



CICTERRÁNEA

- Revista de Divulgación en Ciencias de la Tierra -



ISSN 2618-2122



Mármoles
Rocas con mucha historia

Del cometa a tu vaso
El largo camino del agua

La Tierra cambiante
Un viaje hacia el tiempo profundo

Hoy con gran orgullo y esfuerzo compartido presentamos esta revista que intenta ser un puente de comunicación entre la comunidad científica y su entorno social.

Para entender los motivos de esta iniciativa y su contexto queremos hacer una breve reseña.

Crecimos y nos formamos en una sociedad con grandes vaivenes. En nuestros primeros años como graduadas de la Universidad Nacional de Córdoba vivimos en un país con un sistema científico desmantelado. Hubo muchas frustraciones, colegas que tuvieron que abandonar sus carreras y otros que se fueron.

Luego, en años recientes, vivimos un contexto de políticas públicas que propiciaron la recuperación y valorización de la educación y del conocimiento científico y tecnológico. Estos aspectos ocuparon el centro de la escena como elementos vitales para el desarrollo de un país soberano.

En Ciencia y Técnica los avances fueron muchos y ampliamente reconocidos por la sociedad. En esa etapa se pusieron en marcha laboratorios y se crearon numerosos centros de investigación, pero fundamentalmente se desarrolló una política de formación de recursos humanos que contempló un amplio espectro de disciplinas de los diferentes campos del saber.

Fue así, que en esos años, el CICTERRA, un centro de investigación del CONICET y de la Universidad Nacional de Córdoba forjó sus bases y creció incorporando becarios, investigadores y profesionales de apoyo en diversas áreas de las Ciencias de la Tierra.

Esta revista es el fruto del conocimiento generado por quienes hacemos ciencia en el país. Hoy más que nunca, en tiempos de reducción de presupuesto y ajustes, con serias limitaciones para que jóvenes investigadores continúen su carrera científica, queremos compartir con la sociedad cómo se genera ese conocimiento y nuestra visión de porqué la ciencia, por su capacidad transformadora, es fundamental para el progreso económico y social. Como señaló Bernardo Houssay, premio Nobel en medicina (1947) y fundador del CONICET: *Los países ricos lo son porque dedican dinero al desarrollo científico-tecnológico, y los países pobres lo siguen siendo porque no lo hacen. La ciencia no es cara, cara es la ignorancia.* Por eso, queremos invitar a todos, y particularmente a la sociedad cordobesa (ya que el CICTERRA tiene tonada cordobesa), a conocer quiénes somos y qué hacemos desde este Centro.

Para hacer esta revista en el año 2016 iniciamos una aventura en equipo. Cada uno de los integrantes trabajó mucho, y lo hizo porque entendió que en el actual tejido social había una brecha que necesitaba un nuevo entramado, un entramado con arraigo. Y... aquí estamos, esperando contagiar el entusiasmo de nuestros colegas quienes con satisfacción comparten aquí los resultados de años de investigación, transitados con gran esfuerzo y pasión.

¿De qué se trata?

Nuestro planeta es un sistema dinámico sorprendente. Desentrañar su pasado, entender los procesos actuales y predecir qué podría suceder en el futuro son algunos de los grandes desafíos de las Ciencias de la Tierra. Numerosos fenómenos que ocurren en el planeta tienen una influencia directa en nuestra vida cotidiana. Hoy la sociedad es testigo de controvertidos debates acerca de los cuales las Ciencias de la Tierra tienen mucho que decir. Es nuestra intención ofrecer al lector elementos que contribuyan a reflexionar y forjar una opinión sobre estos temas. Además, comprender cómo funciona este complejo planeta es, simplemente, un placer que esperamos poder transmitir a través de estas páginas.

Con este primer número de Cicterránea abrimos las puertas de nuestro Centro a todos ustedes, y los invitamos a descubrir los diferentes campos de investigación que aquí se desarrollan. ¡Celebramos el comienzo de este proyecto!

Sandra Gordillo y Beatriz G. Waisfeld

Publicación semestral Año 1
Número 1 – Julio de 2017
ISSN 2618-2122

COMITÉ EDITORIAL

Editoras responsables

Dra. Beatriz G. Waisfeld y
Dra. Sandra Gordillo

Equipo editorial

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

Difusión

Dr. Diego F. Muñoz

Corrección de estilo

Lic. Mariela López Cordero

Diagramación, edición digital y diseño de tapa

Paula Benedetto

Imagen de tapa: Fotomontaje digital de la cantera de mármol blanco de la zona de Bosque Alegre y el Paseo de La Cañada, ícono cordobés que atraviesa la ciudad de suroeste a norte.

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/](http://www.cicterra.conicet.unc.edu.ar/revista-cicterranea/)

Seguinos en:



CONICET



UNC
Universidad
Nacional
de Córdoba

C I C T E R R A

Director: Dr. Edgardo Baldo

Vicedirector: Dr. Emilio Vaccari

Contacto:

secretariacicterra@fcefyn.unc.edu.ar

Av. Vélez Sarsfield 1699,

X5016GCB Córdoba, Argentina

Teléfono: +54 351 535-3800 ext. 30200

www.cicterra.conicet.unc.edu.ar



INUNDACIONES EN CÓRDOBA

¿Son
realmente
eventos
extraordinarios
y extremos?

En épocas recientes, en la provincia de Córdoba se han presentado fenómenos meteorológicos con una intensidad aparentemente inusual, que han producido inundaciones catastróficas dejando una huella imborrable en quienes las vivieron de cerca, por los daños materiales y humanos provocados (Foto de portada). Numerosos poblados de las sierras y la llanura de Córdoba han sido afectados severamente, aunque de maneras muy diferentes. Estas experiencias dejan muy claro que es necesario trabajar arduamente en las actividades de prevención para que los fenómenos mencionados provoquen los menores daños posibles. El primer paso a dar en este sentido es conocer cuáles son sus causas y de qué manera actúan; así, los desastres pueden reducirse considerablemente si la población se mantiene informada sobre las medidas que puede tomar para reducir su vulnerabilidad y si se mantiene motivada para actuar.

Las inundaciones en el territorio cordobés constituyen un problema cíclico que produce cuantiosos perjuicios materiales y humanos, al que no se le presta la debida atención pues se las considera como algo excepcional e impredecible. Concientizar a las poblaciones sobre sus causales y dinámica es el primer paso para su efectivo control y en la mitigación de sus efectos.

Hablemos un poco sobre este fenómeno

Las inundaciones son procesos naturales recurrentes, causados por fenómenos climáticos y condicionados por la morfología del terreno, que la acción humana suele magnificar. Éstas habitualmente se producen cuando precipitaciones intensas o prolongadas producen un excedente hídrico en una región, o por falla de alguna infraestructura hidráulica (canal, presa, etc.) que provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos y arroyos, por una concentración de flujos en terrenos deprimidos o un ascenso de la **freática**, con la consiguiente invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay.

Existen diferentes tipos de inundaciones: aquellas que se dan en las zonas serranas, las que afectan las áreas de llanura y las producidas dentro de las ciudades.

Inundaciones en zonas serranas

Éstas son causadas por crecidas repentinas de los cursos de agua que desbordan sus cauces ordinarios, ocupando una franja de terreno a lo largo del río (Figura 1). Normalmente se producen a gran velocidad, por lo general son de corta duración y causan mucho daño a las infraestructuras expuestas, aunque con bajo impacto sobre los sistemas naturales. En las zonas serranas inundadas la mayor parte de los perjuicios se han producido porque el hombre ha ocupado terrenos que recurrentemente el agua puede inundar ante la ocurrencia de una lluvia intensa (Foto de portada): **lechos episódicos, terrazas medias y bajas inundables, paleocauces**, etc. (Figura 1).

Muchas veces la infraestructura instalada agrava el problema de la inundación; por ejemplo, puentes mal dimensionados respecto del cauce que cruzan se convierten en obstáculos que retienen los objetos arrastrados por el agua (árboles, ramas, autos, etc.) y actúan como diques que embalsan las aguas provocando un aumento adicional en su nivel (Foto de portada y Figura 2).

Inundaciones en las llanuras

En las llanuras las inundaciones pueden estar asociadas a desbordes de ríos y arroyos, a la concentración del escurrimiento del agua de lluvia en zonas deprimidas o de muy baja pendiente, o al ascenso de la **freática**. Por lo general, éstas abarcan grandes extensiones de tierras, se producen

Las inundaciones son procesos naturales recurrentes, causados por fenómenos climáticos y condicionados por la morfología del terreno, que la acción humana suele magnificar

lentamente y suelen perdurar por mucho tiempo (Figura 3). Aunque causan un severo deterioro sobre las infraestructuras expuestas, no las destruyen inmediatamente, por lo que se perciben como menos dañinas. Las inundaciones de llanura también suelen tener un alto impacto ambiental por generar **hidromorfismo**, salinización o impermeabilización de suelos.

Inundaciones en zonas urbanas

Un caso particular, y de progresiva relevancia, son las inundaciones urbanas que se producen como resultado directo o indirecto de la modificación de la circulación del agua en las ciudades. La superficie pavimentada y las edificaciones producen un aumento del escurrimiento superficial (que también se hace más veloz) y una disminución de la infiltración, concentrándose el agua en calles y avenidas.

Estas inundaciones pluviales (anegamientos), también conocidas como “de drenaje urbano”, son originadas por lluvias intensas o abundantes que superan la capacidad de conducción del sistema pluvial urbano (Figura 4). En las zonas de baja altitud dentro de las ciudades, la formación de re-

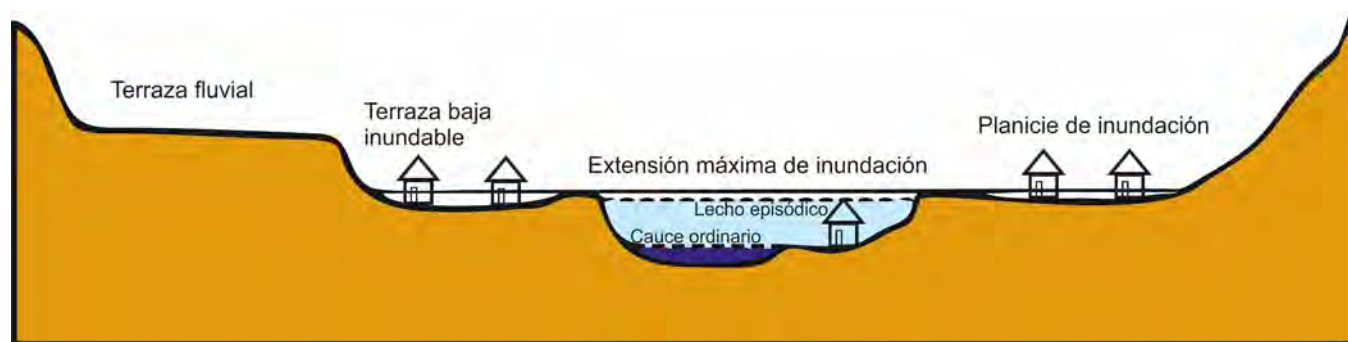


Figura 1. Sección transversal esquemática de un valle fluvial donde se pueden apreciar las áreas potencialmente inundables.



Figura 2. La imagen muestra cómo un puente mal ubicado se convirtió en un obstáculo que retuvo los materiales arrastrados por la crecida, represando el agua que se desbordó por los laterales (e incluso le pasó por encima) inundando un amplio sector del centro de la localidad de Río Ceballos.



Figura 3. Vista aérea de los campos anegados en la Llanura cordobesa (Corral de Bustos) por acumulación de agua pluvial y ascenso de la freática. Fuente: Portal de noticias de la Provincia de Córdoba (<http://prensa.cba.gov.ar/campo/agro-nacion-homologo-el-decreto-de-emergencia-para-cordoba/>).



Figura 4. Imágenes de inundaciones urbanas en el centro de la ciudad de Córdoba (calles Deán Funes y Neuquén) ocurridas en el verano de 2012. (Fuente: Noe Escajadilla <http://noqueremosinundarnos.blogspot.com>)

servorios o depósitos de agua se produce no sólo debido a las altas tasas de precipitación, sino también debido a las obstrucciones del drenaje causadas por los escombros y por los bloqueos de alcantarillas y puntos de recolección, a menudo debido a la falta de mantenimiento.

¿Se pueden prevenir?

Es importante destacar que, en todos los casos, la inundación es un evento que forma parte de la dinámica propia de los cursos y cuerpos de agua, y es esperable que ocurra cada cierto período de tiempo (recurrencia); por lo tanto es previsible. Cuando se produce por causas naturales es inevitable y recurrente, como casi todos los eventos geológicos, y al igual que la mayoría de los procesos geomorfológicos tiene una relación inversa entre su frecuencia de ocurrencia y su magnitud (o envergadura); es decir que "los eventos más frecuentes son los de menor intensidad mientras que los de mayor dimensión son menos frecuentes".

Por ello, cuando las inundaciones afectan a la especie humana o sus infraestructuras, se tiende a suponer que son eventos imprevistos, raros o excepcionales, que antes nunca acontecían. Esto es así porque sólo prestamos atención, y queda registro en la memoria colectiva, a los casos más impactantes o extremos. Pero cuando se dice que ocurrió la

Los eventos más frecuentes son los de menor intensidad mientras que los de mayor dimensión son menos frecuentes

peor inundación de los últimos años, por ejemplo, se está reconociendo implícitamente que antes ya sucedió algo parecido.

Las inundaciones causadas o agravadas por el hombre se originan cuando éste interviene en los sistemas naturales

sin conocer las características del sistema hídrico, ya sea modificando los drenajes naturales mediante canalizaciones para acelerar o desviar el escurrimiento, creando barreras (camino, vías férreas, terraplenes, etc.) que lo retardan o lo impiden, o destruyendo la cubierta vegetal que protege los suelos de las cuencas. Igualmente, cuando el hombre ocupa terrenos potencialmente inundables, se convierte en el responsable por las catástrofes hídricas.



Figura 5. Imágenes que muestran el registro de desastres a lo largo de la historia de Córdoba. Arriba izquierda sitio histórico en la Cañada; a la derecha Inundación en la llanura (año 1939). Abajo izquierda San Carlos Minas (1992); a la derecha tapa de La Voz del Interior año 1939).

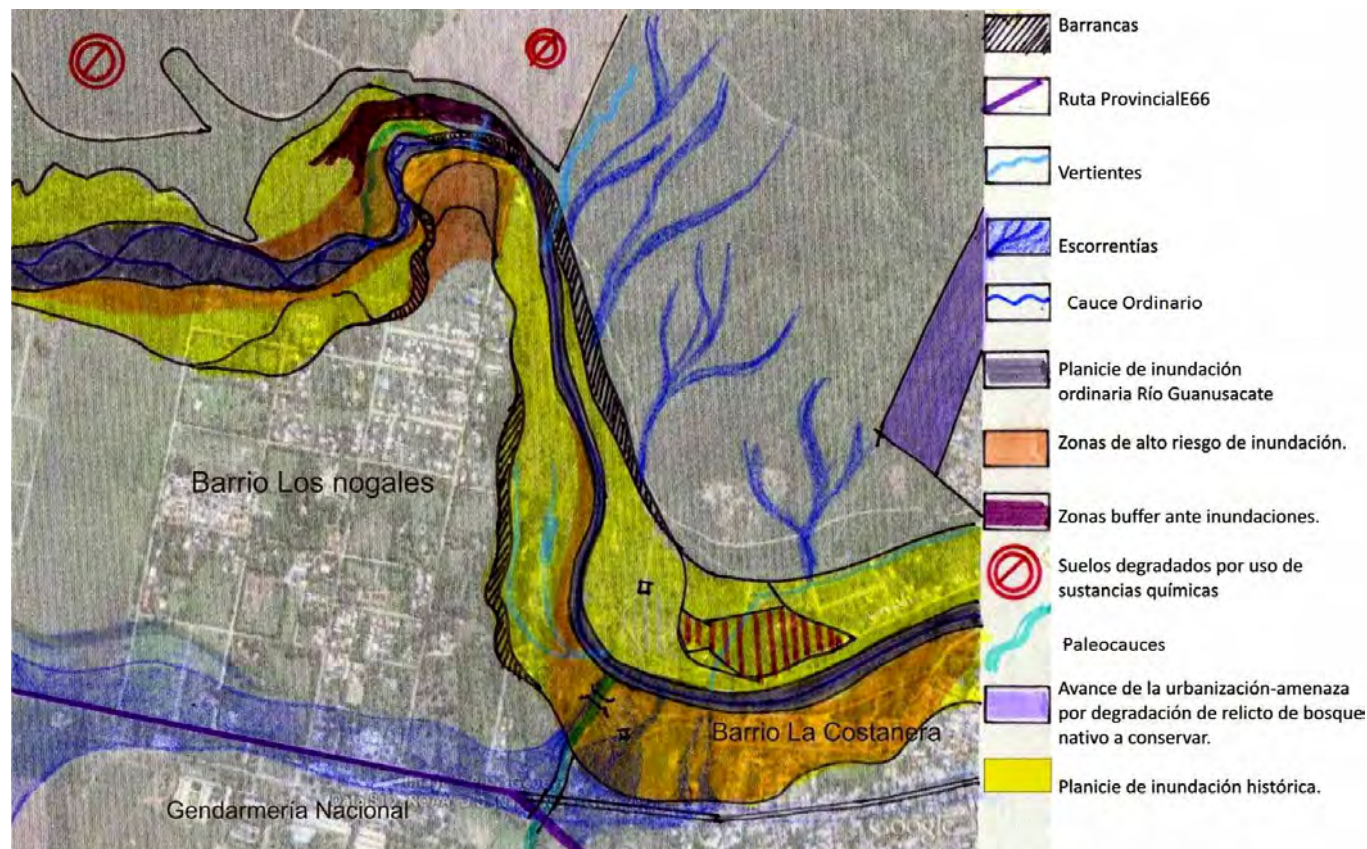


Figura 6. Carta geomorfológica preliminar de la amenaza por crecientes repentinas de la localidad de Jesús María (Dto. Colón, Córdoba). Sobre una fotografía aérea se han delimitado, en forma esquemática, los elementos geomorfológicos condicionantes de las crecientes. Fuente: <http://www.radiojesusmaria.com.ar/locales/2015/03/18/informe-cientifico-de-la-unc-explica-las-inundaciones.aspx> - <http://www.semanarioprimerdia.com.ar/2015/03/estudio-muestra-que-hay-barrios-que.html>

Registros históricos

Córdoba presenta numerosos registros de crecidas e inundaciones de gran magnitud. El primero documentado es una crecida del arroyo de La Cañada en febrero de 1671 que provocó 14 muertos; y en los últimos 100 años han ocurrido numerosos desastres, que pocas personas recuerdan ya, pero que nos previenen de la dinámica hídrica de la provincia (Figura 5).

Los casos más emblemáticos son las recurrentes crecidas de La Cañada en la ciudad de Córdoba: durante la noche del 19-20 de diciembre de 1890 cayeron 200 mm en cuatro horas, provocando 200 muertes; el 15 de enero de 1939 una lluvia de 140 mm causó 2 muertos y cinco días más tarde, el 20 de enero de 1939 las precipitaciones azotaron toda la provincia de Córdoba con un saldo de 9 decesos en Saldán.

También son dignas de mención las inundaciones del río Suquía (Primero): el 1° diciembre de 1966 cayeron 250 milímetros en tres horas (14 fallecidos); el 12 de marzo del 2000, 150 mm en una hora (3 fallecidos).

Además, cabe mencionar los desastres de San Carlos Minas cuando el 6 enero de 1992 el arroyo Noguinet sepultó al pueblo entero dejando 46 muertos y 180 casas destruidas.

El de San Carlos no fue un evento aislado; entre el 5 y el 12 de enero de 1992 en casi toda la provincia hubo lluvias torrenciales con desbordes que provocaron grandes pérdidas de infraestructura y vidas. En 2003, 2007 y 2012 se repitieron los eventos, aunque con menor intensidad, pero siempre provocando daños.

La solución a estos problemas no está en hacer grandes obras sino en respetar a los sistemas naturales atendiendo su dinámica particular

Así llegamos al período 2014-2015 en el que en 14 meses, se inundaron 70 ciudades de toda la provincia y donde hubo más de 5.000 evacuados. El 4 de abril de 2014 en 10 horas llovieron entre 200 y 300 mm en distintos sectores del centro y sureste de Córdoba. Se anegaron varios pueblos en una amplia zona y hubo más de 400 evacuados. El 15 de febrero de 2015 en Sierras Chicas llovió intensamente (250 a 300 mm) y casi todas las ciudades y pueblos ubicados en la zona norte de esta región fueron severa-

mente afectados; hubo más de 1.000 evacuados y 8 muertos. El 15 de febrero de 2016 un temporal (200-400 mm) produjo inundaciones en la llanura con varios pueblos totalmente anegados. En ese período la provincia sufrió enormes pérdidas en el sector agropecuario por anegamientos generalizados de campos.

¿Qué podemos hacer?

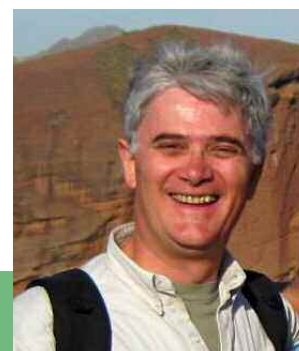
Ante este panorama es comprensible la actual tendencia creciente de atribuir la ocurrencia de inundaciones y crecientes a fenómenos extremos "nunca vistos" o a la acción humana (principalmente por desmonte) olvidando que son fenómenos más o menos recurrentes y que acontecieron aún antes de la actual degradación ambiental que padecemos. Los primeros ejemplos arriba citados y el registro geológico-geomorfológico de la provincia desmienten estas afirmaciones que, frecuentemente, se utilizan para evitar atender el problema desde su origen. Por ello la solución a estos problemas no está en hacer grandes obras sino en respetar a los sistemas naturales atendiendo su dinámica particular, esto es: no colonizar y mantenerse alejados de los

lugares que recurrentemente pueden ser afectados por inundaciones, conservar los ecosistemas lo menos alterados posible o cuando han sido ya impactados tratar de restaurarlos de la mejor manera; es decir planificar las obras de control de una manera racional y dimensionarlas de acuerdo al sistema donde se implantan.

La planificación y el ordenamiento del territorio son herramientas fundamentales en la prevención del riesgo de inundaciones. Planificar las actividades humanas y la localización de las infraestructuras, así como la identificación de sectores críticos que requieren especial atención son obligatorias en cualquier estrategia de gestión del riesgo. Ello implica una adecuada identificación de las amenazas y zonificación de las áreas potencialmente afectables para prevenir los daños derivados de la ocurrencia de este tipo de eventos (Figura 6).

Claudio Carignano

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



Glosario

Escurrimiento

(o **escorrentía**): hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie del terreno en una cuenca hídrica, cuando las lluvias superan la capacidad de infiltración del suelo.

Freática: Es la capa de agua subterránea más superficial y que se encuentra en contacto con la atmósfera a través de los poros de los sedimentos que la contienen.

Hidromorfismo: Es un estado permanente o temporal de saturación de agua en el suelo que lleva asociado la existencia de condiciones reductoras (falta de oxígeno).

Infiltración: es la acción de introducir suavemente un líquido entre los poros de un sólido; en el caso particular de esta nota se refiere a la penetración del agua en el suelo.

Lecho episódico: es una zona baja ubicada adyacente al cauce ordinario de un río que ocasionalmente durante las crecidas del mismo es ocupada por el agua y funciona como **canal mayor o canal principal**.

Paleocauce: Cauce abandonado por un río o cauce antiguo no funcional.

Terrazas fluviales: también llamadas terrazas de río, son escalones del terreno localizados en el interior de un valle fluvial, que han sido construidos por el río cuando deposita sus sedimentos en los lugares donde éste pierde su capacidad de arrastre. Las terrazas se disponen a lo largo de un valle en forma escalonada y están separadas por un resalto topográfico o barranca, y siempre son más elevadas que la planicie de inundación.

Valle fluvial: es una depresión de la superficie terrestre excavada por un río, el cual ocupa la parte más baja de la misma.

Referencias bibliográficas/lecturas sugeridas

Carignano, C. Kröhling, D. Degiovanni, S. y Cioccale, M. (2014). Geomorfología. En: Martino, R. y Guerreschi, B. (eds.): Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino: Geología y Recursos Naturales de La Provincia de Córdoba. Asociación Geológica Argentina. ISBN 978-987-22403-8-7. p 747-822.

Kröhling, D. y Carignano, C. (2014). Estratigrafía de los depósitos sedimentarios cuaternarios. En: Martino, R. y Guerreschi, B. (eds.): Relatorio del XIX Congreso Geológico Argentino: Geología y Recursos Naturales de La Provincia de Córdoba. Asociación Geológica Argentina. ISBN 978-987-22403-8-7. p 673-724.

La Voz del Interior, (2015). Nota de periódico "Catástrofes naturales que marcaron la historia de Córdoba" en fecha 08/03/2015.

OMM/UNESCO (1974). "Glosario hidrológico internacional", WMO/OMM/BMO, No. 385, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial, Suiza.

Oporto, Graciela (2015). Inundaciones urbanas y cambio climático: Recomendaciones para la gestión. Prólogo del manual. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Buenos Aires. http://www.ambiente.gob.ar/archivos/web/UCC/file/CambioClimatico_web.pdf.

Organización de Naciones Unidas (2005). Marco de Acción de Hyogo. Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres. Kobe, Hyogo, Japón.

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?

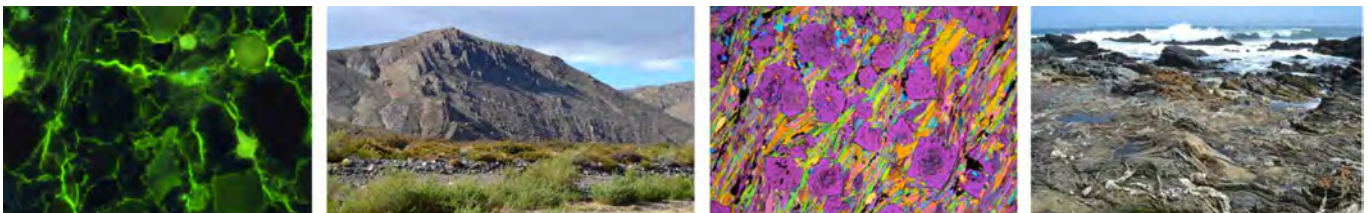
Desarrollamos proyectos de investigación en diferentes temas dentro de las Ciencias de la Tierra como Geología, Geoquímica, Paleontología y Paleobiología. Realizamos docencia de grado y de posgrado, actividades de extensión y transferencia de conocimiento. Efectuamos asesorías técnicas a entidades públicas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

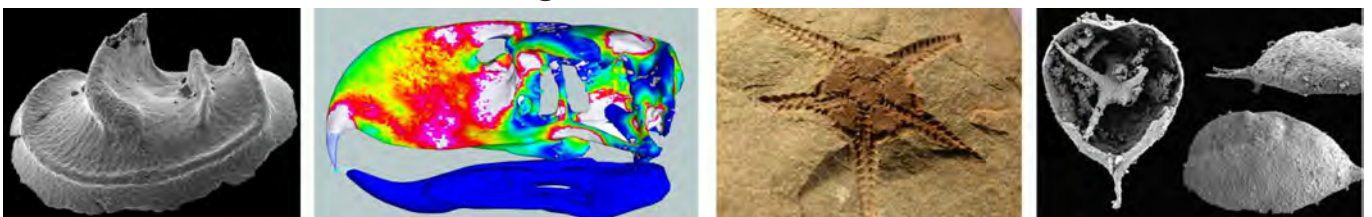
Dinámica de la litósfera – astenósfera



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.