

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

A SUMMARY OF THE HISTORY OF THE EXPLORATION AND EXPLOITATION OF THE MINERAL AND ENERGETIC RESOURCES OF URUGUAY AND PERSPECTIVES FOR THE FUTURE

Cernuschi, F.; González, F.; Morales Demarco, M.; Marmisolle, J.; Conti, B. & Bossi, J.

Casilla de correo 53175, Punta del Este, Maldonado, Uruguay.
fede@eclectic-rock.com

RESUMEN

La actividad minera no solo ha estado presente desde antes de la independencia de Uruguay, sino que muchas veces ha estado ligada a eventos socioeconómicos y políticos que marcaron profundamente la evolución del país. Estos incluyen la instalación de una de las primeras represas hidroeléctricas de Latinoamérica para la explotación de oro y plata, la creación de la industria del cemento portland, el descubrimiento colateral de aguas subterráneas termales durante la exploración de hidrocarburos y el reciente descubrimiento de grandes reservas de mineral de hierro de excelente calidad. A pesar de esto existe una desconexión entre la historia, presente y futuro de la actividad y la percepción pública, que opina que las actividades relacionadas con la minería y recursos energéticos han sido y son casi inexistentes y que poco han aportado o podrán aportar al desarrollo del país. Esta desconexión es aún más impactante al considerar que, dada la diversidad geológica de Uruguay, es probable que recursos minerales y energéticos que han sido parcial o totalmente inexplorados aún no hayan sido descubiertos. Para posibilitar la exploración en el futuro, Uruguay deberá recabar, preservar y divulgar datos geológicos y fomentar campañas de prospección regionales. Los planes de desarrollo nacionales a mediano y largo plazo deberán incluir la actividad prospectiva en un marco legal, político y social estable que posibilite y fomente la inversión nacional e internacional bajo excelentes estándares de conservación ambiental.

Palabras clave: exploración, minería, recursos minerales, petróleo y gas, Uruguay.

ABSTRACT

This article presents a brief summary of the history of exploration and exploitation of mineral and energy resources in Uruguay. Mining has been present in Uruguay even before its independence in the early 1800s and has often been linked to socio-economic and political events that have profoundly influenced the development of the country. These events include the installation of one of the first hydroelectric power dams in Latin America for the purpose of gold and silver exploitation, the establishment of a Portland cement industry, the collateral discovery of thermal ground waters during oil and gas exploration, and the recent discovery of large reserves of high quality iron ore. However, a disconnection remains between the country's rich mining history and the public's perception, which is typically not aware of these important contributions or future potential. These misconceptions are even more shocking considering that given Uruguay's geological diversity, it is likely that mineral and energy resources that have been underexplored have not yet been discovered. To enable future exploration, Uruguay must collect, preserve and disseminate geological data and promote regional prospecting campaigns. Medium- and long-term national development plans must include the prospection and exploration activity in a stable legal, political and social framework that enables and encourages national and international investment under the best environmental conservation standards.

Key words: exploration, mining, mineral resources, oil and gas, Uruguay.

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta un resumen de la historia de la exploración y explotación de recursos minerales y energéticos en Uruguay. La actividad minera no solo ha estado presente desde antes de la independencia del país, sino que muchas veces ha estado ligada a eventos socioeconómicos y políticos que marcaron su evolución. Un ejemplo es la minería de áridos para la construcción y calizas para cemento que posibilitaron un plan de desarrollo nacional y de obras públicas (ca. 1950) y contribuyeron a la interconexión vial que actualmente posibilita la ganadería y la agricultura modernas. El impacto socioeconómico de la minería también está ejemplificado en las innovaciones tecnológicas que esta hace posible, como ser la instalación de la primera central hidroeléctrica del país (Cuñapirú)—y posiblemente también de Sudamérica—ubicada en una mina de oro en el Departamento de Rivera (ca. 1850). La compatibilidad histórica de la actividad minera con la industria turística está ejemplificada en el megaemprendimiento agrominero y turístico de Francisco Piria en Maldonado, que abrió el departamento al turismo nacional e internacional (ca. 1890). Las obras civiles (rambla de Piriápolis, construcción del castillo y del hotel, etc.) que Piria realizó utilizaron los materiales (sienitoides) de sus propios predios (canteras de Cerro Pan de Azúcar y de la Sierra de las Palmas). Si bien la exploración de hidrocarburos hasta el presente ha sido limitada y no se ha materializado en descubrimientos, tuvo el inesperado descubrimiento de las aguas termales del Sistema Acuífero Guaraní (ca. 1950) que posibilitaron el desarrollo del turismo termal en el litoral oeste de Uruguay. La minería también posibilitó la creación de industrias nacionales que generaron valor agregado a productos mineros uruguayos, como ser envases de vidrio en Cristalerías del Uruguay (1914 a 1999), cerámicas para revestimientos de Metzen y Sena (desde 1937) y los granitos y mármoles para fines ornamentales obtenidos de diversas minas localizadas principalmente en el sur del país. Este trabajo presenta también un resumen de las actividades de exploración de los últimos 30 años, que no han sido compiladas con anterioridad. Estas incluyen la significativa expansión de los recursos de hierro en Valentines (Zamin, 2011) cuya explotación no llegó a ser concretada por diversas controversias políticas y económicas. Entre ellas, la falsa creencia de incompatibilidad entre otras actividades productivas y la minería, que este artículo trata de desmitificar desde una perspectiva histórica. En el presente, solo la minería de caliza asociada a la industria

cementera y, en menor medida y en declive reciente, la de oro se mantienen como actores socioeconómicos significativos a nivel nacional. La minería de arcillas para cerámica, ágatas y amatistas, mármoles y granitos, así como otras actividades mineras (piedra partida, balastro, arena, piedra laja) solo presentan un impacto socioeconómico a nivel local. De todas maneras, dada la vasta diversidad geológica de Uruguay, es probable que recursos minerales y energéticos que han sido parcial o totalmente inexplorados aún no hayan sido descubiertos. Cabe resaltar que el territorio uruguayo aún no cuenta con un relevamiento geológico detallado, no ha sido explorado sistemáticamente bajo estándares modernos y el sistema de licenciamiento para la exploración no es realmente competitivo a nivel mundial a modo de atraer exploradores. Es por este motivo que la responsabilidad gubernamental nacional y departamental es trascendental para el futuro desarrollo de proyectos de exploración y explotación. La concreción de planes de relevamiento geológico y exploración, tanto gubernamental como privada, depende por un lado del interés político y por otro, de la competencia técnica y eficiencia burocrática de los organismos públicos involucrados. El Estado debe recabar, preservar y divulgar datos geológicos, y fomentar campañas de exploración por parte de empresas calificadas. Dos buenos ejemplos de esto son el reciente relevamiento magnetométrico y radiométrico aeroportado del basamento precámbrico contratado por la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE, 2015) y la compilación y ofrecimiento de la información existente sobre exploración de hidrocarburos (Rondas) por parte de la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP). Asimismo, el éxito de futuras exploraciones, explotaciones y posibles desarrollos industriales asociados dependerá de los planes de desarrollo nacionales a mediano y largo plazo. Estos planes deberán estar sustentados en un marco legal, político y social estable que posibilite y fomente la inversión nacional e internacional en exploración y explotación de recursos. Las posibles futuras explotaciones, frutos de campañas exploratorias sistemáticas, deberán ser evaluadas y manejadas integralmente, buscando maximizar los beneficios sociales y económicos, tanto para las comunidades locales involucradas como para la nación. La sustentabilidad deberá ser buscada a través de diversas inversiones ligadas a un fondo intergeneracional, así como también inversiones directas en otros sectores productivos nacionales que operen en otros ciclos económicos y escalas temporales. Las mejores prácticas ambientales deberán estar garantizadas y facilitadas por

organismos estatales fiscalizadores, competentes y profesionalizados, capaces de recabar las mejores experiencias y prácticas internacionales. Del mismo modo, se deberá fomentar la investigación básica y aplicada a estas industrias, además de la formación de diversos tipos de profesionales competentes en estos rubros.

HISTORIA DE UN PAÍS MINERO

De forma de organizar los eventos, los mismos se ordenan a continuación en períodos que abarcan entre 50 y 100 años, sin implicar que estos representen períodos históricos definidos formalmente.

Siglo XVIII: los comienzos

Previo a la llegada de los europeos al continente americano en el siglo XVI, la minería de oro, plata y cobre ya estaba establecida en el sur de Sudamérica por las civilizaciones con base agrícola y minera que habitaban el oeste del continente (por ejemplo, en el territorio que hoy es Perú). En el este, las poblaciones, en su mayoría nómadas o cazadoras-recolectoras y con una agricultura poco desarrollada, limitaban el uso de rocas para fines constructivos y para la confección de herramientas. Esto desestimuló el interés de los colonos españoles y portugueses por la región de la Banda Oriental y enlenteció el establecimiento de poblaciones en este territorio. Fue al inicio del siglo XVIII que se reconoció la riqueza geológica del territorio uruguayo, en particular la abundancia de áridos para la construcción (arenas, balastro, piedra partida), que aún hoy son escasos en zonas aledañas (por ejemplo, provincia de Buenos Aires); piedras semipreciosas en el norte del país; abundancia y calidad de las rocas ornamentales en el sur del país, así como la existencia de yacimientos de oro y cobre (Mac Millan 1931; Bossi 1969, 1978; Abbadie, 2011).

En 1752 el rey de España buscó fomentar el asentamiento de poblaciones fuera de Montevideo para mantener la soberanía de sus tierras, y ordenó promover la minería de piedra y oro en el territorio que hoy ocupan los departamentos de Lavalleja y Maldonado (Baumann 2005). Varios expertos llegaron a la región para asesorar al virreinato sobre recursos minerales, y lentamente la exploración y explotación artesanal comenzaron a difundirse en la región. En 1784 se fundó Villa Concepción de las Minas, hoy conocida como la ciudad de Minas, capital del Departamento de Lavalleja, en aquel momento conocido como “Departamento de Minas” (Figura 1). Hacia el año 1779 ya existía al menos una calera en sus alrededores, y en 1833, varias minas

y hornos para fabricación de cal, principalmente para abastecer la demanda de Montevideo (Peralta Leonor 2009). Estas caleras explotaron principalmente calizas meso- y neoproterozoicas de los grupos Mina Verdún y Arroyo del Soldado (Poiré et al. 2003, 2005; Gaucher et al. 2004, 2006, 2011; Poiré, 2014), antiguamente incluidos en el Grupo Lavalleja (Preciozzi 1985, Sánchez Bettucci & Ramos 1999) o Grupo Fuente del Puma (Bossi et al. 2001). Durante este período y esta misma región se comenzó la explotación de minas polimetálicas: La Oriental (Cu), Vulcano, Ramallo-Reus (Cu-Pb), Chape (Cu-Pb), Euritinia (Cu), Valencia (Pb-Zn-Mn), Apolonia (Cu-Pb) y Arrospide (Au) (Bossi 1969, Sánchez Bettucci et al. 2004). La mineralización está asociada a litologías calcáreas (Midot, 1984) Mesoproterozoicas del Grupo Parque UTE (Chiglini et al. 2010; Gaucher et al. 2011), parte del antiguo Grupo Lavalleja. Las pocas dataciones disponibles de las mineralizaciones proporcionan edades Pb-Pb en galena entre ~1200 y 1500 Ma que se superponen con las dataciones del vulcanismo máfico y félsico de la región entre ~1490 y 1430 Ma (e.g. Bossi & Cingolani, 2009; Gaucher et al. 2011) pudiéndose tratar de mineralizaciones hidrotermales relacionadas tanto al magmatismo como a la posterior movilización de fluidos hidrotermales intra-cuenca (Midot, 1984). También ha sido planteado la removilización, concentración y precipitación durante y al final del metamorfismo y cabalgamiento durante una posible orogenia neoproterozoica (Sánchez Bettucci et al. 2004).

Durante este período el rey también ordenó destinar dinero para la investigación de los yacimientos de ágata y amatista en el norte del país, dando inicio a explotaciones irregulares. Estos yacimientos se encuentran asociados a niveles vacuolares de coladas basálticas cretácicas de la Formación Arapey (Bossi 1969, 1978) ubicados en el Departamento de Artigas (De la Sota 1841).

Siglo XIX: primeros desarrollos industriales

Nuevos impulsos se sucedieron a partir de la segunda mitad del siglo XIX dados por el desarrollo de diferentes industrias, la implementación de políticas de desarrollo nacionales, así como diversas inversiones de empresas multinacionales (Abbadie 2011). Al comienzo de la década de 1840, inmigrantes alemanes comenzaron las primeras explotaciones organizadas de ágatas y amatistas en la región del arroyo Catalán Grande, en Artigas (Bossi 1969), dando inicio a una industria de significativa importancia para la economía local y que se ha desarrollado hasta el presente. En sus comienzos la actividad fue

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

netamente extractiva y las piedras semipreciosas eran exportadas a Europa para su tallado y pulido.

Alrededor del año 1850 comenzaron las primeras explotaciones industriales a gran escala en el país. Ejemplo de ello es la explotación de oro orogénico (mesotermal) en la región de Minas de Corrales, ya conocido con anterioridad por prospectores artesanales. El oro está asociado a intrusivos graníticos y vetas de cuarzo en el Complejo Granulítico paleoproterozoico (Santos et al. 2003) Valentines-Rivera en la Isla Cristalina de Rivera (Oyhantçabal et al. 2010). Estos emprendimientos involucraron varias compañías multinacionales y capitales franceses e ingleses, entre otros. La instalación de una de las primeras represas hidroeléctricas de Sudamérica (represa de Cuñapirú) y la construcción de vías férreas e innovadores aerocarriles eléctricos con un tendido de más de 10 km para el transporte del mineral (Chirico 2005) transformaron a Minas de Corrales en uno de los emprendimientos mineros más desarrollados del continente para esa época. La producción en esa primera etapa posiblemente alcanzó las 100.000 onzas de oro (Bossi 1969).

La explotación de sienitoides pertenecientes al plutón de Pan de Azúcar del Complejo Sierra de Ánimas (Oyhantçabal 2005) del Ediacareense (563±7 Ma U-Pb: Gaucher et al. 2014a) en Maldonado fomentó de manera similar el desarrollo de vías de comunicación y servicios en la ciudad de Piriápolis y los alrededores a través del ambicioso proyecto agromineroturístico de Francisco Piria (Baumann 2005). La producción de placas pulidas y adoquines fue utilizada para revestimiento de edificios y construcción de la rambla en Piriápolis, Montevideo y, especialmente, Buenos Aires.

Otras operaciones similares de explotación de rocas con fines ornamentales se expandieron en el basamento precámbrico sur del país con la llegada de inmigrantes europeos que trajeron consigo las capacidades técnicas y comenzaron la explotación de distintos tipos de intrusivos graníticos, mármoles y piedra laja. En este período también comienza la explotación de áridos constructivos en Conchillas, en el Departamento de Colonia, que será descripta con más detalle en las siguientes páginas.

Las minas polimetálicas de los alrededores de la ciudad de Minas, en el actual Departamento de Lavalleja, tuvieron un nuevo auge en esta época. Se estima que la Mina Oriental fue explotada desde fines del siglo XIX por capitales argentinos y la extracción funcionó hasta mediados del siglo XX (Abbadie 2011).

También los recursos energéticos comenzaron a explorarse en este período. Impulsados por el avance del tendido de las vías férreas hacia el sur del estado de Rio Grande do Sul en Brasil, técnicos

ingleses hallaron carbón en la región de Candiota en 1801, muy próximo a la frontera con Uruguay (Süffert 2000). Este hallazgo motiva la exploración en Uruguay. Los primeros reportes de carbón en el país son del Departamento de Cerro Largo entre 1877 y 1882 (Maeso 1882), y posteriormente en Cerros Blancos en el Departamento de Rivera, en 1892 (El Siglo 1892). Los niveles de carbón se encuentran en la Cuenca Norte (i.e. Cuenca de Paraná), hacia el tope de la Formación Tres Islas (Bossi 1968, Guadalupiano - Pérmico).

Años 1900 a 1950: primera etapa de exploración y explotación gubernamental y de nuevas industrias privadas

Las tres primeras décadas de este período han sido documentadas y analizadas con excelente detalle con anterioridad (Baumann 2017). Aquí simplemente se resumen los principales acontecimientos.

Durante el siglo XX las minas polimetálicas del Departamento de Lavalleja tuvieron historias similares con varios intentos de incentivar la exploración y explotación por períodos muy cortos. Primero entre 1933 y 1937 por parte del Estado a través de UTE (Administración Nacional de Usinas y Trasmisiones Eléctricas), y luego por capitales privados entre 1956 y 1959 (Bossi 1968).

Un capítulo aparte es el desarrollo de la minería de áridos para la construcción (piedra partida y pedregullo en la Faja Florida (Bossi et al. 1998) o Cinturón Granito-Gneíssico Florida (Oyhantçabal et al. 2010) y en arenas holocénicas de dunas costeras (Bossi et al. 1998) en Conchillas en el Departamento de Colonia. Si bien esta explotación comenzó durante el final del siglo XIX, tuvo su auge en la primera mitad del siglo XX cuando la compañía inglesa Thomas Walker & Co. desarrolló minería a gran escala para los estándares de la época y la región. La actividad produjo gran parte de los materiales utilizados para la construcción de Puerto Madero en la ciudad de Buenos Aires, ya que estos fueron y continúan siendo escasos en dicha región. En ese momento los materiales para la construcción eran llevados a Buenos Aires por tierra desde Tandilia con un alto costo, mientras que podían ser exportados desde Conchillas en barcas cruzando el Río de la Plata a un costo menor y con mayor rapidez. Entre 1881 y 1950 el establecimiento minero contaba con su propio puerto, central eléctrica, vías férreas, hotel y viviendas para sus empleados, y más tarde se transformaría en el pueblo de Conchillas (Méndez 2009, Abbadie 2011).

En 1906 comenzó la producción de talco de alta calidad en la Mina Narancio en Colonia, asociado

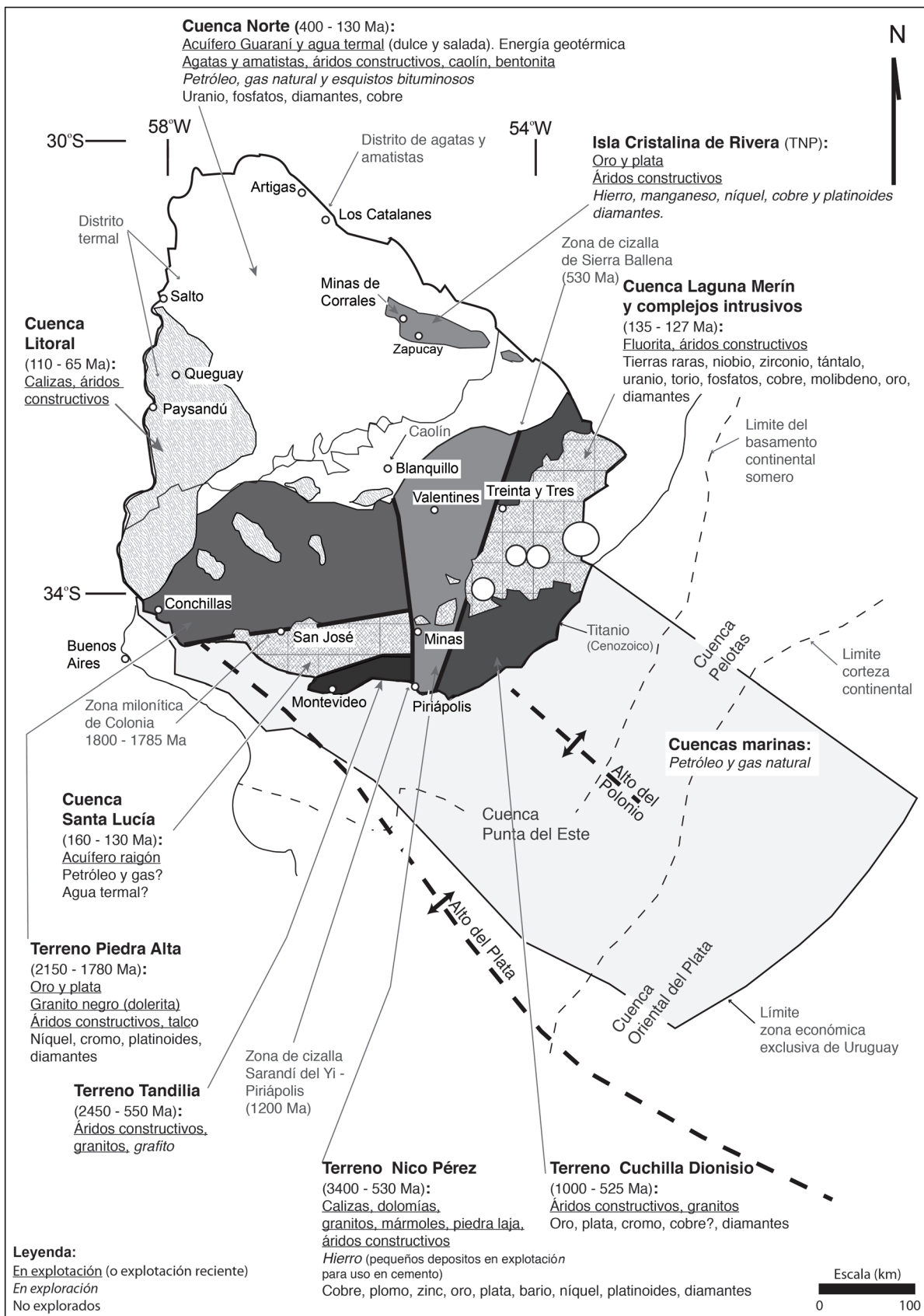


FIGURA 1. Mapa geológico esquemático de Uruguay y ubicación de las principales zonas con yacimientos minerales o potencial para exploración.

FIGURE 1. Geological schematic map of Uruguay and location of the main areas with mineral deposits or potential for exploration.

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

a talcoesquistos de la Formación Cerros de San Juan (Preciozzi et al. 1985, Bossi et al. 1998), perteneciente al Cinturón San José, de edad paleoproterozoica (Bossi et al. 1998). El talco era exportado principalmente a Argentina para fabricación de pintura, papel y cerámica, entre otros. En sus comienzos esta mina se desarrolló a cielo abierto y posteriormente evolucionó a una mina subterránea (Bossi 1978) que alcanzó su pico productivo en 1960, con una producción de 2600 toneladas anuales (Abbadie 2011). Otras explotaciones relevantes de talco fueron las de Pietracaprina, activa desde 1948 a 1958, en el contacto entre la Formación Paso Severino y el Complejo Intrusivo Guaycurú, en el Departamento de San José (Bossi & Navarro, 2000) y la de Los Tapes, en el Departamento de Lavalleya. Esta última estuvo activa durante varias décadas, en rocas ultrabásicas precámbricas talquizadas durante procesos metamórficos (Coronel et al. 1987, Bossi & Navarro 2000, Bossi & Schipilov 2007). Más recientemente, se realizó una pequeña explotación en un área cercana a Mina Narancio, llamada La Carolina (com. pers. Andrea Borca).

En 1912 se creó el Instituto Geológico (IGU, hoy Dirección Nacional de Minería y Geología, DINAMIGE) con el fin de avanzar en el conocimiento de la geología del país. En particular el interés era estudiar potenciales recursos minerales aplicables a la agricultura u otras industrias nacionales, así como desarrollar la prospección de recursos energéticos para liberar al país de la dependencia de carbón y petróleo extranjeros. Para estos fines uno de los cometidos de este instituto fue «... reunir todos los datos posibles para elaborar el mapa geológico de la República Oriental del Uruguay» (Peralta 2009). Si bien los avances tras estas iniciativas fueron muy significativos, cabe destacar que esta tarea fue solo parcialmente completada, ya que, pasados más de 100 años, Uruguay no ha completado la cartografía sistemática de su territorio a escala detallada (1:100.000). Una cartografía geológica a al menos dicha escala es de fundamental utilidad en las primeras etapas de exploración mineral moderna.

La explotación de calizas para elaboración de cemento portland comenzó a principios del siglo XX como parte de un plan gubernamental para fomentar el desarrollo de la infraestructura del país y se estableció como una industria nacional luego de la creación, en 1956, de la planta de ANCAP en Lavalleya explotando calizas de la Formación Polanco del Grupo Arroyo del Soldado (Gaucher et al. 2004, 2006, Gaucher 2014).

Durante el período 1900-1950 aumentó el uso de piedra partida, tosca, grava y arena para la construcción en todos los departamentos del

país, así como también la demanda de mármoles en la región sur, y la fabricación de ladrillos y tejas con arcillas nacionales que ya se producían desde 1856 próximos a la ciudad de Minas (Peralta 2009). Cabe destacar la explotación de mármoles y rocas graníticas para revestimientos, cuya utilización más emblemática se hizo en la construcción del Palacio Legislativo, obra que finalizó en 1925, en la que se usó únicamente materiales nacionales que al día de hoy atestiguan su calidad.

Asimismo, otros emprendimientos tuvieron desarrollo, aunque menos prolongados, como la explotación de dolomita y galena (plomo) que fueron extraídas de Mina Valencia, en el Departamento de Lavalleya, desde 1943 a 1980 (Bossi & Navarro 1978). Algunas dolomitas de Uruguay, incluidas las explotadas en la mina Valencia, cuentan con una pureza industrial excelente que permite su industrialización para la obtención de carbonato de calcio y magnesio para usos industriales refractarios en hornos siderúrgicos. Uruguay fue un importante exportador de estos productos alcanzando 120 toneladas diarias. Esta industria podría volver a activarse ya que en 1977 se estimaron que existían 700.000 toneladas de reservas probadas en la Mina Valencia y una cantidad no evaluada en otras áreas (Bossi & Navarro 1978). Uruguay Manganese Company (Marstrander 1915) recuperó mineral de manganeso; realizó trincheras, socavones y galerías en cerros Imán y Papagayo (Zapucay, Complejo Granulítico Valentines-Rivera, Oyhançabal et al. 2010). Pequeñas explotaciones de utilidad en la fabricación de cemento y otras industrias se desarrollaron en Lavalleya: baritina (sulfato de bario) de origen hidrotermal en la Mina La China en Lavalleya (Sánchez Bettucci et al. 2004), en rocas de edad neoarqueana del Grupo Cebollatí (Gaucher et al. 2014b) y hierro en Banded Iron Formation (BIF, formaciones de hierro bandeadas) correspondiente a la Fm. Marcos de los Reyes en la zona de Carapé (Mina Jung, Chigilino et al. 2010).

Los recursos energéticos continuaron siendo explorados durante este período, principalmente el carbón. En 1909, la compañía Llambías de Olivar y Méndez Alcain realizó cinco perforaciones de hasta 300 metros de profundidad cortando niveles de carbón de hasta un metro de potencia en la región de Cañada de los Burros, en Cerro Largo. En 1920 se creó la Comisión de Estudio de los Terrenos Permocarboníferos con el cometido de estudiar posibles yacimientos de carbón por medio de perforaciones. A raíz de esto se encuentran niveles milimétricos a métricos de carbón en el extremo noreste del Departamento de Cerro Largo (Walther 1924, Falconer 1931, 1937; Rey Vercesi 1933, Goso

1967, Bossi 1978). En 1935 se extrae 10.450 kilos de carbón de la región de Paso de Melo (relato de Nicolás Serra a Eduardo Terra Arocena).

En las décadas de 1930 y 1940 el IGU junto con ANCAP (creada en 1931) realizaron las primeras exploraciones de hidrocarburos. En este período se contrató profesionales internacionales para realizar relevamientos geológicos y se realizó cinco perforaciones exploratorias (Bossi 1978) en la Cuenca Cuenca Norte (Figura 1). El pozo Arapey resultó en el descubrimiento de las aguas termales (Figura 1) surgentes del Sistema Acuífero Guaraní (Montaño 2004) albergado en las areniscas Jurocretácicas de la Formación Tacuarembó (Bossi 1966). Este descubrimiento inesperado y colateral a la exploración de hidrocarburos posibilitó una nueva y significativa industria turística.

Desde 1914 a 1999 funcionó la empresa Cristalerías del Uruguay que produjo distintos tipos de vidrio nacional. Utilizó cuarzo extraído de la arena de las playas Malvín, Buceo y El Pinar, así como también cuarzo magmático proveniente de la Mina Cerro Pelado (Paleoproterozoico), en el Departamento de Florida; manganeso de la Mina Guaycurú (Paleoproterozoico), en el Departamento de San José y fluorita de la Mina Florencia (Cretácico), en el Departamento de Maldonado (Arrighetti & Gianotti 2012). Asimismo, se usó en la fabricación de vidrio carbonato de calcio y sales minerales producidas en Uruguay junto con otras materias primas importadas (El Observador 2013).

En 1937 se inició otra industria nacional basada en la minería: la producción de cerámica para revestimientos y porcelana sanitaria por la empresa Metzen y Sena. La principal materia prima es la caolinita extraída de las canteras ubicadas en la localidad de Blanquillo, en el Departamento de Durazno, arcilla que forma parte de los sedimentos devónicos que integran la Formación Cordobés (Bossi 1966). Esta industria no solo abastece parte de la demanda interna, sino que también se exporta y la actividad se continúa en la actualidad.

Otras arcillas como la montmorillonita fueron explotadas en Cerro Largo en la localidad de Bañado de Medina (Bossi 1969). No hay datos exactos de cuál fue su uso durante la explotación, pero la montmorillonita comúnmente es utilizada como decolorante en fabricación de aceites, para revestimientos de perforaciones de hidrocarburos, tratamiento de agua contaminada, mejoramiento de suelos y sustrato sanitario para gatos. Comúnmente conocida como bentonita, esta arcilla esmectítica se extrae de niveles de cenizas volcánicas intercaladas en la Formación Yaguarí (Pérmico Temprano alto-medio, De Santa Ana et al. 2006), explotación que continúa hasta hoy.

Años 1950 a 1990: primeros planes sistemáticos de exploración

Durante este período se implementaron planes sistemáticos de mapeo geológico del territorio nacional y se incentivó la búsqueda y cuantificación de algunos recursos minerales (hierro, uranio e hidrocarburos). De todas formas, este esfuerzo no alcanzó el desarrollo necesario para establecer y expandir la minería industrializada en nuestro país. Mientras que en Uruguay se discontinuó el desarrollo de la minería e industrias asociadas durante varias décadas, algunos países de la región (Chile, Perú, Brasil) se asentaban en la posición que ejercen hoy día y son reconocidos como países con tradición minera.

Desde 1949 hasta 1984 se realizaron varias campañas de prospección de uranio en nuestro territorio. Consistieron en relevamientos, estudios regionales y de detalle, e incluyeron personal técnico nacional y expertos extranjeros que guiaron las actividades de prospección y exploración. La primera campaña de prospección detallada de uranio la llevó a cabo ANCAP en el año 1949 en la región de Pan de Azúcar, (sienitas neoproterozoicas del Complejo Sierra de Ánimas, OIEA 1977) y en Aguas Dulces (arenas «negras» de edad Cuaternaria), Departamento de Rocha (Rossi et al. 1981).

Posteriormente, en las décadas de 1960 y 1970, se realizó una mayor campaña de prospección y exploración de uranio por parte del IGU y otros organismos nacionales con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) y la Commissariat à l'Énergie Atomique, entre otros. Le siguió una nueva campaña operada por DINAMIGE y el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de Francia en la década de 1980 (Pirelli 2007). Los estudios incluyeron relevamientos radiométricos aeroportados (1.300 km²) y autoportados (8500 km²) de conteo total (total count), perforaciones y análisis geoquímicos de superficie y subsuelo. Se detectaron importantes anomalías de diferentes metales (e.g. Spangenberg & Filippini 1985), entre ellos uranio que incluyen los sienitoides precámbricos del cerro Pan de Azúcar y el complejo intrusivo alcalino Valle Chico (Cretácico, Muzio 2000), así como también unidades sedimentarias en contacto con el basamento en el borde sur de la Cuenca Norte (formaciones Cerrezuelo, Devónico; San Gregorio, Carbonífero-Pérmico; Tres Islas, Pérmico) y en la Cuenca Santa Lucía (Formación Migueles, Cretácico). Sin embargo, las fluctuaciones económicas del mercado del uranio, dado los altibajos del desarrollo de la energía nuclear asociados a desastres como el de Chernóbil en 1986, frustraron la concreción de

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

la exploración a pesar del potencial de las áreas.

Durante este período se definieron los yacimientos de hierro de la zona de Valentines (Figura 1). Las rocas que componen el yacimiento ya habían sido identificadas a principios de siglo (Marstrander 1915) y mencionadas en diversos trabajos (Walther 1932, Mac Millan 1931, Serra 1944), pero fue recién a finales de los años 50 y durante la década del 60 que se avanzó en el conocimiento y se definieron depósitos para la época. Los trabajos continuaron hasta finales de la década del 70 a través de investigaciones nacionales con apoyo de la Organización para las Naciones Unidas (Bossi 1978). Las litologías asociadas a los yacimientos se agrupan en la Formación Valentines (Bossi 1966), compuesta por piroxenitas, gneisses oligoclásicos y cuarcitas magnetito-augíticas (valentinesita: litotipo que comprende el mineral de hierro). A la Formación Valentines se le ha asignado una edad paleoproterozoica (Santos et al. 2003) o neoarqueana (Hartmann et al. 2001). Los mayores esfuerzos exploratorios fueron realizados por el denominado Grupo Uría (ONU 1976) en el Departamento de Florida, aunque también se reconocen yacimientos en los departamentos de Durazno y Treinta y Tres. Los diferentes grupos de trabajo definieron 0,7 millones de toneladas de mineral de hierro en el Cerro Mulero y reservas comprobadas de 33 millones de toneladas con un contenido promedio de 33 % de hierro junto a otros 17 millones de reservas probables en el Grupo Uría. La eventual explotación fue considerada rentable en su momento, aunque diversos motivos políticos, económicos y sociales llevaron a que ningún tipo de proyecto o industrias asociadas pudiesen ser concretados, dejando en el olvido estos yacimientos hasta principios del siglo XXI. En 1987 esta zona fue incluida en la Reserva Minera nacional, donde permaneció hasta el año 1992 (Decreto N.º 391/990).

En 1969 comenzó la minería de fluorita (presumiblemente de edad cretácica) de origen magmático-hidrotermal (Cernuschi 2011) en la Mina Florencia, en el Departamento de Maldonado. En esta mina se explotó fluorita de grado metalúrgico, con una producción intermitente que fluctuó entre 5 a 20 toneladas mensuales hasta 1981, destinadas a la industria nacional de vidrio, siderúrgica y cemento. Con el cierre de algunas de estas industrias la producción de fluorita cesó, aunque aún existen reservas considerables de fluorita en los alrededores de la Mina Florencia (Bosse et al. 1982).

La exploración de hidrocarburos onshore continuó en la década de 1950 cuando ANCAP realizó relevamientos gravimétricos en el sector noroeste y noreste de la Cuenca

Norte y en la Cuenca Santa Lucía, además del relevamiento magnetométrico realizado en el sector noroeste de la Cuenca Norte. Dichos estudios geofísicos permitieron la ubicación de 16 perforaciones exploratorias que se realizaron durante los años 1955 y 1959, seis en la Cuenca Norte y diez en la Cuenca Santa Lucía.

Posteriormente, en la década del 70, nuevos esfuerzos permitieron incorporar el territorio offshore como objetivo exploratorio, y se realizaron varios relevamientos de sísmica 2D. Las diferentes campañas de los años 1970, 1971, 1974, 1975 totalizaron cerca de 10.000 km de sísmica 2D offshore, 625 km en la Cuenca Santa Lucía y 1650 km en la Cuenca Norte. Con esos datos se ubicaron ocho perforaciones exploratorias, dos en Santa Lucía, cuatro en la Cuenca Norte y dos en la Cuenca Punta del Este (offshore). Si bien ninguna de las perforaciones realizadas en estas campañas resultó en un descubrimiento, al tratarse de perforaciones profundas (varias de ellas superan los 2000 metros de profundidad) permitieron conocer la estratigrafía de las cuencas, constituidas por potenciales rocas generadoras y reservorios. Más tarde en 1982, se realizó un relevamiento de sísmica 2D offshore adquirida por ANCAP.

En las décadas de 1970 y 1980 ANCAP realizó un estudio extensivo de lutitas pirobituminosas que afloran en la región noreste de la Cuenca Norte (departamentos de Tacuarembó, Rivera y Cerro Largo), agrupadas dentro de la Formación Mangrullo (Pérmico, Bossi 1966). Esta formación comprende dos secuencias de calizas dolomíticas y lutitas pirobituminosas suprayacentes, separadas por una unidad pelítica. La secuencia de lutitas pirobituminosas más profunda es la que posee mayor contenido de materia orgánica (alcanza 12,5 % de COT) y mayores tenores de aceite (hasta 6 % en ensayo Fischer). Las lutitas pirobituminosas (esquistos bituminosos) son rocas sedimentarias de grano fino con un alto contenido de 10 a 40 % de querógeno (materia orgánica insoluble en solventes orgánicos), a partir de las cuales se puede obtener cantidades sustanciales de petróleo y gas a través de su pirólisis artificial (Dyner 2003). Las lutitas pirobituminosas pueden ser aprovechadas fundamentalmente de dos maneras diferentes: 1) la obtención de aceite al someter el querógeno a una temperatura de 500-550 °C, a través de un proceso conocido como pirólisis (ex situ o in situ); o 2) la lutita puede ser utilizada como combustible, siendo quemada en calderas para generación de energía termoeléctrica (poder calorífico oscila entre 500 y 4000 kcal/kg).

Los estudios de ANCAP contaron con 392 perforaciones para ubicar el volumen de hidrocarburos (aceite) que podía ser obtenido

a partir de pirolisis ex situ. Los resultados de esta campaña permitieron estimar que, considerando una cobertura sedimentaria menor a 50 m y un corte mínimo de 2,5 % de tenor de aceite, la Formación Mangrullo permitiría obtener casi 270 millones de barriles de aceite a partir de pirolisis (ANCAP 2009). Si bien hasta el momento las lutitas pirobituminosas constituyen el único combustible fósil de existencia demostrada y con recursos probados en nuestro país, no han sido explotadas aún.

Alrededor de 1960 comenzó la explotación industrializada de rocas ornamentales de alta calidad y valor internacional. El ejemplo más destacado, debido a su alto valor ornamental y su calidad excepcional, son las doleritas del suroeste del país, comercialmente conocidas como granito negro. Estas doleritas componen el haz de diques del Terreno Piedra Alta (Bossi et al. 1993), intruyen todas las litologías del Terreno Piedra Alta hace 1790 Ma (Halls et al. 2001) y petrográficamente son andesitas y basalto-andesitas. La exportación de estas rocas alcanzó 5400 toneladas anuales en 2007; la materia prima se extrajo de las canteras del Departamento de Colonia, únicamente (DINAMIGE 2008). Desde entonces, la producción ha fluctuado. En 2010 esta ya superaba la producción histórica con solo tres minas activas, dada la suba en la demanda internacional, mejora en las técnicas de explotación y el alto precio de venta entre 1000 y 2000 US\$/m³ (Morales Demarco 2012).

En este período se describen depósitos de arenas negras en las arenas litorales actuales de las zonas costeras de Canelones, Maldonado y Rocha, que aún no han sido completamente evaluados. Estas arenas están constituidas por minerales densos de interés económico (ilmenita, magnetita, rutilo, zircón y monacita) de donde se podrían extraer diversos recursos minerales, como por ejemplo titanio (Bossi, 1978; Coronel et al. 1987; DINAMIGE, 2002).

A fines de los años 70 desembarca en Uruguay lo que fue seguramente la primera empresa de exploración minera de la época moderna, Compañía Minera Aguilar. De origen americano con base en Argentina, y compuesta mayoritariamente por personal técnico argentino y uruguayo, sentó las bases sobre las que trabajaron distintas compañías hasta el día de hoy. Desarrollaron sobre todo tareas de exploración geoquímica regional y perforación en el Terreno Piedra Alta (Figura 1). Los trabajos realizados por esta compañía definieron importantes prospectos en el país de plomo-zinc (Pb-Zn), cobre (Cu), níquel (Ni) y oro (Au). La empresa Bond Gold (1980-86), de capital mayormente americano, exploró principalmente oro en el Cinturón Florida.

Cabe señalar que esta empresa llevó a cabo un relevamiento geofísico aeroportado del país (helicóptero) e identificó la mineralización aurífera del arroyo Mahoma. Otras empresas como Saint Joe, Big Pony Gold y Gold Standard, cuyos equipos técnicos evolucionan de Compañía Aguilar, realizaron estudios geoquímicos regionales y locales definiendo prospectos que avanzaron significativamente el conocimiento del potencial minero del país, en particular en el sector sur.

1990 al presente: época moderna

En la época moderna algunas actividades mineras históricas se mantienen y adquieren un nuevo auge y comienzan nuevas actividades exploratorias. Según un estudio realizado por la DINAMIGE en 2012, además de la producción de oro, ágatas y amatistas que se detallan en las próximas secciones, se extrajeron aproximadamente 9,5 millones de toneladas de áridos para la construcción (arena, balastro y canto rodado, entre otros); 5000 toneladas de bentonita; 500 toneladas de talco; 200 toneladas de mármol; 8500 toneladas de rocas ornamentales; 19.000 toneladas de dolomitas; 27.000 toneladas de arcillas; 3 millones de toneladas de piedra triturada; 1,5 millones de toneladas de calizas, y 9000 toneladas de mineral de hierro para uso en cemento. En el año 2015 el litoral termal uruguayo, existente gracias a la exploración de hidrocarburos, captó el 14 % de los turistas extranjeros que llegaron al país (31 % Montevideo y 21 % Punta del Este), lo cual significó aproximadamente 50 millones de dólares en los primeros seis meses de 2016 (CUT 2015).

Agatas y Amatistas

Las ágatas y amatistas alcanzan un pico de explotación que llega a 20.000 toneladas en los primeros años de la década del 2010, con un valor de más de 9 millones de dólares por exportaciones a Alemania, Estados Unidos, Brasil y China (Techera 2011, DINAMIGE 2012). También se han realizado valiosos esfuerzos para que algunos de los procesos que generan valor agregado se realicen en el Departamento de Artigas con la instalación de talleres en la ciudad de Artigas y la creación de una carrera específica en gemología impartida por la Universidad del Trabajo (UTU).

Calizas

Las canteras de caliza en rocas proterozoicas del este de Uruguay continúan en explotación y se abren nuevas. ANCAP junto con otras empresas nacionales operan minas y plantas

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

de cemento y cal en los departamentos de Maldonado, Lavalleya y Treinta y Tres (Tabla 1). En el Departamento de Paysandú, en el noroeste de Uruguay, las «calizas del Queguay» son calcretas y calizas lacustres y palustres asociadas a la Formación Mercedes (Ubilla et al. 2004, Martínez & Veroslavsky 2004; Alonso-Zarza et al. 2011). En 2017 la producción fue de 816.580 toneladas, de las cuales 135.710 toneladas fueron exportadas a Argentina, Brasil y Paraguay (CIU 2018). La cal es utilizada para consumo interno y

Oro, metales base y tierras raras

En este período también se revitalizó la exploración mineral en todo el territorio impulsada por la llegada al país de las empresas mineras privadas multinacionales, así como nuevos esfuerzos de DINAMIGE y ANCAP. Se desarrolló el Proyecto Inventario Minero (convenio de DINAMIGE con el BRGM de Francia), y se iniciaron distintos convenios con organismos extranjeros (Misión Japonesa 1998-

Mina	Empresa	Ubicación	Unidad	Edad	Referencia
Cerro Méndez	Cementos del Plata S.A.	Treinta y Tres	Formación Polanco, Grupo Arroyo del Soldado	Ediacárico (Neoproterozoico Superior)	Gaucher 2000, 2014
Burgeño	Compañía Nacional de Cementos S.A.	Maldonado	Grupo Mina Verdún	Mesoproterozoico	Gaucher et al. 2006, 2011
ANCAP	ANCAP	Lavalleya	Formación Polanco, Grupo Arroyo del Soldado	Ediacárico (Neoproterozoico Superior)	Gaucher et al. 2004, 2006
Verdún	Cementos Artigas S.A.	Lavalleya	Fm. El Calabozo, Grupo Mina Verdún	Mesoproterozoico	Poiré et al. 2003, 2005
Vichadero	Ancap	Paysandú	Calizas del Queguay	Cretácico Superior-Paleoceno	Bossi & Navarro 2000, Veroslavsky & de Santa Ana 2004, Martínez & Veroslavsky 2004, Goso & Goso 2004, Alonso-Zarza et al. 2011
Queguay					
Cascada					
White					
Satélite					
Fiorelli	-				

TABLA 1. Minas de calizas.
TABLE 1. Limestone mines

exportada a Brasil para su uso como tratamiento efluentes en las plantas termoeléctricas a carbón.

Rocas Ornamentales

Actualmente las únicas rocas ornamentales que se explotan son las pizarras dolomíticas (metamargas) y algunas variedades de granitos grises. Estas pizarras son localmente conocidas como piedra laja; sus yacimientos se localizan en el Departamento de Lavalleya y pertenecen al Grupo Parque UTE, anteriormente Formación Fuente del Puma (Morales Demarco 2012; Gaucher et al. 2004; Chiglino et al. 2010). Las explotaciones comercialmente relevantes de granitos grises actualmente en explotación se localizan en el Departamento de Maldonado asociados a la Zona de Cizalla Sierra Ballena (Morales Demarco 2012), con una edad neoproterozoica (Oyhantçabal 2005). Existen en el país numerosos depósitos de rocas ornamentales de enorme potencial dada su excelente calidad, características ornamentales y técnicas sobresalientes; queda registrado en las obras arquitectónicas del país, especialmente de Montevideo.

2001) para avanzar en el conocimiento de la geología en el Uruguay, así como un convenio entre Dinamige, Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias (UDELAR) para comenzar la cartografía geológica a escala 1:100.000.

El desarrollo de la actividad exploratoria fue más importante sobre el basamento precámbrico del sur del país y en la Isla Cristalina de Rivera (Figura 1). En particular, los cinturones metamórficos vulcano-sedimentarios de edad paleoproterozoica del Terreno Piedra Alta: Cinturón Arroyo Grande (Bossi et al. 1998) Cinturón San José (Preciozzi et al. 1991) y las intrusiones asociadas, en la Faja Florida (Bossi et al. 1998) o Cinturón Granítico-Gnéissico Central Florida (Oyhantçabal et al. 2010), fueron objeto de prospección geofísica aeroportada (magnética y radiométrica); geoquímica (muestreo de sedimentos de corriente, suelos, roca total) y perforaciones.

El arribo de American Resources, una importante empresa minera norteamericana (1990-1997), significó el comienzo de las operaciones de la mina de oro Mahoma en el Departamento de San José. Dichas operaciones supusieron el inicio de la producción industrial

moderna de oro en el país y la implementación de las más modernas técnicas de extracción en el siglo XX con la utilización del método de cianuración «carbón en pulpa» (CIP) por primera vez en Uruguay (com. pers. Ing. Carlo Vaccaro). La producción de la veta de cuarzo aurífera de Mahoma alcanzó un total de 27.000 oz (com. pers. O. Leon) y se mencionan reservas de hasta 82.000 oz (Orosur 2012). Alrededor del año 1990 American Resources adquirió los derechos del yacimiento San Gregorio (500.000 oz) en Minas de Corrales, Rivera y también restableció la producción de oro en el norte, así como la exploración en toda la Isla Cristalina de Rivera.

Durante los años 1995-98 la Compañía BHP realizó exploración geoquímica regional en todo el territorio. Esta compañía australiana realizó análisis de sedimentos de corriente abarcando todo el Precámbrico de Uruguay, lo que permitió identificar una diversidad de anomalías de Cu, Pb, Zn, Ni, Au y Ag que fueron parcialmente estudiadas posteriormente por otras empresas.

La exploración continuó intermitentemente en el Terreno Piedra Alta hasta la actualidad y se focalizó en la búsqueda de yacimientos de oro del tipo orogénico, así como depósitos ortomagmáticos de níquel, cobre, platinoides y cromo en complejos intrusivos máficos como el gabro de Mahoma – Complejo Guaycurú (Oyhantçabal et al. 2018). Más tarde estas campañas se expandieron, parcialmente, a los terrenos Nico Pérez y Cuchilla Dionisio (Figura 1) en busca de oro orogénico y, en menor medida, Ni y Cu ortomagmáticos. Para ello, incluyeron campañas concretas de mapeo geológico detallado, geofísica terrestre y la realización de trincheras y perforaciones acompañadas de análisis químicos multielemento en roca total.

El consorcio brasileño-canadiense Rhea Gold (1994-1998) continuó las tareas de explotación en la Mina San Gregorio, tras la compra del yacimiento a la empresa American Resources. La producción de oro disminuyó durante los años en que Rhea operó dicho yacimiento. Luego, Cristalex (1998-2003) reactivó la producción, que alcanzó volúmenes suficientes para mantener la operación. Esta reactivación condujo a la ampliación y modernización de la minería de oro en Minas de Corrales, la cual se materializó a través de nuevos descubrimientos y aumento de las reservas explotadas a cielo abierto. Desde el año 2003, la Mina San Gregorio pasa a manos de Orosur Inc.

La empresa Uruguay Goldfields se estableció en Uruguay en 1996 y desarrolló prospectos de exploración en todo el país. La empresa fue luego renombrada: Uruguay Mineral Exploration y más recientemente, Orosur Inc. Si bien la actividad principal de la empresa se desarrolló en el

Terreno Nico Pérez, sus mayores logros los ha obtenido en la Isla Cristalina de Rivera, donde opera el distrito de Minas de Corrales hasta el presente. Las actividades realizadas por Orosur incluyen exhaustivas campañas de prospección de suelos, relevamientos geofísicos aéreos y terrestres e intensas campañas de perforaciones. Más de cinco minas han sido desarrolladas por la empresa en Minas de Corrales (Arenal, Zapucay, Argentinita, Sobresaliente, Laureles, etc.), además de realizar ampliaciones de otros yacimientos (San Gregorio, Santa Teresa, Ombú, etc.). Actualmente la operación extractiva más importante llevada a cabo en el país está a cargo de esta empresa. Tras el descubrimiento de mineralización de oro en profundidad, se realiza minería subterránea mediante la utilización de técnicas modernas (Arenal Deeps y San Gregorio Underground). Tal vez por la falta de exploración o resultados poco favorables en los últimos años, las reservas aún no explotadas del distrito han disminuido. Recientemente, ha sido anunciado el inminente cierre de las minas de Orosur (Orosur 2018). La explotación subterránea de un depósito (Veta A) que parcialmente se encuentra bajo una antigua pileta de relaves aún espera autorización ambiental (Orosur 2018). Esta explotación, de llevarse a cabo, podría continuar con las operaciones en el distrito.

Desde 1997 el distrito de Minas de Corrales ha producido más de 1 millón de onzas y la producción de las últimas décadas ha fluctuado entre 20.000 y 100.000 onzas anuales (~1.300 US\$/onza, los años de mayor producción equivalen a un valor neto de 130 millones de dólares). Las reservas y recursos actuales se estiman en aproximadamente 700.000 onzas (Orosur 2017). La mineralización en este último período presenta leyes promedio de 1,5 a 2,5 g/ton de oro, aunque algunas vetas de cuarzo y zonas de hidrotermalismo presentan leyes que superan los 5 g/ton.

Orosur también ha trabajado en el Terreno Piedra Alta en la prospección de Ni-Cu-PGE (elementos del grupo del platino) ortomagmáticos en intrusivos máficos en la región de Mahoma (~2000 Ma) y oro orogénico en el Cinturón Arroyo Grande. En el Terreno Cuchilla Dionisio, en el Departamento de Rocha, la empresa realizó esfuerzos concretos de exploración de oro orogénico.

Además, Orosur realizó exploración de polimetálicos asociados a la gran anomalía gravimétrica positiva de aproximadamente 80 x 40 km de extensión y más de 80 mGal (Reitmayr 2001) en rocas intrusivas y volcánicas cretácicas en la Cuenca Laguna Merín. Hasta ese momento, la geología de dicha cuenca era poco conocida y la anomalía gravimétrica, no explicada por la geología de superficie, abría distintas

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

posibilidades para la existencia de recursos minerales en profundidad. Las distintas teorías incluían desde pórfidos de cobre-oro a complejos intrusivos máficos con cromo y platinoides tipo Bushveld. En el año 2005, Orosur adquirió datos aeroportados magnetométricos y gravimétricos sobre la cuenca que permitieron identificar que la anomalía gravimétrica en realidad estaba constituida por cuatro anomalías profundas y subcirculares de ~20 a 30 km de diámetro, coincidentes con anomalías magnetométricas más someras de forma similar (Ellis & Turner 2006). Se realizaron nueve perforaciones subverticales de entre 400 y 1000 m de profundidad para testear la anomalía central (Lascano East), cerca de la ciudad de Lascano, que reportaron pequeñas anomalías de Cu y Au. Estudios posteriores utilizaron la geofísica aeroportada y geoquímica multielemento para estudiar la geología de la cuenca y concluyeron que las cuatro anomalías están formadas por complejos intrusivos anorogénicos subalcalinos a alcalinos llamados Lascano Este, Lascano Oeste, San Miguel (Cernuschi 2011) junto al complejo intrusivo aflorante Valle Chico ya conocido con anterioridad (Muzio 2000). Este conjunto de complejos fue emplazado entre ~133 y 127 Ma y constituyen la continuación sudamericana del lineamiento de intrusivos cretácicos de Damaraland en Namibia (Cernuschi et al., 2015). Si bien las intrusiones en la Cuenca Laguna Merín presentan potencial exploratorio para tierras raras, Nb, Zr, P, U y Au, entre otros, esta zona no ha sido explorada aún. La mineralización de fluorita antiguamente explotada en la Mina Florencia está posiblemente asociada a flujo hidrotermal asociado a las intrusiones cretácicas en el borde de la cuenca.

La empresa canadiense B2Gold exploró en Uruguay entre los años 2009 y 2013. Estuvo enfocada en la exploración de Au, para lo cual realizó tareas en el proyecto denominado Cebollatí localizado al oeste de Pirajá en el Terreno Nico Pérez. Asimismo, realizó muestreo de suelos, trincheras, destapes y perforaciones.

El esfuerzo más reciente por desarrollar la actividad minera en Uruguay fue realizado por la empresa Union Minerals Group (UMG), que operó en Uruguay entre los años 2011 y 2016. El equipo técnico de la empresa estuvo conformado por técnicos nacionales y construyó un portfolio exploratorio con prospectos de oro, hierro, níquel, titanio y diamantes. UMG realizó campañas de geoquímica regional en el Terreno Nico Pérez, campañas de geoquímica de suelos en la región de Isla Patrulla y en el presumible cuerpo ofiolítico de Cerro de la Tuna de edad Neoproterozoica (Departamento de Cerro Largo, Bossi & Schipilov 2007; Peel 2012; Will et al. 2014), metamorfizadas

entre 625 y 628 Ma según las únicas dataciones existentes (Ar-Ar: Will et al. 2019). Asimismo, UMG realizó perforaciones en sus prospectos de hierro ubicados en la Isla Cristalina de Rivera y diversos relevamientos magnéticos terrestres y aéreos.

Diamantes

La década de 1990 supuso además el inicio de la exploración de diamantes asociado a presumibles kimberlitas de posibles edades Cámbrica y/o Cretácica en Uruguay. La compañía minera Santa Fe Pacific Gold Corp. fue una de las primeras en enfocar sus trabajos en la búsqueda de diamantes (1992-94). Dicha compañía además exploró oro en el Cinturón Arroyo Grande, realizando un relevamiento aéreo geofísico. Más tarde, Ashton Mining retomó las áreas exploradas por Santa Fe Pacific Gold Corp. Southern Era (1992-96), una compañía canadiense, exploró áreas en Tacuarembó buscando diamantes. Recientemente Orosur continuó con las actividades exploratorias en el Departamento de Rivera e identificó minerales indicativos de kimberlitas en sedimentos de corriente originados en el territorio uruguayo. Sin embargo, no han sido identificadas directamente, aunque diversos relevamientos geofísicos indican cuerpos intrusivos subcirculares no aflorantes (com. pers. Iván Garat).

Hierro

Este impulso de la minería y exploración a fines del siglo XX y comienzos del siglo XXI retomó la actividad exploratoria de los recursos de hierro de Valentines en Florida y Durazno, y marcó el inicio de la exploración de yacimientos aún no estudiados en detalle en la región de Zapucay, en el Departamento de Rivera.

La región histórica de Valentines fue reactivada por la empresa minera Aratirí-Zamin Ferrous, que inició sus actividades en 2008. Zamin reevaluó y expandió los depósitos de hierro conocidos hasta el momento. Realizó intensas campañas de mapeo geológico de detalle, perforaciones (más de 200.000 metros), estudios metalúrgicos, relevamiento magnético aéreo y terrestre.

Uno de los principales logros de este equipo técnico fue la reinterpretación de la complejidad estructural de la zona (ver Bossi & Gaucher 2014), lo cual permitió expandir los recursos y su mejor evaluación, prácticamente desde foja cero, del depósito Las Palmas (192: t, Zamin, 2011), que junto con el Grupo Uría (369: t, Zamin, 2011) suponen los recursos más importantes de hierro en el país.

En la actualidad, tras inversiones en exploración equivalentes a 170 millones de

dólares durante cinco años, las reservas de roca con hierro en Valentines fueron evaluadas en 764 millones de toneladas, los recursos, por sobre 2500 millones de toneladas y el potencial, entre 1500 y 5000 millones de toneladas más. (Zamin 2011, 2012). El producto esperado es un concentrado de magnetita premium con más de 68 % de hierro y menos de 2 % de SiO₂ y alúmina, y bajos tenores de otros contaminantes. Estas características probablemente podrían transformar a Valentines en un depósito de escala mundial. Estimando los recursos de hierro a explotarse en 10 a 20 años, Uruguay podría ser el segundo en el ranking de hierro per cápita con 50 a 100 toneladas, después de Australia con 748 toneladas por habitante y superando a Brasil, China, e India con 80, 5 y 4 toneladas por habitante, respectivamente (Cernuschi 2014a). Este cálculo evidencia la importancia económica que podría tener este depósito de hierro para Uruguay. Así como la producción ganadera, no compete en volumen con la producción de Argentina y Brasil, pero es trascendental para la economía del país. Este rubro comúnmente se valoriza a través de índices per cápita donde Uruguay supera ampliamente a estos dos países.

Esta nueva era de exploración expandió las reservas de hierro conocidas en Uruguay al menos 20 veces, teniendo en cuenta que aún existen áreas de interés que no han sido exploradas. Zamin concluyó el estudio de factibilidad económica y ambiental del proyecto Valentines, y propuso la explotación y concentrado de hierro para su exportación a través de un mineroducto para transporte del mineral y una terminal portuaria de exportación en Rocha. Sin embargo, un intenso debate político y social y la caída de los precios de los metales en el 2014 paralizaron nuevamente este proyecto. Desde octubre de 2017 Valentines es nuevamente reserva minera (Resolución 1024/17). A su vez, Zamin Ferrous en julio de 2017 inició un litigio contra el Estado uruguayo ante la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI). La denuncia indica comportamientos arbitrarios y no transparentes del gobierno, incluidos cambios reglamentarios que llevaron al cierre del proyecto, específicamente la relocalización de la terminal portuaria (UNCTAD 2018). Las autoridades uruguayas han manifestado que no se avanzó en el proyecto por falta de garantías financieras de la empresa (El Observador 2018), por lo que no correspondería el reclamo.

La empresa Gladiator (2010) reportó recursos por 70 millones de toneladas de mineral de hierro en la zona de Zapucay, unos 20 km al sur oeste de Minas de Corrales, en litologías similares a las de Valentines. Esta compañía exploró la región de

Cerro Papagayo, Bonito y Buena Orden (Zapucay Project) mediante mapeo geológico, perforaciones (30.000 metros), ensayos metalúrgicos para formular un estudio de factibilidad. El proyecto plantea la minería de hierro y fabricación de pellets (pig-iron) con carbón vegetal para su exportación.

Relevamientos regionales

En el 2014, DINAMIGE encarga a la empresa Sander Geophysics Limited (SGL) un relevamiento de datos magnetométricos y espectrométricos de rayos gamma sobre las áreas con basamento precámbrico aflorante y alrededores en Uruguay abarcando aproximadamente el 40 % del territorio nacional). Se obtuvieron datos a lo largo de 188.787 km de líneas de vuelo espaciadas cada 400 m, y sobrevoladas a 150 m sobre el nivel de la superficie. El azimut de vuelo fue distinto en cada una de las ocho áreas de relevamiento (Kaplun & Bates 2015). De este relevamiento resultaron mapas magnetométricos y de rayos gamma de acceso libre desde 2017 y disponibles en la página web de DINAMIGE. Este relevamiento geofísico permitirá estudiar y entender la geología de Uruguay con más detalle y proveer información básica para empresas de exploración. Antes de contar con esta información el país se encontraba en desventaja competitiva para atraer exploradores nacionales e internacionales con respecto a muchos otros países que cuentan con este y otro tipo de información básica regional desde hace al menos una década.

Hidrocarburos

Después de varias décadas sin actividad, en el año 2007 se retomó la exploración de hidrocarburos en Uruguay, a partir de la creación de la Gerencia de Exploración y Producción de ANCAP, encargada de llevar adelante esta actividad o a través de terceros. Desde entonces, tanto en las cuencas onshore como offshore de nuestro territorio, se han desarrollado diversas actividades exploratorias, muchas de las cuales fueron realizadas por compañías petroleras internacionales. Para el caso del onshore los esfuerzos se han concentrado en la Cuenca Norte. En dicha cuenca las IOC (International Oil Companies) han realizado perforaciones de estudio estratigráfico y exploratorio, adquisición de sísmica 2D (~600 km) y decenas de análisis geoquímicos. Por su parte ANCAP realizó relevamientos gravimétricos, magnetotélúricos, análisis geoquímicos de roca y suelos, y la perforación de 23 pozos de estudio estratigráfico entre los años 2011 y 2016. Actualmente, la actividad exploratoria en el onshore se centra en

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

dos bloques (Piedra Sola y Salto) adjudicados a través de contratos de exploración y producción a la empresa Schuepbach Energy Uruguay (SEU). En 2017 SEU perforó un pozo exploratorio en el Departamento de Paysandú (Cerro Padilla X-1), el cual confirmó un sistema petrolero activo a través de la presencia de cantidades mínimas de hidrocarburos líquidos (Petrel 2017). Las principales rocas generadoras de hidrocarburos estudiadas en la Cuenca Norte son del Devónico (Fm. Cordobés) y Pérmico (Fm. Mangrullo). Los reservorios de principal interés también corresponden a edades devónicas (Fm. Cerrezuelo) y pérmicas (Fm. Tres Islas). La información y datos obtenidos en las diferentes campañas siguen siendo escasos para cubrir los casi 90.000 km² de superficie que posee la Cuenca Norte.

La actividad exploratoria en el territorio marítimo ha sido exclusivamente realizada por IOC, explorando tanto en la Cuenca Punta del Este como Pelotas (Figura 1). Las cuencas offshore de Uruguay se desarrollan por debajo de aguas someras (entre 50 a 500 m de profundidad de agua), profundas (entre 500 a 1500 m) y ultraprofundas (entre 1500 a 4500 m). Como resultado de la actividad exploratoria comprometida en dos rondas licitatorias, se ha adquirido sísmica 2D (28.000 km) y 3D (42.000 km²), gravimetría, magnetometría y electromagnetismo; se han realizado análisis geoquímicos de muestras de suelo marino, y perforado en 2016, un pozo exploratorio en aguas ultraprofundas que significó el récord mundial de batimetría (Pozo Raya X-1, bajo 3404 m de lámina de agua) y alcanzando una profundidad total en sedimento de 2452 m.

Esta perforación tuvo como principal objetivo testear un prospecto turbidítico Cenozoico con muy buena porosidad, pero sin evidencias de hidrocarburos. A pesar de este resultado el potencial hidrocarburífero del offshore sigue siendo importante, teniendo en cuenta que aún no se ha testeado los principales plays de edad cretácica, las decenas de prospectos definidos con sísmica 3D y la gran extensión superficial de las cuencas que solo cuenta con 3 pozos exploratorios.

Debido a que aún no se han realizado descubrimientos comerciales, las cuencas sedimentarias offshore y onshore de Uruguay siguen siendo consideradas cuencas de frontera.

MARCO NORMATIVO DE LA EXPLORACIÓN

Recursos minerales

Si bien las leyes coloniales ya contaban con reglamentación sobre la minería, en 1868 se estableció el primer Código de Minería de

Uruguay, que reconoce que los yacimientos minerales son propiedad del Estado, con la excepción de los de uso constructivo. Varias modificaciones se sucedieron, en 1884, 1943, 1982 y más recientemente, en 2011, para adaptarlo a las nuevas realidades del país. La reforma más importante, y que dio forma al código actual, data de 1982 (ley 15.242), donde se reafirma que todos los yacimientos son propiedad del Estado y se incluyen los materiales constructivos.

El Código define cuatro clases diferentes de minerales: Clase I (recursos energéticos: petróleo, gas, carbón, uranio, etc.) que se reservan como estratégicos y solo pueden ser explorados por el gobierno a través de ANCAP. La Clase II (Reserva Minera) es un mecanismo para que el gobierno asegure áreas de exploración o mineras de interés nacional. Esto incluye áreas que pueden ser críticas para desarrollar industrias locales o suplir las necesidades del mercado interno. Tradicionalmente la Clase II se ha aplicado en áreas donde el gobierno desea desarrollar sus conocimientos geológicos o áreas ya desarrolladas que no cuentan con información suficiente. Clase III (recursos metálicos, no metálicos y recursos industrializados de Clase IV) se refiere a todos los elementos y minerales que no están incluidos en las otras clases y que pueden ser explorados por terceros. La Clase IV (recursos no metálicos utilizados para la construcción) establece un régimen en el que los derechos están reservados para el propietario de la tierra, a menos que este renuncie explícitamente a sus derechos. Esta clase solo se aplica a los materiales utilizados para fines de construcción y sin ningún procesamiento (por ejemplo, arena y grava).

La actividad minera en todo el territorio de la República está regulada por DINAMIGE. Todas las actividades mineras o accesorias están enmarcadas en un sistema de licencias o permisos que incluyen diferentes etapas: prospección, exploración y explotación. El permiso de prospección permite el reconocimiento de campo, trabajos geológicos, geoquímicos y geofísicos en la superficie. El permiso de exploración permite todas las obras en el área excepto la minería e incluye la perforación que no está permitida por el permiso de prospección. El permiso de exploración también incluye la posibilidad de abrir una cantera de prueba. El permiso de explotación (minería) se otorga previa presentación y aprobación de varios estudios ante DINAMIGE y DINAMA. Todos los proyectos mineros están sujetos a la Ley N.º 16.466 y al Decreto N.º 349/005 que establecen si es necesario realizar un estudio de impacto ambiental completo (EIA) que debe ser aprobado por DINAMA y así obtener el permiso de explotación. Todas las minas están

sujetas a pagar un canon de producción que dependiendo de la clase de mineral definida por el código varía entre un 5% y 10% pagándose una parte canon al Estado y el resto al propietario.

En 2013 se crea la Ley de Minería de Gran Porte (N.o 19.126) que establece un marco especial para proyectos mineros que cumplen una o más de las siguientes condiciones: tienen un impacto directo en más de 400 hectáreas; requieren una inversión superior a 100 millones de dólares (julio de 2018); valor de mercado de la producción anual de más de 100 millones de dólares (julio de 2018); utilizan material peligroso con respecto a la salud o el medio ambiente; producen drenaje ácido o requiera más de 500 GWh por año de energía. Por lo tanto, la mayoría de los proyectos de minería metálica de cualquier escala se encuentran dentro de esta definición. La ley incluyó nuevos conceptos para la actividad minera, tales como la sostenibilidad, la preservación ambiental, la creación de un fondo intergeneracional utilizando el canon recaudado así como la planificación, seguimiento e implementación de un plan de cierre. Más detalles sobre la ley minera en Uruguay se pueden encontrar en González et al. (2019).

Recursos energéticos

Según el artículo 4 de la ley N.o 15.242 (Código de Minería) todos los yacimientos de sustancias minerales existentes en el territorio nacional integran en forma inalienable e imprescriptible el dominio del Estado. En particular, el artículo 71 establece que la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP) es el organismo competente para realizar la actividad minera correspondiente a la Clase I, la cual comprende tanto yacimientos de combustibles fósiles (petróleo, gas, hulla, lignito, turba, rocas pirobituminosas y arenas petrolíferas) como yacimientos de sustancias minerales o elementos aptos para generar industrialmente energía (por ejemplo, uranio).

El marco regulatorio para la exploración en el onshore (en el continente) establece un sistema de tipo «puertas abiertas» (Open Door System) donde las compañías pueden presentar sus documentos para calificar y luego ofertar por un área cuando lo desean. De esta forma las áreas disponibles pueden ser adjudicadas cada tres meses a empresas previamente calificadas. Esta modalidad permite adjudicar contratos de prospección para la realización de trabajos de reconocimiento, o de exploración-producción, para el desarrollo de actividades exploratorias propiamente dichas, como sísmica y perforaciones (RONDA URUGUAY).

La actividad en el offshore (en la plataforma

marina) está regulada por las Rondas licitatorias por medio de las cuales se hacen llamados a empresas interesadas en explorar las cuencas marinas de Uruguay. Para ello, el gobierno aprueba las condiciones en las cuales se debe realizar la actividad y define las áreas a ofertar. Las rondas se realizan cada determinado período definido por el Poder Ejecutivo. Allí se establece un cronograma desde el lanzamiento oficial de la Ronda hasta la apertura de ofertas donde las compañías deben calificar dentro de determinados parámetros ya establecidos en las bases del llamado, previo a ofertar por una o más áreas. Uruguay ha realizado hasta el momento tres rondas licitatorias offshore: Ronda I en 2009, Ronda II en 2012 y Ronda III en 2018. Como resultado de la Ronda 2009, se firmaron dos contratos de exploración-producción por dos áreas con un consorcio conformado por las empresas YPF, Petrobras y GALP. En 2012 se firmaron ocho contratos de exploración-producción en ocho áreas con las empresas BP, BG, TOTAL y TULLOW OIL. Si bien la Ronda III no presentó ofertas, las compañías petroleras internacionales siguen interesadas en explorar en las cuencas de Uruguay. En este sentido Uruguay continúa la promoción de sus cuencas realizando datarooms en eventos internacionales del rubro.

Los contratos de exploración-producción establecidos en Uruguay, tanto para áreas onshore como offshore, son del tipo Producción Compartida (PSA – Production Sharing Agreement), donde, entre otras cosas, de existir un descubrimiento, el Estado puede asociarse a la compañía para producir los hidrocarburos.

Actualidad y futuro

A pesar de la extensa historia de exploración y minería en Uruguay, la percepción de gran parte de la ciudadanía es que la minería fue y es casi inexistente y que poco ha aportado o podrá aportar al desarrollo del país (Abbadie 2011). Esta percepción desvalorizada del patrimonio geológico de Uruguay tal vez se deba a la falta de concreción de planes sistemáticos de desarrollo del conocimiento geológico y fomento de la minería y exploración de hidrocarburos, mientras países de la región consolidaron su rol minero. Es por esta falta de desarrollo que, si bien las explotaciones mineras son significativas económicamente para las comunidades locales, a nivel nacional comúnmente no aportan más que el 1 % del PBI (Bossi et al. 2010). Sin embargo, al considerar el desarrollo de algunos proyectos mineros en etapa avanzada que aún no han sido concretados, es posible que la minería pueda alcanzar el 5 % del PBI (Bossi et

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

al. 2010). De todas maneras, es difícil estimar el impacto económico producido por las industrias asociadas a la minería ya existente, como son la producción de cemento y cerámicas, o el pulido y tallado de ágatas y amatistas. Es aún más difícil estimar el impacto que tuvieron industrias extintas, como ser la producción de vidrio, o las posibles industrias futuras, como la siderúrgica asociada a futuras explotaciones de hierro.

Existen también otras riquezas geológicas que desde el punto de vista económico pueden ser incluidas en el conjunto de actividades mineras. Estas incluyen la explotación de aguas subterráneas y su impacto directo en el PBI a través de la ganadería, agricultura y agua embotellada, así como las aguas termales en el litoral descubiertas durante campañas de exploración de petróleo y que hoy aportan notablemente al PBI a través del turismo. En el futuro también se podría incluir dentro del rubro minero la generación de energía geotérmica (Cernuschi 2014b) y el turismo geológico, por ejemplo, la creación del Geoparque Grutas del Palacio (Goso et al. 2016).

Los recursos minerales ya definidos, como oro, plata, calizas y hierro no solo se podrán expandir en cantidad en el futuro, sino que, a través de exploración, ayudada por investigación básica y aplicada, tal vez sea posible descubrir nuevos depósitos (Figura 2). De desarrollarse otros proyectos mineros hoy subeconómicos, así como planes sistemáticos para explorar los recursos

minerales hasta hoy inexplorados o solamente parcialmente explorados, el aporte al PBI podría incrementarse aún más. Los posibles recursos minerales y energéticos de Uruguay incluyen Ti en arenas negras en sedimentos holocénicos (Rocha); Ni-Cu-PGE ortomagmáticos en intrusivos máficos-ultramáficos proterozoicos (por ejemplo, gabro de Mahoma, en el Departamento de Florida); Cr podiforme en ofiolitas Neoproterozoicas del Cerro La Tuna (Cerro Largo); Cu asociado a intrusiones proterozoicas; U-Th-Nb-Zr-P-F-REE en intrusiones anorogénicas cretácicas de la Cuenca Laguna Merín y tal vez en el batolito de Illescas; diamantes en kimberlitas proterozoicas y cretácicas; manganeso en granitos; U y P en rocas sedimentarias, así como también petróleo y gas en sedimentos Pérmicos o más antiguos en la Cuenca Norte y en el offshore Cretácico.

Para explorar y lograr la posibilidad de explotar alguno de estos posibles recursos en algún momento, Uruguay tendrá que incluir estrategias mineras en los planes gubernamentales a corto, mediano y largo plazo que fomenten la exploración. Deberá asimismo continuar formando más y mejores geólogos expertos en distintas áreas, así como otros profesionales que participan en otros ámbitos de la actividad de la exploración y minería. En este aspecto cabe resaltar la reciente creación de la carrera de Tecnólogo Minero en el CURE (sede en el Departamento de Treinta y Tres)

Recursos Minerales de Uruguay

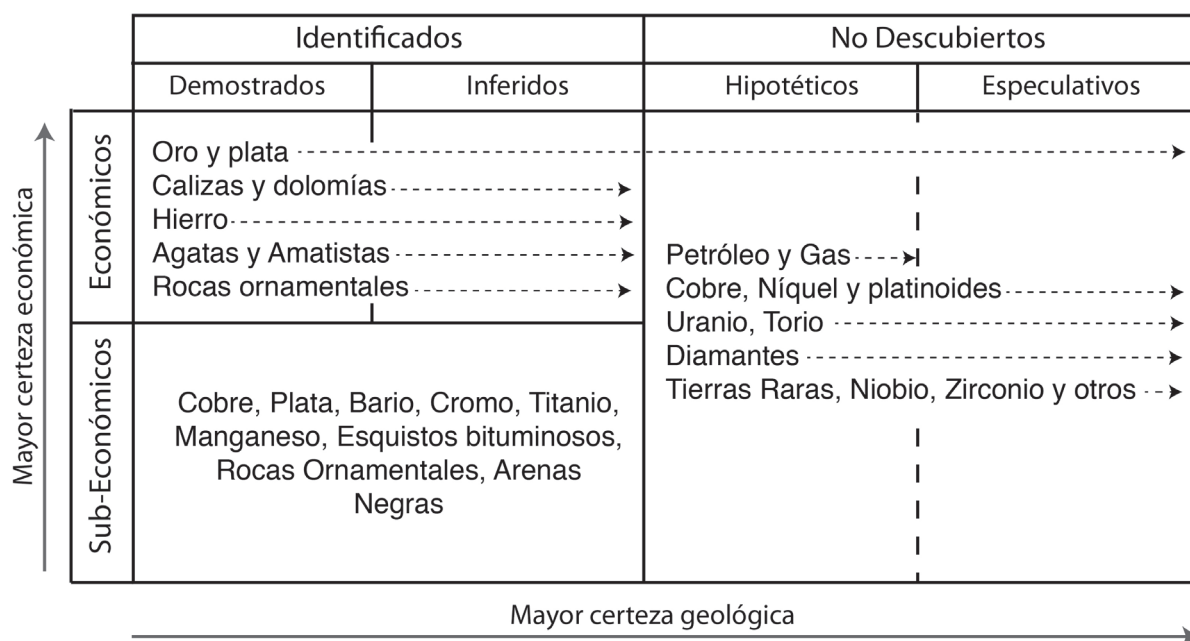


FIGURA 2. Esquema de recursos minerales de Uruguay.

FIGURE 2. Scheme of mineral resources of Uruguay.

y Maestría en Ingeniería de Minas en Facultad de Ingeniería. Estos tendrán que abordar una diversidad de desafíos, propios de la actividad extractiva (minería y exploración-producción de hidrocarburos) que abarcan varios frentes:

1.Fomentar la exploración mineral y de recursos energéticos bajo regulaciones que cuiden los intereses del Estado, pero que a su vez habiliten y fomenten tanto la inversión de capitales de riesgo, así como la inversión a través de conocimiento y experiencia nacional y extranjera. La exploración mineral es un negocio de altísimo riesgo económico y las chances de recuperación de la inversión son extremadamente bajas. En general este es un riesgo que los estados no pueden correr, por lo cual las inversiones que terminan en descubrimientos importantes suelen ser privadas. Para atraer inversiones de riesgo se deberá minimizar otros riesgos e incertidumbres para la actividad. Se deberá obtener y proveer información geológica básica, estabilidad y seguridad económica, social y jurídica, y se deberá garantizar el derecho de explotar en la eventualidad de realizarse un descubrimiento. Este derecho estará supeditado al cumplimiento de todas las regulaciones económicas, sociales y ambientales establecidas con anterioridad al comienzo de la exploración.

Existen diversos enfoques para llevar esto a cabo, pero los estados deben tener en cuenta que el desarrollo de las industrias extractivas solo traerá prosperidad y sustentabilidad al país si se tienen en cuenta una serie de decisiones al inicio de este desarrollo, algo que el Natural Resource Governance Institute (NRGI) llama la cadena de decisiones (NRGI 2014). En esta cadena se tienen en cuenta las bases que existen en el país para la gobernanza de los recursos, incluyendo la transparencia, la exploración, el rol de los regímenes fiscales y su diseño, efectos locales del establecimiento de una extracción, el rol de las empresas públicas, la distribución de las rentas y su volatilidad, la inversión para el desarrollo sustentable y las bases internacionales para la gobernanza de los recursos.

2.Modernizar el sistema de solicitud de permisos mineros. Por un lado las leyes mineras deberán minimizar la especulación y premiar a las empresas que realicen exploración activa. Para esto se deberá otorgar los permisos rápidamente al presentar la documentación debida, minimizando el período en el cual áreas de prospección son retenidas, pero no se realiza trabajos activos. También se deberá buscar una figura legal que contemple la prospección libre en el territorio a escala regional sin la necesidad

de obtener permisos. Esto es crítico para avanzar la prospección en etapas regionales, dado que el tamaño y costo de los permisos de prospección actuales no son acordes con la escala y objeto de la actividad. Mundialmente el permiso de prospección tiende a desaparecer —al menos como se define en Uruguay— y se tiende a fomentar la actividad prospectiva libre o con otros tipos de permisos específicos (por ejemplo, Reconnaissance License, Namibia) para realizar relevamientos regionales (geoquímicos y geofísicos) que supongan un avance en el conocimiento de los recursos del país. Con el marco legal actual de nuestro país este tipo de estudio es económicamente inviable y frena las posibilidades de prospecciones en etapas tempranas. Esto disminuye la capacidad competitiva de Uruguay frente a otros países que ya cuentan con datos regionales y además cuentan con la prospección libre.

3.Preservar la información generada por las empresas de exploración mediante repositorios digitales fácilmente accesibles por otros exploradores y la construcción de un almacén de testigos de perforación (litoteca) para almacenar todas las perforaciones realizadas y garantizar su preservación y acceso público. Estas perforaciones representan millones de dólares de costo y contienen la más valiosa información geológica que debe ser preservada para futuras reevaluaciones. Esto es crítico en la actualidad, ya que los cientos de miles de metros de testigos de las perforaciones hechas en el prospecto de hierro Valentines estuvieron cerca de ser rematados al mejor postor para aprovechamiento de los galpones y estanterías. El futuro de esos datos geológicos es totalmente incierto.

4.Creación de cartografía geológica detallada del país y obtención de datos geofísicos y geoquímicos regionales. Esto constituye el comienzo de cualquier tipo de exploración y contribuye a entender y valorizar el patrimonio geológico del país que puede ser aprovechado en otras áreas, más allá de la minería, como ser el planeamiento territorial. La creación de esta base de datos es de vital utilidad en el momento de promocionar la actividad, así como de establecer niveles base en lo que respecta a parámetros medioambientales. Estos relevamientos deben incluir completar la realización de relevamientos geofísicos aeroportados (magnetometría, radiometría y gravimetría) en el norte del país, así como muestreos geoquímicos (roca, suelo, sedimentos de corriente) multielemento con digestión total y análisis por ICP-MS de roca y suelos que cubran todo el territorio nacional. La

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

generación y acopio de conocimiento geológico por parte del Estado lo posicionaría estratégicamente a la hora de negociar inversiones en exploración, elegir qué áreas son plausibles de ser exploradas y delimitar zonas donde una eventual explotación conllevaría riesgos ambientales imposibles de compensar por el rédito económico (NRGI 2014).

5. Establecer políticas de desarrollo minero, creación de industrias asociadas y estrategias de inversión de los réditos mineros. Muchas de las controversias existentes en Uruguay sobre el impacto económico y social de la minería ya han sido estudiadas y validadas en otros países. Es la minería desarrollada estratégicamente la que contribuye al desarrollo posminero (Slack 2009, Crowson 2009, NRGI 2014). Para adquirir sustentabilidad, los réditos económicos tienen que ser utilizados por el gobierno para objetivos sustentables y a largo plazo en la comunidad o en el país (Waye et al. 2009, NRGI, 2014). Esto incluye reinvertir en exploración y minería, crear industrias asociadas que agreguen valor y determinar cuáles serán las áreas estratégicas de inversión de los réditos mineros: educación, infraestructura, salud y adaptación de otras industrias (por ejemplo, agropecuaria) al cambio climático, entre otras (Von Geyer 2009, Sachs & Maennling 2015). La aprobación de la Ley N.º 19.126, Actividad Minera de Gran Porte, constituyó un importante avance al respecto de este tema con la creación del fondo intergeneracional. De todas maneras, dicha ley carece de exigencias de reinversión de parte de réditos mineros en exploración en Uruguay. Esta es una estrategia aplicada por algunos países mineros para evitar que el capital generado a través de la minería en un país sea totalmente invertido en financiar la exploración en otro país.

6. Desarrollar políticas y leyes ambientales específicas para minería, que maximicen las garantías de cierre de trabajos mineros y restauración del medio, y que minimicen los impactos durante las explotaciones mineras (Cernuschi & Morales 2014). Los factores controvertidos sobre los posibles impactos medioambientales de la minería en Uruguay ya han sido estudiados y validados en otros países, donde los emprendimientos mineros funcionan bajo los mejores estándares y garantías. Adquirir el know-how y la experiencia de estos emprendimientos internacionales será fundamental para evaluar, adaptar y desarrollar métodos propios frente a eventuales explotaciones futuras.

7. Previsión de consumo de materias primas minerales críticas para el país. Uruguay

debe contar con planes estratégicos que garanticen el acceso a recursos minerales estratégicos para su economía y sociedad. Estos planes incluyen explorar y explotar minerales que se encuentran en el territorio nacional, así como asegurar la importación de otros, imprescindibles para el país y que por el momento no se han encontrado en el territorio nacional y que tal vez serán difícilmente encontrados dado las limitantes geológicas. Este es el ejemplo del fósforo, utilizado para fertilizantes y que es una materia prima crítica para la producción agropecuaria (Cernuschi 2014a).

Para todos estos desafíos, es fundamental que los profesionales uruguayos aprendan no solo de la propia experiencia geológica y minera, sino también de cientos de años de experiencia colectiva mundial, y puedan volcar y adaptar estos conocimientos y experiencias a la realidad de este país. Estados Unidos, Canadá y Australia son ejemplos de países líderes en la investigación sobre la génesis de depósitos minerales, así como la exploración y desarrollo de minas no solo en su territorio sino que en casi todo el resto del mundo; China es un ejemplo de previsión y planeamiento de estrategias a largo plazo relacionadas con materias primas minerales; Chile y Brasil cuentan con mayor experiencia en ciertos tipos de recursos y la inserción social de la minería en Sudamérica; países como Namibia y Sudáfrica tienen experiencia en desarrollar la exploración y minería junto con una normativa y fiscalización adecuadas a los desafíos socioeconómicos en países no completamente desarrollados. Finalmente, Nueva Zelanda, similar a Uruguay en varias características, es líder en compatibilizar la minería con otras industrias como turismo y agricultura, y fomentar la excelencia en planes de cierres.

Agradecimientos

A los geólogos Iván Garaty y Néstor Vaz por aportar datos sobre la historia reciente de la exploración de metálicos. A el Dr. Claudio Gaucher y el Dr. Gonzalo Blanco por la revisión de este artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBADIE, L. (2011). La minería en Uruguay: evolución, balance y perspectivas en el período 1880-2010. Ponencia. En: **5.º Jornadas de Historia Económica**. Disponible desde: <cienciassociales.edu.uy/wp-content/uploads/sites/6/2013/archivos/IIEVHE_Abbadie.pdf> [Acceso 24/2/2018].
- ALONSO-ZARZA, A. M.; GENISE, J. F.; VERDE, M. (2011). Sedimentology, diagenesis and ichnology of Cretaceous and Palaeogene

- calcretes and palustrine carbonates from Uruguay. **Sedimentary Geology** 236, 45-61.
- MÉNDEZ, M. L. (2009). **Conchillas pueblo minero inglés en Colonia, Uruguay**. Disponible desde: <youtube.com/watch?v=vEr0k5d5Rd8> (partes 1 y 2); <youtube.com/watch?v=KWoc2Rr87AM> (parte 3) [Acceso 24/2/2018]. Entrevistado: Mario Leal Méndez. Entrevista realizada por Natalia Ricca, Henry Ernst, Daniel Álvarez. Programa Cable a tierra (cat). Dirección: Henry Ernst. Producción: Natalia Ricca, Henry Ernst. Conducción: Daniel Álvarez, Jorge Caseras.
- ANCAP (2009). Recursos minerales energéticos del Uruguay: petróleo, gas, hidratos de gas, lutitas bituminosas, carbón, uranio y almacenamiento de gases. Resúmenes de los trabajos presentados en el Taller realizado en ANCAP el 1 y 2 de setiembre de 2009. Exploración y Producción – ANCAP.
- ARRIGHETTI, R.; GIANOTTI, V. (2012). **Mapa de recursos minerales del departamento de Maldonado**. Escala 1/100.000. Memoria explicativa. Montevideo. Disponible desde: <miem.gub.uy/sites/default/files/memoria_rrmm_maldonado.pdf>. [06/09/2016].
- BAUMANN, N. (2005). Breve historia de la explotación de sienita en Piriápolis (departamento de Maldonado), Uruguay. **Revista SUG** (12), 4-15. Disponible desde: <sugeologia.org/wp-content/uploads/2014/07/Baumann_2005_Rev_121.pdf>
- (2017). **Historia de la minería en el Uruguay a comienzos del S. XX (1903-1930). Una historia poco conocida**. Montevideo, Editorial Jolly Rogers.
- BOSSE, H. R.; GÓMEZ RIFAS, C.; MARI, C. (1982). **Misión geológica alemana: estudio geológico de la mina de fluorita "Flores", departamento de Maldonado, Uruguay**. Cooperación Técnica, Proyecto N.º 77.2107.9: DINAMIGE (MIEM, Uruguay) – Instituto Federal de Geociencias y Materias Primas (Hannover). Hannover. 26 pp.
- BOSSI, J. (1966). **Geología del Uruguay**. Montevideo, Departamento de Publicaciones, Universidad de la República.
- (1969). **Recursos minerales del Uruguay**. Colección Nuestra Tierra N.º 10, Montevideo. 68 pp. Disponible en: <anaforas.fic.edu.uy/jspui/handle/123456789/9616> [Acceso 7/2/2019].
- (1978). **Recursos minerales del Uruguay**. Montevideo, Editorial Daniel Aljanati. 348 pp.
- _____, NAVARRO, R. (2000). Recursos minerales del Uruguay, Montevideo, Rojobona. Disponible desde: <https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/483241/mod_resource/content/1/Recursos%20Minerales.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- SCHIPILOV, A. (2007). **Rocas ígneas básicas del Uruguay**. Facultad de Agronomía, Montevideo, pp. 1-364.
- CINGOLANI, C. (2009). Extension and general evolution of the Río de la Plata Craton. In: Gaucher, C.; Sial, A. N.; Halverson, G. P.; Frimmel, H. E. (eds), Neoproterozoic-Cambrian tectonics, global change and evolution: a focus on southwestern Gondwana. **Developments in Precambrian Geology** 16, pp. 73–85. (me parece que es 2010) Disponible desde: <clickpe.com/labise/archivos/books/02.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- GAUCHER, C.; LEDESMA, J.; SPOTURNO, J. (2010). Minería en el Uruguay: potencial y desafíos. **Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología**, 17, 23-31.
- GAUCHER, C.; LEDESMA, J.; SPOTURNO, J. (2012). Minería en el Uruguay: potencial y desafíos. **Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología**, 17, 23-31
- CERNUSCHI, F. (2011). **Geology of the Cretaceous Lascano-East Intrusive Complex: Magmatic Evolution and Mineralization Potential of the Merin Basin, Uruguay**. Tesis de maestría, Oregon State University, Estados Unidos. 363 pp.
- (2014a). La minería en Uruguay. Materias primas, minería y reciclaje en el mundo. **Uruguay Ciencia** (13), 10-15.
- (2014b). Energía geotérmica: Potenciales aplicaciones para la diversificación de la matriz energética de Uruguay. **Revista Sociedad Uruguaya de Geología** (19), 1-14.
- MORALES, M. (2014). Minería, planificación e impactos medioambientales físico-químicos. **Uruguay Ciencia** (19), 8-11. Disponible desde: <issuu.com/revistauruguayciencia/docs/uruguay_ciencia_19> [Acceso 5/2/2019].
- DILLES, J. H.; KENT, A. J. R.; SCHROER, G.; RAAB, A. K.; CONTI, B.; & MUZIO, R. (2015). Geology, geochemistry and geochronology of the Cretaceous Lascano East intrusive complex and magmatic evolution of the Laguna Merín basin, Uruguay. **Gondwana Research**, 28 (2), 837–857. Disponible desde: <dedicaciontotal.udelar.edu.uy/adjuntos/produccion/1019_academicas_academicaarchivo.pdf>. [Acceso 5/2/2019].
- CHIGLINO, L.; GAUCHER C.; SIAL A. N.; BOSSI, J.; FERREIRA V. P.; PIMENTEL M. M. (2010). Chemostratigraphy of Mesoproterozoic and Neoproterozoic carbonates of the Nico Pérez Terrane, Río de la Plata Craton, Uruguay. **Precambrian Research**, 182 (4), 313-336. Disponible desde: <www3.ufpe.br/neglabise/Chiglino_et_al_Prec_Res_2010.pdf>. [Acceso 5/2/2019].
- CHIRICO, S. (2005). Pradera, oro y frontera. **Revista SUG** (12), 33-42. Disponible desde: <sugeologia.org/wp-content/uploads/2014/07/Chirico_2005_Rev_12.pdf> [Acceso 5/2/2019].
- CIU (2018). CÁMARA DE INDUSTRIAS DEL URUGUAY. Desempeño de la industria del cemento en Uruguay. Informe trimestral –

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

- 1.er trimestre de 2018. Disponible desde: <www.ciu.com.uy/innovaportal/file/83065/1/informe-trimestral-n5.pdf> [Acceso 5/2/2019].
- CUT (2015). CÁMARA URUGUAYA DE TURISMO. Disponible desde: <camtur.com.uy/index.php/noticias/353-ministerio-de-turismo-presento-balance-2015>. [Acceso 5/2/2019].
- CORONEL, N.; RISSO, A.; CESTAU, L.; SPOTURNO, J.; GÓMEZ, C.; HEINZEN, W.; MARI, C.; ROTH W.; THEUNE, C.; STAMPE, W. (1987). Memoria de la carta de materias primas minerales no metálicas. A escala 1/1.000.000. En: **Memoria explicativa de la carta de materias primas minerales no metálicas**. Ministerio de Industria y Energía-Dirección Nacional de Minería y Geología. Montevideo, Uruguay. Disponible desde: <miem.gub.uy/sites/default/files/memoria_carta_materia_primas_no_metalicas.pdf> [Acceso 5/2/2019].
- CROWSON, P. (2009). The resource curse: a modern myth? In: J. P. Richards (ed), **Mining, society, and a sustainable world**. Springer.
- DE LA SOTA, J. M. (1841). **Historia del territorio oriental del Uruguay**. Montevideo, Imprenta de la Caridad. Disponible desde: <bibliotecadigital.bibna.gub.uy:8080/jspui/handle/123456789/47638> [Acceso 7/2/2019].
- DE SANTA ANA, H.; GOSO, C.; DANERS, G. (2006). Cuenca Norte: estratigrafía del Carbonífero-Pérmico. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (eds.), **Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Paleozoico**. Montevideo, DIRAC. Disponible desde: <cuencas.fcien.edu.uy/extension/Cuencas%20Sedimentarias%20-%20Paleozoico.pdf> [Acceso 2018].
- DINAMIGE (2015). DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA. **Estadística de producción minera del Uruguay. Estadísticas anuales de la producción de minerales y rocas de la industria extractiva del Uruguay, entre los años 1998 y 2015**. Disponible desde: <miem.gub.uy/mineria-y-geologia/estadistica-de-produccion-minera-del-uruguay> [Acceso 2018].
- DYNI, J. R. (2003). Geology and resources of some world oil-shale deposits. *Oil Shale*, 20 (3), 193-252. **Presented at Symposium on Oil Shale in Tallinn, Estonia**, November 18-21, 2002.
- EL OBSERVADOR (14/6/2013). «Cristalerías del Uruguay: el mojón ineludible del barrio Buceo.» Periódico **El Observador (Montevideo)**. Disponible desde: <issuu.com/elobservador.com.uy/docs/diamantis_plaza_2013/9> [Acceso 2018].
- EL OBSERVADOR (8/8/2018). «Aratirí demandó a Uruguay por US\$ 3.536 millones: 'Vamos a triunfar', dijo Tabaré Vázquez. La minera formalizó la demanda internacional el 3 de julio.» Periódico **El Observador (Montevideo)**. Disponible desde: <elobservador.com.uy/nota/aratiri-demando-a-uruguay-por-us-3-536-millones-vamos-a-triunfar-dijo-tabarez-vazquez-20188813100> [Acceso 24/9/2018].
- EL SIGLO (3/9/1892). Periódico **El Siglo** (Montevideo), N.o 8200.
- ELLIS, T.; TURNER, R. (2006). Progress report on the evaluation of the air-FTG gravity gradiometer and aeromagnetic surveys on the Lascano project, Uruguay. Internal Orosur Mining INC.
- FAVA, G. (2014). Fractura hidráulica de yacimientos. **Uruguay Ciencia** (17), 4-7.
- GAUCHER, C. (2000). Sedimentology, palaeontology and stratigraphy of the Arroyo del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay). **Beringeria** 26,1-120.
- CHIGLINO, L. & PECOITS, E. (2004). Southernmost exposures of the Arroyo del Soldado Group (Vendian to Cambrian, Uruguay): palaeogeographic implications for the amalgamation of W-Gondwana. **Gondwana Research** 7 (3), 701-714.
- SIAL, A. N.; POIRÉ, D. G.; CERNUSCHI, F.; FERREIRA, V. P.; CHIGLINO, L.; GONZÁLEZ, P. D.; MARTÍNEZ, G. & PIMENTEL, M. M. (2006). Chemostratigraphy of the Mina Verdún Group and other cement-grade Proterozoic limestone deposits in Uruguay. **V South American Symposium on Isotope Geology**, Short Papers: 250-253, Punta del Este.
- FREI, R.; CHEMALE JR., F.; FREI, D.; BOSSI, J.; MARTÍNEZ, G.; CHIGLINO, L.; CERNUSCHI, F. (2011). Mesoproterozoic evolution of the Río de la Plata Craton in Uruguay: at the heart of Rodinia? **International Journal of Earth Sciences** 100 (2), 273-288.
- BOSSI, J.; BLANCO, G. (2013). Caracterización de las calizas aptas para cemento y cal del Terreno Nico Pérez, Uruguay. **VII Congreso Uruguayo de Geología y I Simposio Minería y Desarrollo del Cono Sur**, Actas, pp. 320-326, Montevideo.
- (2014). Grupo Arroyo del Soldado. En: Bossi, J.; Gaucher, C. (eds.), **Geología del Uruguay. Tomo 1: Predevónico**. Polo, Montevideo, pp. 313-339.
- BOSSI, J. (2014). Formación Valentines. En: Bossi, J., Gaucher, C. (eds.), **Geología del Uruguay. Tomo 1: Predevónico**. Polo, Montevideo, pp. 171-189.
- SIAL, A. N.; FREI, R.; FERREIRA, V. P.; FREI, D.; BOSSI, J.; CABRERA, J. (2014a). Magmatismo Anorogénico Ediacárico. En: Bossi, J., Gaucher, C. (eds.), **Geología del Uruguay. Tomo 1: Predevónico**. Polo, Montevideo, pp. 283-298.
- FREI, R.; SIAL, A. N.; CASTIGLIONI, E.; FERREIRA, V. P. (2014b). Grupo Cebollatí. In: Bossi, J.; Gaucher, C. (eds.), **Geología del Uruguay. Tomo 1: Predevónico**. Polo, Montevideo, pp. 155-169.
- GLADIATOR (2010). <gladiator.com.au>; <asx.com.au/asxpdf/20140131/pdf/42mg95hyf0cpj2.pdf>

- GLOBAL CEMENT: <http://www.globalcement.com/images/stories/documents/articles/810-map-01.pdf>
- GOSO, H. & GOSO AGUILAR, C. (2004). Los recursos minerales del Cenozoico en Uruguay. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (eds.), **Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico**. Montevideo, DIRAC. Disponible desde: <cuencas.fcien.edu.uy/extension/Cuencas%20Sedimentarias%20-%20Cenozoico.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- GOSO, C., CHULEPIN, H., MARTÍNEZ, E., ROJAS, A., UBILLA, M.; AMIR, K. (2016). Uruguay. En: Palacio Prieto, J. L. (coord.), Sánchez Cortez, J. L.; Schilling, M. E. (eds.), **Patrimonio geológico y su conservación en América Latina. Situación y perspectivas nacionales**. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible desde: <www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/77/77/236-1?inline=1> [Acceso 5/2/2019].
- GONZÁLEZ RAMOS, F.; CERNUSCHI, F.; GAUCHER, C. (2019). Mining policy of Uruguay. In Tiess, G.; Majumder, T. and Cameron, P. (eds.), **Encyclopedia of mineral and energy policy**, Springer-Verlag, Berlin. DOI: https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/88/10.1007/978-3-642-40871-7_246-1
- HARTMANN, L. A.; CAMPAL, N.; SANTOS, J. O. S.; MCNAUGHTON, N. J.; BOSSI, J.; SCHIPILOV, A.; LAFON, J. M. (2001). Archean crust in the Río de la Plata Craton, Uruguay- SHRIMP U-Pb zircon reconnaissance geochronology. **Journal of South American Earth Sciences** 14 (6), 557-570. DOI: 10.1016/S0895-9811(01)00055-4
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1966). Nuclear Raw Materials Prospection Mission 1965.
- KAPLON, R.; BATES, M. (2015). Informe de adquisición y procesamiento de datos. Contrato N.º 01/2013. Relevamiento geofísico aeroportado parcial del territorio nacional y el procesamiento e interpretación de datos geofísicos existentes para Dirección Nacional de Minería y Geología. Informe Sander Geophysics Limited Inédito para DINAMIGE.
- MAC MILLAN, J. G. (1931). Terrenos precámbricos del Uruguay. Con un mapa y varias fotografías. **Boletín N.º 18 Instituto de Geología y Perforaciones**, Montevideo, 3-61.
- MAESO, J. (1882). **Las riquezas minerales de la República Oriental del Uruguay**, Montevideo, Tipografía de El Bien Público. Disponible desde: <archive.org/details/lasriquezasmine00maesgoog/page/n7>
- MARTÍNEZ, S.; VEROSLAVSKY, G. (2004). Registros continentales no depositacionales del Terciario Temprano. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (eds.), **Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Mesozoico**. Montevideo, DIRAC. Disponible desde: <cuencas.fcien.edu.uy/extension/Cuencas%20Sedimentarias%20-%20Mesozoico.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- MARSTRANDER, R. (1915). The mining industry in Uruguay. **Engineering and Mining Journal**, 99, 1-484.
- MÉNDEZ, M. L. (2009). **Conchillas: pueblo minero inglés en Colonia, Uruguay**. Entrevistado por N. Ricca, H. Ernst y D. Álvarez Programa Cable a tierra. Disponible desde: <youtube.com/watch?v=vEr0k5d5Rd8> (partes 1 y 2); <youtube.com/watch?v=KWoc2Rr87AM> (parte 3) [Acceso 24/2/2018].
- MIDOT, D. (1984). **Étude géologique et diagnostic métallogénique pour l'exploration du Secteur de Minas (Uruguay)**. Tesis Doctoral, Université Pierre et Marie Curie, París, 175 pp.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA (30/10/2017). Resolución 1024/17. «Dispónese la reserva minera a favor del Estado del área que se encuentra ubicada en la zona Centro-Este del país que comprende parte de los departamentos de Durazno, Florida, Treinta y Tres y Cerro Largo...». Disponible desde: <medios.presidencia.gub.uy/legal/2017/resoluciones/10/miem_438.pdf>
- MONTAÑO, J. (2004). Recursos hídricos subterráneos: el Sistema Acuífero Guaraní (SAG). En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (eds.), **Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Mesozoico**. 2.a ed. Montevideo, DIRAC. Disponible desde: <cuencas.fcien.edu.uy/extension/Cuencas%20Sedimentarias%20-%20Mesozoico.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- MONTGOMERY, CARL T.; SMITH, MICHAEL B. (2010). Hydraulic fracturing: history of an enduring technology. **Journal of Petroleum Technology** 62 (12), 26-32. Disponible desde: <ourenergypolicy.org/wp-content/uploads/2013/07/Hydraulic.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- MORALES DEMARCO, M.; OYHANTÇABAL, P.; STEIN, K. J.; SIEGESMUND, S. (2011). Black dimensional stones: geology, technical properties and deposit characterization of the dolerites from Uruguay. **Environmental Earth Sciences** 63 (7-8), 1879-1909. Disponible desde: <link-springer-com.proxy.timbo.org.uy/88/article/10.1007%2Fs12665-010-0827-5> [Acceso 7/2/2019].
- MORALES DEMARCO, M. (2012). **Mineralogical, petrophysical and economical characterization of the dimensional stones of Uruguay; implications for deposit exploration**. PhD thesis. Disponible desde: <webdoc.sub.gwdg.de/diss/2012/morales/> [Acceso 7/2/2019].
- MUZIO, R. (2000). **Evolução petrológica e**

BREVE HISTORIA DE LA EXPLORACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS EN URUGUAY Y PERSPECTIVAS A FUTURO

- geocronologia do Maço Alcalino Valle Chico, Uruguai.** Tese de Doutorado, IGCE-UNESP, Rio Claro, São Paulo, 170 pp.
- NATURAL RESOURCE GOVERNANCE INSTITUTE (2014). **Natural Resource Charter** (2nd ed), NRG Reader, 6 August 2014. Disponible desde: <resourcegovernance.org/sites/default/files/NRCJ1193_natural_resource_charter_19.6.14.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATÓMICA (1977). **Prospección de uranio.** Informe al Gobierno del Uruguay N.o 1269. Disponible desde: <inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/102/39102022.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (1976). Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Asistencia en exploración minera Uruguay. Conclusiones y recomendaciones finales del proyecto. Nueva York, Naciones Unidas.
- OROSUR (2012). Disponible desde: www.orosur.ca/pressreleases/2012/orosur-mining-inc-commences-drilling-at-mahoma-project-uruguay [Acceso 20/8/2018].
- OROSUR (2018). Loryser Reorganisation Proceedings and Creditor Protection Sought for Uruguayan Operations; Colombian Exploration Continues Forward. Press Release June 15th, 2018. Disponible desde: <www.orosur.ca/files/2018-06-15-OMI-Loryser-Reorganisation-Proceedings-PR-FINAL.DOCX.pdf>
- OYHANTÇABAL, P. (2005). **The Sierra Ballena Shear zone: kinematics, timing and its significance for the geotectonic evolution of southeast Uruguay.** Dissertation, University of Göttingen. Disponible desde: <ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B225-6/oyhantcabal_cironi.pdf?sequence=1> [Acceso 7/2/2019].
- SIEGESMUND, S., WEMMER, K. (2011). The Río de la Plata Craton: a review of units, boundaries, ages and isotopic signature. **International Journal of Earth Sciences**, 100 (2-3), 201-220. DOI: 10.1007/s00531-010-0580-8
- CINGOLANI, C. A.; WEMMER, K. AND SIEGESMUND, S. (2018). The Río de la Plata Craton of Argentina and Uruguay. In: Siegesmund, S.; Stipp Basei, MA; Oyhantçabal, P; Oriolo, S. (eds), **Geology of Southwest Gondwana**. Springer. Part II. Old Continental Landmasses. DOI: 10.1007/978-3-319-68920-3_4
- PARLAMENTO. Sobre la construcción del Palacio Legislativo. Disponible desde: <parlamento.gub.uy/sobreelparlamento/palacio/historia/texto> [Acceso 08/10/2018].
- PEEL CANABAL, E. (2012). Petrografía, geoquímica e geocronologia do Complexo Paso Del Dragón Nordeste do Uruguai: implicações geotectônicas na evolução do cinturão Dom Feliciano. Universidade de São Paulo.
- PERALTA LEONOR, F. (2009). **El MIEM: sus primeros 100 años y su rol en el siglo XXI.** Centenario del Ministerio de Industria, Energía y Minería, Montevideo. Disponible desde: <miem.gub.uy/sites/default/files/centenario_del_ministerio_de_industria_energia_y_mineria.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- PETROBRAS. Disponible desde: <petrobras.com/en/about-us/our-history/> [Acceso 08/10/2018].
- PETREL (July 2017). <petreleenergy.com/irm/PDF/2043_0/UruguayPresentation> [Acceso 08/10/2018].
- PIAGGIO, R. (2014). **Estrategia minera de Uruguay en el marco de un desarrollo sustentable.** Diálogo UE-América Latina sobre materias primas. Lima, Perú, 10-11 de marzo de 2014. Disponible desde: <ec.europa.eu/DocsRoom/documents/4908/attachments/1/translations/es/renditions/pdf> [Acceso 7/2/2019].
- PIRELLI, H. (2007). **Trabajos de prospección de Uranio realizados en Uruguay de 1949 a 1990.** MIEM DINAMIGE (Informe interno), Montevideo, Uruguay, 13 pp.
- POHL, W. L. (2011). **Economic Geology: principles and practice.** Wiley-Blackwell.
- POIRÉ, D. G. (2014). Grupo Mina Verdún. En: Bossi, J., Gaucher, C. (eds.), **Geología del Uruguay**. Tomo 1: Predevónico. Polo, Montevideo, pp. 233-251.
- González, P. D.; Canalicchio, J. M.; García Repetto, F. (2003). Litoestratigrafía y estromatolitos de la sucesión sedimentaria precámbrica de la cantera Mina Verdún, Minas, Uruguay. En: E. Peçoits (ed.), **Estratigrafía del Precámbrico del Uruguay**. Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología. Publicación especial 1, 108-123.
- González, P. D.; Canalicchio, J. M.; García Repetto, F.; Canessa, N. D. (2005). Estratigrafía del Grupo Mina Verdún, Proterozoico de Minas, Uruguay. **Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis**, 12, 125-143.
- PRECIOZZI, F.; BOSSI, J.; MORALES, H. (1991). The Uruguayan crystalline basement. In: Podozis, C. M. (ed), **Global Geosciences Transect, Valparaiso, Chile – Punta del Este, Uruguay**, UNESCO, Paris, pp. 1–35.
- REITMAYR, G. (2001). **Una espectacular peculiaridad uruguaya: la anomalía gravimétrica de la Laguna Merín.** 15.o Congreso Latinoamericano de Geología, 3.er Congreso Uruguayo de Geología, Actas Digitales, Montevideo.
- RONDA URUGUAY. Disponible desde: <http://www.rondauruguay.gub.uy> [Acceso 7/2/2019].
- ROSSI, P.; VAZ, N.; MASSA, E. (1981). La prospección de uranio en Uruguay, boletín 38.
- SAAP (2011). Solicitud de autorización ambiental previa. Proyecto Valentines - Minera Aratirí.

- Extracción y beneficiamiento de mineral de hierro, mineroducto y terminal portuaria.
- SACHS, L. & MAENNLING, N. (May 26 2015). Resource resilience: how to break the commodities cycle. **World Politics Review**. Disponible desde: <ccsi.columbia.edu/files/2015/11/World-Politics-Review-Resource-Resilience-How-to-Break-the-Commodities-Cycle-May-26-2015.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- SÁNCHEZ BETTUCCI, L., RAMOS, V. A. (1999). Aspectos geológicos de las rocas metavolcánicas y metasedimentarias del Grupo Lavalleya, sudeste de Uruguay. **Revista Brasileira de Geociências**, 29 (4), 557-570. Disponible desde: <ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/download/11021/10477> [Acceso 7/2/2019].
- OYHANTÇABAL, P.; LOUREIRO, J.; RAMOS, V. A.; PRECIOZZI, F. & BASEI, M. A. S. (2004). Mineralizations of the Lavalleya Group (Uruguay), a Probable Neoproterozoic Volcano-sedimentary Sequence. **Gondwana Research**, 7 (3), 745-751.
- SANTOS, J. O. S., HARTMANN, L. A., BOSSI, J., CAMPAL, N., SHIPILOV, A., PIÑEYRO, D. & MACNAUGHTON, N. J. (2003). Duration of the Trans-amazonian cycle and its correlation within South America base on U-Pb SHRIMP geochronology of the La Plata Craton, Uruguay. **International Geology Review**, 45 (27), 48 pp.
- SLACK, K. (2009). The role of mining in the economies of developing countries: time for a new approach. In: J. P. Richards (ed), **Mining, society, and a sustainable world**. Springer.
- SPANGENBERG, J.; FILIPPINI, J. (1985). **Inventario minero del Uruguay. Resultados de la prospección geoquímica del fotoplano Valentines**. MIEM DINAMIGE, División Adquisición y Procesamiento de Geodatos. Anexo I, II y III (Informe interno). Montevideo Uruguay 28pp.
- TECHERA, J. (2011). **Proyecto ágatas y amatistas. Fase II: exploración detallada de yacimientos de amatistas. Distrito Gemológico Los Catalanes, Artigas, Uruguay**. MIEM-DINAMIGE, División Geología. Disponible desde: <miem.gub.uy/sites/default/files/reporte_proyecto_agatas_y_amatistas_fase_ii.pdf> [Acceso 7/2/2019].
- UNCTAD (2018). UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. Investment Hub Policy. Investment Dispute Settlement. Disponible desde: <investmentpolicyhub.unctad.org/ISDS/Details/824> [Acceso 24/9/2018].
- UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (2011). Assessment of Potential Shale Gas and Shale Oil Resources of the Norte Basin, Uruguay, 2011. **Fact Sheet** 2011-3100. US Department of the Interior and US Geological Survey. (https://pubs.usgs.gov/fs/2011/3100/FS11-3100.pdf)
- VEROSLAVSKY, G.; UBILLA, M.; MARTÍNEZ, S. (2004). El Cenozoico. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (eds.), **Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico**. Montevideo, DIRAC. Disponible desde: <cuencas.fcien.edu.uy/extension/Cuencas%20Sedimentarias%20-%20Cenozoico.pdf>. [Acceso 7/2/2019].
- VEROSLAVSKY, G.; DE SANTA ANA, H. (2004). Calizas del Queguay: génesis y potencial económico. En: Veroslavsky, G.; Ubilla, M.; Martínez, S. (eds.), **Cuencas sedimentarias de Uruguay: geología, paleontología y recursos naturales. Cenozoico**. Montevideo, DIRAC. Disponible desde: <cuencas.fcien.edu.uy/extension/Cuencas%20Sedimentarias%20-%20Cenozoico.pdf>. [Acceso 7/2/2019].
- VON GEYER, F. (2009). Foreword. In: J. P. Richards (ed), **Mining, society, and a sustainable world**, Springer. Disponible desde: <link.springer.com/content/pdf/bfm%3A978-3-642-01103-0%2F1.pdf>. [Acceso 4/2/2019].
- WALTHER, K. (1932). **Sobre la existencia de yacimientos minerales y rocas explotables en la Rep. O. del Uruguay**. En: Apartado de la Revista de la Facultad de Agronomía, v. 6, pp. 37-74.
- WAYE, A.; YOUNG, D.; RICHARDS, J. P.; DOUCET, J. A. (2009). Sustainable development and mining: an exploratory examination of the roles of Government and industry. En: J. P. Richards (ed), **Mining, society, and a sustainable world**, Springer.
- WILL, T.; GAUCHER, C.; LING, X. X.; LI, X. H.; LI, Q. L.; FRIMMEL, H. E. (2019). Neoproterozoic magmatic and metamorphic events in the Cuchilla Dionisio Terrane, Uruguay, and possible correlations across the South Atlantic. **Precambrian Research** 320, 303-322.
- ZAMIN (2011). **Proyecto Valentines-Minera Aratirí. Solicitud de autorización ambiental previa**. Tomo I: Documentos del Proyecto. Montevideo, pp. 1-148.
- ZAMIN (2012). Zamin Ferrous website. No longer available. Disponible desde: < [25/5/2018].
- ZEEGERS, H.; BONNEFOY D.; GARAU M.; SPANGENBERG, J. (1981). **Inventario minero del Uruguay: resultados de la prospección geoquímica del fotoplano Las Flores**. Bureau de Recherches Géologiques et Minières-Instituto Geológico del Uruguay, Ministerio de Industrias y Energía. Disponible desde: <inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/39/102/39102031.pdf> [Acceso 08/09/2018].