

# HISTORIA NATURAL

Tercera Serie | Volumen 14 (3) | 2024/5-27

## INCIDENCIAS DE LA GEOLOGÍA EN LA SOCIEDAD PARAGUAYA

*Incidences of geology on the paraguayan society*

Moisés Gadea<sup>1</sup>, Pedro Benítez<sup>2</sup> y Romina Celabe<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigador categorizado PRONNI 1. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).  
Asunción, Paraguay. moi7moses@yahoo.com

<sup>2</sup>Estudiante de Geología. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales –  
Universidad Nacional de Asunción.

<sup>3</sup>Profesor Asistente. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.  
Universidad Nacional de Asunción.

**AZARA**  
FUNDACIÓN DE HISTORIA NATURAL

**umai** Universidad  
Maimónides

**Resumen.** La geología ha demostrado tener una influencia significativa en diversos aspectos que conforman la identidad nacional paraguaya, incluyendo la cultura, geografía, economía, demografía, ecología y el turismo. Este compendio preliminar destaca, desde una perspectiva social e histórica, cómo la geología ha impactado de forma constante y discreta tanto a Paraguay como a sus habitantes.

**Palabras clave.** Geología, Paraguay, Social, Historia.

**Abstract.** Geology has been shown to have a significant influence on various aspects that shape Paraguayan national identity, including culture, geography, economy, demography, ecology, and tourism. This preliminary compendium highlights, from a social and historical perspective, how geology has consistently and subtly impacted both Paraguay and its people.

**Key words.** Geology, Paraguay, Social, History.

## INTRODUCCION

Desde tiempos prehistóricos (2.5 millones de años a.C.) el hombre comenzó a utilizar rocas para la fabricación de herramientas de caza y pesca, lo que evidencia su capacidad para reconocer su entorno y los materiales terrestres que podrían ser útiles para su supervivencia. Mucho tiempo después, durante el auge de la primera Revolución Industrial en el siglo XVIII, la geología ya se diferenció oficialmente de las demás ciencias naturales como objeto de estudio, con la creación de mapas terrestres con sus respectivas unidades geológicas que permitían localizar hierro y carbón. Así también la paleontología, que, mediante el estudio de los fósiles era posible la interpretación del pasado de la Tierra (UTPL, 2021).

La Tierra ha proporcionado los recursos que han sido transformados en herramientas y tecnologías desde las primitivas hachas de los primeros días hasta los modernos ordenadores y teléfonos inteligentes. La humanidad surgió de su entorno natural, que nos enseñó a construir nuestros propios espacios vitales artificiales: aldeas y ciudades, así como herramientas necesarias para habitar y prosperar en ellos. La Tierra ha influido en la humanidad de formas inesperadas, además de crear condiciones que han contribuido a la dispersión de la especie humana por todo el mundo. A lo largo del tiempo, ha dado lugar a nuevos paisajes y cambios climáticos que han marcado el desarrollo de la civilización, teniendo un impacto significativo en la expansión y existencia de la sociedad humana (Nazaruk y Maksymenko, 2021).

Actualmente, la geología se considera uno de los factores más relevantes para el desarrollo humano. En particular, influye en nuestra evolución social y es clave para abordar los desafíos asociados al crecimiento de las áreas urbanas en países emergentes mediante una gestión territorial que

promueva el bienestar social (Mata y Mata, 2011).

La geología, también conocida como Ciencias de la Tierra o Geociencias, estudia la Tierra, su estructura, los procesos que la afectan y cómo ha evolucionado a lo largo de su historia. En la superficie terrestre se encuentran la mayoría de los recursos esenciales para la humanidad, como la energía, los minerales, el agua y los alimentos. De la Tierra se extraen los materiales necesarios para construir infraestructuras como carreteras, puentes, presas y túneles, entre otros proyectos importantes. La geología abarca una amplia variedad de áreas, que incluyen la gestión sostenible del agua potable, la energía, el medio ambiente y la mitigación de riesgos naturales. El papel del geólogo es clave para optimizar el uso de los recursos que la Tierra nos ofrece (ICOG, 2015).

Este manuscrito busca evaluar la influencia de la geología en la sociedad paraguaya, enfocándose en su impacto social. Aunque se tiene conocimiento de las actividades geológicas a nivel local, no se ha examinado en profundidad la importancia o el grado de influencia que esta ciencia y sus aplicaciones tienen a nivel nacional.

El objetivo final de este compendio es la integración coherente de todos los datos recopilados y su posterior evaluación.

## METODOLOGIA

Este análisis se realiza desde dos perspectivas: la histórica y la social. Para abordar la primera, se consideran hechos pasados verificados, por lo que la revisión se fundamenta en bibliografía especializada, sobre todo en textos sobre la historia de Paraguay. Desde la perspectiva social, se complementa el estudio teniendo en cuenta las actividades geológicas actuales reconocidas. Aunque se abarca un amplio espec-

tro de actividades, el enfoque se centra en aquellas relacionadas con la geología que poseen mayor relevancia tanto histórica como actual.

## RESULTADOS

### 1. El descubrimiento de Paraguay.

#### Juan Díaz de Solís

*Se propone que Paraguay fue descubierto por razones geológicas.* Díaz de Solís fue designado por los Reyes Católicos con la misión de encontrar un paso que conectara los océanos Atlántico y Pacífico hacia el sur, con el objetivo final de acceder a las riquezas minerales (Pigna, 2005).

Durante sus exploraciones en el estuario del Río de la Plata (conocido entonces como Mar Dulce), Juan Díaz de Solís y su tripulación de una de las carabelas (fueron en una flota de tres naves), desembarcaron en la isla de San Martín. Sin embargo, fueron atacados por los indígenas de la zona, lo que resultó en la muerte de Solís y otros ocho marinos. Ante la hostilidad de los habitantes locales, la flota decidió retirarse de inmediato y regresar a España (Pigna, 2005; Rivarola, 2010).

#### Alejo García

Durante el regreso a España, una de las carabelas naufragó en la zona del Puerto de los Patos (isla de Santa Catalina), lo que llevó a dieciocho exploradores a buscar refugio en la costa. De estos, siete fueron capturados por los portugueses y llevados a Lisboa. Alejo García, Melchor Ramírez y Enrique Montes permanecieron en la costa atlántica (Rivarola, 2010).

Los españoles que sobrevivieron al naufragio de la expedición de Juan Díaz de Solís, entre ellos Alejo García, fueron informados por los indígenas sobre la existencia de la *Sierra de la Plata*, quienes además les mostraron muestras de piezas de plata provenientes de esa región (Domínguez, 2018; Rivarola, 2010).

Por orden de Martín Alonso de Sosa, capitán, se organizó una expedición compuesta por cuatro portugueses y un grupo de indígenas, con el propósito de realizar descubrimientos hacia el oeste (Díaz de Guzmán, 1980).

En 1524, partieron desde la costa atlántica y cruzaron la región de Guairá, en Brasil, la cual fue reconocida por primera vez durante esta travesía. Siguieron el curso del río Yguazú hasta llegar al río Paraná, en la zona de Monday, y finalmente alcanzaron el río Paraguay, en el puerto de San Fernando, donde encontraron a una gran cantidad de indígenas. Algunos de estos se unieron al grupo que continuó su viaje hacia el oeste, llegando finalmente a Charcas (Cardozo, 1938; Díaz de Guzmán, 1980; Rivarola, 2010).

Regresaron cargados con los ansiados metales, junto con un botín de vestimentas, vasijas, vajillas, piezas de oro, coronas de plata y otros objetos de metal, incluido el cobre. Durante el retorno, enfrentaron numerosas penurias, sufriendo hambre y participando en conflictos armados hasta llegar a Paraguay. Alejo García envió a dos compañeros para informar al capitán Martín Alonso de Sosa sobre los resultados preliminares de la expedición, quienes llevaron consigo algunas muestras de los metales obtenidos (Cardozo, 1938; Díaz de Guzmán, 1980).

#### Sebastián Gaboto

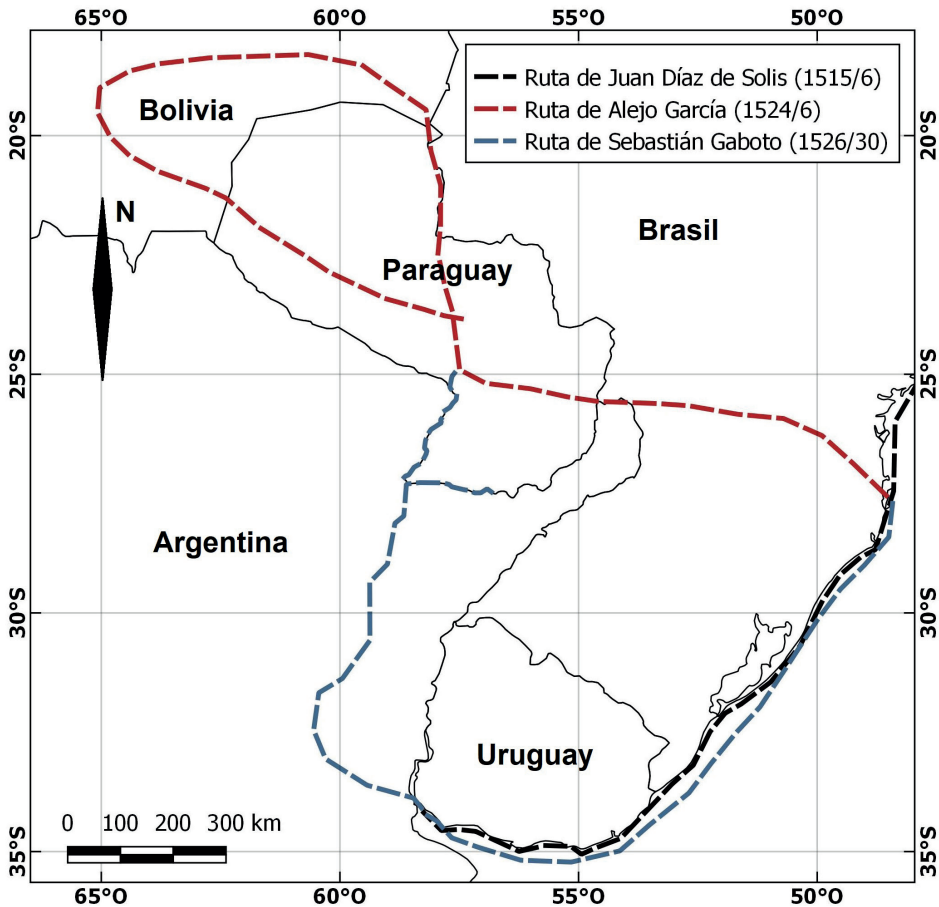
Cuando Gaboto llegó a Sudamérica, específicamente a Pernambuco en junio de 1526, recibió noticias sobre los descubrimientos

de Alejo García y las fabulosas riquezas en el territorio del *Rey Blanco*, al cual se podía acceder a través del Río de Solís. En la isla de Santa Catalina, Gaboto se encontró con Montes y Ramírez, quienes habían acompañado a García en su expedición hacia el oeste y llevaban consigo muestras de oro y plata provenientes de las regiones andinas. Ellos informaron a Gaboto acerca de sus hallazgos (Kleinpenning, 2003).

El 28 de marzo de 1528, Gaboto remontó el río Paraguay, convirtiéndose en *el primer europeo en alcanzar el Paraguay por vía fluvial*,

similar a lo que Alejo García había logrado por tierra. Llegaron hasta Angostura (Villa), situada al sur de Asunción, pero fueron interceptados por los indígenas payaguaes, quienes les impidieron continuar su avance hacia el norte (Du Graty, 1862; Kleinpenning, 2003).

Se propone que estas regiones del territorio paraguayo fueron descubiertas debido al interés en localizar riquezas de oro y plata. Alejo García y Sebastián Gaboto emprendieron expediciones con el propósito de encontrar las tierras donde se les había informado



**Figura 1** - Rutas aproximadas realizadas por Juan Díaz de Solís, Alejo García y Sebastián Gaboto en la cuenca del Río de la Plata a principios del siglo dieciséis (Modificado de Kleinpenning, 2003).

que abundaban los metales preciosos. Esta motivación impulsó a ambos exploradores, por casualidad, a ser los primeros europeos en llegar al Paraguay: García lo hizo por tierra, y Gaboto, por vía fluvial.

## 2. La Fundación de la Ciudad de Villarrica del Espíritu Santo\*

La ciudad de Villarrica del Espíritu Santo, capital del Guairá, cuarto departamento de Paraguay, fue fundada el 14 de mayo de 1570 por el explorador español Ruy Díaz de Melgarejo en tierras del cacique Cuarcyverá (González Torres, 2015).

El asentamiento original se localizaba entre las nacientes de los ríos Piquiry y Hubybay, en una región habitada por los indígenas Ybyrayas, dentro de la antigua provincia de Guairá. Esta provincia correspondía, en términos geográficos y de superficie, a aproximadamente tres cuartas partes del actual estado de Paraná, en Brasil (Cardozo, 1938).

Ruy Díaz de Melgarejo bautizó la ciudad como Villarrica del Espíritu Santo, motivado por su convicción de que en esas tierras se encontraban minas de oro y plata, según relatos proporcionados por los indígenas. Además, la fundación coincidió con la celebración de la Pascua del Espíritu Santo. (Cardozo, 1938).

Villarrica es conocida como la *ciudad andariega* debido a las numerosas migraciones que experimentó a lo largo de su historia, motivadas por los asaltos e invasiones de traficantes de esclavos portugueses. La ciudad fue trasladada a varias ubicaciones geográficas hasta que finalmente se asentó en el lugar donde se encuentra en la actualidad (González Torres, 2015).

\*Tema desarrollado por el profesor Darío Gómez Duarte en mayo del 2011 en la ocasión de la Semana del Geólogo, en el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad

Nacional de Asunción.

La ciudad de Villarrica fue fundada originalmente debido a la presunta existencia de valiosos recursos minerales en sus alrededores.

## 3. Las Reducciones Jesuíticas.

La Compañía de Jesús, una orden religiosa fundada por San Ignacio de Loyola en 1540, es conocida en la actualidad por sus miembros, llamados jesuitas (Heguy, 2012).

La intención original en Paraguay para la creación de estos núcleos poblacionales, conocidos como reducciones, era la evangelización de los indígenas en regiones selváticas e inhóspitas, con un enfoque en actividades intelectuales, pedagógicas y asistenciales (Heguy, 2012).

Las Reducciones Jesuíticas eran asentamientos habitados por indígenas que previamente vivían dispersos en las selvas, siguiendo sus costumbres ancestrales. Estos fueron reunidos, por la diligencia de los Padres jesuitas, en grandes poblaciones donde adoptaron una vida más estructurada, tanto en lo político como en lo social. Las reducciones eran dirigidas bajo el liderazgo político y religioso de los sacerdotes jesuitas, desde su origen en 1607 hasta 1768, cuando la orden fue expulsada del país (Rivarola, 2010; Ruta Jesuítica, 2023).

En el territorio paraguayo se fundaron ocho reducciones: *Jesús de Tavarangué, Santísima Trinidad del Paraná, Nuestra Señora de la Encarnación de Itapúa, San Cosme y San Damián, Santiago Apóstol, Santa Rosa de Lima, Santa María de Fe y San Ignacio Guazú*. De estas, las reducciones de Jesús de Tavarangué y Santísima Trinidad del Paraná, las mejor conservadas, fueron declaradas Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO en 1993 (ACEID, 2016; Rubiani, 2019).

Las edificaciones de las reducciones jesuíticas seguían un diseño uniforme, lo que ha-



cía difícil diferenciarlas entre sí. En el centro de cada asentamiento se encontraba una plaza cuadrangular, desprovista de vegetación y con una cruz en cada esquina. En uno de sus lados se levantaba la iglesia, la Casa de los Padres, llamada Colegio, junto con las oficinas y almacenes. En los otros lados de la plaza se ubicaban las casas de los indígenas, organizadas en manzanas simétricas y separadas por calles rectas (Cardozo, 2007).

En cuanto a los materiales de construcción, las casas originalmente tenían techos de paja y paredes de cañas revestidas con barro, aunque con el tiempo mejoraron sus diseños. Las tejas se fabricaban con barro, y en ausencia de cal, utilizaban caracoles calcinados como sustituto. Para los revoques, empleaban una arcilla especial conocida como *tabatinga* (Cardozo, 2007).

Inicialmente, las iglesias misioneras contaban con un armazón de madera rodeado por muros de adobe o piedra, aunque en general los materiales de construcción eran mixtos. Con el tiempo, el uso de la piedra se extendió considerablemente, dando lugar a la construcción de muros, mamposterías y frontones de piedra labrada. En la reducción de San Ignacio Guazú se pueden reconocer estilos barrocos (Ruíz, 2017).

La piedra se utilizó en diversos elementos de construcción, como cimientos, techos (en las reducciones de San Miguel en Brasil y Trinidad), casas, muros, aposentos, baptisterios y arquerías, así como en la decoración interna de templos. Algunas iglesias, como las de San Cosme, Jesús y Trinidad, fueron completamente construidas con piedra de sillería y pueden competir con las más grandes de América. Estas iglesias, construidas con magnificencia y elaboradas con piedra labrada, reflejan el talento de los indígenas, que podrían haber sido admiradas en cualquier ciudad europea (Ruíz, 2017).

Este material de construcción se obtenía de un lugar llamado *Tambura*, situado a pocos kilómetros de la reducción de San Cos-

me. Los muros fueron construidos con sillares de asperón rojo, provenientes de una cantera en las orillas del arroyo Cambay, y se utilizaba cal de Itaendy (Jesús) (Ruíz, 2017).

En relación con las piedras que se utilizaron ampliamente como materiales de construcción y elementos decorativos, es importante destacar las fuentes de estos recursos. Según el mapa geológico del Proyecto PAR (1986), las reducciones de Jesús, Trinidad, Itapúa y San Cosme se encuentran en el contexto de la Ruta N° 6 *Doctor Juan León Mallorquín*, en el departamento de Itapúa. Esta ruta atraviesa terrenos donde predominan los basaltos cretácicos de la Formación Alto Paraná, alternando con exposiciones de las areniscas rojas triásico-jurásicas de la *Formación Misiones*.

Por otro lado, las reducciones de Santiago, Santa Rosa, Santa María de Fe y San Ignacio Guazú se encuentran ubicadas en las proximidades de la Ruta Internacional N° 1 *Mariscal Francisco Solano López*, en el departamento de *Misiones*. En esta región, las areniscas rojas de la *Formación Misiones*, designadas como la unidad geológica tipo, se extienden a lo largo de amplias áreas (Proyecto PAR, 1986).



**Figura 2** - En la reducción de Jesús Tavarangué. Imagen de UNESCO/CPE (2024).

Para la construcción de las reducciones, los jesuitas emplearon principalmente ma-

teriales mixtos, como adobe, madera, paja y piedra. Sin embargo, la mampostería de piedra de tipo sillería era común, y algunas iglesias, como la de Trinidad, fueron erigidas completamente con piedra bruta y piedra labrada.

Esta piedra es la arenisca roja de la Formación Misiones, que abunda en la región donde se establecieron las Reducciones Jesuíticas en Paraguay. Sin estos materiales pétreos, los establecimientos de los jesuitas no habrían tenido la apariencia ni el nivel de sofisticación con que fueron construidos.

#### 4. Carlos A. López y la Guerra Grande

La Revolución Industrial fue un conjunto de procesos que transformaron las instituciones, la tecnología y la economía. La industrialización surgió a partir de una serie de innovaciones tecnológicas que reemplazaron la capacidad humana por herramientas mecánicas y la fuerza humana y animal por energía inanimada (Chaves, 2004; Escudero, 2009).

Esta serie de innovaciones tecnológicas se dividió en dos fases bien definidas, separadas aproximadamente por el año 1870. La primera fase se desarrolló principalmente en Gran Bretaña, y otras naciones que lograron un avance similar lo hicieron siguiendo su ejemplo. La segunda fase fue más diversa, con una mayor expresión en Estados Unidos y Alemania (McNeill, 1970; Chaves, 2004).

La primera fase se centró en dos elementos clave: el carbón y el hierro. Esta tecnología alcanzó su apogeo alrededor de mediados del siglo XIX, con el funcionamiento de ferrocarriles, hilanderías de algodón y diversas máquinas. También incluyó avances en metalurgia e imprenta, así como nuevas especializaciones profesionales que impactaron la estructura de la sociedad británica (McNeill, 1970).

Las primeras exploraciones mineras en Paraguay fueron realizadas en 1847 por un oficial polaco al servicio del gobierno, lo que resultó en el descubrimiento de ricas minas de hierro, incluyendo oligisto puro, oligisto con manganeso y piritita (Demersay, 1860).

Durante el apogeo de la Primera Revolución Industrial en Europa, el presidente Carlos Antonio López se propuso industrializar Paraguay. Como medida inicial, estableció en 1850 la fábrica de fundición de hierro en Ybycuí, conocida como *El Rozado* (Verón, 2011).

En 1855, adquirió en Inglaterra un buque a vapor, al que se le dio el nombre de *Tacuary*, el cual llegó a Asunción ese mismo año. En 1856, impulsó la construcción del primer ferrocarril, y en 1858, promovió la reactivación del arsenal. Además, fomentó el desarrollo del astillero, que llegó a ser el segundo más importante de la región, superado sólo por el de Río de Janeiro (Pérez Acosta, 2011).

Se destaca que en esa época Paraguay importó avances tecnológicos de clase mundial. Algunos autores se refieren al presidente Carlos Antonio López como el *Vulcano Guaraní*. *Vulcano*, o *Hefesto* en la mitología griega, era el dios del fuego y la fragua, encargado de moldear los metales. Era considerado el patrón de la metalurgia y de los artesanos (Verón, 2011).

En relación con la Fundición de Ybycuí, el gobierno estableció esta siderurgia para refinar el hierro extraído de las minas de Quyquyhó, Caapucú y San Miguel, con el objetivo de asegurar el autoabastecimiento interno. Así, en situaciones especiales, el país no dependería de la industria extranjera para la obtención de hierro (Du Graty, 1962).

Originalmente, en Ybycuí se producían herramientas de labranza, utensilios de cocina, barandillas, escaleras, balcones, vigas, puentes y rieles para el ferrocarril, entre



otros. Sin embargo, la extensión de la vía férrea en Paraguairí se interrumpió con el estallido de la Guerra Grande. Los materiales destinados a la construcción de rieles fueron redirigidos a la fundición de Ybycuí para fabricar armamento y suministros bélicos para el Ejército en plena campaña (Verón, 2011).

Tras la derrota en la batalla naval de Riachuelo, el 11 de junio de 1865, en la zona de Corrientes, Paraguay quedó completamente aislado del resto del mundo por las fuerzas aliadas. Este bloqueo impidió la recepción de material bélico y otras provisiones desde el extranjero, lo que obligó al país a recurrir al autoabastecimiento para producir su propio armamento (Mendoza, 2010; Von Horoch y Angulo, 2020).

La explotación minera tuvo un papel importante en el país, ya que proporcionaba materiales esenciales para el esfuerzo bélico. En primer lugar, se extraía hierro, seguido de azufre y salitre, este último utilizado como ingrediente clave en la fabricación de pólvora. La producción de pólvora se realizaba mucho antes del inicio de la guerra, y el salitre se obtenía de diversos lugares como Bovi, Yuty, San Juan Nepomuceno, Barrero, San José de los Arroyos y Ajos (Pérez Acosta, 2011).

La responsabilidad de abastecer de municiones para la artillería, balas, bombas y proyectiles de obús recayó completamente en la fundición de hierro de Ybycuí. Durante noviembre y diciembre de 1866, dicha fundición alcanzó hitos significativos en la producción de proyectiles (Mendoza, 2010).

El 9 de junio de 1869, las fuerzas aliadas desmantelaron las máquinas de la fundición y luego dinamitaron el complejo de Ybycuí. Posteriormente, el 7 de agosto del mismo año, destruyeron las instalaciones de la fábrica de pólvora en Valenzuela (Mendoza, 2010; Rubiani, 2014).

Las principales minas de las que se ex-

traía el mineral de hierro fueron las siguientes: hematita y magnetita en la mina *Apichapa*, Caapucú; hematita y pirita en el depósito *Del Puerto*, Caapucú; hematita en el depósito *al sur* de Caapucú; hematita y magnetita cerca de *Paso Pindó*, Caapucú; y magnetita y hematita en *Ita Cué*, San Miguel, Misiones. En *Quyquyhó*, se encontraba la mina *Aguirre Cué* (sin datos sobre el tipo de mineral) según Eckel (1959). Las minas de Caapucú tenían una mayor concentración de hierro en comparación con las de San Miguel (Du Graty, 1962).

Durante la guerra, la mina más importante para la obtención de azufre fue Minas Cué, en la zona de Valenzuela. El azufre se extraía de nódulos de sulfuro de hierro presentes en las lutitas de las rocas sedimentarias del Paleozoico (Harrington, 1972). Aproximadamente 1,000 personas trabajaban en este yacimiento, en su mayoría mujeres (Eckel, 1959). El director de la mina fue el ingeniero de minas inglés Charles Twite, quien también había descubierto el yacimiento (Archivo Nacional, 1867; Plá, 1985).

Se destaca el impacto que tuvo la geología en la sociedad paraguaya de la época. Durante la presidencia de Carlos Antonio López, en un período de paz y desarrollo tecnológico, el laboreo del hierro se convirtió en la actividad principal de producción, lo que llevó a la creación de la planta siderúrgica en Ybycuí. El hierro extraído de los yacimientos nacionales era transportado a la fundición para fabricar una variedad de objetos de uso civil.

Sin embargo, es importante señalar que, tras el estallido de la guerra, la fundición de hierro en Ybycuí experimentó un cambio significativo en su rubro de producción, especialmente después del bloqueo territorial impuesto por los aliados. Para sostener la defensa nacional, la única alternativa viable fue la dependencia de la producción local de material bélico, lo que incluía la fa-

bricación de pólvora y municiones para la artillería a partir de minerales locales. Este autoabastecimiento contribuyó a la prolongación del conflicto.

## 5. En la Guerra del Chaco (1932 – 1935)

Tras el término de la Guerra Grande, Paraguay cedió parte del Chaco a Argentina. Ante esta situación, el gobierno boliviano solicitó aclaraciones, argumentando que esas tierras pertenecían a su soberanía (Monte, 2022).

Sin embargo, el gobierno argentino reclamaba una franja territorial más extensa, que se extendía al norte del río Pilcomayo hasta el río Verde en el bajo Chaco. A través del laudo del presidente de los EE. UU., Rutherford Hayes, ese territorio fue concedido a Paraguay en 1878, aunque Bolivia se negó a reconocerlo (Cardozo, 2007; Mendoza, 2013).

Según Chiavenato (1989), la Guerra del Chaco fue una de las consecuencias de la Guerra del Pacífico. El reclamo boliviano de sus derechos territoriales se intensificó debido a su interés por acceder al Atlántico a través del río Paraguay, tras la pérdida de su litoral sobre el océano Pacífico durante la guerra contra Chile (Cardozo, 2007).

Además del resultado adverso en la Guerra del Pacífico, porción de la Bolivia amazónica conocida como Acre fue desmembrada en 1867 (Tratado de Ayacucho) y en 1903 (Tratado de Petrópolis) para ser anexionada por Brasil. Ante tales infortunios históricos, el presidente Salamanca pregonaba que una guerra contra el Paraguay representaría la reivindicación del honor nacional propio, confiando en una victoria segura (Roniger y Senkman, 2019; Cardozo, 2007).

En este clima de animosidad entre ambas naciones, donde los tratados de 1897, 1887 y 1894 sobre cuestiones limítrofes no

fueron ratificados, surge un elemento altamente perturbador con el descubrimiento de petróleo en el territorio en disputa. Según el ingeniero Enrique Mariaca Bilbao, para 1916, casi cien compañías en Bolivia ya habían recibido concesiones para la exploración de petróleo (Seiferheld, 1983; Cardozo, 1998).

El descubrimiento de petróleo en la zona del Chaco disputada por Bolivia y Paraguay atrajo el interés de compañías estadounidenses, dada la promesa de ricos yacimientos. La *Standard Oil* se estableció en Bolivia a través de concesiones obtenidas mediante la empresa intermediaria *Standard Motor Oil of Bolivia*, que por ley obtuvo el monopolio de la explotación petrolera en el país. Desde la década de 1920, esta compañía explotó yacimientos tanto en Bolivia como en Argentina (Seiferheld, 1983; Chiavenato, 1989).

En 1929, Standard Oil ya había perforado 21 pozos. Sin embargo, surgió el problema del transporte del petróleo hacia los centros de consumo a través de vías fluviales. Para resolverlo, el gobierno boliviano solicitó permiso a Argentina para construir oleoductos que llegaran a las orillas del río Paraguay (en la zona de Formosa) o del río Paraná (en Santa Fe o Campana). Esta solicitud fue denegada, ya que se consideraba perjudicial para los intereses económicos de Argentina y por la influencia de la petrolera Royal Dutch Shell, que operaba en Argentina y competía con Standard Oil (Seiferheld, 1983).

Ante esta situación, el presidente Salamanca emitió un pronunciamiento el 6 de agosto de 1932 en los siguientes términos: *No es posible que Bolivia se resigne a ser una nación perpetuamente enclaustrada. Bastará mencionar un caso en este momento. Bolivia tiene en la vertiente oriental de sus montañas grandes riquezas petrolíferas, con varios pozos ya perforados que podrían entrar en inmediata explotación. Harto necesita de esos recursos y*

*se ve obligada a contemplar a la Argentina porque este país, en vista de sus intereses, le cierra el paso con fuertes derechos protectores. El remedio natural y lógico sería el de construir un oleoducto al río Paraguay. Pero allí está la República del Paraguay, detentadora de territorios bolivianos, cerrándole también el paso. Bolivia no puede resignarse a vivir miserablemente como país aislado del mundo y tiene que buscar las condiciones necesarias a la plenitud de su vida (Seiferheld, 1983).*

Estas circunstancias llevaron inevitablemente al estallido de la guerra. La necesidad de encontrar una salida para el petróleo boliviano a través del río Paraguay, cruzando territorio paraguayo, fue un factor determinante en el inicio del conflicto. Para asegurar la exportación de su principal recurso, Bolivia consideró imprescindible la conquista del Chaco paraguayo (Seiferheld, 1983; Mendoza, 2013).

La Standard Oil ejercía una considerable influencia en el Senado de los Estados Unidos. A cambio de las tierras concedidas para la exploración y explotación de petróleo en Bolivia, la compañía facilitó préstamos destinados a la compra de armamento y combustible, necesarios para apoyar la intención de iniciar una guerra contra Paraguay. El presidente Salamanca propuso que el préstamo de 14 millones de dólares estadounidenses se destinara a fines bélicos (Cardozo, 2007; Mendoza, 2013).

Según palabras del expresidente de Bolivia, el doctor Bautista Saavedra: (...) *suscribimos con la Standard Oil la exploración del petróleo, a base de que esa poderosa compañía llevase a las regiones del sudeste y oriente de la república signos evidentes de soberanía y atrajese población, abriese caminos e industrializase lugares desiertos o donde la vida nacional era escasa. La guerra que vino después probó cómo sin los caminos que trabajó esa compañía, que sirvieron algunos para la comunicación con centros de población como Santa Cruz, y sin la destilación de la gasolina para proveer en parte*

*las necesidades del servicio de camiones, auto-vehículos, aviones etc., no se habría podido sostener la guerra ni en un tercio de tiempo que se sostuvo (Seiferheld, 1983).*

El presidente de Paraguay, Eusebio Ayala se expresó de esta manera a su ministro Vicente Rivarola: (...) *durante el conflicto, la Standard Oil adquirió casi la totalidad de los yacimientos pagando fuertes sumas que Salamanca invirtió en armamentos. Y continuaba: El petróleo en la cuestión del Chaco es un factor muy importante. Existe la más fundada sospecha de que la guerra del Chaco fue causada por la necesidad de dar salida a los productos por un oleoducto exclusivamente controlado por la Standard Oil (...)* (Seiferheld, 1983).

A pesar de todas las afirmaciones sobre la responsabilidad del petróleo, y en particular de la Standard Oil como instigadora del conflicto, para muchos estas seguían siendo meras conjeturas. Sin embargo, el último elemento detonante provino de una fuente inesperada: el Senado de los Estados Unidos. El 30 de mayo de 1934, el senador de Luisiana, Huey Pierce Long, pronunció un discurso acusatorio y vehemente contra la Standard Oil desde la tribuna del Congreso:

*(...) La Standard Oil Co. de New Jersey (...), ha encontrado necesario poseer el territorio del Chaco (...)*

*Se ha descubierto petróleo en el Chaco y en Bolivia. Parece que costará mucho dinero alcanzar la parte profunda del río con el petróleo de la Standard Oil Co. que se ha descubierto en Bolivia, y Bolivia, por eso, se encuentra necesitada de un oleoducto hacia las aguas paraguayas navegables (...)*

*(...) No solamente eso, sino que el territorio del Chaco es rico en sí mismo en recursos naturales y probablemente en depósitos minerales. De modo que se ha desencadenado una guerra; ¿financiada por quién? (...) Pero la Standard Oil de los Estados Unidos y otros intereses afiliados son culpables de promover esta guerra y proveer fondos a Bolivia sin otro propósito (...)*

que arrebatar ese territorio a aquel pequeño país sudamericano (...)

(...) Bolivia, mediante la ayuda de la Standard Oil Co., se ha equipado abundantemente con municiones de guerra y otros combustibles necesarios para emprender su guerra ofensiva contra el Paraguay (Seiferheld, 1983).

El senador Long arremetió en varias ocasiones contra la Standard Oil en el Senado de los Estados Unidos, lo cual resonó en Asunción. El 8 de septiembre de 1935, seis meses después del fin de la contienda, Long fue asesinado tras ser tiroteado a la salida de una sesión de la Cámara de Diputados en Luisiana. Falleció dos días después en un crimen no esclarecido, atribuido a circunstancias relacionadas con la política interna de los Estados Unidos (Seiferheld, 1983).

Durante el transcurso de la contienda, el Fortín Loma Vistosa fue renombrado como Senador Long en reconocimiento a su denuncia. En Paraguay, su valentía sigue siendo recordada, y en la actualidad, una calle en la capital lleva su nombre en homenaje a su memoria (Seiferheld, 1983).

### El agua en la Guerra del Chaco

El territorio en disputa se caracterizaba por su hostilidad, especialmente por la escasez de agua potable. La Guerra del Chaco se libró principalmente en las vastas y monótonas llanuras del Chaco central, con sus bosques bajos, vegetación espinosa y ausencia de árboles frutales. El agua subterránea era tan amarga y salada que resultaba imbebible, incluso en situaciones de extrema sed. El control del agua se convirtió en un factor crucial para ambos ejércitos, y en muchas ocasiones fue determinante en el desenlace de las batallas (Chiavenato, 1989; Seiferheld, 2007).

El problema del agua en el Chaco era una prioridad absoluta, el más apremiante

de todos, y su solución fue alcanzada con grandes dificultades, siendo uno de los mayores logros de la técnica nacional durante la guerra. En tiempos de paz, las aguadas conocidas eran suficientes para las unidades locales, pero ante la presencia de 10,000 efectivos del ejército y una gran cantidad de animales, surgieron situaciones críticas (Centurión, 1970; Cardozo, 1998).

En 1938, una misión militar aérea de los Estados Unidos identificó, en la zona de combate, puntos blancos que no habían podido distinguir desde la altura. Al aterrizar, confirmaron que en esos lugares se apilaban montones de esqueletos de soldados que habían muerto de sed (Chiavenato, 1989).

Según el teniente Luis Vargas Peña, quien combatió en la guerra, el agua era tan vital como un soldado. El Mariscal Estigarribia entendió claramente esta importancia: *quien asegura el agua, gana la guerra; quien pierde el agua, muere*. De hecho, muchos soldados fallecieron por deshidratación, a lo que se sumaron la insolación, el hambre y las enfermedades (Chiavenato, 1989).

La misión de los zapadores del Ejército Paraguayo fue de suma importancia durante la guerra. Estos soldados se dedicaban a establecer caminos a través de la selva, lo que resultó crucial para muchas victorias. Entre ellos se encontraban los zapadores cateadores, liderados por el capitán León Fragnaud (de origen francés), quienes se encargaban de perforar pozos e instalar bombas motorizadas para extraer agua. El hallazgo de agua era considerado una victoria, equiparable a la captura de una posición enemiga. El capitán Fragnaud, a quien algunos consideran un aporte encubierto de Argentina debido a su experiencia en el Chaco argentino (Villar, 2024, comunicación personal), era conocido como el *mariscal del agua*, y su llegada a las zonas de batalla era aclamada por los soldados

(Caballero, 1939; Cardozo, 1998; Seiferheld, 2019; Verón, 2020).

### El tratado de paz y la demarcación de límites

El 21 de julio de 1938 se firmó el Tratado de Paz. Para definir los límites territoriales, Paraguay y Bolivia acordaron un arbitraje basado en la equidad y no en el derecho, lo que resultó en la cesión de territorio en la zona del río Parapití, de acuerdo con el laudo emitido el 10 de octubre de 1938. Este acuerdo se produjo tras conquistas militares que causaron numerosas pérdidas en el Ejército Paraguayo. El territorio cedido supera los 100,000 km<sup>2</sup>. (Samaniego, 1976; Cardozo, 2020).

Según el historiador Seiferheld (1983), las negociaciones sobre los límites fronterizos se centraron en el interés de Bolivia por preservar las zonas petrolíferas conocidas, a lo que finalmente Paraguay accedió: *En puridad de verdad, lo único que existía de concreto era que Bolivia conservaba como un secreto de gran valor, la información de que la zona de Mandyyupecua, ocupada por el Ejército paraguayo, era sumamente rica en petróleo, a tal punto que Bolivia cedería finalmente en la mesa de negociaciones sus pretensiones de obtener un puerto de aguas profundas sobre el río Paraguay, a cambio del compromiso paraguayo de desocupar Mandyyupecua, como a la postre aconteció (...)*

En esta sección, se argumenta que la geología tuvo un impacto significativo en los aspectos económicos, militares y geopolíticos de la Guerra del Chaco. En el ámbito económico, los diferendos limítrofes entre Bolivia y Paraguay existían desde hacía décadas, pero el interés por apropiarse del Chaco se intensificó con el descubrimiento de petróleo y sus prometedoras reservas.

Debido al enclaustramiento geográfico de Bolivia, que limitaba su capacidad para

exportar el petróleo obtenido por la Standard Oil Co. en la zona del río Parapití, el gobierno boliviano no vio otra alternativa que iniciar una guerra con Paraguay. Su objetivo era emplazar oleoductos en el territorio chaqueño (bajo soberanía boliviana) y establecer puertos sobre el río Paraguay.

En el ámbito militar, el control del agua resultó determinante en el desenlace de la mayoría de las batallas durante la campaña bélica, especialmente en la zona del Chaco central, donde el agua potable es escasa. Se registraron numerosas bajas debido a la deshidratación.

Desde el punto de vista político, los yacimientos petrolíferos conocidos en el suroriente boliviano influenciaron la demarcación final de las fronteras entre Bolivia y Paraguay. A pesar de la conquista militar paraguaya en la zona petrolera, esa región fue cedida durante las negociaciones del Tratado de Paz en 1938. Por lo tanto, se propone que la posesión de las reservas petrolíferas tuvo un papel significativo en la definición final del territorio paraguayo en ese borde.

### 6. La Distribución Demográfica en el Territorio Paraguayo

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, se estima que la población total de Paraguay en 2023 es de 7.554.796 habitantes. Es relevante señalar que casi el 97% de la población se concentra en la Región Oriental, mientras que el 3% restante reside en el Chaco paraguayo. Esto es notable, dado que el Chaco representa aproximadamente el 60% del territorio del país, una extensión mayor que la región contigua al este del río Paraguay, que ocupa alrededor del 40%.

El aspecto que dificulta el establecimiento de polos urbanos y el desarrollo de la Región Occidental no reside principalmente



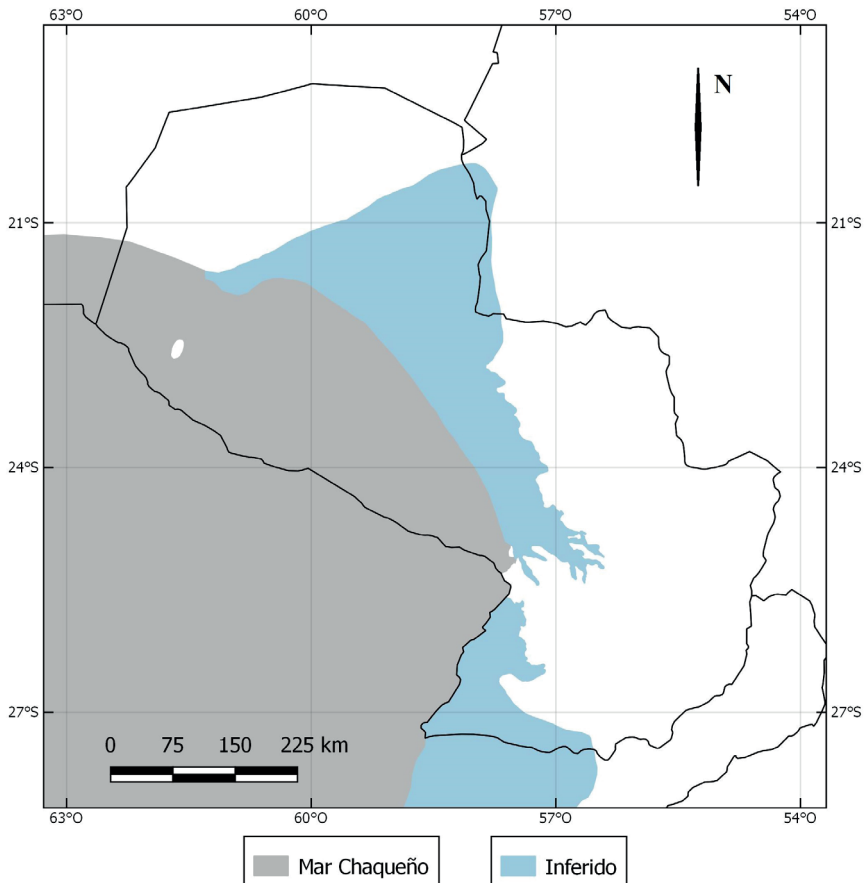
te en el clima, la vida silvestre o etnias belicosas de los pueblos originarios, sino en la escasez de agua potable para consumo humano (Wiens, 2021. Com. per.). Este problema ya se había planteado en la *Conferencia Internacional de Agua para la Paz* llevada a cabo en Washington D.C. en mayo de 1967 (Samaniego, 1976).

Desde el punto de vista hidrogeológico, Paraguay cuenta con dos provincias hidrogeológicas: Pantanal-Chaco, que se encuentra en la Región Occidental, y Paraná, que abarca casi la misma superficie de la Región Oriental en su margen oeste. Es importante destacar que la Región Orien-

tal alberga reservas significativas de agua dulce, en su mayoría aptas para el consumo humano. Numerosos poblados dependen de este recurso para su abastecimiento (Godoy *et al.*, 1995; Larroza *et al.*, 2001; Mateus *et al.*, 2014).

Por otra parte, el Chaco paraguayo coincide con el margen nororiental del Gran Chaco Sudamericano, con una intrusión menor del Pantanal en el departamento de Alto Paraguay (Investigación para el Desarrollo, 2017; Velázquez, 2009).

En el sustrato del Chaco paraguayo se encuentra el acuífero Yrendá, cuyas aguas son en su mayoría altamente mineraliza-



**Figura 3** - Modelo de intrusión del Mar Chaqueño (o Paranaense) en Paraguay (Gadea, inédito).



das, que presentan características saladas o salobres. Sin embargo, en áreas específicas, se localizan lentes o bolsones de agua dulce con caudales reducidos pero significativos. Además, existen zonas con agua dulce en los rincones más remotos del Chaco, cercanas a la frontera con Bolivia, que no forman parte del acuífero Yrendá. Estas se encuentran en capas del Pérmico y Cretácico (acuífero Adrián Jara), donde se reportan escasos caudales o potenciales desconocidos (Godoy *et al.*, 1995).

La salinidad de las aguas del acuífero Yrendá se debe a la presencia de rocas evaporíticas en la cuenca chaqueña, las cuales han mineralizado las aguas subterráneas. Estos sedimentos salinos se depositaron durante la transgresión marina en el Mioceno Medio-Superior, que inundó La Pampa y el Chaco hasta Paraguay (Figura 3). Este evento dio lugar a un amplio paleoestuario de aguas someras conocido como el *Mar Paranaense* o *Mar Chaqueño* (Miraglia, 1965; Godoy *et al.*, 1995; Sprechmann *et al.*, 2001 en Larroza y Fariña, 2005).

El expresidente de Paraguay, Natalicio González, se había pronunciado sobre ese mar: *El hombre paraguayo incubó la cultura del luminoso mediterráneo sudamericano, con la singularidad de que el mar Plioceno, que allí agitó sus olas, se ha trocado en una llanura, el Chaco, y es el río el que hereda y cumple la misión que hubo de corresponder a aquel trozo extinguido del océano* (González, 1964).

En la Región Oriental del país, existen numerosos acuíferos que se explotan para consumo humano. En contraste, la región chaqueña presenta una marcada diferencia en términos de calidad, cantidad y disponibilidad de aguas subterráneas. Mientras que en gran parte de la Región Oriental abundan los acuíferos con agua potable, en el Chaco estos recursos son escasos. Esta diferencia se refleja en la distribución demográfica del país.

En la Región Oriental, la mayoría de las

localidades dependen principalmente de aguas subterráneas, a excepción de algunas que obtienen agua tratada directamente de los ríos para el abastecimiento de la población. Estas fuentes subterráneas, generalmente, tienen buenos caudales y cumplen con los parámetros físico-químicos establecidos por la ERSSAN (ente Regulador de Servicios Sanitarios), garantizando su aptitud para el consumo humano.

En términos generales, en la Región Occidental del Paraguay se distinguen notablemente sus unidades geológicas que actúan como acuíferos y que en ocasiones los caudales superan los 50.000 litros/hora. Godoy y Paredes (1995) lo denominan Provincia Hidrogeológica Paraná.

Es importante resaltar la gran cantidad de Juntas de Saneamiento y aguaterías (proveedores de agua privados) que operan como centros de distribución, así como la presencia de numerosos pozos privados a lo largo de la región mencionada. En Paraguay, cerca del 80% del abastecimiento de agua para el consumo humano, industrial y agropecuario proviene de aguas subterráneas. Para el año 2020, se estimaba la existencia de aproximadamente 3.500 pozos tubulares profundos en Paraguay Oriental, de los cuales 1.000 eran gestionados por organismos estatales y alrededor de 2.500 eran de propiedad privada. Esto subraya la importancia de este recurso para el desarrollo socioeconómico del país (Larroza *et al.*, 2001 y Villar, 2024, comunicación personal).

En el área metropolitana de Asunción, algunas industrias del sector de bebidas dependen de las aguas subterráneas para la producción de sus productos. En este contexto, el *Acuífero Patiño* es estratégico, ya que suministra agua a la mayor concentración demográfica del país (Carvallo y Villar, 2016).

Así también, el *Acuífero Guaraní* se destaca por su carácter transfronterizo y su gran extensión, cuyo despliegue es compartido

con los países que conforman el MERCOSUR (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay). Su nombre fue propuesto por el geólogo uruguayo Danilo Anton, en homenaje al pueblo indígena guaraní, originario de la región. Este acuífero es una de las mayores reservas de agua dulce del mundo. En Paraguay, la formación geológica que lo contiene, conocida como Formación Misiones, se extiende en una franja que cubre casi el 17% de la superficie en la parte oriental del país. (Larroza *et al.*, 2001).

Otros ejemplos incluyen los acuíferos de Alto Paraná, Caacupé, Independencia y las formaciones cuaternarias en la Región Oriental, los cuales también suministran agua dulce a numerosos poblados (FUNDAINGE, 2004).



**Figura 4** - Pozo con agua potable de Junta de Saneamiento en Pirayú.

Se propone que el factor geológico ha sido determinante en la distribución demográfica de Paraguay. Durante el Mioceno, rocas evaporíticas sedimentadas causaron la mineralización de las aguas subterráneas en el Chaco, lo que limitó diversas actividades domésticas, ganaderas, agrícolas e industriales. Como resultado, el Chaco paraguayo está prácticamente despoblado en relación con la Región Oriental, debido a la escasez de agua potable para el consumo humano.

Las aguas subterráneas en Paraguay, especialmente en la Región Oriental, revisten una gran importancia, ya que una parte significativa de la población depende de este recurso como principal fuente de abastecimiento.

## 7. Minería

Históricamente, Paraguay no ha destacado por desarrollar una economía basada en la extracción de recursos metalíferos. No obstante, los avances tecnológicos en la industria minera han permitido evaluar las características de minerales de interés económico, como el uranio, titanio y oro, entre otros (Góngora, 2021).

La extracción de oro a mediados del siglo XVIII estaba vinculada a las Misiones Jesuíticas, donde se utilizaba principalmente para fines utilitarios y en ornamentos eclesiásticos decorados con este metal (Benítez, 2017).

Durante la presidencia de Carlos A. López, cuando introdujo al país la tecnología de vanguardia de la Revolución Industrial en Europa, se utilizó hierro extraído de los yacimientos de Paraguarí y Misiones (este proceso se detalla con mayor amplitud en el tercer apartado de este manuscrito).

Luego de 150 años desde la última explotación masiva de hierro, en el año 2000 se descubrió la principal veta de oro en

Paso Yobai, marcando un hito histórico como el resurgimiento de la minería metálica formal en Paraguay. Hasta la fecha, probablemente la incidencia socioeconómica más destacada de la industria minera en el país haya sido la explotación de oro en Paso Yobai (Benítez, 2017).

Paso Yobai, un distrito ubicado al noeste del departamento de Guairá, fue fundado en 1923 por el francés Jorge Naville. En sus primeros años, los pobladores recién establecidos se enfocaron en aprovechar los recursos forestales de la región. Con el tiempo, se incorporaron otras actividades económicas, como el cultivo de yerba mate, algodón, soja, caña de azúcar, así como la ganadería, lo que impulsó el desarrollo económico de la zona (Benítez, 2017).

Tras décadas de actividades agroganaderas en Paso Yobai, en 1997 se descubrió oro aluvial en los arroyos circundantes, el cual comenzó a ser explotado de manera artesanal. Posteriormente, en el año 2000, se identificó la fuente principal en los diques doleríticos en las cotas superiores de las colinas circundantes, lo que atrajo el interés de inversionistas extranjeros. A medida que aumentaron las exploraciones y se descubrieron nuevas zonas auríferas de gran valor, la aplicación de tecnologías avanzadas de extracción llevó a un notable incremento de la actividad minera en Paso Yobai y otras áreas cercanas. Desde entonces, la explotación de oro en la localidad ha tenido repercusiones sociales tanto positivas como negativas (Benítez, 2017).

Tras más de veinte años de explotación, Paso Yobai ha experimentado una constante evolución social y económica, impulsada por los beneficios directos e indirectos de la actividad minera, como la creación de empleos, la mejora de infraestructuras, el acceso a diversos servicios y el incremento de ingresos económicos. No obstante, un aspecto negativo ha sido la contaminación ambiental, que afecta al aire, la tierra

y el agua, principalmente debido al uso de mercurio en los procesos mineros (Benítez, 2017; Zevaco, 2019).

La ciudad de Paso Yobai ha experimentado una transformación social profunda desde el descubrimiento del oro, un proceso sin precedentes a nivel nacional.

## 8. Las Canteras

En el compendio de Du Graty (1862) se resalta la diversidad de recursos naturales disponibles en Paraguay, incluyendo piedra bruta y minerales en diversas ubicaciones. *Para construcción* se mencionan piedras de sillería, arcillas duras, areniscas, cuarcitas, calizas y granitos. *Para el enlozado*: gredas esquistosas, esquistos arcillosos duros y arcillo-calcáreos. *Para la fabricación de cal gruesa* se utilizan las calizas de Itapucumí, y para la cal hidráulica, las de Peña Hermosa e Itapeby. En cuanto a *materiales para paredes, cimientos y embaldosados*, destacan los pórfidos, cuarzo hialino, ágatas, calcedonias, cornalinas y ópalos comunes.

*Para la industria*, se citan arcillas y esquistos para piedras de amolar, sílex pirómaco para piedras de chispa, arena blanca para vidrios, arcillas para losas, ladrillos y materiales refractarios, caolín para porcelana, arcillas ocrosas para pinturas y margas para abono, así como yeso para construcciones. Las areniscas sacaroidales de la Formación Tobatí, por su alta pureza en sílice, han sido utilizadas como fuente para la fabricación de vidrio (Du Graty, 1862, citado en Pérez Acosta, 2010; Gómez Duarte, 2020, com. per.).

Asimismo, la puzolana es considerada un recurso industrial debido a su uso en la fabricación de cemento puzolánico en la Industria Nacional de Cemento. Ha ganado importancia con el auge de la producción de cemento, y se ha localizado su emplazamiento en varios lugares de la Región

Oriental del país en forma de lentes o bolsones, lo que la convierte en una potencial fuente de recursos económicos (Wiens, 1993).

En el apartado de los trabajos en las Reducciones Jesuíticas se destaca el uso masivo de las areniscas como materiales de construcción durante el siglo XVII y parte del XVIII que coinciden con la época colonial y de la estabilización social del Paraguay (Rivarola, 2010; Telesca, 2010).

Para la construcción del palacio Patri (hoy Correo Nacional) se utilizó piedra bruta local, así como mármoles labrados que se emplearon en varias obras y monumentos como el Palacio de Gobierno, el Oratorio y el Teatro. Además, las calles de la capital fueron recapadas como empedrados con los basaltos del cerro Tacumbú (Pérez Acosta, 2010).

Actualmente, la explotación de canteras en Paraguay sigue siendo una actividad relevante, ya que proporciona la materia prima esencial para obras viales, viviendas y edificios de diversos tipos. Según el Viceministerio de Minas y Energía (SSME, 2023), existen 330 canteras o sitios habili-

tados para la explotación de piedra bruta, lo que refleja el interés de los inversores en este sector por su potencial para generar beneficios económicos. Además, esta actividad minera contribuye significativamente a la creación de empleos, brindando trabajo a miles de personas en todo el país.

Por citar algunos ejemplos del uso de piedra bruta con fines civiles:

### La Bahía de Asunción

La bahía de Asunción, tal como se la conoce hoy, es resultado de una intervención antrópica. Tras la Guerra del Chaco, el Dr. Eusebio Ayala, con el propósito de prevenir la erosión causada por el río Paraguay en los cimientos del muro del Puerto Nuevo, que ya estaban debilitados por la corriente y corrían el riesgo de colapsar por su propio peso, encomendó al capitán de fragata Lázaro Aranda el cierre de la boca del riacho Cara Cará (Figura 5) en la zona de Puerto Botánico. Esta tarea se realizó mediante la descarga de rocas extraídas de la cantera de Tacumbú en la desembocadura del riacho,



**Figura 5** - El riacho Cara Cará. Imagen de Miguel de San Martín, 1885.



bloqueándolo y confinando así el cuerpo de agua que forma la actual bahía (Causarano *et al.*, 2013).

### **El Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi**

La cantera Cerrito, ubicada en el barrio Virgen de Fátima, en Santísima Trinidad de Asunción, entre las calles Capitán Lombardo y Última, recibió su nombre debido a su baja elevación. Durante la década de 1970, se extrajo piedra triturada de este lugar, transportada en camiones para ser utilizada en la construcción de la pista de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Silvio Pettirossi (Álvarez, 2014).

### **Materia prima para la Artesanía Popular**

Paraguay es un país rico en tradiciones, destacándose especialmente su artesanía popular, la cual, según Salerno (1996), representa *un conjunto de expresiones culturales producidas por diversos pueblos*. El mismo autor señala que la elaboración de artesanías no siempre perseguía un fin estético, sino más bien utilitario, destinado a satisfacer las necesidades básicas de las comunidades.

Turok (1988) afirma que el ser humano aprovechó su conocimiento de la naturaleza para fomentar el desarrollo comunitario. Es decir, mediante el uso de los recursos naturales locales, extraían materias primas para elaborar sus productos artesanales.

Una de las formas de artesanía más directamente vinculadas con la geología en Paraguay es la alfarería y la cerámica, que emplean diversos tipos de arcillas como materia prima. Estas arcillas varían entre sí en sus características mineralógicas, químicas y físicas, lo que influye en el producto final, otorgándole rasgos distintivos en color y calidad.

La alfarería y la cerámica dependen de varias técnicas. El modelado a mano, técnica ancestral que sigue vigente hoy en ciudades como Itá, Tobatí, Areguá, Yaguarón y Boquerón. El torneado, donde el artesano moldea la arcilla con un torno, es una técnica que se practica en Asunción y Areguá. Finalmente, la matricería y el uso de moldes, que permite aumentar la producción, se emplea en Areguá (Instituto Paraguayo de Artesanía, 2022).

Susnik (1986) señala que la alfarería es una herencia de los guaraníes transculturados, conocidos por ser excelentes alfareros. La comunidad de Itá, habitada exclusivamente por guaraníes hasta 1848, se destacó por su producción alfarera. Utilizaban una mezcla de arcilla negra y arena extraídas de los valles bajos, que luego moldeaban y decoraban con pigmentos rojos ferrosos obtenidos de las inmediaciones del cerro Acahay. En la actualidad, muchos pueblos de los departamentos de Cordillera y Central siguen dedicándose a la alfarería tradicional como medio de subsistencia.

Se puede afirmar que la explotación de rocas ha sido una actividad beneficiosa en Paraguay desde sus inicios, y ha perdurado hasta la actualidad. Enumerar todas las obras realizadas con piedra bruta extraída de canteras y otros materiales terrestres requeriría un estudio aparte, dada la gran cantidad de proyectos que han dependido de estos recursos.

## **9. Vallemí y alrededores**

Los primeros estudios sobre las formaciones calcáreas en Paraguay se remontan a 1860, cuando el francés Demersay publicó *La Historia Física y Política del Paraguay*. Más tarde, Boettner (1947) mencionó la presencia de mármol en la zona, el cual fue utilizado para revestir las paredes del edificio

del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones en Asunción.

Du Graty (1862) también documentó depósitos de caliza, de los cuales ya se obtenía cal, lo que sugiere que la explotación de este recurso ha sido beneficiosa por más de un siglo. Hoy en día, numerosas caleras en el país utilizan la caliza y la dolomía para la producción de cal viva.

La explotación de calizas ha sido una fuente de ingresos para los habitantes del norte del departamento de Concepción, especialmente en las orillas del río Paraguay, hasta su confluencia con el río Apa. En Vallemí, la Industria Nacional de Cemento (INC) utiliza la caliza y lutita como materia prima para la fabricación de *clinker*, una roca que se utiliza en la producción de cemento.

Vallemí, que no existía como poblado antes de 1949, surgió como polo urbano en el distrito de San Lázaro con la fundación de la planta de cemento por la empresa franco-alemana Vallemí S.A. La demanda de mano de obra atrajo a trabajadores de diversas regiones, lo que impulsó el crecimiento de la localidad, que se consolidó como uno de los centros más dinámicos del departamento de Concepción. Actualmente, existen tres cementeras en la zona.

Cabe destacar que en la región también operaba la industria del tanino, perteneciente a la Compañía Carlos Casado S.A., que empleó a miles de obreros en fábricas y aserraderos durante décadas, especialmente en los años 1930 (Carlino y Carrió, 2013). Tras la disminución de la producción de tanino, la creación de la fábrica de cemento en Vallemí ofreció otra alternativa laboral para muchos de esos trabajadores.

La explotación de caliza no solo se limita a la producción de cemento y cal viva, sino que también se utiliza en la industria de fertilizantes y en la construcción de obras viales, como el tramo San Alfredo – Vallemí. El crecimiento socioeconómico, urbano

e infraestructural de Vallemí y sus alrededores se debe en gran parte a los beneficios derivados de la explotación de este recurso.

Además, Vallemí ha experimentado un auge en el geoturismo artesanal en las cavernas (Gadea y Benítez, 2018). Estas formaciones geológicas, tanto exóticas como accesibles, atraen a numerosos turistas interesados en el turismo de aventura, lo que genera ingresos económicos a través de la hotelería, la gastronomía y los servicios de guías turísticos.

El desarrollo urbano de Vallemí se originó con la fundación de la fábrica de cemento de la Industria Nacional de Cemento (INC), que utiliza caliza y lutita como materias primas para la producción de cemento.

Vallemí también se destaca por su turismo industrial y geoturismo, ambos vinculados a su riqueza geológica, lo que genera ingresos tanto directos como indirectos a través de actividades turísticas y servicios relacionados.

## 10. Los suelos.

Este tema resulta muy extenso y amerita un análisis especializado, por lo que no se aborda en el presente documento. Sin embargo, su relevancia es evidente en sectores como la agropecuaria, así como en la producción de materiales de construcción y cerámica.

## CONCLUSIONES

La geología ha desempeñado un papel importante en el desarrollo de los eventos sociales, históricos y actuales, influyendo en aspectos culturales, geográficos, económicos, demográficos, laborales, ecológicos y turísticos en Paraguay.

Desde el descubrimiento del territorio



paraguayo, motivado por razones geológicas, varios centros urbanos se establecieron en función de los beneficios que podían obtenerse de los recursos geológicos.

Las arcillas utilizadas para la alfarería han sido explotadas desde tiempos prehistóricos por los pueblos originarios, y con la llegada de los españoles y los jesuitas, las rocas comenzaron a emplearse en la construcción de edificios. El uso de piedra bruta ha sido una constante en Paraguay desde sus orígenes hasta la actualidad, diversificándose en sus aplicaciones y generando empleos e ingresos directos e indirectos.

El devenir de la Guerra Grande fue influido por la producción local de material bélico luego del aislamiento territorial del Paraguay. En virtud del autoabastecimiento, se sustentó la defensa nacional con la fabricación de armas (a partir del hierro) y pólvora (utilizando azufre), por lo cual este hecho incidió en la duración del conflicto.

El petróleo regional chaqueño fue un factor decisivo en la Guerra del Chaco, tanto en el conflicto como en la negociación de los límites entre Bolivia y Paraguay. En dicha guerra, la disponibilidad de agua potable fue crucial para las estrategias militares y los resultados de las batallas, siendo la escasez de este recurso una causa de importantes bajas en ambos bandos.

El control geológico también ha sido determinante en la distribución de la población, especialmente en relación con la calidad y disponibilidad de aguas subterráneas. Mientras que en la Región Oriental el agua potable es abundante, en el Chaco paraguayo es escasa, lo cual resulta en un factor que regula la densidad poblacional de ambas regiones.

La actividad minera en Paraguay cuenta con dos hitos históricos importantes: el primero durante la Guerra Grande con la extracción de hierro y azufre, y el segundo, luego de 150 años, con el descubrimiento y explotación del oro en Paso Yobai.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACEID (2016). *Accesibilidad a las Misiones Jesuíticas del Paraguay: Misión de Jesús de Tavarangue y Misión de Santísima Trinidad del Paraná*. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo; Fundación ACS (Madrid); Paraguay. Secretaría General de Turismo. 502-16-184-8.
- Álvarez, S. (2014). *Santísima Trinidad. Memorias de una Comunidad*. Fondec. Asunción – Paraguay.
- Archivo Nacional. (1867). *Disposiciones sobre la explotación de azufre en el paraje de Yaguarete Cua (Valenzuela)*. Sección Historia. Vol. 353 (5) Foja 2.
- Benítez, J.C. (2017). *Afectación Económica de la Minería del Oro en el Distrito de Paso Yobai - Dpto. Guairá-Paraguay*. [Sesión de conferencia]. Workshop de GOAL, Colombia.
- Boettner, R. (1947). Estudio Geológico desde el Puerto Fonciere hasta Toldo Cue. *Revista Facultad de Química*. Vol. 3(6-7). UNA – San Lorenzo.
- Caballero, B. (1939). *Nuestros Zapadores en la Guerra del Chaco*. Editorial Libertad. Montevideo – Uruguay.
- Cardozo, R. (1938). *El Guairá. Historia de la Antigua Provincia 1554 – 1676*. Librería y Casa Edición Menéndez. Buenos Aires – Argentina.
- Cardozo, E. (1998). *Apuntes de Historia Cultural del Paraguay*. 1ª Edición. Biblioteca de Estudios Paraguayos. Volumen XI. Asunción – Paraguay.
- Cardozo, E. (2007). *Breve Historia del Paraguay*. Editorial Servilibro. Asunción – Paraguay.
- Cardozo, S. (2020). Una revisión sobre los entretelones del arbitraje neutral internacional al que se sometieron Paraguay y Bolivia entre los años 1935 y 1938. *Revista científica en ciencias sociales*. Vol. 2(1). Asunción – Paraguay.
- Carlino, A., Carrió, M. (2013). De la industria taniñera al desplazamiento de la actividad textil en la Provincia del Chaco como consecuencia de la producción sojera. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas – UNNE*. N° 9. ISSN 1668-6365.
- Carvallo, F., Villar, F. (2016). Acuífero Patiño. Fuente Estratégica del Gran Asunción. *Revista de la Facultad de Ciencias y Tecnologías N° 7* – Universidad Católica de Nuestra Señora de la Asunción. Asunción – Paraguay.
- Causarano, M., González, B., Spiridonoff, A., Bosio, J.J. (2013). *Un Encuentro con la Ciudad Escondida*. Expedición a la Asunción Colonial. Secretaría Nacional de Cultura. Asunción – Paraguay.
- Centurión, C. (1970). *Breve Reseña Histórica de la Guerra del Chaco*. Gran Cuartel General. Ayudantía General. Centenario de la Epopeya Nacional. Asunción – Paraguay.
- Chaves, J. (2004). Desarrollo Tecnológico en la Primera

- Revolución Industrial. *Revista de Historia*. Vol. 17. Extremadura – España.
- Chiavenato, J. (1989). *La Guerra del Chaco. Petróleo*. Carlos Schauman Editor. 1ª Edición en castellano. Asunción – Paraguay.
- Demersay, A. (1860). *Histoire Physique, Économique et Politique du Paraguay*. Tome Premier. Librairie de Hachette et C. Paris, Francia.
- Du Graty, A. (1862). *La República del Paraguay*. Traducida del francés al español por Carlos Calvo. Imprenta de José Jacquin. Besanzón, Francia.
- Díaz de Guzmán, R. (1980). *Anales del Descubrimiento, Población y Conquista del Río de la Plata*. Ediciones Comunerros. Asunción, Paraguay.
- Domínguez, M. (1918). *El Alma de la Raza*. Casa Editora de Cándido Zampirópolos. Asunción, Paraguay.
- Eckel, E. (1959). *Geology and Mineral Resources of Paraguay – A Reconnaissance*. Geological Survey Professional Paper 327. Washington – EE.UU.
- Escudero, A. (2009). *La Revolución Industrial: Una Nueva Era*. Colección: Biblioteca Básica de Historia. Editorial Anaya. Barcelona – España.
- FUNDAINGE. (2004). *Visión de los Recursos Hídricos del Paraguay*. Programa Marco para la Gestión Sostenible de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Plata, en Relación con los Efectos de la Variabilidad y el Cambio Climático. Informe Final.
- Gadea, M., Benítez, P. (2018). Geoturismo en el Paraguay: estado actual. *Boletín del Museo de Historia Natural del Paraguay*. Vol. 22, 5-21.
- Godoy, V., Paredes, J. (1995). *Acuíferos Potenciales del Paraguay*. Informe técnico. Dirección de Recursos Hídricos/Bureau of Governmental Research. Filadelfia, Paraguay.
- Góngora, C. (2021). *Políticas Extractivistas en América Latina: Reflexiones sobre la Minería del Oro en Paraguay*. Tesis de Maestría en Estudios Latinoamericanos. Foz de Iguazú-Brasil.
- González, N. (1964). *Geografía del Paraguay*. Editorial Guaranía. Vol. I México D.F. - México.
- González Torres, D. (2015). *Origen e Historia de los pueblos del Paraguay, Toponimia Guaraní*. 4a Edición. Editorial Servilibro. Asunción - Paraguay.
- Harrington, H.J. (1972). Silurian of Paraguay. *Correlation of the South American Silurian Rocks in W.B.N. Berry y A. J. Boucot* (eds.), p. 41-50.
- Heguy, S. (2012). *Misiones. Jesuitas y guaraníes. Una experiencia única*. Reseñas. Editorial Golden Company.
- ICOG (2015). *Geología para la sociedad*. Recuperado de: [https://www.icog.es/TyT/files/geo\\_sociedad.pdf](https://www.icog.es/TyT/files/geo_sociedad.pdf)
- Instituto Paraguayo de Artesanía. (2022). *Artesanías del Paraguay, Mborayhu Porã – La trama que une a los pueblos*. Guía de Bolsillo. Asunción – Paraguay.
- Investigación para el Desarrollo. (2017). *Evaluación de vulnerabilidad e impacto del cambio climático en el Gran Chaco Americano*. Asunción: PNUMA / RE-GATTA. 248 pp.
- Kleinpenning, J. (2003). *Paraguay 1515 – 1870. A Thematic Geography of its Development Volume 1. Iberoamericana Verbuert*. Madrid – España; Frankfurt am Main – Alemania.
- Larroza, F., Fariña, S., Paredes, J.L. (2001). *Consideraciones Preliminares del Acuífero Guaraní en la Región Oriental del Paraguay*. II Simposio Paraguayo de Geología y III Simposio Paraguayo de Aguas Subterráneas y Perforación de Pozos. 27 al 30 de noviembre. Asunción – Paraguay.
- Larroza, F. y Fariña, S. (2005). *Caracterización Hidrogeológica del Sistema Acuífero Yrendá (SAY) en Paraguay: Recurso Compartido con Argentina y Bolivia*. IV Congreso Argentino de Hidrogeología, Río Cuarto, Córdoba, Argentina, 25 al 28 de octubre de 2005. Tomo IV.
- Mata, J., Mata, R. (2011). *Geología social: una nueva perspectiva de la geología y del patrimonio geológico*. A: Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero de Bolivia y de los Andes. Primer Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero de Bolivia y de los Andes. Oruro: 2011, p. 179-185.
- Mateus, A., Riccomini, C., Ezequiel, J., Ferreira, B., Colombo, C. & Tassinari, G. (2014). *Maturação permotriássica e os vários estágios de migração de hidrocarbonetos na Formação Assistência (Subgrupo Irati), Bacia do Paraná: implicações para os modelos exploratórios*. *Brazilian Journal of Geology*. Vol. 44(3): 355-360.
- Mendoza, H. (2010). *La Guerra contra la Triple Alianza 1864 – 1870. 2ª Parte*. Colección Historia General del Paraguay. Vol. 7. ABC Color. Editorial El Lector. Asunción – Paraguay.
- Mendoza, H. (2013). *La Guerra del Chaco*. Colección Guerras y Violencia Política en Paraguay. Volumen 12. Editorial El Lector. Asunción – Paraguay.
- Monte, M. (2022). *Historia del Paraguay*. 20ª Edición. Editorial Servilibro. Asunción – Paraguay.
- McNeill, W. (1970). *Historia Universal*. Vol. III. Ediciones Siglo Veinte. Buenos Aires – Argentina.
- Miraglia, L. (1965). Vulcanismo Postpliocenico del Paraguay. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*. Tomo 7, N°2. 1-52 pp.
- Nazaruk, M., Masymenko, N. (2021). Influence of Geology and Relief on the Society Evolution. *Man and Environment. Issues of Neoeecology*. Vol. 35.
- Pérez Acosta, J. (2011). *Carlos Antonio López. Obrero Máximo*. Colección Biblioteca Bicentenario. Tomo 10. Editorial Servilibro.
- Pigna, F. (2005). *Los Mitos de la Historia Argentina*. 18a Edición. Grupo Editorial Norma. Buenos Aires – Argentina.

- Plá, J. (1985). La Aventura Mineralógica en Paraguay. *Revista de la Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción*. Vol. 8(1-2): 331-413
- Proyecto PAR 83/005 (1986). *Mapa Geológico del Paraguay: Texto Explicativo*. Asunción, Paraguay: Dirección del Servicio Geográfico Militar. iii + 2 pp.
- Rivarola, J.B. (2010). *La Colonización del Paraguay 1537 – 1680*. Colección La Gran Historia del Paraguay. Vol. 2. Editorial El Lector. Asunción – Paraguay.
- Roniger, L. & Senkman, L. (2019). Fuel for Conspiracy: Suspected Imperialist Plots and the Chaco War. *Journal of Politics in Latin America*. Vol. 11(1): 3-22.
- Rubiani, J. (2014). *Repiques y Redobles*. Asunción, PY. Editorial Azeta S.A. Efemérides Históricas del Paraguay.
- Rubiani, J. (2019). *Los Jesuitas en el Paraguay (1610-1767)*. Miscelánea. TSN 7: 155- 173 pp.
- Ruiz, P. (2017). *Reducciones Jesuíticas del Paraguay: Territorio y Urbanismo*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada. Granada, España.
- Ruta Jesuítica (2023). *Misiones Jesuíticas Guaraní*. Recuperado de: <https://rutajesuitica.com.py/misiones-jesuíticas-guarani>.
- Salerno, O. (1996). *Paraguay: Artesanía y Arte popular*. Centro de Documentación e Investigaciones de Arte Indígena y Popular, Centro de Artes Visuales, Museo del Barro. Asunción – Paraguay.
- Samaniego, M. (1976). *El Chaco Paraguayo*. Conferencia Pronunciada a los Alumnos del Colegio Nacional de Guerra. Asunción – Paraguay.
- Seiferheld, A. (1983). *Economía y Petróleo durante la Guerra del Chaco*. Editorial El Lector. Asunción – Paraguay.
- Seiferheld, A. (2007). *La Guerra del Chaco*. Editorial Servilibro. Asunción – Paraguay.
- Seiferheld, A. (2019). *Recuerdos de la Guerra del Chaco*. Editorial Servilibro. Asunción – Paraguay.
- SSME. 2023. *Catastro de Canteras*. MOPC, Vice Ministerio de Minas y Energía. Recuperado de: [https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2019](https://www.ssme.gov.py/vmme/index.php?option=com_content&view=article&id=2019)
- Telesca, I. (2010). *La Provincia del Paraguay, Revolución y Transformación*. Colección La Gran Historia del Paraguay. Vol. 3. Editorial El Lector. Asunción – Paraguay.
- Turok, M. (1988). *Cómo acercarse a la artesanía*. 1ª Edición. Editorial Plaza y Valdés. Ciudad de México – México.
- UNESCO/CPE (2024). *Misiones jesuíticas de la Santísima Trinidad de Paraná y Jesús de Tavarengue*. UNESCO World Heritage Convention. CC-BY-SA IGO 3.0. Recuperado de: <https://whc.unesco.org/es/list/648>
- UTPL (2021). *La Geología en el desarrollo de las civilizaciones y su aporte a la sociedad actual*. Recuperado de: <https://noticias.utpl.edu.ec/la-geologia-en-el-desarrollo-de-las-civilizaciones-y-su-aporte-a-la-sociedad-actual>.
- Velázquez, C. (2009). *El Acuífero Pantanal, su distribución en el Paraguay*. Tesis de Grado de Magister en Hidrogeología. San Lorenzo – Paraguay.
- Verón, L. (2011). *Carlos A. López*. Colección Protagonistas de la Historia. ABC Color. Editorial El Lector. Asunción – Paraguay.
- Verón, L. (2020). *Los inmigrantes que el Paraguay adoptó*. Colección Historias que la Historia no cuenta. Tomo 3. ABC Color. Asunción, Paraguay.
- Von Horoch, C., Angulo, R. (2020). *Las Campañas de la Guerra I*. Colección Guerra de la Triple Alianza. Editorial Goya. Fernando de la Mora – Paraguay.
- Wiens, F. (1993). *Análisis de material puzolánico en el Paraguay Oriental*. Cooperación técnica paraguay-alemana. N° Proyecto 88.2202.5.
- Zevaco, S. (2019). *Minería en el Territorio Paraguayo*. Editorial Arandurã. Asunción – Paraguay.

Recibido: 17/07/2024 - Aceptado: 15/10/2024 - Publicado: 24/12/2024