

# 12

CURSO DE  
CAPACITACIÓN  
PARA  
DOCENTES

# Educación Ambiental frente al Cambio Climático

*ambiente*  
Secretaría de Medio Ambiente



## CONTENIDOS:

### El Agua en Mendoza

- \* Caracterización de los ríos mendocinos
- \* Fenómeno aluvional
- \* Inundaciones urbanas
- \* El agua superficial y subterránea en Mendoza
- \* Las cuencas de agua subterránea
- \* La reserva o almacenamiento de agua subterránea
- \* La recarga y explotación de acuíferos
- \* Actividades para el docente
- \* Bibliografía

IADIZA  
  
CONICET  
U.N. CUYO  
GOBIERNO  
DE MENDOZA

  
Dirección General de Escuelas  
Gobierno de Mendoza

  
GOBIERNO DE  
MENDOZA  
*Levantando Vuelos*

**Los Andes**  
El Diario

# EL AGUA EN MENDOZA

## Caracterización de los ríos mendocinos

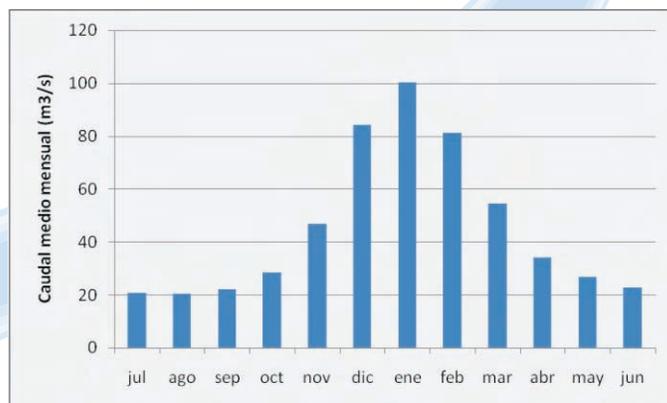
Los oasis irrigados en la Provincia de Mendoza son ecosistemas profundamente modificados por la acción del hombre, cuya fragilidad y vulnerabilidad se relacionan en gran medida con la disponibilidad del recurso hídrico. Ocupan aproximadamente el 4 % de la superficie provincial y concentran el 98% de la población y de la actividad socioeconómica. Tales oasis se han originado gracias a la disponibilidad del recurso hídrico que existe en los ríos aprovechados y cuyo escurrimiento se origina en un 70% en la fusión nival. Salvo los ríos **Malargüe** y **Grande** el resto de los ríos mendocinos (**Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel**) se encuentran regulados a través de embalses de propósitos múltiples (agua potable, riego, producción energética, protección contra crecidas, recreación, usos ecológicos, etc.). Estos embalses regulan estacionalmente el agua para el

riego compensando los déficit de suministro de agua que normalmente se producen en primavera, luego de la época de nevadas y previo al inicio de un franco proceso de fusión nival.

La región andina mendocina presenta la particularidad de **una ausencia casi total de aportes de precipitación pluvial en el escurrimiento superficial**. El caudal base invernal está generado por el agua infiltrada y que aparece en las laderas de los cauces como aporte sub-superficial. El proceso de fusión nival comienza en la primavera (en la segunda quincena de setiembre o primeros días de octubre) y su finalización depende de la cobertura y espesor del manto nival, llegando en casos extremos a fines de febrero. Luego, el hidrograma anual de escurrimiento está comprendido entre julio y junio del año siguiente, produciéndose los caudales máximos a fines de diciembre o principios de enero.



Río Tunuyán.



Hidrograma medio anual del río Mendoza.



Río Cuevas afluente del río Mendoza en Puente del Inca.



Arroyo de alta montaña.

## CARACTERIZACIÓN DEL FENÓMENO ALUVIONAL

La Ciudad de Mendoza y su entorno, el Gran Mendoza, se encuentran ubicados junto a una serie de pequeñas cuencas aluvionales, sobre la planicie aluvial al Este del Pedemonte y las estribaciones orientales de la Precordillera. **Es una zona árida a semiárida, con precipitaciones medias anuales no mayores a 235 mm**, las cuales ocurren principalmente en el verano, caracterizadas como de gran intensidad, de tipo convectivas, torrenciales, intermitentes y de corta duración. Durante el resto del año prácticamente no llueve.

Esas precipitaciones que caen en las cuencas de recepción aluvionales, pueden dar lugar a crecientes de notable magnitud que originan aluviones que fluyen por los zanjones y cauces, habitualmente secos y que a su vez desembocan en cauces mayores sobre la bajada pedemontana hasta alcanzar la planicie aluvial. Como consecuencia, se producen anegamientos e inundaciones en los barrios periféricos del Gran Mendoza, muchas veces llegando a afectar el centro de la ciudad.

*Durante el transcurso de cada tormenta de corta duración y gran intensidad, la erosión hídrica y los derrumbes laterales, aportan importantes volúmenes de bloques, cantos rodados, arena y material fino, los que, por arrastre o en suspensión, invaden la planicie aluvial y se depositan según su granulometría, a medida que la corriente va perdiendo capacidad de transporte. Hasta la parte distal de su recorrido, llegan los materiales más finos, dando origen a la formación de depósitos de lodo de grueso espesor, que suelen alcanzar los sectores periféricos de la ciudad.*

El registro histórico de estos aluviones se remonta al año 1716, cuando una gran inundación destruyó buena parte de los edificios de la zona céntrica, entre los que se encontraba la iglesia de Nuestra Señora de Loreto. Desde 1716 a 1888, se produjeron varios aluviones, quedando antecedentes respecto a reclamos realizados por parte las autoridades coloniales.

En 1895, cayó sobre el Gran Mendoza una lluvia intensa. El torrente de agua arrastró, a su paso, puentes, troncos de árboles, ropas, muebles, animales y enseres domésticos, de los barrios pobres del Oeste de la ciudad. Este aluvión produjo 24 muertos, 200 heridos e infinidad de familias quedaron sin vivienda. Otros daños históricos fueron los producidos en diciembre de 1918, marzo de 1919, enero y febrero de 1920, marzo de 1921, enero y diciembre de 1939.

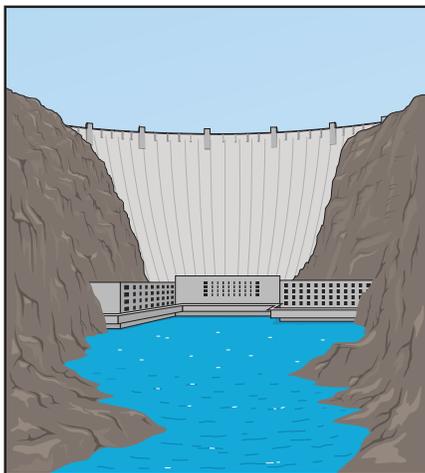
El 4 de enero de 1970 se produjo una de los mayores desastres: una fuerte tormenta se precipitó sobre la cuenca del zanjón Frías y provocó la destrucción del dique homónimo, debido a que las crecientes superaron la capacidad de evacuación de agua del primitivo dique sobre el zanjón, provocando su colapso. Como consecuencia de la ruptura, se originó una avalancha de agua y lodo que inundó la zona de influencia; los aluviones superaron en algunos lugares el metro y medio de altura y prácticamente toda la ciudad resultó afectada, con 24 víctimas fatales y entre 1500 a 2000 accidentados y daños materiales millonarios.



Rotura del Dique Frías

El siguiente cuadro presenta un listado de soluciones al problema aluvional. Se mencionan soluciones estructurales haciendo referencia a la construcción de obras que solucionan parcial o totalmente el problema. Las alternativas no estructurales están vinculadas a la planificación racional de acciones o estrategias de manejo que reducen el impacto aluvional, y aseguran la sustentabilidad de la cuenca.

## Soluciones al problema aluvional



### Estructurales

- Diques atenuadores de crecidas
- Canalizaciones
- Colectores
- Terraplenes

### No estructurales

- Legislación y creación de áreas protegidas
- Regulación del uso y ocupación del territorio
- Manejo adecuado de los escurrimientos por cuencas
- Sistemas de predicción y alerta hidrológica

## CARACTERIZACIÓN DE LAS INUNDACIONES URBANAS

Los problemas de inundación surgen debido a la insuficiente capacidad de conducción con que cuentan los canales y a las características peculiares del sistema de drenaje pluvial. Esta insuficiencia puede atribuirse tanto a la disminución paulatina de su pendiente, como a la disminución de su sección cuando atraviesa por



Inundación en la cuarta sección de la ciudad de Mendoza (14/02/90)

la ciudad (presión urbanística). No es necesario resaltar, para los mendocinos, la situación crítica de la ciudad, ni tampoco hacer notar que el centro de Mendoza constituye un caso de núcleo urbano en el cual, con el pasar de los años, se producen crecientes en las zonas bajas con lluvias cada vez menores.

El rápido crecimiento urbano de los últimos tiempos, ha hecho enfrentar a los entes gubernamentales afectados a distintos problemas ocasionados por el desarrollo urbano. Según datos de UNESCO, mientras en 1800 sólo el 1% de la población mundial vivía en ciudades, en 1970 esa cifra era del 37%, y actualmente tal porcentaje asciende al 51%. Uno de los problemas derivados es, justamente, el drenaje del escurrimiento superficial originado por las precipitaciones pluviales sobre zonas urbanizadas.

La urbanización, ya sea destinada a áreas residenciales, comerciales y/o industriales, produce un incremento en la impermeabilización de las cuencas, lo cual reduce el tiempo de distribución del escurrimiento, con el consecuente aumento de la descarga máxima de los volúmenes a evacuar. Como orden de magnitud se puede afirmar que con la urbanización, la evapotranspiración o consumo de agua por parte de los vegetales se reduce en un 38 % y el escurrimiento superficial (volumen de agua que circula sobre la superficie del suelo) aumenta en un 88 %.

## EL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA EN MENDOZA

La provincia de Mendoza posee un clima árido, por lo cual para asegurar un adecuado desarrollo de los cultivos se requiere la aplicación de riego, que desde épocas precolombinas supieron utilizar los habitantes autóctonos. De allí la importancia que tienen los recursos hídricos para la provincia, limitados a las escasas precipitaciones, al agua acumulada en la cordillera (nieve y hielo), al agua circulante en sus ríos y arroyos, al agua acumulada en las lagunas y embalses superficiales y también al agua almacenada en los reservorios subterráneos.

Mediante el aprovechamiento del agua, se han desarrollado en la zona de llanura, los oasis de riego que ocupan una superficie de unas 300.000 hectáreas que constituye sólo el 4 % de la superficie total de la provincia. En estos oasis se han conformado núcleos agro - urbano - industriales en los que habita el 98 % de la población. El resto de su territorio, son zonas de llanura desértica y cordillera. Esta distribución de la población responde principalmente a la disponibilidad de agua, tanto superficial como subterránea.

Los recursos hídricos de la provincia provienen fundamentalmente de las precipitaciones meteóricas que ocurren en su territorio. En la cordillera se han acumulado grandes reservas de agua almacenada en glaciares, campos de nieve, y retenida por procesos de congelamiento en el perfil permeable de las formaciones rocosas. Allí se originan los ríos Mendoza, Tunuyán, Diamante, Atuel, Malargüe, Grande y Barrancas, que tienen en conjunto un caudal medio de unos 320 m<sup>3</sup>/s y una cantidad importante de arroyos cordilleranos.

En la actualidad existen cinco embalses superficiales en la provincia:



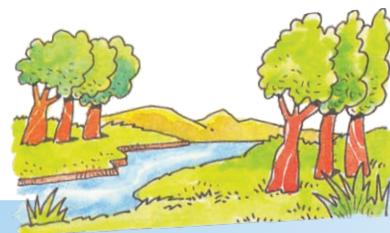
- **El Carrizal sobre el río Tunuyán**
- **Nihuil y Valle Grande sobre el río Atuel**
- **Agua del Toro y Los Reyunos sobre el río Diamante**

Estos embalses se operan para la generación de energía eléctrica, pero cumplen una función muy importante en la regulación de los derrames naturales de los ríos, erogando -de acuerdo a un plan establecido- volúmenes de agua que el Departamento General de Irrigación (DGI) se encarga de distribuir a través de canales a propiedades agrícolas que poseen derecho de riego.

La mayor parte del subsuelo de la llanura mendocina corresponde a cuencas sedimentarias modernas (era cuaternaria) que constituyen los reservorios de agua subterránea o acuíferos (estrato o formación geológica que permite el almacenamiento y la circulación del agua por sus poros y/o grietas). El agua que allí se encuentra ha sido aportada principalmente por la infiltración que ocurre a través de los lechos de los ríos nombrados. Estos reservorios son explotados por una cantidad importante de perforaciones, la mayoría de ellas ubicados en las áreas cultivadas. Hoy existen aproximadamente 20.000 perforaciones registradas, de las que sólo la mitad se encuentra funcionando. La gran mayoría está destinada al uso agrícola y, en menor medida, al consumo de poblaciones y a los usos industrial y minero.

## LAS CUENCAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

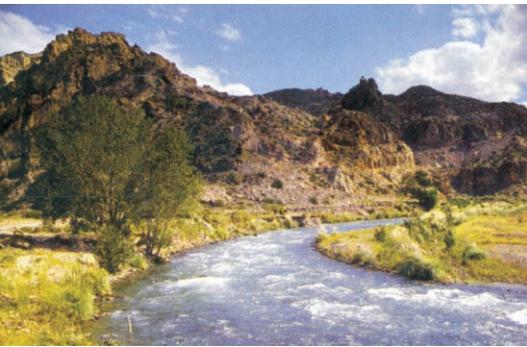
El paisaje de la provincia está integrado por dos grandes regiones físicas de relieves muy distintos: un



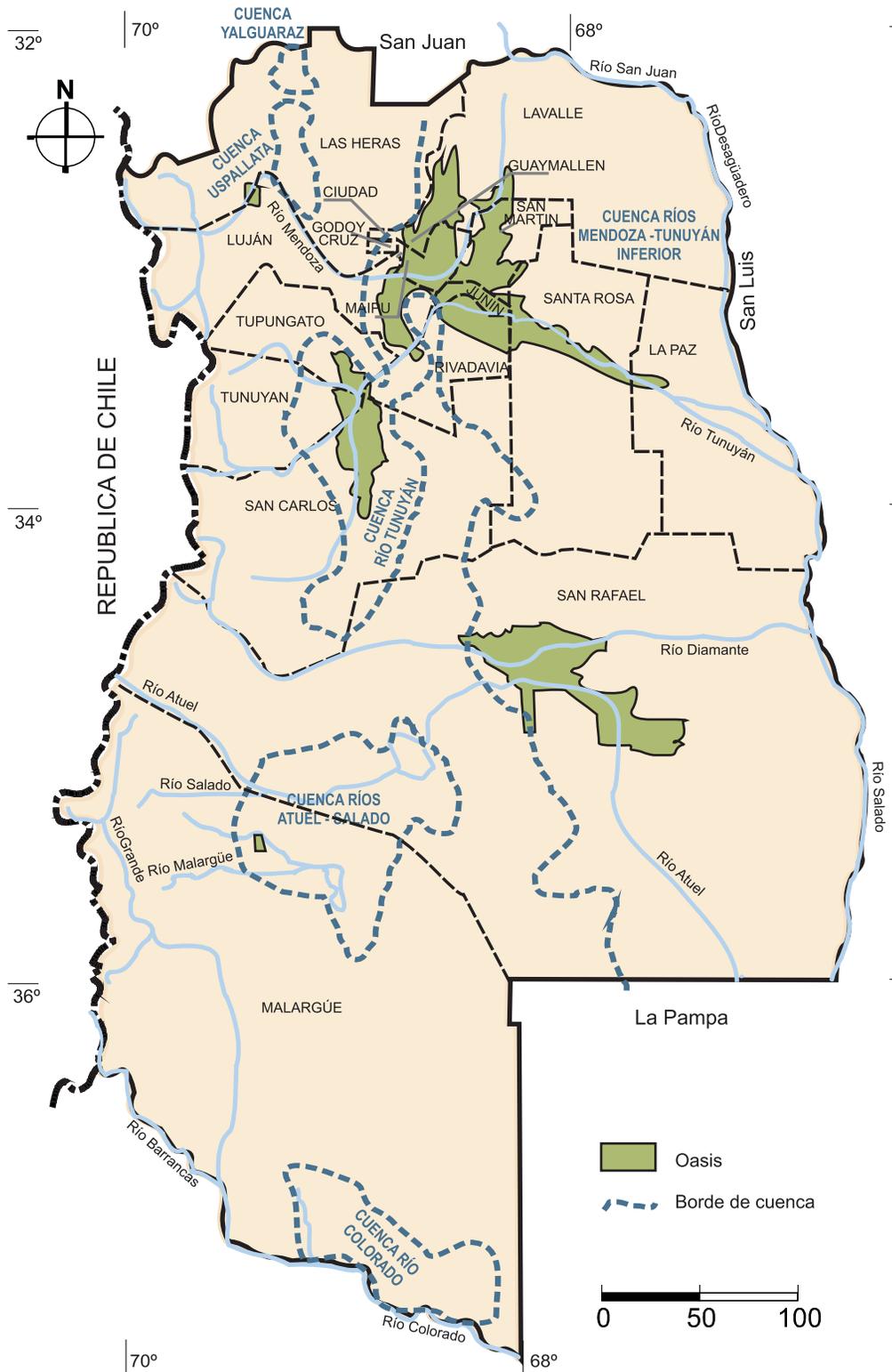
canales y en otros, donde no llega el agua mencionada, se riega exclusivamente con agua subterránea.

Las profundidades desde las que se extrae el agua subterránea suelen variar a lo largo de una cuenca, es decir, desde donde desembocan los ríos que les dieron origen y que las recargan hasta sus sectores más alejados. En general, en las cuencas mendocinas las mayores profundidades de bombeo (100 - 200 m) se

Los ríos mendocinos tienen sus fuentes en la Cordillera de los Andes y sus caudales discurren de Oeste a Este para desembocar en la llanura, bajo cuya superficie se desarrollan cuencas sedimentarias modernas que constituyen los reservorios de agua subterránea recargados principalmente por los mismos ríos.



## OASIS DE RIEGO



encuentran cercanas a la cordillera, donde el acuífero que subyace suele ser libre; a medida que una cuenca se extiende y la pendiente de la superficie del terreno se acerca a la horizontal, los niveles estáticos de agua subterránea se acercan a la superficie. La exploración en estos sectores suele ser importante (200 – 400 m), aunque el agua asciende hasta 20 o 30 m de profundidad permitiendo que el bombeo se realice desde esta profundidad. En algunas cuencas se define un área de surgencia, la que suele encontrarse

después del cambio brusco de pendientes, donde se inicia la llanura propiamente dicha; en ella, las perforaciones profundas suelen presentar niveles de agua que pueden superar en 5 -15 m la superficie del terreno. Los caudales que se extraen de las perforaciones también suelen variar; ello depende tanto de las características hidrológicas del acuífero explotado como de la capacidad del equipo de bombeo que se utilice, tomando como base que el

factor limitante por excelencia lo constituyen las primeras en virtud de la mayor o menor disposición para ceder agua sin agotarse. Así, en las cuencas mendocinas se producen normalmente caudales de entre 50 y 300 m<sup>3</sup>/h.

### LA RESERVA O ALMACENAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA

La reserva total de agua subterránea, almacenada en las cuencas sedimentarias cuaternarias, se ha calculado en forma primaria en unos 650.000 Hm<sup>3</sup>, de los cuales una porción es explotable en condiciones económicamente apropiadas. Esta cifra puede variar considerablemente al avanzar en la exploración hidrogeológica de la provincia, principalmente de los acuíferos en sedimentos de edad terciaria, que aún no se han estudiado convenientemente.

La reserva o almacenamiento suele sufrir variaciones cuantitativas que están vinculadas a su alimentación (o recarga de acuíferos) y a la extracción o descarga que se producen naturalmente o que realiza el hombre para satisfacer sus necesidades.



### LA RECARGA Y EXPLOTACIÓN DE ACUÍFEROS

La recarga de los acuíferos sedimentarios que componen las cuencas mendocinas se produce como consecuencia de las infiltraciones que ocurren a través de la superficie del suelo, ya sea este el lecho de los ríos, de los canales o las áreas regadas, y por las pérdidas en conductos subterráneos como lo son: las cañerías de agua potable y sanitaria, etc. También las lluvias podrían llegar a contribuir, aunque muy poco en Mendoza, ya que las precipitaciones en la llanura son pobres.

El mecanismo sería el siguiente: una alícuota del agua infiltrada a través de la superficie del suelo -la que no es devuelta a la atmósfera como consecuencia de los fenómenos de transpiración de los vegetales y evaporación desde el suelo- percola en profundidad por entre los poros de las formaciones sedimentarias hasta alcanzar la zona saturada donde se almacena el agua subterránea. A partir de allí comienza su movimiento en el sentido de la pendiente hidráulica y queda disponible para su extracción. Normalmente, esa recarga de acuíferos se produce, en forma más importante, en los sectores de las cuencas cercanos a la cordillera, donde los materiales depositados (sedimentos) son más gruesos y, por ende, las formaciones sedimentarias son más permeables; además, por allí circula casi la totalidad del agua que proviene del oeste.

## ACTIVIDADES PARA EL DOCENTE

1. Seleccione alguna de las soluciones al problema aluvional (estructurales o no estructurales) que aparece en este fascículo y descríbala teniendo en cuenta las posibilidades concretas de implementación y estado de avance o no de este tipo de solución en nuestra provincia.
2. ¿Qué es un acuífero? Investigue sobre el Sistema Acuífero Guaraní. Tener en cuenta las características geográficas, ecológicas, geológicas y la importancia para nuestra región.

## BIBLIOGRAFÍA

ESTADÍSTICA HIDROLÓGICA 2004. República Argentina. Subsecretaría de Recursos Hídricos. Ed. EVARSA 1a Ed. Buenos Aires, 2004. CD Rom ISBN 987-98869-3-3

FERNÁNDEZ, J. M., 1977. Contribución a la Historia de los Aluviones de la provincia de Mendoza. INCyTH-CRA (inédito)

FERNÁNDEZ, P., J. MAZA, A. VARGAS ARANIBAR. 1994. Prediction of Floods from a Mountain River with Glacierized and Snow Covered Areas. 2º International Conference on River Floods Hydraulics, York. John Willy & Sons.

FERNÁNDEZ, P.; A. VARGAS ARANIBAR; J. MAZA y L. FORNERO. 1994. Estudio de Campos de Tormentas Convectivas como Productoras de los Aluviones del Oeste del Gran Mendoza. XVI Congreso Latinoamericano de Hidráulica. Santiago de Chile. IAHR

INUNDACIONES URBANAS EN ARGENTINA. 2004. Organizador J.C. Bertoni. ISBN 987-9406-76-1. Ed. Universitat, Córdoba, 254 pgs.

INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA (INA). Centro regional de aguas subterránea (CRAS), 1969-2009. Catálogo Bibliográfico. Investigaciones Hidrogeológicas realizadas en la provincia de Mendoza. San Juan. Argentina.

MAZA, J.; L. FORNERO y H. YAÑEZ. 1995. Simulación Matemática de la Fusión Nival y Pronóstico de Escurrimiento. Bulletin de l'Institut Francais d' Etudes Andines (ISSN 0303-7495), Tomo 24 N°3, pags. 651-659. Lima, Perú.

VARGAS ARANIBAR, A. 1999. El Problema Aluvional en Mendoza. Revista del INA Año 11 agosto/septiembre 1999. Revista oficial trimestral del Instituto Nacional del Agua.

### Autoridades Gobierno de la Provincia de Mendoza

*Gobernador:* Cdor Celso Jaque

*Secretario de Ambiente:* Dr. Guillermo Carmona

*Coordinador Provincial*

*Programa Educación Ambiental:* Lic. Luis Garro

*Director General de Escuelas:* Cont. Carlos Lopez Puelles  
(en comisión)

*Subsecretaria de Planeamiento  
de la Calidad Educativa:* Prof. Livia Sandez

*Directora a/c IADIZA. CONICET:* Prof. Elena Abraham

*Equipo Técnico – Pedagógico:* Prof. Mirta Zárate

Prof. Lic. Nora Marlia

*Colaboración:* Amilcar Álvarez, Alejandro Drovandi,  
Jorge Hernández, Rocío Hernández,  
Nicolás Martinis, Jorge Maza,  
Carlos Mirábile, Santa Salatino,  
Adrián Vargas Aranibar

*Revisión y Asesoramiento:* Ing. José Morábito  
Dir. Instituto Nacional del Agua.  
Mendoza

*Diseño gráfico:* Dis. Ind. Remedios Marín y  
Dis. Ind. Susana Graciela Farías  
Servicio de Diseño Gráfico  
MAGRAF-CCT CONICET Mendoza

*Ilustración de tapa:* Dis. Graf. Silvana Valli

### Contactos y Tutorías:

oscarongayugarteche@yahoo.com.ar

balangione@hotmail.com

noramarlia@yahoo.com.ar

zarate.mirta@gmail.com