperanzas de poder llegar a un autoabastecimiento de materias primas para fertilizantes fosfatados. El carácter inédito de este descubrimiento impide aportar mayor información.