



CICTERRÁNEA

- Revista de Divulgación en Ciencias de la Tierra -



ISSN 2618-2122

Venenos en la naturaleza
¿Existe la contaminación natural?

**La revolución marina del
Paleozoico Medio**
El gran impacto de los continentes
sobre la vida en el mar

**¿Una apertura oceánica
en Córdoba?**
Lo que cuentan las areniscas del Cretácico

Con gran satisfacción presentamos el segundo número de Cicterránea, la forma que elegimos para mostrarnos en sociedad. En esta oportunidad además de acercar las investigaciones que realizamos en nuestro centro, queremos, en este momento crítico, compartir algunas de nuestras preocupaciones.

Estamos atravesando una situación de gran incertidumbre. Fuertes recortes presupuestarios, dramática restricción y reducción en el número de cargos para el ingreso a la Carrera del Investigador Científico del CONICET, alarmante retrasos o falta de financiamiento para sostener programas de investigación amenazan hoy el sistema de Ciencia y Técnica. Este ajuste no sólo afecta al sistema científico, diversos sectores de la sociedad también están sufriendo sus consecuencias en áreas como salud, educación en sus distintos niveles, sistema jubilatorio, etc. Por eso, queremos poner el foco en la dimensión más dolorosa del recorte, la que impacta directamente en la base del sistema científico, la que atraviesa a los jóvenes investigadores.

Lo más importante que tenemos, nuestro capital humano, está en riesgo. Los jóvenes científicos que actualmente se encuentran en distintas etapas de su carrera deben replantearse sus expectativas. Estos investigadores se han preparado tenazmente durante años, primero estudiaron para graduarse en alguna carrera universitaria, continuaron 5 años formándose para doctorarse y luego siguieron capacitándose 2 años más en un postdoctorado. Incluso muchos de ellos realizaron estadias en centros de excelencia en el exterior para especializarse en alguna temática particular. Y, porqué no decirlo, transitaron esta etapa de sus vidas dedicándose exclusivamente a investigar, esforzándose para cumplir con exigentes requisitos académicos, a cambio de un magro salario y con condiciones de empleo precarizadas. A estos recursos humanos altamente calificados, el gobierno ha dejado de ofrecerles la oportunidad de seguir trabajando, no hay futuro para su carrera científica. Por esto, entre nuestros jóvenes compañeros impera un sentimiento de desaliento y desesperanza. Estos sentimientos son compartidos por gran parte de la sociedad ya que con su esfuerzo el estado ha invertido importantes recursos en su formación de excelencia.

Con el rumbo incierto del sistema científico, no es fácil tener una mirada optimista. Estas decisiones de política pública, lamentablemente, tienen un impacto a largo plazo muy difícil de dimensionar en términos científicos, económicos y de soberanía científica y tecnológica. Llevará muchos años, esfuerzo e ingeniosos recursos reconstruir los equipos de trabajo que hoy se están desmantelando.

En este contexto desfavorable y a pesar de todo, seguimos apostando a dar a conocer nuestras investigaciones. Estamos convencidas que comunicar la ciencia es una manera de protegerla y de defender su futuro. ¡Esperamos que disfruten este segundo número de Cicterránea!

Beatriz Waisfeld, Sandra Gordillo y Emilia Sferco

COMITÉ EDITORIAL

Editoras responsables

Dra. Beatriz G. Waisfeld
Dra. Sandra Gordillo
Dra. Emilia Sferco

Equipo editorial

Biól. Flavia J. Boidi
Lic. H. Santiago Druetta
Lic. Fernando J. Lavié
Dra. Cecilia E. Mlewski
Biól. Gisela Morán
Geól. Natalia Oviedo
Lic. Raquel J. Villegas

Difusión

Dr. Diego F. Muñoz
Geól. Nerina Pisani
Geól. Ariadna Coppa Vigliocco

Corrección de estilo

Lic. Mariela López Cordero

Colaboradores

Dr. Ricardo A. Astini
Dra. Miriam E. Palomeque
Dr. Fernando Colombo

Diagramación y diseño gráfico

Paula Benedetto

Foto de Tapa: Formación geológica de areniscas del Cretácico, Los Terrones, Ongamira, Provincia de Córdoba. Cortesía: Nicolás Sidorowicz.

Esta revista de formato digital se publica de manera desinteresada con la finalidad de difundir la actividad e investigación del CICTERRA. Los artículos y opiniones firmadas son exclusiva responsabilidad de los autores o editores. Lo expresado por ellos no refleja necesariamente la visión o posición de la Institución.

Contacto: cicterranea@gmail.com

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/
revista-cicterranea/

Seguinos en:



CONICET



Universidad
Nacional
de Córdoba

C I C T E R R A



Director: Dr. N. Emilio Vaccari
Vicedirectora: Dra. Cecilia del Papa

Contacto:
secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar

Av. Vélez Sarsfield 1611,
X5016GCB Córdoba, Argentina
Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar

¿UNA APERTURA OCEÁNICA EN CÓRDOBA?



Natalia Oviedo

Geóloga
Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales
Universidad Nacional de
Córdoba

Ricardo A. Astini

Doctor en Ciencias Geológicas
Investigador Principal del CONICET
Docente de la Escuela de
Geología, FCEFyN
Universidad Nacional de Córdoba



Los estratos rojos que se exponen en varias localidades a lo largo de las Sierras Chicas de Córdoba y las rocas volcánicas asociadas indican que un proceso generalizado de estiramiento de la placa sudamericana pudo haber derivado en la apertura de un océano en Córdoba. Este surco en la corteza se desarrolló en paralelo con la apertura del Atlántico durante los tiempos en que vivieron los dinosaurios.



Lo que cuentan las areniscas del Cretácico

Los estratos rojos que se exponen en varias localidades a lo largo de las Sierras Chicas de Córdoba y las rocas volcánicas asociadas indican que un proceso generalizado de estiramiento de la placa sudamericana pudo haber derivado en la apertura de un océano en Córdoba. Este surco en la corteza se desarrolló en paralelo con la apertura del Atlántico durante los tiempos en que vivieron los dinosaurios.

¿Qué pasaba durante el Cretácico?

El período Cretácico fue un intervalo muy especial en la historia de la Tierra, ubicado dentro de la era Mesozoica, que se extiende en el pasado geológico entre los 145,5 y los 65,5 millones de años (Ma). Fue particular, no sólo porque los continentes se poblaron de dinosaurios gigantes y los mares de fitoplancton calcáreo, sino también porque ocurrieron procesos de separación continental que condujeron al aspecto moderno del planeta en que vivimos.

Uno de los episodios más importantes fue la apertura del océ-

ano Atlántico y la separación de Sudamérica y África, a partir de la ruptura de un gran continente llamado Gondwana (Fig. 1). De la fragmentación de esta gran masa nacieron Australia, India, Antártida, África y Sudamérica, y también los océanos Atlántico e Índico. Estos cambios dieron lugar además, al comienzo de la construcción de la mayor parte de las cordilleras del presente a través de procesos de deformación en los bordes de subducción (ver: ¿Se mueven los continentes? en CICTERRÁNEA N° 1)

La Tierra es un planeta vivo e internamente dinámico. Esto se expresa a partir de etapas con gran actividad donde, entre otros procesos, ocurren desplazamientos verticales y convección de masas rocosas fundidas en su interior que lo desequilibran. La formación de un océano, como por ejemplo el Atlántico, resulta de esta actividad que comienza con el ascenso del manto, que por diferencias térmicas se eleva a manera de pluma, aumentando la temperatura de la litósfera y logrando debilitarla.

Este proceso es acompañado en la superficie por volcanismo y fracturas que resultan del estiramiento y adelgazamiento de

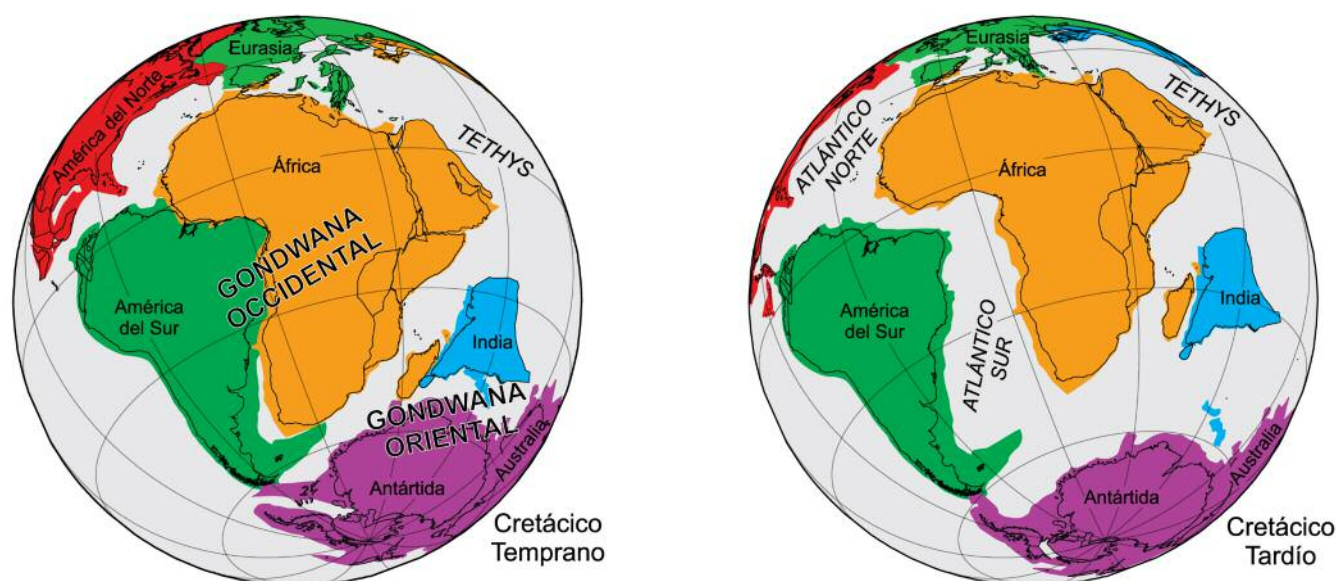
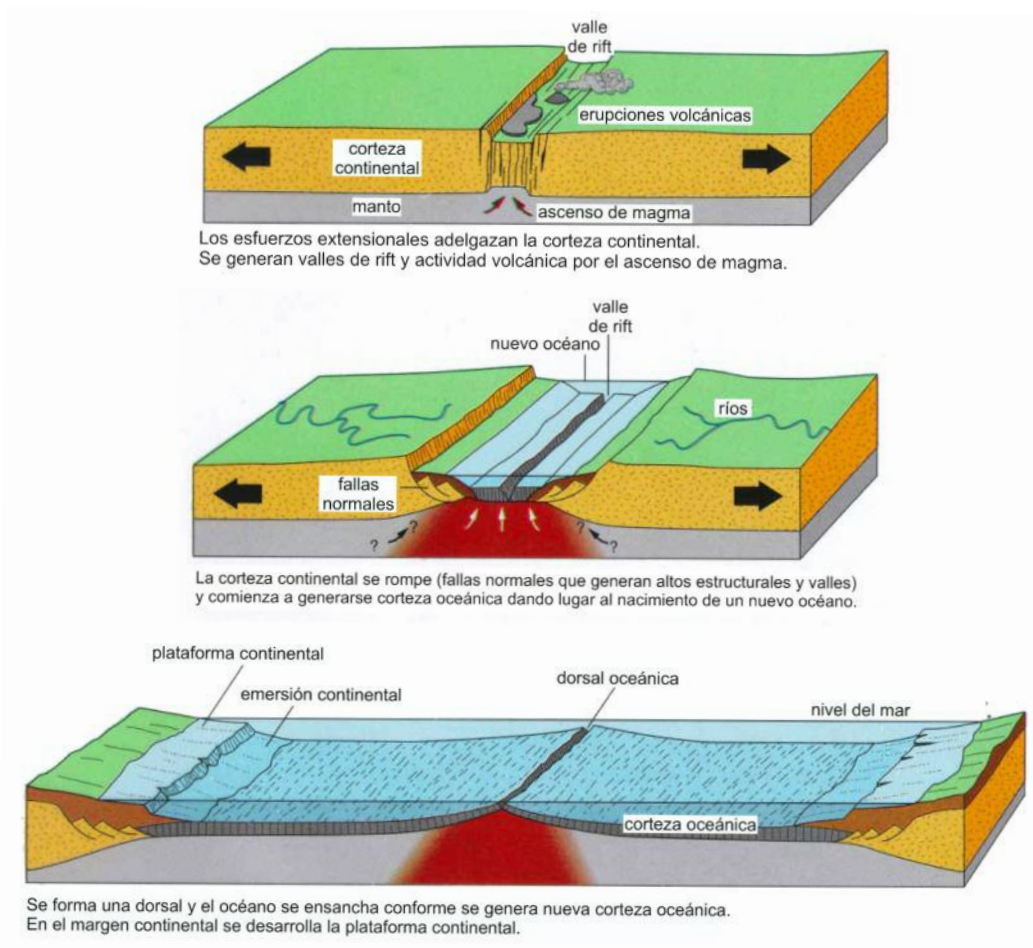


Figura 1

Reconstrucciones paleogeográficas de las masas continentales durante el Cretácico temprano y tardío, mostrando la ruptura de Gondwana y la apertura del océano Atlántico (Modificado de <http://lasminasdesalderemolinos.blogspot.com.ar/>).



la corteza terrestre. Así, comienzan a formarse relieves, valles (bloques deprimidos) y montañas (bloques elevados), limitados por fallas geológicas.

Al debilitarse la placa sudamericana a través de esfuerzos extensionales, la misma termina por romperse, dando lugar a la formación de corteza oceánica. Este fenómeno es acompañado por intrusiones marinas que son una suerte de avances del mar que inundan el continente. Esta etapa se conoce como “etapa de Mar Rojo” ya que corresponde a la apertura oceánica incipiente que actualmente atraviesa el Mar Rojo, separando la placa africana de la península arábiga. A medida que en la dorsal submarina se sigue generando nueva corteza oceánica, el fondo oceánico se expande y continúa separando las placas continentales (deriva continental), formándose así un océano como el actual océano Atlántico (Fig. 2).

No todos los valles que se generan como consecuencia del estiramiento de la corteza continental evolucionan a océanos, pero sí dan lugar a la formación de surcos o depresiones que

se conocen como cuencas sedimentarias de *rift*. Estas últimas, permiten la acumulación de sedimentos y productos volcáni-

Estudiar los afloramientos del Cretácico en las regiones serranas y de bordes de cuenca nos permite proyectar ese conocimiento al subsuelo, donde no podemos acceder de manera directa

cos, y el estudio de los estratos sedimentarios que allí se forman ayudan a conocer gran parte de la historia geológica de nuestro planeta. En la actualidad, este proceso está teniendo lugar en el este de África donde se forman grandes lagos encadenados con actividad volcánica de diversas características e intensidad.

El movimiento de las placas tectónicas, el consecuente reacomodo de las masas continentales y la distribución de los océ-

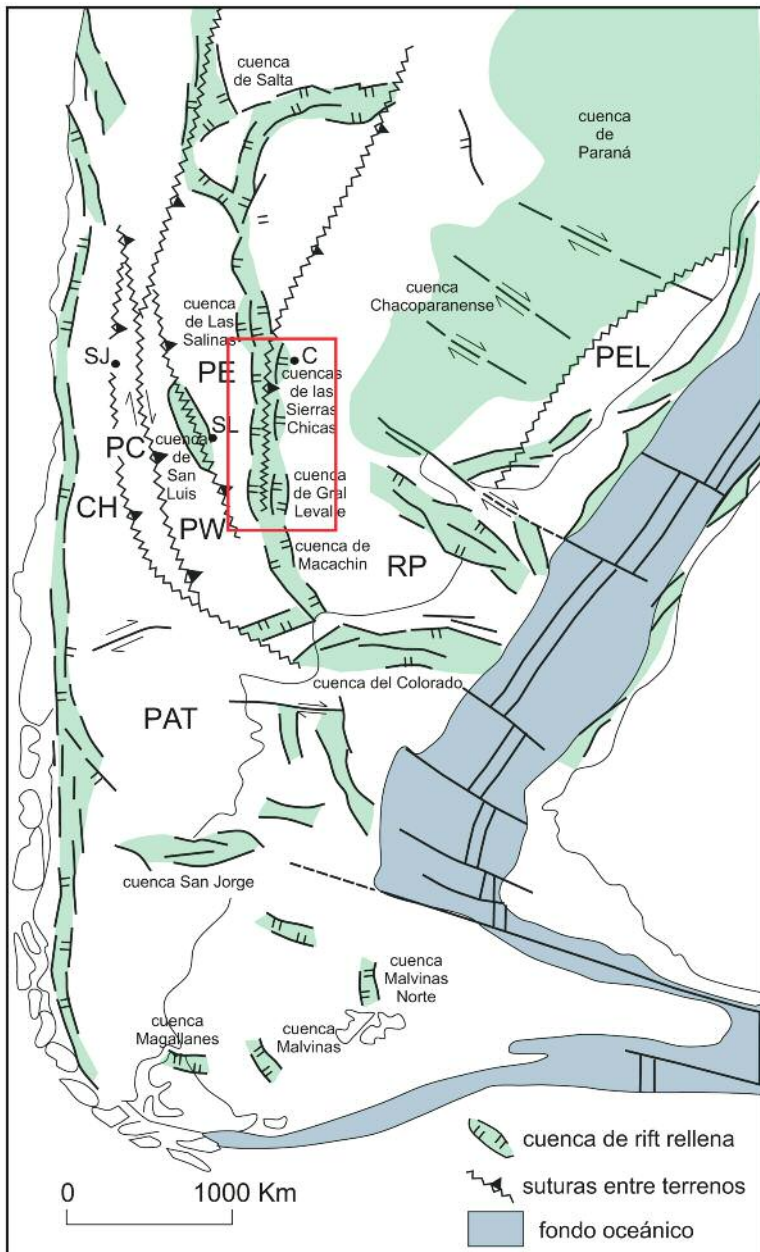


Figura 3

Mapa paleogeográfico mostrando la distribución de las principales cuencas sedimentarias en Argentina y su entorno, asociadas con procesos de extensión que afectaron la placa sudamericana durante el Cretácico. El recuadro rojo señala las cuencas desarrolladas en la provincia de Córdoba (cuencas de General Levalle-Sierras Chicas-Las Salinas) (Tomado de Astini y Oviedo, 2014; modificado de Schmidt *et al.*, 1995). Nótese que se desarrollaron cuencas tanto dentro del continente como en regiones de la plataforma continental argentina, entre las que se encuentran las de Malvinas norte y este. Las iniciales en mayúsculas grandes indican el nombre de terrenos geológicos que forman parte de la placa sudamericana (RP: Río de La Plata, PE: Pampeano Oriental, PW: Pampeano Occidental, PC: Precordillera, Ch: Chilenia, PAT: Patagonia, PEL: Pelotas). En mayúsculas chicas algunas capitales de la región centro (C: Córdoba, SL: San Luis, SJ: San Juan) que sirven como referencia geográfica.

anos durante el Cretácico, dio lugar además a condiciones climáticas y geográficas propicias para la formación de extensas plataformas carbonáticas -depósitos sedimentarios de origen marino formado por rocas calizas- asociadas con el desarrollo de mares epicontinentales -mares poco profundos que cubren corteza continental-. Uno de estos mares someros cruzó prácticamente toda la Patagonia de este a oeste por la región que hoy coincide con el alto valle del Río Negro. Como contraparte de la apertura del Atlántico en el Cretácico, comenzó en el borde oeste de la placa sudamericana un proceso de convergencia y subducción dando inicio a la formación de la cordillera de los Andes, fuente de una gran cantidad de recursos minerales y yacimientos.

No menos importante es lo que ocurrió a fines del Cretácico, cuando tuvo lugar una de las mayores extinciones en masa que se conocen en la historia del planeta, y donde más del 40% de las especies desaparecieron, entre ellas los dinosaurios. Una de las explicaciones más conocidas de este fenómeno es que habría sido provocado por el impacto de un gran asteroide contra la Tierra. Esta hipótesis fue planteada gracias al estudio estratigráfico que detectó una capa de arcillas con concentraciones de iridio anormalmente altas en el límite Cretácico/Terciario.

Esta fuerte colisión habría generado una espesa nube de polvo y gases que bloquearon la luz del sol durante un tiempo prolongado, provocando una disminución de la temperatura, impidiendo los procesos de fotosíntesis y generando lluvias ácidas. Esto dio lugar a alteraciones en la cadena alimentaria que condujeron a la desaparición de muchas especies, tanto terrestres como marinas, que no pudieron adaptarse a estas condiciones adversas. Si bien ésta es la hipótesis más popular, muchos científicos no descartan que dicha extinción haya sido gradual y que un

conjunto de factores (por ejemplo, impactos de meteoritos, lluvias ácidas, erupciones volcánicas) hayan actuado como forzantes de la extinción de especies hacia fines del Cretácico.

¿Y en Córdoba qué pasó?

Los procesos de estiramiento y ruptura que afectaron a Sudamérica durante el Cretácico generaron, aparte de la apertura del Atlántico, una serie de cuencas sedimentarias en la región central de República Argentina (cuencas de *rifts* cretácicas, Fig. 3), abarcando la provincia de Córdoba.

Los estratos de rocas sedimentarias o sedimentitas (rocas blandas y desgranables) de color rojo y las rocas volcánicas (volcanitas) de color morado afloran en la provincia, formando parte en la actualidad de relieves y cordones montañosos.

El Cretácico de la provincia de Córdoba sigue siendo poco conocido, particularmente en algunas regiones donde estas rocas aún permanecen ocultas en el subsuelo. Esto abre un sin fin de oportunidades de exploración, por ejemplo, en relación a la posibilidad de encontrar hidrocarburos -¡petróleo o gas!- bajo nuestros pies

Los principales asomos de rocas cretácicas en Córdoba están en el borde oriental de la Sierra Chica (La Granja, Unquillo, Villa Allende, Saldán, La Calera), en el Valle de Punilla (región de La Cumbre), en las Sierras de Pajarillo, Copacabana y Masa (próximas a Cruz del Eje) y en la sierra de Los Cóndores, (cerca de Embalse de Río Tercero) (Fig. 4). Algunos otros afloramientos se encuentran en las proximidades de Deán Funes en el extremo sur de la Sierra Norte (localidad de Sauce Punco). El estudio de los afloramientos del Cretácico en las regiones serranas nos permite proyectar ese conocimiento al subsuelo, donde no podemos acceder de manera directa.

En general, se trata de rocas sedimentarias de colores rojizos y granos gruesos (conglomerados y areniscas) que por erosión

tienden a formar aleros, paredones y monjes (formas puntiagudas) debido a la diferente resistencia de los estratos. También hay pelitas rojas (sedimentitas de grano fino) y evaporitas (sedimentitas que resultan de la precipitación de sales). Además, en algunas localidades (embalse del Río Tercero, Alma Fuerte, El Pungo y Camino del Cuadrado) acompañan a las sedimentitas rojas, rocas volcánicas basálticas y sus productos sedimentarios explosivos (rocas volcanoclasticas).

El espesor de productos volcánicos es también importante en la subcuenca de General Levalle que permanece bajo la llanura pampeana. Dichos depósitos volcánicos permitieron determinar la antigüedad de estas unidades entre los 125 y 99 Ma. Esto permite relacionarlas con el desarrollo de otras cuencas de rift en la placa Sudamericana y el margen continental atlántico. Todas estas cuencas apoyan sobre rocas cristalinas e iniciaron su historia de hundimiento en el Cretácico.

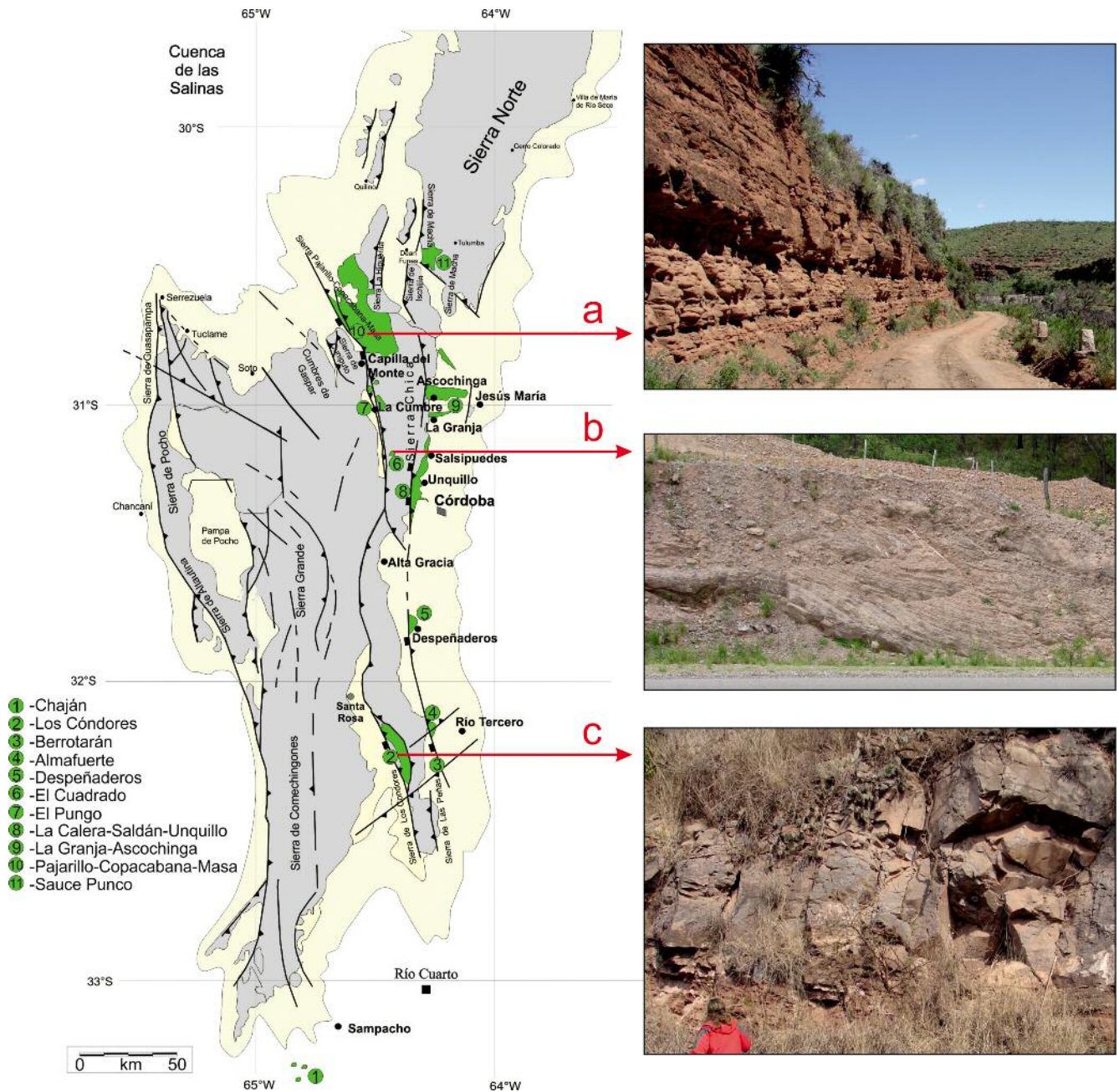
¿Por qué son rojas las sedimentitas del Cretácico?

Los estudios realizados en las últimas décadas en distintas partes de las Sierras de Córdoba indican que las rocas del Cretácico se habrían depositado bajo la influencia de climas predominantemente áridos. Por esta razón, los lagos que se formaron fueron muy someros (barreales en su mayoría) y permitieron la precipitación de evaporitas como la sal de mesa y el yeso. Estos ambientes predominantemente continentales se habrían desarrollado bajo condiciones oxidantes, reflejadas por el color rojo de las rocas sedimentarias. Este color es inducido por el estado oxidado del hierro (Fe^{+3}) que forma parte de los cementos de las areniscas y arcillas. Estas condiciones normalmente impiden la preservación de materia orgánica y restos fósiles que en presencia del oxígeno se degradan rápidamente.

El Cretácico de la provincia de Córdoba sigue siendo poco conocido, particularmente en algunas regiones donde estas rocas aún permanecen ocultas en el subsuelo. Esto abre un sin fin de oportunidades de exploración, por ejemplo, en relación a la posibilidad de encontrar hidrocarburos -¡petróleo o gas!- bajo nuestros pies.

Figura 4

Mapa de las Sierras de Córdoba mostrando los principales asomos de rocas cretácicas (Tomado de Astini y Oviedo, 2014). En a) vista de los estratos rojos en la bajada La Higuera-Las Palmas (Sierra de Copacabana) mostrando areniscas estratificadas con geometría tabular y grietas de desecación afectando a niveles limoarcillosos. En b) depósitos volcaniclásticos de caída y depósitos de retrabajo con estratificaciones cruzadas en la región cumbre de la Sierra Chica sobre la ruta E-57. En c) volcanitas basálticas y conglomerados con rodados de **basaltos** sobre los márgenes del embalse de Río Tercero en la Sierra de los Cóndores.



G

Glosario

Fitoplancton calcáreo: microorganismos de esqueleto calcáreo que al depositarse en el fondo de los mares generaron rocas denominadas cretas y que dan origen al nombre del período Cretácico.

Mapas paleogeográficos: Mapas que reflejan la distribución de masas continentales y océanos en el pasado geológico.

Planeta vivo: Planeta que registra actividad endógena -interna- y exógena -externa-.

Manto: Una capa profunda de fundidos densos, caientes y viscosos en el interior de la tierra que se ubica entre el núcleo y la corteza.

Litósfera: Capa externa, relativamente rígida, de la Tierra.

Fallas geológicas: Fracturas entre dos bloques que registran movimientos relativos a través de un plano subvertical como producto de esfuerzos en la corteza.

Esfuerzo extensional: esfuerzo que surge del estiramiento y puede resultar en la generación de fallas (cuando el comportamiento es frágil) y adelgazamiento (cuando el comportamiento es dúctil). Los dos mecanismos operan conjuntamente en la **litósfera**.

Cuencas sedimentarias: Son regiones de la corteza terrestre afectadas por hundimiento y que permiten la acumulación de sedimentos que luego se transforman en rocas sedimentarias estratificadas. A veces acumulan miles de metros de espesor y contienen importantes yacimientos de petróleo, gas, carbón, uranio, litio, etc.; como así también, fuentes de agua subterránea.

Estratos sedimentarios: división de geometría planar en la que se separan por partición las rocas sedimentarias.

Basalto: roca volcánica, de color morado oscuro, pesada (densa) y que aparece en la superficie asociada con rocas sedimentarias, rellenando cuencas de *rift*.

Recursos: son riquezas potenciales o explotables de carácter económico (yacimientos) o paisajístico. Entre los recursos paisajísticos se encuentran los parques nacionales y provinciales, como es el caso del Parque Los Terrones en el extremo sur de la Sierra de Pajarillo, donde se exponen rocas del Cretácico.

Yacimientos: constituyen depósitos minerales en concentraciones suficientes como para resultar de interés económico y son explotados en forma de minas subterráneas o a cielo abierto (canteras).

Estratigrafía: rama de las Ciencias Geológicas que describe y estudia las rocas estratificadas.

Iridio: elemento químico (número atómico 77) perteneciente a los elementos de transición de la tabla periódica, muy raro en la corteza terrestre.

Rocas sedimentarias o sedimentitas: Son rocas relativamente blandas y desgranables de colores muy diversos que representan la transformación de sedimentos en rocas (litificación) producto de procesos de cementación y compactación asociados con el enterramiento que ocurre en **cuencas sedimentarias**.

Unidades: término genérico que utilizan los geólogos para denominar a grupos de rocas que de acuerdo a su distribución areal (en mapas) y espesores se clasifican siguiendo un código internacional de **Estratigrafía**.

Pelitas: término general para sedimentitas de granulometría fina (limolitas y arcillitas).

Evaporitas: término que engloba a todas las rocas sedimentarias de origen químico y resultantes de la precipitación de sales (por ejemplo, la halita o sal de mesa).

Rocas cristalinas: término genérico que incluye a las rocas metamórficas (que han sufrido intensa deformación y calor) y las de origen ígneo (producto de la cristalización de fundidos).

RB

Referencias bibliográficas/lecturas sugeridas

Astini, R.A. y Oviedo, N. del V. (2014). Cubierta sedimentaria mesozoica. En: R. Martino y A. Guerreschi (Eds.), Relatorio de la Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba. XIV Congreso Geológico Argentino, Córdoba. 435-471.

Schmidt, C.J., Astini, R.A., Costa, C.H., Gardini, C.E. y Kraemer, P.E. (1995). Cretaceous rifting, alluvial fan sedimentation and Neogene inversion, southern Sierras Pampeanas, Argentina. En: A.J. Tankard, R. Suárez Soruco y H.J. Welsink (Eds.), Petroleum basins of South America. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 62: 341-357.

Webster, R.E., Chebli, G.A. y Fischer, J.F. (2004). General Levallé Basin, Argentina: a Frontier Lower Cretaceous Rift Basin. American Association of Petroleum Geologists Bulletin 88: 627-652.

CICTERRA

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN
CIENCIAS DE LA TIERRA

¿Qué es el CICTERRA?

Es un centro de investigación multidisciplinar dependiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), vinculado con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Fue creado por resolución del CONICET el 31 de Mayo de 2007.

¿Qué hacemos?

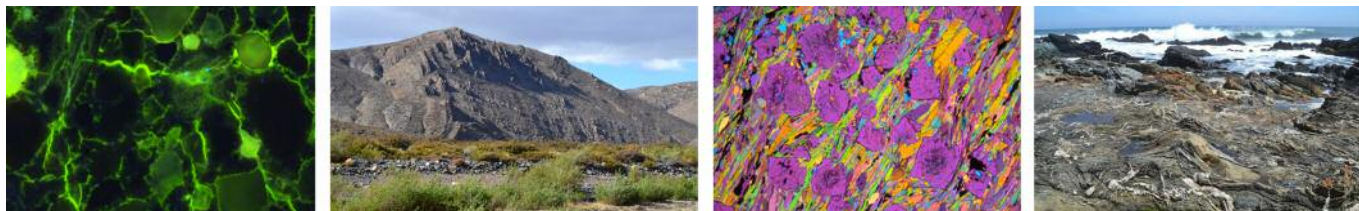
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas dentro de las Ciencias de la Tierra como Geología, Geoquímica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas y empresas privadas.

¿Quiénes somos?

Somos miembros de la Carrera del Investigador Científico y del Personal de Apoyo de CONICET, Profesores e Investigadores de la UNC, Becarios Doctorales y Posdoctorales del CONICET o FONCYT y Personal Administrativo. En la actualidad el CICTERRA cuenta con una planta de más de 100 integrantes.

Líneas de Investigación

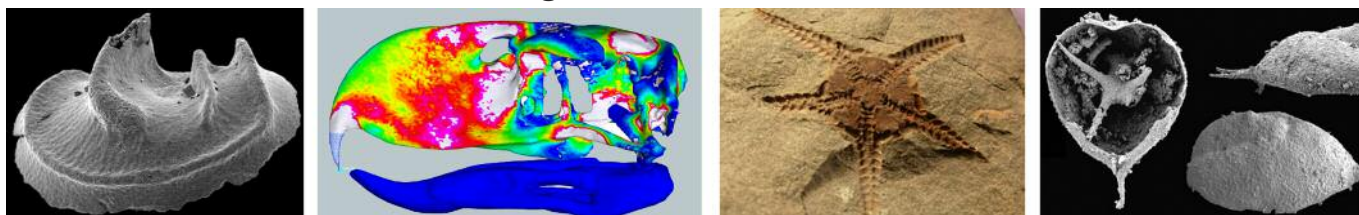
Dinámica de la litósfera – astenósfera



Variabilidad hidroclimática y procesos geo-ambientales



Evolución de la diversidad biológica



Nuestro desafío consiste en comprender una amplia gama de procesos naturales que tienen lugar desde las capas más profundas del planeta hasta su superficie y desde su formación hasta el presente. Aspiramos a que nuestra experiencia y conocimiento sea un aporte al bienestar de la sociedad.