



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Marco Estratégico
para la
Provincia de Mendoza

DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

Mendoza, Agosto de 2004

Marco Estratégico para la Provincia de Mendoza

DIAGNÓSTICO FÍSICO-AMBIENTAL

**Grupo técnico participante responsable
Área Físico – Ambiental**

ECOSISTEMAS NATURALES

THERBURG, Almut

OASIS DE RIEGO

FASCIOLO, Graciela

COMELLAS, Eduardo

ZULOAGA, José

AMBIENTES URBANOS

GUDIÑO, María Elina

CARTOGRAFÍA

RIZZO, Pablo

ROJAS, Facundo

MUÑOZ, Lucas

OTROS PARTICIPANTES

BALANZA, María Ester

Contenido

Resumen.....	1
Introducción.....	9
Capítulo 1. Ambientes Naturales	11
1.1. Riesgo de Desertificación.....	11
1.2. Reservas Naturales de la Provincia de Mendoza.....	13
1.3. Diagnóstico de los Ecosistemas Naturales.....	14
1.4. Riesgo de Contaminación.....	15
1.5. Pérdida del Patrimonio Natural.....	16
1.6. Retroceso de Glaciares.....	17
Capítulo 2. Ambientes de los oasis de riego	18
2.1. Riesgos Naturales.....	19
2.1.a. Granizo.....	19
2.1.b. Heladas.....	20
2.2. Riesgo de Escasez Hídrica.....	20
2.2.a. Balance Hídrico.....	21
2.2.b. Stress Hídrico.....	23
2.3. Pérdidas de agua por ineficiencias.....	24
2.3.a. Pérdidas de conducción - distribución.....	24
2.3.b. Pérdidas por el uso agrícola en la aplicación.....	25
2.3.c. Pérdidas por el uso agrícola en el total del sistema.....	25
2.3.d. Pérdidas por uso doméstico e industrial.....	25
2.4. Contaminación de aguas subterráneas.....	26
2.4.a. Contaminación por actividades agrícolas (salinidad).....	26
2.4.b. Contaminación por actividades de disposición de excretos y residuos.....	28
2.4.c. Contaminación por actividades petroleras.....	28
2.4.d. Contaminación natural (con arsénico).....	29
2.5. Contaminación de aguas superficiales.....	29
2.5.a. Contaminación de cauces (ríos y canales de riego).....	29
Contaminación por efluentes domésticos e industriales.....	29
Contaminación salina por el uso agrícola.....	31
2.5.b. Contaminación de lagos e impactos generados por la construcción de embalses.....	31
El caso del Embalse El Carrizal, Cuenca Centro.....	31
El caso de los embalses de la Cuenca Sur.....	32
2.6. Degradación de suelos por ascenso y salinización de la capa freática.....	32
2.6.a. Degradación de suelos en la Cuenca Norte.....	32
2.6.b. Degradación de los suelos en la Cuenca Centro.....	33
2.6.c. Degradación de los suelos en la Cuenca Sur.....	33
2.7. Problemas generados por aluviones sobre la red de riego.....	33

Capítulo 3. Ambientes urbanos	34
3.1. Excesiva concentración de población en el Gran Mendoza y grandes espacios de baja densidad poblacional	34
3.2. Expansión urbana hacia zonas inadecuadas	36
3.2.a. La expansión de la urbanización hacia el piedemonte	37
3.2.b. Con respecto al avance urbano hacia áreas agrícolas	37
3.3. Riesgos naturales en zonas de alta densidad poblacional y gran concentración de actividades económicas	38
3.3.a. Riesgo Sísmico	38
3.3.b. Riesgo Aluvional	39
3.3.c. Riesgo Volcánico	40
3.3.d. Riesgo de Erosión	40
3.4. Contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles, efluentes líquidos y residuos sólidos	41
3.4.a. Contaminación atmosférica por fuentes fijas y móviles	41
3.4.b. Contaminación por efluentes líquidos	43
Contaminación industrial	43
Contaminación cloacal	44
3.4.c. Contaminación por residuos sólidos	44
3.4.d. Otras Fuentes de Contaminación	45
3.5. Escasos espacios verdes	45
Conclusiones.....	47
Referencias bibliográficas.....	51
Anexo I. Cartografía	55
Anexo II. Indicadores ambientales generales	65
2.1. Datos de superficie	65
2.2. Datos de población	68
2.3. Indicadores de uso del agua	72
Distribución de la asignación del agua por fuente.....	72
Distribución de la asignación del agua por uso	72
Uso Agrícola	72
Uso Doméstico	72
Índice de stress de abastecimiento	73
Diferencia porcentual entre la oferta y la asignación	73
Anexo III. Indicador sintético	74
3.1. Objetivo	74
3.2. Metodología	74
3.2.a. Ecosistemas naturales	74
3.2.b. Ambientes de oasis de riego	74
3.2.c. Ambientes urbanos	75
3.3. Indicadores por área y departamento.....	76
3.3.a. Ecosistemas naturales	76
3.3.b. Oasis de Riego.....	78
3.3.c. Zonas Urbanas.....	80
3.4. Conclusiones.....	81
Anexo IV. Tablas y cuadros complementarios	83
4.1. Usos del agua	83
4.1.a. Uso agrícola	83
4.1.b. Uso industrial	87
4.1.c. Uso ambiental	87
4.1.d. Uso urbano	87

El objetivo de este informe, es presentar un marco de referencia para analizar la situación físico/ambiental de la Provincia de Mendoza.

El punto de partida fue la puesta en común a nivel de equipo sobre los conceptos involucrados en la temática, teorías y enfoques implícitos, y metodología a seguir. Una vez consensuados estos puntos, se opta por identificar problemáticas representativas y jerarquizarlas en orden a su importancia, para luego proceder a la identificación de variables e indicadores.

Se utilizan variables cualitativas y cuantitativas elaboradas a partir de a) la producción científica generada por la UNCuyo y por otras instituciones de ciencia y técnica- estudios realizados ó en curso, propias ó de otros investigadores; b) de las opiniones de algunos expertos calificados consultados y c) de estadísticas e información de difusión de diferentes fuentes.

El resultado ha sido la obtención de algunos indicadores - volcados en Tablas, cuadros y mapas - de los principales problemas ambientales que comprometen la sustentabilidad de los ecosistemas vitales de la provincia, impactan negativamente en la calidad de vida de sus habitantes y restringen las posibilidades de su desarrollo social y económico.

En Mendoza es posible distinguir la presencia de distintos ambientes en función de sus condiciones naturales y la "intensidad" del accionar humano a través del tiempo. Es posible distinguir básicamente tres ambientes en donde se presentan problemáticas distintas:

- Los ecosistemas naturales, con baja densidad poblacional.
- Los oasis de riego, en donde se desarrolla la producción agrícola.
- Los ambientes urbanos, con alta densidad demográfica.

Los **ecosistemas naturales** corresponden a la montaña, el piedemonte y la llanura, los que presentan una alta fragilidad natural. Ocupan aproximadamente el 97% del territorio provincial.

Entre las actividades económicas que allí se desarrollan se destaca la explotación minera, que aporta el 8,4% del PBG, las actividades turísticas, que han evidenciado un comportamiento positivo en la última década. Allí se realizan además, otras actividades de baja incidencia en la economía provincial, tales como la ganadería extensiva.

Los **oasis de riego**, que incluyen a los ambientes urbanos, representan en conjunto el 3% restante. Concentran la mayor actividad productiva y las tierras de mayor valor agrícola. El aporte de esta zona al PBG provincial, derivado de la actividad agrícola, es de alrededor del 7%.



Conforman tres oasis de relevancia: el de la Cuenca Norte (Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior); el de la Cuenca Centro (Río Tunuyán Superior) y el de la Cuenca Sur (Ríos Diamante, Atuel y Malargüe).

Dentro de estos oasis se concentra, en sus **ambientes urbanos**, más del 90% de los 1.579.651 habitantes que viven en la provincia. Estos ambientes son espacios poco significativos en relación a la superficie total provincial, sin embargo son los lugares donde la “intensidad” de la presencia humana es más significativa, por lo que las condiciones ambientales se tornan más frágiles y propensas a ser degradadas frente al accionar antrópico. El resto del territorio se encuentra totalmente desarticulado y pierde población.

Las problemáticas varían según el ambiente que se trate. Las más significativas son:

En los ecosistemas naturales:

- Desertificación.
- Presencia de escasas áreas naturales protegidas.
- Pérdida de patrimonio natural por destrucción y fragmentación de hábitat.
- Falta de un inventario detallado de recursos naturales.
- Retroceso de glaciares.
- Venta de grandes extensiones de tierras de alto valor ecológico y con reservas de agua dulce.
- Accidentes petroleros que afectan a áreas naturales y los oasis por derrame.
- Presencia de residuos sólidos.

En los oasis de riego:

- Accidentes climáticos: granizo, heladas.
- Escasez hídrica.
- Contaminación salina de las aguas subterráneas.
- Contaminación de aguas superficiales por residuos líquidos y sólidos.
- Salinización y revenimiento de suelos.
- Inundación de propiedades agrícolas por aluvionales producidos en zonas urbanas.

En los ambientes urbanos:

- Excesiva concentración de población en el Gran Mendoza y grandes espacios de baja densidad poblacional.
- Expansión urbana hacia zonas inadecuadas.
- Riesgos naturales en zonas de alta densidad poblacional y gran concentración de actividades económicas.
- Contaminación producida por fuentes fijas y móviles, efluentes líquidos y sólidos.
- Presencia de escasos espacios verdes.



El diagnóstico realizado parte de la identificación y medición cualitativa, o cuantitativa de los siguientes indicadores, utilizando información científica disponible:

- Índice de desertificación.
- Número, distribución, evolución y nivel de equipamiento de las reservas naturales.
- Presencia de antiguos bosques de algarrobo.
- Perforaciones de petróleo, en número y superficie ocupada.
- Número, distribución, superficie y volumen de petróleo extraído.
- Accidentes por derrame de petróleo, número de casos.
- Presencia de zonas vendidas a capitales extranjeros.
- Balance de masa de un glaciar piloto.
- Daños económicos por granizo y heladas, en porcentaje.
- Asignación de aguas según uso, en porcentaje.
- Índice de stress hídrico en m³/habitante año.
- Eficiencia de uso externa e interna en riego, en porcentaje
- Salinidad del agua subterránea y superficial, conductividad eléctrica en $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- Concentración de arsénico en napas subterráneas, en mg/l
- Concentración de nitratos, en mg/l.
- Superficie afectada por contaminación de aguas subterráneas, en hectáreas.
- Coliformes fecales en el agua superficial, en NMP/100ml.
- Superficie afectada por contaminación de agua superficial, en hectáreas.
- Niveles de la capa freática y de su salinidad, en metros y $\mu\text{S}/\text{cm}^2$.
- Pérdidas de distribución de agua potable, en porcentaje.
- Población con servicio de agua potable, en porcentaje.
- Población con servicio de cloacas, en porcentaje.
- Presencia de cauces con residuos domésticos.
- Presencia de cauces receptores de aluviones.
- Riesgo sísmico según Escala Mercalli Modificada o Richter.
- Riesgo aluvional y riesgo volcánico.
- Riesgo de erosión como fenómeno generalizado.
- Tasa de crecimiento de la población, en porcentaje.



- Densidad poblacional, en hab./km².
- Distribución de la población por localidad, en porcentaje.
- Distribución de la red vial.
- Superficie urbanizada del Gran Mendoza, en km².
- Índices de emisiones anuales de CO, HC, NO_x y PST producidas por fuentes móviles en el Gran Mendoza, en kg/hab.
- Inmisiones diarias máximas de CO, HC, NO_x, SO₂, PST, producidas por fuentes fijas y móviles, en µg/m³.
- Emisiones totales por fuentes móviles, en toneladas.
- Nivel de ruido, en decibeles.
- Establecimientos industriales que producen efluentes contaminantes (materia orgánica, sólidos en suspensión, soda cáustica y ocasionalmente metales pesados), en número de establecimientos.
- Concentración de nitratos en acuífero libre por efluentes cloacales, en mg/l.
- Residuos sólidos urbanos, en kg/año y m³/habitante.
- Espacios verdes: m²/hab.

El análisis y correlación de estos indicadores permite llegar a un diagnóstico ambiental, en el que se destacan los siguientes resultados:

- En los ecosistemas naturales aumenta la presión antrópica.
- Gran parte de la superficie está afectada por procesos de desertificación, destacándose la deforestación y el desmonte, la falta de manejo ganadero, los incendios y el crecimiento urbano sobre áreas frágiles.
- El retroceso de los glaciares que se produce desde principios de este siglo, amenaza la subsistencia de los oasis.
- La Red Provincial de Áreas Protegidas cuenta con 13 reservas naturales, lo que representa algo más del 4% de la superficie total del territorio. Para alcanzar la meta nacional e internacional debe alcanzar al menos un 10%.
- Las pérdidas más importantes de los ecosistemas naturales son los bosques de algarrobo y ecosistemas palustres en la llanura, los bosquecillos en quebradas y terrazas fluviales montañosas, y la degradación de vegas en la montaña.
- La destrucción y fragmentación de hábitat siempre conlleva a una pérdida de especies de fauna y flora difícil de evaluar al carecer de datos históricos y un inventario ambiental.
- El territorio provincial natural cada vez está más comprometido no solamente por la degradación de sus ecosistemas sino también por la adquisición de grandes extensiones, de alto valor ecológico, por empresas extranjeras.
- El mayor riesgo de contaminación en ambientes naturales proviene de la actividad petrolera, debido a la magnitud de explotación y la probabilidad de accidentes.



- Existe un alto nivel de contaminación por residuos sólidos en áreas pedemontanas y periferias de centros turísticos de montaña y otros, así como improvisados depósitos de basura en campos incultos.
- La producción agrícola depende del recurso agua. El 89% del recurso agua de la provincia se utiliza en riego, mientras que el 5% se destina a agua potable, 2% al uso industrial y el resto a otros usos. Un 14% es agua subterránea, el resto es superficial.
- La Cuenca Norte es la más comprometida en el balance hídrico. Posee un exceso hídrico del 5% debido a la concentración productiva y poblacional.
- Los oasis productivos también se ven afectados por flagelos naturales que ocasionan importantes pérdidas económicas. En la cuenca norte, el porcentaje anual de daños por granizo supera el 30%; mientras que en ciertos lugares de la Zona Sur llega hasta el 40%. Sin embargo, las mayores pérdidas de producción se deben a las heladas, siendo las zonas más afectadas las zonas Este y Sur.
- Los niveles de salinización concentrados en algunas zonas de las cuencas estudiadas resultan alarmantes. Dado que un nivel de salinidad superior a 3.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ genera cultivos de baja calidad, resultan preocupantes los valores observados en sectores de la zona Este de la Cuenca Norte, en donde sólo el tercer nivel de explotación presenta valores inferiores a este umbral.¹ La situación es similar en la Cuenca Sur, donde en algunas zonas puntuales sólo el tercer nivel de explotación es apto para riego agrícola. La Cuenca Centro presenta en su franja occidental la zona más comprometida y vulnerable, mientras que la existencia de capas sedimentarias poco permeables aseguran la calidad de las aguas subterráneas de la franja oriental; esta cuenca es la que presenta el máximo potencial en cuanto a la disponibilidad y calidad de sus aguas, sin embargo en la actualidad se están asentando importantes emprendimientos industriales y agrícolas, basados en la explotación de agua subterránea, que ponen en peligro la sustentabilidad de estos acuíferos.
- Las pérdidas de agua debido a ineficiencias en su uso, se dividen sobre la base del tramo del recorrido de distribución en que éstas se produzcan². En el tramo externo a la finca, comprendido entre la cabecera del sistema y la bocatoma de la finca se producen pérdidas por una inadecuada impermeabilización de los canales, así del total de agua que por allí circula se pierde alrededor del 54% para la región del Río Mendoza, y cerca del 39% para la zona del Río Tunuyán Inferior. En el tramo interno a la finca, las pérdidas se generan fundamentalmente por la utilización de sistemas de riego poco ahorradores del recurso hídrico, así del total de agua que por la parcela circula se pierde alrededor del 41% en la zona del Río Mendoza³ y cerca del 33% en la región del Río Tunuyán Inferior. Las pérdidas externas e internas pueden considerarse en forma conjunta, lo que determina un nivel total de pérdidas del orden del 73% en la zona del Río Mendoza y del 59% en la región del Río Tunuyán Inferior.
- El ascenso y salinización de la capa freática, degrada los suelos dañando los cultivos por asfixia radicular e intoxicación salina. Este fenómeno ocurre en diversos sectores de las tres cuencas y se debe en parte, a las pérdidas en la conducción y aplicación (pérdidas externas y pérdidas internas).
- Existen áreas de cultivos "restringidos", en donde se reusan los efluentes domésticos tratados correspondientes al aglomerado del Gran Mendoza (5000 has. aproximadamente) con el objetivo

¹ Se teme que la relativa calidad del tercer nivel de explotación no dure mucho más, ya que se observa un creciente deterioro de la calidad del agua subterránea, aunque por ahora la salinidad en ese acuífero se mantiene en niveles inferiores a los 3000 micromhos/cm.

² La variable "pérdida" surge de la diferencia entre un valor del 100% y el valor que tome la variable "eficiencia".

³ Sin embargo a la hora de evaluar estas pérdidas debe considerarse que con el fin de mantener el nivel salino inicial del suelo no es aconsejable minimizarlas por debajo del 39% o 29%, según la zona de la cuenca del Río Mendoza que se trate.



de evitar que éstos alcancen el cauce del río. Sin embargo aún no se ha alcanzado la meta de "descarga cero"; los efluentes se derraman por fuera del área restringida alcanzando el cauce del Río Mendoza. Esta última situación se manifiesta con más intensidad en los meses invernales y compromete a otra superficie de dimensiones similares.

- La superficie cultivada en agricultura, entre 1988 y 2001 ha disminuido en un 10%, parte de ello puede ser por razones económicas, pero también se debe a muchos de los problemas mencionados.
- Con respecto a la población, la tendencia de crecimiento de la población años 1991-2001 es descendente en general en la provincia, sin embargo hay departamentos de Gran Mendoza y Valle de Uco que siguen creciendo, y el oasis que menos lo hace es el Sur.
- Las grandes disparidades en la distribución de la población con una fuerte concentración en los departamentos del Gran Mendoza donde viven 846.904 habitantes (el 53,6% del total de la provincia, en tan solo el 0,1% de la superficie total), provoca el agravamiento de problemas ambientales, y la aparición de costos económicos no previstos.
- Este desequilibrio también se observa en el provisión de servicios. Si bien el abastecimiento de agua potable y cloacas a la población ha mejorado entre 1995 y 2001, las inversiones en este tipo de infraestructuras han sido mayores en el Oasis Norte.
- Con respecto al aglomerado mayor de la provincia, el Gran Mendoza, entre los años 1986 y 1999, el crecimiento del tejido urbano es del 81,4%. Lo hace hacia zonas con suelos de gran potencial agrícola, Luján de Cuyo y Maipú, y hacia el piedemonte, donde se pueden generar problemas muy importantes al impermeabilizarse gran parte del suelo y deforestar, lo que provocará una disminución de la infiltración y un aumento de los aportes aluvionales en volumen y velocidad, que puede afectar a Capital, Las Heras y Lavalle.
- La densidad promedio de Capital, Godoy Cruz y Guaymallén es de 2009 hab/Km², departamentos que registran la mayor superficie urbana. En la provincia solo superan los dos dígitos Junín y Maipú, el resto posee una muy baja densidad poblacional, siendo La Paz y Malargüe los que posee menos de 1,5 hab./km².
- El Gran Mendoza, se transforma en la zona de mayor peligrosidad frente al riesgo sísmico por la cantidad de pérdidas humanas y económicas que puede ocasionar sismos de características destructivas.
- En el área metropolitana uno de los problemas ambientales más graves es la contaminación atmosférica. La fuente más importante de contaminación son los vehículos (fuentes móviles), ya que son responsables del 70% de las emisiones de los contaminantes principales, los que provocan también contaminación sonora y congestión de tránsito. Por ejemplo los valores aconsejados por la Organización Mundial de Salud son PST: 75 µg/m³ por año (algunas áreas de Gran Mendoza tienen 170); NO_x: 150 µg/m³ por 24h (algunas áreas de Gran Mendoza tienen 160). Se estima para el año 2010 un incremento del 20 al 40% aún con mejoras en la tecnología de los vehículos.
- Mendoza es una ciudad ruidosa con registros que alcanzan los 92 dBA. La presión sonora se vuelve dañina a unos 75 dB.
- Una forma de paliar esta situación sería con la presencia de espacios verdes. En general el estándar internacional aceptado para ciudades de 100.000 a 500.000 hab. establece de 1 a 2 has por cada 1000 hab. o sea 10 a 20 m² /hab., en el caso del Gran Mendoza esto no se cumple.
- Del total de establecimientos industriales controlados por el D.G.I., el 49% vierte sus efluentes residuales en el Río Mendoza.



- Una fuente de contaminación de los acuíferos bajo áreas urbanas, se debe a los efluentes cloacales. En las zonas más pobladas del Gran Mendoza se han detectado altos niveles de nitratos 180 mg/l en el acuífero libre (máximo permitido 45 mg/l).
- Con respecto a los residuos sólidos, en 1995 la Provincia generaba 707.320 m³ de residuos sólidos urbanos. La proyección de volúmenes de producción a futuro alcanza una cifra de 32.503.000 m³ para el año 2.025, es decir 46 veces más.
- Los residuos urbanos sólidos son volcados en acequias de riego y cauces que atraviesan la ciudad, lo que genera el taponamiento de las obras de arte de los canales y como consecuencia, inundaciones en las propiedades agrícolas. Este fenómeno resulta de gran magnitud relativa, en el Departamento de Lavalle.
- Si se compara con el crecimiento operado en la década del '80, Gran Mendoza pierde un 15% de población, pero el aumento poblacional en cifras absolutas supera los 100.000 habitantes y en sus proximidades se incorporan nuevos centros locales, con el más alto índice de variación (66%), Perdriel en Luján, Puente de Hierro en Guaymallén y Rodeo del Medio en Maipú.
- El 32% de la población urbana, es decir 396.959 habitantes, se distribuye en 5 ciudades medias de menos de 150.000 hab., (San Rafael, San Martín, Rivadavia, Tunuyán, Gral Alvear), mientras que 18 (55%) de las 33 localidades consideradas urbanas, poseen menos de 5000 habitantes, lo que demuestra el desequilibrio territorial existente.
- El resto de los habitantes son considerados población rural, suman en total 317.788 (20%), de los cuales 263.764 hab. (83%) viven en forma dispersa en el secano o oasis y solo 54.024 hab. (17%) está agrupada en asentamientos menores a 2000 hab., las cuales están interconectadas a través de una red vial de escasa significación convergente al Gran Mendoza. El resto vive en forma dispersa en zonas de bajas densidades de población, sin servicios y con escasas fuentes de trabajo.

En conclusión:

Los **ambientes de ecosistemas naturales** son de gran potencial para el desarrollo de la Provincia pero de gran fragilidad al tratarse de ecosistemas típicos de zonas áridas. La desertificación, la reducción y fragmentación de hábitat llevaron a la degradación y pérdida irreversible de ecosistemas naturales. Algunos de estos ambientes son fuertemente impactados por el accionar humano y la tendencia es creciente frente a la falta de planificación ambiental de la Provincia. La explotación petrolera y minera, la privatización de tierras, el mal manejo de la ganadería, los incendios y el desarrollo poco sustentable del turismo son los factores más importantes que amenazan el patrimonio natural de la provincia.

El diagnóstico demuestra la necesidad de ampliar el Sistema Provincial de Áreas Protegidas incorporando la protección de las reservas de agua dulce (glaciares y cuencas hidrográficas en sus nacientes), realizar un inventario y diagnóstico detallado de los ecosistemas naturales para lograr una planificación ambiental, revalorizar el patrimonio natural para proteger el medio ambiente y por ser un atractivo para el turismo, actividad creciente e económicamente muy importante para la provincia.

En los **oasis de riego**, la vida depende del agua y de la calidad de los suelos. Sin embargo la cantidad del agua disponible se reduce y su calidad decrece, siendo el Oasis Norte el más comprometido.

Las amenazas naturales en la zona de los oasis de riego son originadas por los fenómenos de granizo y heladas, donde estas últimas son las que generan mayores inconvenientes dada su incidencia generalizada.

Por el lado de las amenazas vinculadas con la presión antrópica, las mismas se vinculan con el riesgo de escasez hídrica, generado por el aumento de la demanda, la baja eficiencia en el manejo del agua y la contaminación de la misma con residuos sólidos urbanos, efluentes domésticos e industriales.



La contaminación salina de las aguas subterráneas, en algunas zonas de la provincia, pone en riesgo su utilización futura para el abastecimiento de poblaciones y para el uso agrícola.

El ascenso y salinización de la capa freática esta degradando los suelos en importantes superficies de los 3 oasis.

En los **ambientes urbanos** preocupa la distribución de la población, que manifiesta un gran desequilibrio territorial. La macrocefalia del Gran Mendoza debido a una excesiva concentración de población, provoca el agravamiento de problemas ambientales y la aparición de costos económicos no previstos.

Uno de los más preocupantes es la contaminación atmosférica, por los problemas higiénicos-sanitarios que traen aparejados y la escasez de espacios verdes que ayudarían a minimizar sus efectos. Le sigue en importancia la producción de residuos sólidos y el vuelco de efluentes líquidos y cloacales a los canales de riego o al lecho de los ríos, que impactan también en los oasis de riego y en los ecosistemas naturales.

Si bien el Gran Mendoza tiene una posición estratégica en el eje de conexión Atlántico-Pacífico, las condiciones del sitio lo tornan altamente vulnerable frente a la posibilidad y magnitud de ocurrencia de ciertos fenómenos naturales, sobre todo el riesgo sísmico y el aluvional, este último incrementado gracias al accionar del hombre sobre un ecosistema sumamente frágil, el piedemonte.

El Gran Mendoza crece hacia esta zona y en los últimos años preferentemente hacia el Este y Sureste, zonas con suelos de gran potencial agrícola, acelerando el proceso de fragmentación territorial, generando demanda de servicios y equipamientos con los costos adicionales que ello implica, y aumentando las fricciones y competencia desenfrenada por el uso del suelo.

El desequilibrio territorial del Gran Mendoza, con respecto al resto de los centros urbanos es evidente, lo que favorece la existencia de mejores condiciones ambientales de estos últimos al ser menor la presión antrópica. Sin embargo en el ámbito rural, la existencia de pocos asentamientos poblacionales, sobre todo en zonas de secano, impide la prestación de servicios y dificulta la comunicación, lo que sumado a la existencia de pocas fuentes de trabajo, repercute en la calidad de vida de quienes habitan en estos lugares.

Introducción

El objetivo de este análisis es presentar un marco de referencia para analizar la situación físico/ambiental de la Provincia de Mendoza.

Al provenir los participantes de distintas profesiones y/o tener formación en especialidades afines pero diferentes, el punto de partida fue la puesta en común, a nivel de equipo, de los conceptos involucrados en la temática, de las teorías y enfoques implícitos en ellos.

Una vez consensuados estos puntos, se optó por identificar las problemáticas representativas que afectan el territorio provincial, se las jerarquizó en orden a su importancia, para luego proceder a la identificación de variables e indicadores que reflejaran las problemáticas identificadas.

Se utilizan variables cualitativas y cuantitativas elaboradas a partir de:

- la producción científica generada en la UNCuyo y otras instituciones de ciencia y técnica,
- de investigaciones propias realizadas o en curso,
- de opiniones de algunos expertos calificados consultados,
- de estadísticas e información de difusión de diferentes fuentes.

El resultado ha sido la obtención de algunos indicadores -volcados en Tablas, cuadros y mapas- de los principales problemas ambientales que comprometen la sustentabilidad de los ecosistemas vitales de la provincia, impactan negativamente en la calidad de vida de sus habitantes y restringen las posibilidades de su desarrollo social y económico.

En la Provincia de Mendoza se destaca la presencia de distintos ambientes en función de su geomorfología y condiciones climáticas, los que si bien constituyen verdaderos obstáculos para la ocupación humana, se les debe la posibilidad de contar con agua y energía para el desarrollo de a las actividades que se practican en la planicie.

Su forma de organización territorial es el resultado de condiciones ecológicas muy particulares y de la valorización que el hombre hace de su espacio a través del tiempo. Proceso en donde se entremezclan factores políticos y económicos, con caracteres geográficos, demográficos y culturales singulares.

El modelo de desarrollo instaurado en el siglo pasado en la provincia privilegia los oasis, los que pasan a ser el motor del desarrollo, mientras que los campos y llanuras áridas son espacios subutilizados y vacíos poblacionales. Sin embargo la huella del hombre está presente en todo el territorio, aunque la "intensidad" de su accionar varíe.



Una forma de medir esta "intensidad" es a través de la ubicación, tamaño relativo y composición funcional de las actividades económicas desarrolladas, es decir del modelo de distribución y densidad que adoptan las actividades, el cual está en íntima correspondencia con la presencia de la población, las características de cada región natural, en cuanto al grado de utilización de los recursos, y la formas de explotación aplicadas.

Sobre la base de estas consideraciones se identifican tres ambientes con problemáticas distintas: Figura 1⁴

- el de la montaña (al Oeste) y planicies (al Este),
- el de los oasis agrícolas,
- y el correspondiente a zonas urbanas.

Mientras el primero abarca aproximadamente el 97% del territorio provincial, los otros dos representan en conjunto el 3% restante. Sin embargo son los que concentran la mayor actividad productiva y a más del 90 % de un total de 1.579.651 habitantes que viven en la provincia.

El desequilibrio territorial no solo es visible entre las zonas montañosas y planicies áridas en relación a los oasis, sino que dentro de estos aparece el Gran Mendoza, el mayor aglomerado urbano y primera metrópolis regional del oeste argentino, que concentra a más del 60% del total de población provincial y la mayor actividad industrial, comercial y de servicios de la provincia.

⁴ NOTA: Las figuras que corresponden a mapas, están incluidas en el Anexo I, el cual conforma un cuadernillo independiente del presente informe para facilitar su lectura.

Capítulo 1

Ambientes Naturales

Mendoza presenta ecosistemas naturales de montaña, piedemonte y llanura de alta fragilidad que ocupan aproximadamente el 97% del territorio provincial pero solamente alberguen menos de un 3% de la población. La actividad predominante en el secano es la ganadería extensiva que tiene muy baja incidencia en la economía de la Provincia de Mendoza. Sin embargo es en estos lugares donde se realiza la explotación petrolera y el turismo, actividades que aportan el mayor ingreso provincial y la mayor fuente de trabajo.

2.1. Riesgo de Desertificación

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación define a este fenómeno como la degradación de las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. La definición adoptada por la Convención se fundamenta en una concepción de la desertificación como un fenómeno integral que tiene su origen en complejas interacciones de factores físicos, biológicos, políticos, sociales, culturales y económicos.

Mendoza presenta ecosistemas de montaña, piedemonte y llanura de alta fragilidad con una tendencia creciente ante la presión antrópica. Gran parte de la superficie provincial está afectada por procesos de desertificación, destacándose la deforestación y el desmonte, la falta de manejo ganadero, incendios y el crecimiento urbano sobre áreas frágiles como las causas más importantes (Figura 2a)

El riesgo de desertificación se puede definir como la resultante de la vulnerabilidad de los ecosistemas naturales y el grado de presión antrópica que soportan esos. El mapa de peligro de desertificación es la síntesis de 14 procesos o factores físico-biológicos y antrópicos identificados, que influyen en la desertificación (Figura 2a). El impacto de los incendios no está representado en este mapa, aunque juega un rol muy importante en los procesos de desertificación.

Se entiende por vulnerabilidad la susceptibilidad intrínseca de un ecosistema a la degradación. Diferentes factores físico-biológicos interfieren en la fragilidad de un sistema. Para la determinación de la vulnerabilidad de los ecosistemas se incorporó 10 indicadores: índice de aridez, velocidad del viento, congelamiento del suelo, salinidad, sodicidad, erosión eólica e hídrica, textura dominante del suelo, cobertura y estratificación de la vegetación (Roig y col., 1992). Los ecosistemas más frágiles de Mendoza representan las áreas montañosas por su escasa cobertura vegetal y sus factores climáticos



específicos, la llanura fluvio-lacustre norte y la cuenca endorreica halófila de Llanquanelo a razón de factores edáficos y climáticos (Figura 2b).

Se consideran que los indicadores de **presión antrópica** que permiten evaluar la desertificación son: densidad de población, presión ganadera, uso de madera y leña e índice de pobreza (Roig y col., 1992). Los ecosistemas que presentan mayor presión humana son las llanuras del centro-este de Mendoza: el departamento de General Alvear y la playa de Ñacuñán (Figura 2b). Son áreas que si bien no registran alta densidad de población ofertan y han ofertado a lo largo del tiempo recursos como los bosques de algarrobo y pastizales que las han hecho atractivas para su explotación, sin considerar su sustentabilidad. General Alvear por ejemplo ocupa el primer lugar respecto a la producción de ganado bovino en la Provincia de Mendoza que se alimenta de la vegetación autóctona. Sin embargo es un departamento donde los incendios de los montes naturales contribuyen notablemente a la degradación de esta área.

Mayor peligro de desertificación presentan las áreas montañosas en el sur de la Provincia por su alta fragilidad y su atracción ganadera en veranada. El factor determinante que influye en los procesos de desertificación en esta área es el mal manejo de la ganadería caprina. El desierto de Lavalle es otro ecosistema crítico, que además de tener un índice de aridez muy alto ha sufrido a lo largo del tiempo la deforestación de los bosques de algarrobo y una sobrecarga animal. También influye en los dos casos mencionados la situación socioeconómica de la población.

Actualmente un grupo de investigadores del IADIZA está evaluando detalladamente los indicadores socioeconómicos y ambientales de desertificación en el Desierto de Lavalle tomando en cuenta la evolución de los procesos. “El **eje temporal** se aborda identificando una línea base en el tiempo... La confrontación de los registros históricos... con los ambientales, permite corroborar las hipótesis sobre los cambios ocurridos entre la situación actual y la de nuestro ecosistema base, y de ese modo iniciar el proceso de comparación del estado y tendencia de los indicadores seleccionados para estudiar los procesos de cambio producidos en el ambiente y las reacciones adaptativas de los grupos humanos. Conociendo esta dinámica, se está en condiciones de plantear alternativas de desarrollo sustentable que provengan del propio devenir de las poblaciones afectadas... (Abraham y col., 2003). El conocimiento del estado de desertificación del ambiente actual no permite elaborar modelos sobre las **tendencias de las áreas afectadas**, aunque se sabe que la degradación de las tierras áridas en muchos casos es irreversible y el efecto de la presión antrópica sobre ecosistemas ya degradadas se potencia como se puede observar en las áreas deterioradas de la Provincia de Mendoza anteriormente mencionados.

En la **lucha contra la desertificación** es imprescindible establecer y fortalecer políticas y programas cuyo objetivo principal sea el uso sustentable del 97% del territorio de la Provincia. La gran mayoría de la población del secano, que abarca solamente un 2,44% (Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas, 1980) de la población provincial, vive en situaciones socioeconómicas muy precarias. Es importante tener en cuenta la relación que guarda la desertificación con problemas tales como la pobreza, la salud, la desnutrición, la falta de seguridad alimentaria y los problemas derivados de la migración. La pobreza se relaciona con procesos de desertificación, y aumenta la presión ganadera o la recolección de leña en áreas ya degradadas.

Además es necesario establecer Sistemas de Alerta y Monitoreo sobre el estado y tendencias de la desertificación, aplicables a distintos niveles y escalas, sistemas que deben constituirse en elemento central de cualquier estrategia de lucha contra la desertificación. En este contexto es de gran importancia incorporar el riesgo de incendios en este sistema y mejorar la lucha contra el mismo.



2.2. Reservas Naturales de la Provincia de Mendoza

La Red Provincial de Áreas Protegidas cuenta con 13 reservas naturales, protegiendo algo más del 4% de la superficie total del territorio. Aunque se ha realizado grandes esfuerzos en las últimas dos décadas Mendoza se encuentra en una situación menos favorable que provincias vecinas tomando como indicador el porcentaje de la superficie protegida. Para alcanzar la meta nacional e internacional de proteger por lo menos un 10% de la superficie, la Provincia tendría que ampliar su red de áreas protegidas e implementar mejor las áreas existentes, dándole el lugar que corresponde a la protección del recurso hídrico en una Provincia que depende en la gran mayoría de sus actividades de este recurso.

En las últimas décadas se ha realizado grandes esfuerzos para la conservación de distintos ecosistemas, conformando el Sistema Provincial de Áreas Protegidas. Actualmente se encuentra cerca de 600.000 hectáreas en 13 reservas provinciales bajo protección, que representa el 4% de la superficie total del territorio (Figura 3). La UNESCO y el Convenio Internacional de Conservación de Humedales declararon la reserva de Ñacuñán "Reserva de la Biosfera" y los humedales de Llanquanelo y Guanacache sitios "RAMSAR" (Convenio internacional para la protección de humedales).

La primera área protegida de la provincia surgió en 1961 en Ñacuñán. Dos décadas más tarde se empezó a desarrollar la Red de Áreas Protegidas de la Provincia, incorporando 6 reservas de grandes extensiones a la red (Manzur y col., 2002). En el año 1990 la red ya abarcaba el 80% de la superficie actual protegida. En los últimos 13 años se incorporó 6 reservas o monumentos naturales mayormente de escasas extensiones al sistema de áreas protegidas. Este período se destaca sobre todo por el avance en el grado de implementación de las reservas. Actualmente casi todas las áreas protegidas cuentan con guardaparques del Cuerpo de Guardaparques Provinciales para el control de caza, pesca, captura de animales y flora, algunos tienen centros informativos y senderos interpretativos. Solamente el "Parque Provincial Volcán Tupungato" de 150.000 ha y algunas reservas de escasa extensión carecen de algún tipo de implementación, conforman entonces las llamadas "reservas de papel". A pesar de los esfuerzos realizados en la Provincia hay que destacar que la mayoría de las áreas no cuentan con planes de manejo y mensuras catastrales. La reserva "La Payunia" por ejemplo es el área protegida más grande de la provincia de Mendoza y no cuenta con mensura catastral ni con un plan de manejo actualizado y aplicado. Este reserva protege parte del campo volcánico de mayor extensión y densidad de Sudamérica, abarcando aproximadamente 190.000 hectáreas (Manzur y col., 2002). Sin embargo en la cartografía oficial de la Provincia (TURPLAN 2000 y otras fuentes) figuran 442.996 hectáreas, contemplando el proyecto total.

La Red de Áreas Protegidas de la Provincia que si bien ha evolucionado notablemente en las últimas dos décadas se encuentra en una situación menos favorable que las provincias vecinas como San Juan o Neuquén tomando como indicador el porcentaje de la superficie con más del 20% y 10% respectivamente protegida (Bertonatti y col., 2000). A nivel internacional se considera por lo menos un 10% de la superficie bajo protección como deseable. La República Argentina formalmente ha asumido el compromiso ante el WWF (World Wide Fund) en 1997 por la Cancillería de proteger al menos el 10% de cada eco-región del país. Tomando este valor de referencia la Provincia de Mendoza tendría que realizar un importante esfuerzo, basándose en la creación de nuevas áreas protegidas con criterios de selección fundados científicamente y en la mejor implementación de muchas de las existentes.

El desarrollo de los oasis en la Provincia de Mendoza depende del recurso hídrico proveniente de la fusión de nieves y glaciares que alimenta a ríos cordilleranos y aguas subterráneas. Tomando en cuenta la fundamental importancia del recurso hídrico es notable, que aún no se haya implementado un sistema de protección del mismo. Aunque en el año 2001 el Senado y la Cámara de Diputados de la Provincia de Mendoza sancionaron la ley para la creación del Parque Provincial "Cordón del Plata", sistema montañoso de la Cordillera Frontal que constituye una reserva hidrológica de vital importancia para el Gran Mendoza como única fuente de agua potable, hasta ahora no se ha incorporado a la Red de áreas protegidas. Otra gran reserva de agua dulce es el "Parque Provincial Volcán Tupungato" que ha sido declarado reserva natural pero que carece de implementación. Sería importante proteger las grandes cuencas hidrográficas en sus nacientes.



2.3. Diagnóstico de los Ecosistemas Naturales

La pérdida de bosques de algarrobo y ecosistemas palustres en la llanura y de los bosquecillos en quebradas y terrazas fluviales montañosas además de la degradación de vegas en la montaña representan los cambios desfavorables más notables en la Provincia. La destrucción y fragmentación de hábitat siempre conlleva a una pérdida de especies de fauna y flora. La evaluación de la degradación y pérdida de ecosistemas y especies resulta difícil, ya que faltan datos ambientales históricos y un inventario ambiental.

La evaluación del estado o tendencias de conservación, degradación o pérdida de ecosistemas y/o especies en la Provincia resulta difícil, debido a la escasa información sobre el estado natural histórico de los ambientes y la falta de un inventario ambiental detallado a pesar que está previsto en la ley de Medio Ambiente 5.961. La falta de información no permite elaborar indicadores como: cantidad de especies amenazadas, índice de biodiversidad, índice de áreas protegidas en relación con áreas degradadas, fragmentación y reducción de hábitat, etc. que se usan comúnmente para un diagnóstico ambiental. Según Bertonatti y col. (2000) las eco-regiones del Monte, de la Estepa Patagónica, y de los Altos Andes presentan valores de biodiversidad y endemismo medios a bajos (Tabla 1). Destacable es el valor alto de singularidad del Monte. Este complejo eco-regional no es compartido con ningún otro país. Por consiguiente, las Provincias que presentan el Monte en Argentina son las únicas responsables de su conservación en el mundo, y los esfuerzos necesarios de protección son medios a altos.

Los ecosistemas que más cambios han sufrido son los bosques de algarrobo y los sistemas palustres en la llanura y los bosquecillos de luma y maiten en quebradas montañosas del Sur de la Provincia, de chacay en las terrazas fluviales de arroyos cordilleranos y de las vegas y ecosistemas lacustres en la montaña. La Figura 3 muestra la extensión de bosques abiertos de algarrobo que antiguamente cubrían grandes superficies de las llanuras en el nordeste y este de la Provincia (Roig 1981). Estos bosques han sido eliminados casi en su totalidad, preservándose solamente en las reservas Telteca y Nacuñán. Según Roig (1981) existían bosquecillos de *Schinus polygamus* (molle) en el sector húmedo oriental de la precordillera y un gran sistema palustre en la llanura de divagación del Río Mendoza desde Barrancas hasta Jocolí y las Lagunas de Guanacache que hoy están extinguidos. Las vegas de alta montaña han sido degradadas por asentamientos humanos y actividades recreativas como en Alto Potrerillos (El Salto – Las Vegas) o por sobrepastoreo y uso inadecuado de fuego como en el valle superior del Río Atuel (Méndez 1986). La explotación petrolera, minera y obras de infraestructura contribuyen a la fragmentación y reducción de hábitat, por consiguiente al aumento de ecosistemas y especies amenazadas y a la pérdida de biodiversidad. Un rol importante juega la caza y el comercio de vida silvestre, aunque no existen datos fehacientes.



Tabla 1.
Diagnóstico ambiental según las eco-regiones presentes en la Provincia de Mendoza

	Monte	Estepa patagónica	Puna y Prepuna	Altos Andes
Valor de la biodiversidad	Medio a bajo	Bajo a medio	Bajo	Bajo
Valor de endemismos	Medio	Medio	Alto	Medio
Nivel de degradación	Medio	Medio a alto	Medio a bajo	Bajo
Problemas de Conservación	Procesos de sobrepastoreo, desertización, salinización y deterioro de suelos, sobreexplotación forestal para leña y postes, manejo inadecuado de fuego	Erosión, medanización, caza furtiva y caída de la receptividad ganadera	Erosión, caza, sobreexplotación de leñosas y cactáceas, actividad minera	Buen estado de conservación salvo el impacto por turismo
Singularidad	Alta. Este complejo eco-regional no es compartido con ningún otro país. Por consiguiente, la Argentina es la única responsable de su conservación	Alta	Baja	Baja
Esfuerzo necesario de protección	Medio a alto	Alto	Medio a alto	Medio

Fuente: Bertonatti y col., 2000

2.4. Riesgo de Contaminación

Se supone que el mayor riesgo de contaminación en ambientes naturales proviene de la actividad petrolera, tomando en cuenta la magnitud de explotación y por consiguiente la mayor probabilidad de accidentes.

El mayor riesgo de contaminación de ambientes naturales proviene de la actividad petrolera considerando la extensión de las áreas en explotación y la gran producción petrolera en la Provincia de Mendoza (Figura 4). El área de mayor producción petrolera por superficie la representa Buta Ranquil con un total del 38% de la producción provincial (Anuario 2002, Departamento de Hidrocarburos). Llancañelo contribuye en el año 2002 solamente un 0,14% a la producción provincial.

En el Informe Ambiental 1998 elaborado por la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, Gobierno de Mendoza, se describe 37 casos de atención de accidentes y contingencias por actividad petrolera. 13 casos de derrames de petróleo se producen por rotura en oleoductos o cañerías, 15 casos de derrame se presentan próximos a los pozos de explotación. En 5 casos se tiene que implementar acciones de saneamiento ambiental como en el derrame de 1000 m³ de petróleo en la zona de Pareditas por la rotura de un oleoducto con consecuencias ambientales graves que afectan a la flora, fauna y el suelo. Si bien se ha minimizado el riesgo de contaminación en las fases de exploración, perforación y explotación siempre queda un riesgo por accidentes como muestran los casos mencionados. La actividad petrolera afecta además al ambiente por la apertura de caminos y picadas, por la inadecuada disposición de residuos sólidos y efluentes líquidos, los campamentos móviles y otras actividades (Informe Ambiental, 1998).

Existen otras posibles fuentes de contaminación como la actividad minera incluyendo el yacimiento de uranio en la Sierra de Pintada en San Rafael, pero en relación con la actividad petrolera su impacto es menor.



Notable es la contaminación de áreas naturales por residuos sólidos, sobre todo cerca de asentamientos humanos, rutas y áreas de uso recreativo. La elaboración de indicadores como la cantidad de basurales no controlados o la dispersión de basura por área resulta difícil por la falta de información.

2.5. Pérdida del Patrimonio Natural

El territorio provincial natural cada vez está más comprometido no solamente por la degradación de sus ecosistemas sino también por la adquisición de grandes extensiones de alto valor ecológico por empresas extranjeras. Mencionadas tendencias demuestran la necesidad de tomar una decisión política y definir el desarrollo deseado para Mendoza en su futuro. El patrimonio natural en general tiene poco apoyo (“lobby”) en los diferentes sectores de la comunidad. Este vacío debe ser ocupado por las instituciones y organizaciones independientes como las Universidades, centros científicos y organizaciones no gubernamentales.

La explotación irracional de los recursos naturales y la ausencia de una propuesta marco de planificación y ordenamiento ambiental a escala provincial ha resultado en una creciente degradación de la mayoría de los ecosistemas presentes en la Provincia. El territorio provincial natural cada vez está más comprometido no solamente por la degradación de sus ecosistemas sino también por la adquisición de grandes extensiones de alto valor ecológico por empresas extranjeras. Solamente un grupo de inversores de capitales anglo-malayos (Nieves de Mendoza) ha comprado 250.000 ha en el departamento de Malargüe, incluyendo una zona de 1.000 hectáreas que eran propiedad del Estado provincial donde se encuentran una escuela, un pueblo y lugares de gran interés turístico, científico y ecológico como el Pozo de las Ánimas y Valle Hermoso (Los Andes, 16.03.2002).

El Grupo Minero Aconcagua S.A. de capitales canadienses adquirió 119.000 en el Valle de Uspallata para la explotación de cobre y oro (Proyecto San Jorge). Alrededor de 45.000 ha en el departamento de San Carlos fueron adquiridas también por extranjeros (nacionalidad china).

La Figura 5 muestra las áreas de explotación petrolera, las reservas naturales, las áreas con riesgo de desertificación alto y la venta de tierras al grupo Nieves de Mendoza, además de los lugares de gran interés turístico en el departamento de Malargüe. El territorio departamental natural está muy comprometido por la degradación de los ecosistemas por un lado, las grandes extensiones de la actividad petrolera y en los últimos años por la adquisición de tierras de parte de empresas multinacionales. El área comprada por la empresa anglo-malayo (6% de la superficie departamental) supera la superficie de las áreas protegidas del departamento de Malargüe, que representan el 5,6% del territorio. En un diario de España aparece una oferta de un campo de 137.439 hectáreas en el mismo departamento (Uno, 17.09.2003). Sumado esta superficie a la ya vendida se encontraría el 10 % de la superficie departamental en manos de extranjeros.

En este contexto hay que considerar que durante el año 2002 el turismo aporta a la economía local 600 millones de pesos, que significa prácticamente el mismo ingreso que se obtiene ese año por las exportaciones vitivinícolas (Los Andes, 20.07.2003). Uno de los pocos sectores que crece en los últimos años es el turismo y este año se espera que introduzca casi 700 millones a la Provincia (Los Andes, 20.07.2003). En el plan de desarrollo turístico de Mendoza (TURPLAN 2000) se está apuntando a un crecimiento de esta actividad, especialmente al turismo de extranjeros. Sí bien la ciudad de Mendoza y su cultura vitivinícola presenta un gran atractivo turístico, los turistas del extranjero buscan paisajes naturales pocos perturbados. Este es una razón más para tomar una decisión política y definir el desarrollo deseado para Mendoza en su futuro. Las opciones serían por un lado un desarrollo sustentable basado en la valoración y protección de los recursos naturales o por el otro un desarrollo solamente económico con la consiguiente pérdida del patrimonio natural.

Eligiendo el camino de la valorización de los recursos naturales es necesaria la realización de las “Cuentas Patrimoniales” y una planificación ambiental para las futuras generaciones tal como lo prevé la Ley de Medio Ambiente N° 5.961. Por diferentes razones, los daños en el patrimonio natural, en general, no son percibidos por gran parte de la sociedad, hasta que es demasiado tarde para actuar.



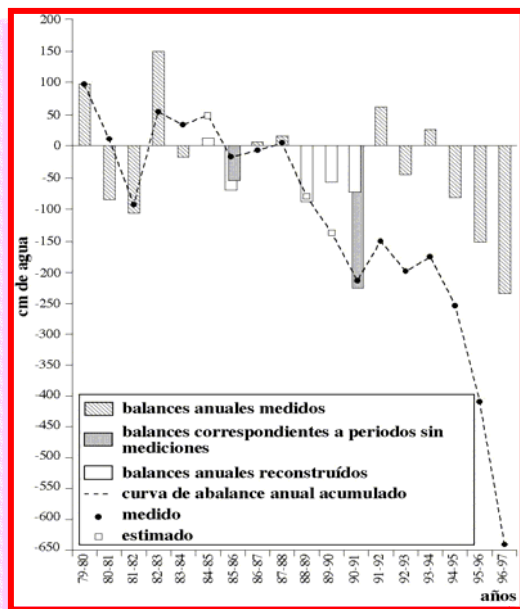
Lo cual exige un gran compromiso de sectores sociales como Universidades, centros científicos u organizaciones no gubernamentales con acceso a información amplia, alejados de intereses económicos sectoriales, parciales y de corto plazo.

2.6. Retroceso de Glaciares

Los oasis de Mendoza han subsistido y subsisten gracias a las precipitaciones nivales y al agua provista por los glaciares. Sin embargo esta fuente originaria del recurso hídrico sufre desde principios de siglo un marcado retroceso.

En el debate sobre los recursos hídricos de la Provincia de Mendoza el recurso hídrico sólido adquiere cada vez mayor importancia, ya que los caudales de los ríos Mendoza y San Juan en años de escasas precipitaciones nivales provienen en un 70 a 80% de la fusión de los glaciares presentes en las cuencas y el retroceso de los glaciares ha aumentado notablemente (Leiva, 2003).

Figura 6.
Balances de masa anuales y balance acumulado del glaciar Piloto en el Cajón del Rubio.



Fuente: Leiva, 2000

Según Leiva (2000) el balance de masa de los glaciares es uno de los mejores indicadores de su estado de salud. La determinación de este indicador en el glaciar Piloto en el Cajón del Rubio a partir del año 1979 muestra que el balance de masa acumulado es altamente negativa (Figura 6). Leiva (2000) resume la situación de la siguiente manera: "Los oasis de la provincia de Mendoza han subsistido gracias a las precipitaciones nivales y al consumo de sus reservas hídricas en estado sólido, los glaciares, que desde principios de siglo han tenido balances de masa acumulados totalmente negativos pese a la presencia de algunos años de balance anual positivo. Esta tendencia se ha agravado en los últimos 10 años como la muestra la serie del glaciar Piloto de las nacientes del río Cuevas y las fluctuaciones de todos los glaciares de la cordillera de Los Andes".

Estos estudios plantean la necesidad de prestar mayor atención a la forma en que se utiliza el agua tratando de maximizar la eficiencia en su manejo, pero también requiere de un profundo debate sobre el tipo de actividad económica a desarrollar en función del posible uso conjunto de este recurso.

Capítulo 2

Ambientes de los oasis de riego⁵

La superficie cultivada en los ambientes de los oasis de riego ascendía a **261.102,6 hectáreas**, según datos correspondientes al 2001. Esta cifra apenas equivale al 1,75% de la superficie provincial pero, a pesar de esta escasa amplitud espacial, estos ambientes se encuentran sometidos a una serie de problemas de gran envergadura, los cuales impactan en la calidad de vida y economía de toda la provincia.

En este capítulo se describen esos problemas ambientales, los cuales han sido agrupados en dos grandes puntos: por un lado se presentan aquellos generados por fenómenos naturales ajenos a la intervención del hombre (granizo, heladas), y por otra parte se presentan los problemas derivados de la presión antrópica, es decir, los generados por el accionar humano.

Sobre los fenómenos antrópicos, se prestará particular interés a los efectos que generan sobre los recursos hídricos y ambientes asociados. Así, los aspectos derivados de la problemática hídrica serán atendidos teniendo en cuenta su cantidad y su calidad, así como también los diversos usos asociados a este recurso.

La problemática cuantitativa será atendida mediante el uso del **balance hídrico**, en el cual se contrasta la disponibilidad de agua existente en un momento dado, con los requerimientos de las diversas alternativas de uso; así será posible clasificar a las regiones más comprometidas sobre la base de la diferencia existente entre las disponibilidades y las asignaciones. Otra herramienta utilizada a los fines de la descripción cuantitativa será el desarrollo del indicador **de stress hídrico**, el cual vincula las disponibilidades de agua con la población que debe ser satisfecha con ella; al igual que en el caso anterior, es representativo del grado en el que el desarrollo de una zona se encuentra restringido al volumen de agua disponible.

Los aspectos asociados a la calidad del agua serán analizados atendiendo a las diversas fuentes de contaminación de los recursos hídricos y del suelo. Así, se atenderán los problemas hídricos derivados de la contaminación por salinidad, por actividades vinculadas con la explotación de petróleo, por el volcado de efluentes industriales y domésticos, prestando además interés en la contaminación generada en los embalses. En lo referente a la contaminación de suelos, se abordará la problemática su degradación por el ascenso de la capa freática. También se presenta la problemática aluvional sobre la red de riego.

⁵ Se agradece a los profesionales del Instituto Nacional del Agua (INA-CRA e INA-CELA) por la revisión del presente capítulo y las sugerencias aportadas.



Previo al desarrollo de la temática expuesta, es necesario advertir que el análisis de cada punto será llevado a cabo dentro del área geográfica establecida por las principales cuencas productivas; así serán consideradas la Cuenca Norte (área del Río Mendoza y del Tunuyán Inferior), la Cuenca Centro (Río Tunuyán Superior) y la Cuenca Sur (Ríos Diamante y Atuel). Además se hará referencia al origen del agua, en cuanto a su fuente superficial o subterránea, pero asumiendo que cualquiera sea éste, la fuente originaria para ambas son los glaciares y la fusión nívea. Es por lo anterior que se requiere un manejo integral del recurso hídrico, tanto en su aspecto superficial como subterráneo.

3.1. Riesgos Naturales

En este punto se hará referencia a la problemática de aquellos fenómenos generados por la naturaleza, pero que afectan las actividades desarrolladas por los hombres. Entre estos fenómenos se encuentran el granizo y las heladas, adversidades meteorológicas que afecta en mayor o menor medida la agricultura de todo el territorio argentino, pero que toman una mayor intensidad en regiones como la de la provincia; así por ejemplo los daños por granizo se producen en las zonas áridas y semiáridas del país debido a que en ellas predominan las precipitaciones de origen convectivo; además sus efectos son más notables en las zonas regadías ya que la subdivisión de la tierra es mayor y en consecuencia afecta más productores y por tratarse de cultivos intensivos de alto costo de producción los daños son mayores.

Sin embargo, para la provincia de Mendoza, la mayor pérdida de producción corresponde a las heladas y no al granizo ya que éstas afectan regiones muy amplias y en consecuencia perjudican a muchos productores lo cual se traduce en altísimos daños para la economía provincial. Así por ejemplo la helada del 8 de noviembre 1931 afectó el 93% de la producción de la vid, mientras que nunca se han registrado daños del 22% con el granizo.

3.1.a. Granizo⁶

La situación derivada del fenómeno del granizo, para los tres oasis de la provincia, puede ser visualizada en la Figura 7.

La información acumulada durante la existencia del Seguro Agrícola de la Provincia ha permitido realizar estudios económicos y agrometeorológicos de las consecuencias del granizo. Una conclusión interesante es el promedio de daños anuales para los tres principales oasis mendocinos pasando de un 10% en el Oasis Norte a un 13,6 % en el Oasis Centro y 16,20 en la Zona Sur

Debido a que el granizo tiene su origen en nubes convectivas, su ocurrencia se produce en los meses en que hay un intenso calentamiento del suelo que produce la inestabilidad atmosférica y en nuestra región corresponde al período que va de octubre a abril.

En el mapa anexado, se muestran los porcentajes anuales de daño en vid correspondiente a las Zonas Norte, Centro y Sur. Para cada mapa de la figura 7, la curva de 10% encierra zonas cuyo daño promedio anual es aproximadamente del 5% lo que significaría que sumando las pérdidas anuales, en menos de 20 años y dado el poder acumulativo de los daños, se puede perder una cosecha. Las zonas comprendidas entre las curvas de 10 y 20% cuya media anual de pérdidas es del 15% pierden una cosecha cada 6 o 7 años y las zonas comprendidas entre 20 y 30% la pierden cada 4 años.

En la Zona Norte, las áreas con mayores pérdidas están ubicadas en los bordes de la zona cultivada, en especial en los límites sureste y noreste, donde el porcentaje anual de daños supera el 30%; en el interior del oasis hay grandes áreas con valores inferiores al 10%. En el Oasis Centro, el porcentaje crece de Oeste a Este, a medida que desciende el Pedemonte. El mayor porcentaje anual (20%) es relativamente bajo se registra en el límite este contra la formación orográfica llamada Huayquerías del

⁶ Extraído de Ortíz Maldonado, (1991)



Tunuyán. Por último en la zona Sur, se ve que casi la totalidad del daño decrece de Oeste a Este para incrementarse en el límite sureste en una pequeña área ubicada al oriente del río Atuel.

3.1.b. Heladas⁷

La situación derivada del fenómeno de las heladas, para la Cuenca Sur, es ilustrada en la Figura 8.

Los mayores daños se producen por heladas mixtas que generalmente se inician con el descenso térmico producido por el ingreso de un frente frío que produce mucha nubosidad, determinando que la pérdida de calor por irradiación sea pequeña debido al efecto invernadero que producen las nubes.

Pasado el frente la nubosidad se disipa y en consecuencia aumenta la pérdida por irradiación, produciéndose un importante descenso térmico, fruto de la combinación de la advección del aire frío que ingresa con el frente y la posterior irradiación.

Una situación más severa ocurre cuando la humedad atmosférica es baja por haber corrido viento Zonda y se produce la advección de un frente frío y seco, incapaz de producir nubosidad y de elevar la humedad atmosférica.

Este tipo de helada mixta no es posible combatirla por el método más difundido en Mendoza que es el de calentamiento atmosférico, por no producirse la inversión de temperatura imprescindible para su aplicación, ocasionando enormes pérdidas como las ocurridas el 3 y 4 de octubre de 1972, donde se perdieron el 83% de los frutales de pepita, el 90% de duraznos y ciruelas y un 32% de vid. Esta helada afectó toda la provincia pero generalmente, la mayor frecuencia de daños se produce en las zonas Este y Sur. Además, estas heladas mixtas no sólo se producen en primavera sino también en otoño, como la del 28 de marzo de 1964 que malogró el 70% de la producción hortícola de Mendoza.

Le siguen en importancia las vinculadas a la topografía. Se producen en extensas áreas cultivadas en zonas pedemontanas, donde la topografía dificulta el libre drenaje del aire frío como es el caso de Perdiel – Luján de Cuyo y las zonas aledañas a las ciudades de Tunuyán y San Carlos.

El trabajo realizado por Arnal (1991) en el INTA, muestra las zonas microclimáticas del área regada de San Rafael, determinando el período libre de heladas y las fechas de la primera y última.

En tercer lugar, por el daño que producen se encuentran las heladas de irradiación propiamente dichas que se manifiestan como heladas parciales afectando algunas zonas dependiendo del tipo de suelo y de las prácticas culturales.

3.2. Riesgo de Escasez Hídrica

Los aportes hídricos que se utilizan en los oasis provienen casi en su totalidad de la fusión de las nieves y glaciares ubicados en la Cordillera de los Andes. Los aportes de las lluvias son de muy bajo volumen. Los ríos que nacen en la cordillera han definido importantes cuencas, con grandes centros urbanos y superficie bajo riego. Las tres cuencas con mayor importancia económica, en relación a la población que la habita y a la superficie que se riega son: a) la cuenca Norte formada por el Río Mendoza y Tunuyán Inferior; la Cuenca Centro, formada por el Tunuyán Superior y la Cuenca Sur formada por el Río Damiante y Atuel (ver Figura 1 en la sección introductoria). Cada cuenca está formada por los ríos que escurren superficialmente y por los acuíferos subterráneos, los que pueden ser visualizados como verdaderos embalses ubicados debajo de la superficie de la cuenca.

Cuando se describen los problemas ambientales asociados a los recursos hídricos, los sistemas deben ser considerados globalmente con la visión de la cuenca. Las causas, efectos e impactos de cada situación particular están relacionadas con todo el sistema; se hace difícil entonces desagregar los

⁷ Extraído de Ortíz Maldonado, (1991).



problemas ambientales en forma puntual, sin embargo, y sin perder de vista este enfoque globalizador, se realizará un diagnóstico de los recursos hídricos en los oasis de riego de la provincia y de los impactos ambientales asociados a los mismos, mencionando las situaciones y los problemas puntuales que se han considerados relevantes.

Es oportuno destacar que el agua en Mendoza es escasa en cantidad y que su calidad se está viendo comprometida. Los conflictos por este recurso en relación a su cantidad y calidad, ya existen y se están agravando. De no atenderse a tiempo esta situación, el agua en un futuro cercano puede convertirse en formidable limitante para el desarrollo y la supervivencia socioeconómica de esta región. (DGI, 1999. Plan Hídrico para la Provincia de Mendoza).

3.2.a. Balance Hídrico

El balance hídrico es una herramienta que permite comparar los volúmenes de agua disponibles, frente a los requerimientos derivados de los diversos usos. A través de la información brindada por el balance hídrico, es posible establecer el grado en el que se encuentra comprometida la sustentabilidad económica de una región u oasis, sobre la base de la diferencia existente entre las disponibilidades (oferta) y las asignaciones (demanda) de agua.

A continuación se analiza en la Tabla 2 la asignación del agua (demanda) para los distintos usos (riego, agua potable, uso industrial y ambiental), y en la Tabla 3 la disponibilidad (oferta) hídrica posible de distribuir a partir de agua superficial ó subterránea. Del cruce de ambas tablas surge el balance hídrico.

La descripción detallada de los aspectos cuantitativos referentes a los diversos usos del agua, es efectuada en el Anexo IV.

Tabla 2.
Asignación de agua por cuenca. Según tipo de Uso y Fuente en hm³.

Uso	Fuente	Cuenca				Total Provincia de Mendoza
		NORTE Mendoza y Tunuyán Inferior	CENTRO Tunuyán Superior	SUR Diamante y Atuel Malargüe		
Riego	Superficial	2439	569	1185	53	4246
	Subterránea	463	224	18	s.d.	705
	Total	2902	793	1203	53	4951
Agua Potable	Superficial	198	2	26.25	2.75	229
	Subterránea	35	13	10.5	0.5	59
	Total	233	15	36.75	3.25	288
Industria	Superficial	103	0.1	1.25	0.25	104.6
	Subterránea	s.d.	0.3	s.d.		0.3
	Total	103	0.4	1.25	0.25	104.9
Otros Usos*	Superficial	34.6	0.1	7.2	200	241.9
	Subterránea	s.d.	s.d.	s.d.		s.d.
	Total	34.6	0.1	7.2	200	241.9
Total		3272.6	808.5	1248.2	256.5	5585.8

* Otros Usos: está considerado el riego del arbolado público. Para el río Malargüe se considera además el uso ambiental de la Laguna Llancañelo

Fuente INA/CELA 2003 sobre la base de [Informe ambiental](#) y [Censo Nacional Agropecuario 2001](#). Balance hídrico zona centro INA/CRA (Hernández y otros, 1998) Eficiencias de riego según INA/CRA (Morábito y otros, 2003 y Chambuleyron y otros, 1999)



Tabla 3.
Oferta de agua por cuenca.
Según fuente Superficial o Subterránea y Convencional o No Convencional, en hm³

	Fuente	Derrame Superficial	Disponibilidad Subterránea*	Total	
Convencional	Oasis Norte	Cuenca Mendoza y Tunuyán Inferior	2649	800	3449
	Oasis Centro	Cuenca del Tunuyán Superior	714	221	935
	Oasis Sur	Cuenca del Diamante y Atuel	2273	86	2359
		Cuenca del río Malargüe	305	1	306
	Total	5941	1108	7049	
No Convencional	Efluente Doméstico	123		123	
	Efluente Industrial	60		60	
	Total	183		183	
Total		6124	1108	7232	

* Volumen medio anual posible de extraer en función de la infraestructura vigente
FUENTE: DGI,1999. Informe Ambiental de Mendoza, 1997. INA CELA, 2002

El balance hídrico de la provincia indica que la estimación para el total demandado, por todo concepto de uso, asciende a los 5.585,8 hm³ de agua por año. De este total, aproximadamente el **89% es requerido por el sector agrícola**, mientras que el resto es repartido entre el sector industrial (2%), el agua destinada para consumo humano (5%) y otros usos⁸ (4%).

Continuando con el análisis de la asignación, agronómicamente también denominado análisis de demanda, pero realizando ahora la verificación por cuenca, se aprecia que **el mayor volumen es requerido por la Cuenca Norte, representando alrededor del 59%**. El segundo demandante zonal es, en orden de magnitud, la Cuenca Sur (fundamentalmente los Ríos Diamante y Atuel) con aproximadamente el 27% del total; el resto, 14%, es requerido para el desarrollo de actividades en la Cuenca Centro (Tunuyán Superior).

Otro rasgo a destacar, es la importancia relativa que ocupa la demanda derivada de fuentes subterráneas, llegando a un porcentaje cercano al 14% del total de agua demandado en la provincia.

Al encarar el análisis por el lado de la oferta, Tabla 3, se advierte que la disponibilidad de agua es en total de 7.232 hm³ por año. De este volumen, aproximadamente el 48% corresponde a la oferta hídrica de la Cuenca Norte, el 37% es perteneciente a la Cuenca Sur y el resto es atribuible a la Cuenca Centro.

La posibilidad dada por el reuso de aguas derivadas de efluentes domésticos e industriales, es capturada por lo que en la tabla se denomina "Fuentes No Convencionales", y cuya proporción es casi del 2,5% del total ofertado.

Una vez descriptas en forma sintética las características de la demanda y oferta del agua, es necesario efectuar el análisis conjunto de ambas a través del balance hídrico. Esto no es más que cruzar los datos de demanda con los de oferta, analizando situaciones de déficit o superávit. Sin embargo se debe prestar especial cuidado a la hora de emitir conclusiones apresuradas ya que existe la tentación de focalizar la atención exclusivamente en los totales demandados y ofrecidos, concluyendo para el caso mendocino que la oferta supera con holgura a la demanda; por el contrario el análisis correcto

⁸ Es importante remarcar, tal como surge de la Tabla 2, que la cifra correspondiente a "otros usos" para la Cuenca Sur, incluye el volumen hídrico necesario para mantener la sustentabilidad del ecosistema de la Laguna de Llan-canelo (200 hm³) aportados por el río Malargüe.



consiste en asentar la atención sobre la situación particular de cada cuenca, ya que la imposibilidad de utilizar los excesos de una cuenca para cubrir los faltantes en otras obliga a encarar en forma obligada el análisis bajo la delimitación geográfica establecida por cada cuenca.

Es así que para el caso de la Cuenca Norte, y para un año normal como el analizado, el exceso de oferta es de apenas el 5 %, mientras que en la Cuenca Centro la oferta supera a la demanda en un 13%. Por último el exceso de oferta alcanza en la Cuenca Sur (Ríos Diamante y Atuel) alrededor del 48%.

Los valores de derrames a los ríos, como se mencionó, corresponden a años promedios normales; sin embargo en el 15% de los casos puede ocurrir que el derrame del Río Mendoza, por ejemplo, sea inferior a los 1.000hm^3 y el derrame del Río Tunuyán Inferior no supere los 700hm^3 , implicando que en ese año la situación hídrica de la Cuenca Norte experimentará un marcado déficit. Resulta esperable que esa carencia de agua superficial sea compensada con un uso más intensivo del agua subterránea, generando problemas de sobreexplotación (INA CELA, 2003)

En el primer subcapítulo del presente informe, se ha mencionado que los glaciares que alimentan los ríos de Mendoza están en un proceso de retroceso (Leiva, J.C. 2002). Los especialistas han mencionado que si continúa el derretimiento de los glaciares, en el futuro el caudal del río Mendoza dependerá exclusivamente de las precipitaciones níveas. Lo anterior resulta preocupante ya que en tiempos de sequía, los glaciares proveen al menos el 75% del escurrimiento superficial del río (Guerrero, 2003. Diario Los Andes).

3.2.b. Stress Hídrico

El indicador de stress hídrico es una medida representativa de la cantidad de agua dulce disponible para cada uno de los habitantes de un área geográfica determinada, para un momento de tiempo dado. Lo usual es expresar este indicador en metros cúbicos de agua dulce disponible por habitante y por año. Dicho indicador se considera que se encuentra en un nivel crítico, si pone en evidencia la existencia en una zona determinada, de un volumen de agua dulce inferior a los 1.000 o $1.700\text{ m}^3/\text{hab.}\text{año}$ - valores sugeridos por Cosgrove, W y Rijsberman, F (2000) y Chambuleyron, (1996), respectivamente.-

Así, a nivel mundial el valor promedio de agua dulce por habitante es de 7.400m^3 por año, mientras que para el caso de la Provincia de Mendoza, si se analizan en conjunto tanto los recursos hídricos superficiales como los subterráneos y se los divide por la población actual, se obtiene una relación de aproximadamente $4.700\text{ m}^3/\text{habitante}$. Dado que, como fue mencionado, el límite mínimo a partir del cual se reciente la producción de bienes y se generan situaciones de pobreza y conflictividad social se ubica entre los 1.000 o $1.700\text{ m}^3/\text{hab.}\text{año}$, sería lógico pensar que la provincia se encuentra alejada de esos niveles críticos. Sin embargo, de la lectura de la Tabla 4 se desprende que la situación no resulta tan optimista al ser analizada dentro del ámbito que conforman las distintas cuencas. Así, tomando el caso particular de la Subcuenca del Río Mendoza perteneciente a la Cuenca Norte, el dato resulta preocupante: el índice de stress es de $1.560\text{ m}^3/\text{hab.}\text{año}$.

A continuación, se presenta la Tabla 4, la cual resume las cifras mencionadas e incorpora algunos valores que el indicador de stress hídrico toma en otros países.



Tabla 4
Disponibilidad de Agua por Habitante (comparación con otros lugares)

Lugar	M ³ / hab. / año	
Promedio Mundial	7.400	
	<u>TOTAL PROVINCIAL</u>	4.700
	<u>Cuenca Norte</u>	2.136
Mendoza	Subcuenca del Río Mendoza	1.560
	<u>Cuenca Centro</u>	7.212
	<u>Cuenca Sur</u>	10.708
España		2.800
Chile	2° y 3° Región	Menos de 500
	5° y R. Metropolitana	Menos de 1.000
México	Lama Champala	Menos de 1.000

Fuente: INA CELA, 2003. Chambuleyron, 2002.

3.3. Pérdidas de agua por ineficiencias

Fundamentalmente existen tres causas de pérdida de agua:

La primera son las pérdidas por filtraciones en los canales e hijuelas sin revestir o con revestimientos deteriorados. Estas filtraciones no son iguales en todos los cauces ni en todos los tramos; evidentemente son mayores en los cauces ubicados en terrenos más permeables. Las aguas filtradas desde los cauces son en muchas ocasiones causa de revenición (saturación y salinización del suelo por elevación del nivel freático) y salinización de los suelos. A este tipo de pérdidas se la conoce como "**pérdidas de conducción - distribución**", ya que se produce fuera de la parcela cultivada, en el tramo comprendido desde la cabecera del sistema hasta la bocatoma de la parcela..

La segunda causa son las "**pérdidas por aplicación**" de agua por realización ineficiente del riego en la parcela misma, aplicando cantidades excesivas no utilizadas por la planta que se pierden por escurrientías superficiales o por percolación por debajo de las raíces de los cultivos a capas más profundas, produciendo la contaminación del agua, revenición de suelos y salinización.

La tercera causa son las "**perdidas administrativas**", originadas por un manejo ineficiente de la red de canales y de los turnados, produciéndose la derivación de caudales indebidos que luego quedan en los canales de riego sin ser aprovechados.

Localmente Chambouleyron (1977) divide las eficiencias (en referencia a las perdidas por conducción – distribución, administrativas y aplicación, mencionadas anteriormente) en dos grandes grupos: la "**eficiencias externa**" que representa las perdidas en la red de canales externos a la propiedad y la "**eficiencia interna**" que considera las perdidas de distribución en el interior de las propiedades y la de aplicación en la parcela.

Los valores de las "perdidas" son expresados en términos de "eficiencia". Estos últimos hacen referencia al porcentaje que del total de agua destinada, es efectivamente utilizada.

3.3.a. Pérdidas de conducción - distribución

En cuanto a la red de distribución del agua (riego, doméstico e industrial), realizada en canales a cielo abierto, la eficiencia de conducción y distribución está en el orden del 46% en el Río Mendoza y del 61% en el Río Tunuyán (Chambouleyron y otros, 1999).



Parte de esta ineficiencia en la conducción se debe al bajo porcentaje de canales impermeabilizados, el que está en el orden del 5% (DGI, 1999).

En sitios ubicados aguas debajo de los embalses de riego la eficiencia de conducción ha disminuido por el efecto de las aguas claras. Es así que en la Cuenca Sur y Centro ha habido una importante incidencia del impacto de las aguas claras sobre la elevación y salinización de los niveles freáticos (ver "Problemas generados por aluviones sobre la red de riego", punto 2.7).

3.3.b. Pérdidas por el uso agrícola en la aplicación

La eficiencia de aplicación parcelaria está en el orden del 59% para el Río Mendoza (Morábito y otros, 2003) y del 67% para el Río Tunuyán Inferior (Chambouleyron y otros, 2002). Las bajas eficiencias se deben principalmente a los excesos de escurrimiento al pie de la unidad de riego. Sin embargo, a la hora de evaluar esta eficiencia se debe considerar la eficiencia de aplicación potencial que tenga en cuenta el método de riego y que permita mantener un nivel productivo máximo igual o superior al 90% aceptando un leve incremento de la salinidad actual del suelo en función de la salinidad del agua de riego en cada zona. Las eficiencias potenciales de aplicación para el río Mendoza propuestas están entre 61 y 71% según la zona (Morábito y otros, 2003).

3.3.c. Pérdidas por el uso agrícola en el total del sistema

Se puede decir que la **eficiencia del sistema** mide el desempeño de toda el área de riego (sistema) desde la cabecera del dique derivador hasta la planta y contempla la eficiencia de conducción y distribución contabilizando las pérdidas físicas y administrativas en los canales primarios y en los canales secundarios, terciarios y cuaternarios respectivamente y la eficiencia de distribución y aplicación en la propiedad.

Para el caso del Río Mendoza ambas eficiencias llegan a un valor total de 28% de eficiencia. En el Río Tunuyán Inferior este valor es bastante superior, ubicándose en el orden del 41%.

Eficiencia	Conducción / distribución	Aplicación		Proyecto
		Actual	Potencial	
Río Mendoza	46	59	61 - 71	28
Río Tunuyán inferior	61	67	-	41

En la Figura 9, (Anexo I) se visualiza el nivel de eficiencia para la cuenca del Río Mendoza, desagregada por zonas de riego.

3.3.d. Pérdidas por uso doméstico e industrial

En el caso del **agua para consumo humano** se considera que la eficiencia del sistema de distribución es baja: de una producción estimada de 614 litros por habitante y por día, se consumen 410 litros por habitante por día. Así, la eficiencia de distribución es del orden del 67% ó sea 33% de agua no contabilizada o perdida (DGI, 1999).

Además de lo anterior, debe considerarse que en el sector de agua potable, la tarifa no es por volumen sino por sistema de "canilla libre", lo que conduce a no generar los incentivos económicos necesarios para realizar un uso eficiente en la etapa de consumo. Como se mencionó, el consumo de agua por persona en Mendoza está en el orden de los 400 l/hab día, mientras que en zonas áridas con tarifa volumétrica, este indicador está por debajo de los 300 l/hab día.

Por lo anteriormente expresado, existe una lógica ineficiencia en el uso del agua para fines domésticos. No obstante debe considerarse que este tipo de uso (doméstico) devuelve al sistema, luego de un tratamiento secundario en la mayoría de los casos, más del 80% de agua asignada. En la Cuenca



Norte esto significa un aporte de 123 Hm³/año, que son re-utilizados para el riego en ciertas áreas y para ciertos cultivos (Áreas de Cultivos Restringidos Especiales -A.C.R.E.-).

Para el **uso industrial** la tarifa tampoco es volumétrica, por lo que tampoco se generan los incentivos para un eficiente uso. En el caso de uso no consuntivo del agua, se devuelve al sistema alrededor del 90%, siendo en algunos casos reutilizada e implicando para la Cuenca Norte un aporte de aproximadamente 90 Hm³/ha año.

3.4. Contaminación de aguas subterráneas

Los usos sociales y económicos del agua dependen no sólo de su cantidad, sino también de su calidad. Es por ello que los problemas ambientales relacionados con la contaminación de la aguas ha llamado la atención de los especialistas.

La contaminación de los acuíferos ocurre cuando las descargas o lixiviados de actividades urbanas, industriales, agrícolas o mineras no son controlada adecuadamente y ciertos componentes -carga contaminante - exceden la capacidad natural de atenuación del suelo.

En Mendoza, como consecuencia de los distintos usos, se ha visto afectada en muchos sitios la calidad de sus recursos hídricos. En esta sección se presenta un breve análisis comparativo de la problemática de la calidad del agua subterránea en cada una de las principales cuencas hidrogeológicas de la Provincia (cuenca Norte o de los ríos Mendoza y Tunuyán Inferior, cuenca Centro o del río Tunuyán Superior y cuenca Sur o de los ríos Diamante y Atuel), poniendo énfasis en los problemas generados por la contaminación salina, principalmente debida a la actividad agrícola, por las actividades de saneamiento y las actividades petroleras.

3.4.a. Contaminación por actividades agrícolas (salinidad)

La contaminación salina interesa fundamentalmente por el impacto en la calidad del agua para su uso agrícola, ya que existe una estrecha relación entre la salinidad del agua de riego y el rendimiento de los cultivos. La medida utilizada para evaluar la salinidad es la conductividad eléctrica del agua y será expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La situación en cada uno de los niveles que componen el acuífero subterráneo de la **Cuenca Norte**, según Alvarez y otros (2003), es la siguiente:

En el **primer nivel de explotación**, ubicado a una profundidad inferior a los 80 metros, la conductividad varía desde valores próximos a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta valores superiores a los 6000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La salinidad en este primer nivel es difícil de evitar ya que los excedentes de agua de riego percolan, deteriorando la calidad del agua (DGI, 2002). La salinidad más baja se presenta en la zona del acuífero libre próxima a la zona de mayor recarga de los ríos. La utilización de este nivel para uso agrícola o para consumo humano es nula, sin embargo es necesario mencionar que esta situación era diferente a comienzos de los '50.

En el **segundo nivel de explotación**, ubicado entre los 100 y 180 metros, y representado en la Figura 10.a, la conductividad eléctrica varía entre los 700 y 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, aumentando hacia el Este de la cuenca, y llegando a los 4.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en la región correspondiente al departamento de Santa Rosa. Estos altos valores serían inducidos desde el primer nivel de explotación.

El **tercer nivel de explotación**, ubicado a una profundidad mayor a los 200 metros, es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno, variando los niveles de salinidad entre valores menores de 800 hasta 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A pesar de la mayor calidad relativa de este acuífero, se aprecia como la concentración de sales es creciente en la región Este de la cuenca. Por otro lado, el nivel de salinidad evidenciado, y la composición química, se correlaciona con la evolución natural de los acuíferos. La situación de este nivel de explotación puede visualizarse en la Figura 10.b.



La **Cuenca Centro** es el ámbito hidrogeológico de la provincia que presenta el máximo potencial en cuanto a disponibilidad y calidad de las aguas. En esta zona se están asentando actualmente importantes empresas productoras de aguas minerales, que escogen el lugar por la calidad del recurso subterráneo (LLop, 2002).

Hacia la parte superior de la cuenca, donde se encuentran las principales áreas de recarga, se están produciendo importantes desarrollos agrícolas, basados en la explotación del agua subterránea. La tendencia de estas inversiones involucra un riesgo sobre la conservación de la calidad de las fuentes de agua, elemento que se encuentra actualmente bajo análisis para su control.

Atendiendo a la situación de cada uno de los diferentes niveles de explotación de la cuenca, es que puede afirmarse que los acuíferos profundos de agua dulce que se explotan en la franja occidental, en el área de los acuíferos libres, son relativamente más vulnerables a la contaminación (Alvarez A. y otros, 2002). En la zona oriental los acuíferos profundos están protegidos de cualquier comunicación vertical desde el acuífero superior freático por la existencia de capas de sedimentos poco permeables que delimitan verticalmente ambos acuíferos. Además, estas capas le dan al acuífero profundo características de confinamiento, manteniendo presiones hidráulicas positivas respecto del acuífero freático, lo que impide que entre ellos se produzcan flujos verticales descendentes.

De acuerdo a las descripciones de Alvarez, A y otros (2002), en el acuífero relativamente más superficial, la salinidad varía entre los 300 y 2300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el área del acuífero confinado el nivel de salinidad es más uniforme. La zona de menor salinidad se localiza en la parte central de la cuenca con valores de conductividad inferiores a los 400 micromhos/cm. Al norte de la villa de Tupungato se han determinado las mayores salinidades para este nivel, las que oscilan entre 590 y 848 micromhos/cm.

En la **Cuenca Sur**, la extensa área de la cuenca de agua subterránea en la zona cultivada, comienza al Oeste en la Villa 25 de Mayo y se extiende en forma radial hacia el Este hasta la localidad de Monte Comán al Este-Noreste y finaliza en las localidades de Bowen y Carmensa hacia el Este-Sureste

La situación en cada uno de los niveles que componen el acuífero subterráneo de la Cuenca Sur, según Loustaunau H.A y otros (2002), es la siguiente:

En el **primer nivel de explotación**, ubicado a una profundidad inferior a 60 metros, los valores máximos observados ascienden a los 5000 micromhos/cm y se encuentran al Este de la zona de recarga. Para los fines de riego de cultivos, un nivel superior a los 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, genera plantaciones de baja calidad

El **segundo nivel de explotación**, ubicado entre los 60 y 160 metros de profundidad es representado en la Figura 11.a. El Acuífero Principal Superior, se extienden desde el Distrito Las Paredes al Oeste y las cercanía al Distrito Monte Comán hacia el Este y se despliega en sentido Sur-Sureste hasta las localidades de Bowen y Carmensa en el Departamento Gral. Alvear

Hacia el Nor-Noreste de la zona de recarga se observa en 2002 una mineralización similar al muestreo realizado en el año 1995. En cambio en la zona del Distrito Villa Atuel, donde en el monitoreo anterior existían curvas de 2000 y 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el monitoreo correspondiente al año 2002 se observan curvas de 2500, 3000, 3500 hasta 4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esto significa una elevada salinización del acuífero, cuyas causas pueden ser los efectos de una inadecuada tarea de aislación y sellado de perforaciones en mal estado, lo que pone en comunicación las aguas del nivel freático de mala calidad con las aguas más sanas.

En la zona de Gral. Alvear, se mantiene en el año 2002 valores similares a los muestreos de 1995, aunque el área correspondiente a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, es en la actualidad más extensa.

En el **tercer nivel de explotación**, ubicado a una profundidad mayor a los 160 metros, las curvas de isoconductividad manifiestan bajos valores de salinidad debido a que corresponden a pozos que explotan niveles profundos, lejos de los efectos perturbadores que se ven en acuíferos superiores. La única



curva de 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se encuentra localizada en el Distrito Las Malvinas, muy cercano al límite de cuenca y que puede verse afectado por la infiltración del agua de cauces temporales y salinos de Sierra Pintada. La situación de este nivel es representado en la Figura 11.b.

3.4.b. Contaminación por actividades de disposición de excretos y residuos

Hay indicios de un avance en la concentración de nitratos y otros indicadores en los acuíferos confinados debido a las actividades urbanas e industriales que se asientan sobre los mismos. Algunos trabajos han destacado un estado creciente de contaminación de los acuíferos de Mendoza con nitratos especialmente en la cuenca Norte, pero son muy escasos los estudios sobre contaminación microbiana (Fasciolo y otros, 2002).

El primer nivel del acuífero de la Cuenca Norte, en zona que se extiende desde el Departamento Capital hasta la zona de confinamiento, fue considerado como "no potable" a causa de la alta contaminación de nitratos, que supera los 150 mg/l. Para los otros niveles existiría un paulatino incremento en la concentración de nitratos desde 1975 hasta 1987 (Ferres, J.C., 1989). En otro estudio, Alvarez, A. (1993) detectó concentraciones de nitratos entre 20 y 100 mg/l en el primer nivel de este acuífero.

Un estudio destinado a determinar las alteraciones de la calidad del agua subterránea causada por el vuelco de efluentes industriales al canal Pescara, como también por su reuso en riego y por otras actividades desarrolladas en el área mostró valores promedio de nitratos en el orden de los 47 mg/l en los niveles de explotación inferiores a 30 m y de 41 mg/l en los niveles entre 30 y 60 m (Rodríguez, R. 1992).

Se destaca que los acuíferos freáticos no se utilizan en la actualidad para el abastecimiento de agua potable y que no se han detectado concentraciones peligrosas de nitratos para los acuíferos profundos. Los acuíferos libres deben ser monitoreados y estudiados para asegurar su sustentabilidad en cuanto al uso de aguas para consumo humano.

3.4.c. Contaminación por actividades petroleras

Un estudio desarrollado por el Instituto Nacional del Agua (INA), sede San Juan, entre 1992 y 1997 por encargo de la petrolera REPSOL, no difundido, revelaría que existe contaminación petrolera en 11 pozos de agua extraída de la subcuenca El Carrizal del Río Mendoza (zona Ugarteche y El Carrizal), a unos 50 kilómetros de la capital de Mendoza. (Fernández Rojas, 2003. Diario Los Andes). Ver la Figura 4, ubicada en la primera parte del presente capítulo.

El informe destaca la presencia de "*hidrocarburos totales y determinados compuestos aromáticos*" en los acuíferos. En un nuevo estudio del INA realizado mediante un muestreo de pozos utilizados para riego, encargado esta vez por el Gobierno de la Provincia se habría encontrado presencia de metales pesados tales como Cromo, Cadmio, cobalto, Arsénico y Cobre (Fernandez Rojas, J. agosto 2004. Diario Los Andes). El informe es muy reciente y se ha mantenido confidencial.

La zona afectada abarca unos 540 km^2 , por debajo de la cual se encuentra una reserva de 22.000 hm^3 de agua que constituye el área de máxima recarga de la subcuenca y que compromete a una extensión productiva del orden de las 30.000 has. En el extremo de esta zona opera una refinería petrolera y una planta de gas, que conviven con grandes áreas de explotaciones agrícolas, sobre todo del cultivo de la vid. Por este tema hay una denuncia de los productores involucrados.

Sin embargo un informe de la petrolera REPSOL realizado por el Centro de Investigaciones Toxicológicas del CONICET a través de estudios técnicos recientes, revela que la actividad desarrollada por la empresa no tiene ingerencias negativas en la calidad del agua del acuífero en cuanto a su salinidad, sino que esta sería atribuída al uso agrícola.

Es de esperar que nuevos e imparciales informes permitan establecer la verdadera situación que la actividad petrolera general en éste y otras zonas de la provincia.



3.4.d. Contaminación natural (con arsénico)

El arsénico aparece en la mayoría de las aguas, aunque generalmente en pequeñas cantidades. Sus efectos tóxicos, originados cuando su concentración supera ciertos límites, son conocidos desde la antigüedad, siendo el hidroarsenicismo una de las enfermedades más graves generadas por este tipo de contaminación (produce una serie de manifestaciones dermatológicas y viscerales que se denominan crónico regional endémico).

Para el caso de Mendoza, este tipo de contaminación está presente en un importante sector de San José, en el Departamento de Lavalle. Allí los niveles de arsénico en el agua subterránea superan, según estudios de Alvarez (1993). Los valores límites recomendados por la Organización Mundial de la Salud (0,01 mg/l).

En la Figura 12.a puede apreciarse la concentración de arsénico en el Departamento de Lavalle, mientras que en la Figura 12.b son mostrados los valores máximos tolerables según la Organización Mundial de la Salud.

Se adjudica la presencia normal de arsénico en los tres diferentes niveles de agua subterránea, fundamentalmente al aporte proveniente de cenizas volcánicas (no es un tipo de contaminación provocado por la actividad antrópica).

3.5. Contaminación de aguas superficiales

Una de las características de las zonas áridas con agricultura bajo riego es que el recurso hídrico escurre dentro de un área cerrada, constituyendo un oasis dentro de la aridez general de la región. En ese oasis, tanto las áreas rural y suburbana como las urbanas, se encuentran surcadas por una extensa red de distribución del agua para riego a cielo abierto, que se convierte en la receptora de los efluentes que producen las ciudades y las industrias (Bertranou A. y G. Fasciolo, 1985). La concentración de los contaminantes en las aguas superficiales es función de la variación en los caudales en los cauces y la de los aportes que pueden ser estacionarios. En consecuencia la contaminación en el espacio y tiempo es altamente variable.

3.5.a. Contaminación de cauces (ríos y canales de riego)

Contaminación por efluentes domésticos e industriales

La red de canales es receptora de diversos tipos de contaminación, siendo los más significativos los originados en los efluentes domésticos, efluentes industriales y residuos sólidos domésticos.

Cuando la contaminación de los cauces de riego proviene de efluentes domésticos, el mayor impacto de éstos recae sobre la salud pública. Cuando provienen de efluentes industriales, los impactos más importantes son sobre la producción y estado de los cultivos.

Hay una tendencia actual a la utilización de los efluentes para riego. Por un lado, el tratamiento otorgado en los mismos establecimientos industriales que los originan está produciendo una mejora en el proceso de descontaminación de los cauces de aguas superficiales. Por otro lado, se está impulsado desde el Departamento General de Irrigación (DGI, 2002) y se encuentra muy desarrollado, el tratamiento de efluentes domésticos en plantas depuradoras.

La contaminación generada por efluentes domésticos, industriales y residuos sólidos domésticos, se presenta en diversos focos localizados en distintas áreas de la provincia, pero es la cuenca norte la que presenta un estado relativamente más crítico. Dentro de ésta, resultan mayormente comprometidas alrededor de 20 mil hectáreas ubicadas en la parte norte debido principalmente a la contaminación generada a través de los efluentes industriales y urbanos.



Debe también considerarse la situación de salinización de cauces superficiales debido al uso agrícola. Hay una tendencia hacia un proceso de deterioro de la calidad de agua superficial por salinización en la Cuenca del Tunuyán Inferior, como consecuencia de la expansión de la zona de riego en el área del Tunuyán Superior.

En lo referente a la **contaminación de cauces y zonas de riego con efluentes domésticos o residuos cloacales**, la situación relativamente más crítica se observa en la Cuenca Norte debido a los efluentes domésticos de las plantas depuradoras del Gran Mendoza, las que tratan las aguas cloacales de sus 720 mil habitantes.

El volumen de efluentes tratados en estas plantas se ubica en el orden de los 2m³/seg y 1,5m³/seg. Si bien todos los efluentes son tratados, su magnitud ha desbordado la capacidad de depuración de las plantas, por lo que no siempre se alcanzan niveles microbiológicos menores a 1000 NMP de coliformes fecales cada 100ml.

Luego de depuradas, estas aguas son reutilizadas para el riego de algunos cultivos⁹ en zonas restringidas y debidamente controladas (Áreas de Cultivos Restringidos Especiales, ACRE.), evitando con este uso que las mismas alcancen a decarcargar en el cauce del Río Mendoza (Figura 13). Sin embargo, la "descarga cero" en el cauce del río es un objetivo no alcanzado en su plena totalidad ya que los sobrantes del Acre, vuelcan al canal Jocolí, involucrando 5000 has más (INTA, 2002).

La presencia de estos efluentes y la zona de riego asociada, involucra alrededor del 7% de la superficie de la cuenca norte. Por otro lado se destaca que hay una demanda real por parte de los agricultores por el uso de los efluentes domésticos para riego, ya que los mismos son una fuente válida para este uso.

La contaminación con residuos sólidos domiciliarios es otro de los fenómenos observados sobre los canales de riego, lo que provoca el taponamiento de las obras de arte de los canales, generando el desborde de los mismos e inundando calles, caminos y propiedades (residenciales y agrícolas). El problema es de una magnitud tal, que los gastos asociados al mantenimiento y limpieza de los cauces contaminados absorben, en el departamento de Lavalle (norte de la Cuenca Norte), alrededor del 40% del presupuesto de las Inspecciones de Cauce (INTA, 2002) .

Otro tipo de inconveniente que afecta a los canales de riego es el generado a través de la **contaminación con efluentes industriales**. Así, los efluentes de bodegas, conserveras y demás industrias instaladas en los departamentos de Maipú y Guaymallén, son volcados al colector Pescara, que es un canal de desagües de riego de 15 km de largo. A partir de allí se originan las hijuelas Sánchez y Starace que abastecen 3.300 hectáreas cultivadas en Guaymallén, incorporando además elementos contaminantes en los Canales Colonias y Tulumaya, que abastecen 7.000 hectáreas del departamento de Lavalle (entre ambas zonas, alrededor del 7% de la superficie regada de la Cuenca Norte). La situación planeada se representa en la Figura 14.

Los niveles de salinidad presentes en esta agua, entre 3.000 a 6000 µS/cm, producen una caída en los niveles de productividad de los cultivos, llegando incluso a provocar la muerte de los mismos.

Para solucionar el problema, el gobierno ha encarado estudios y proyectos vinculados al entubamiento del colector en casi 15 km de su recorrido. El conducto cerrado recibirá los efluentes de cada industria, previamente tratados dentro de cada establecimiento, para luego ser mezclados con agua proveniente de una batería de 14 pozos; es de este modo como se espera que el agua alcance los niveles mínimos de salinidad adecuados para el riego de las áreas ahora contaminadas.

⁹ Básicamente el agua tratada es reutilizada para el riego de cultivos que no tienen contacto directo con la misma (frutales) o en cultivos no consumidos por humanos (pasturas).



Contaminación salina por el uso agrícola

En base a recientes estudios debido a Chambuleyron, J. y otros (2002) se ha detectado una tendencia hacia un deterioro de la calidad del agua superficial de la Cuenca del Tunuyán Inferior. La hipótesis de este estudio es que el incremento en la explotación de agua subterránea en el Tunuyán Superior genera una disminución en los caudales de las vertientes de agua que alimentan esta cuenca. Los cambios de caudales tienen como consecuencia incrementos en la concentración de sales, lo que se observa en el punto de convergencia Costa Anzorena, pasando de 1200 a 1400 μScm . Esto termina impactando en el aumento de la salinidad en el oasis del Tunuyán Inferior. De acuerdo a estos autores se trata de un proceso lento y silencioso pero que hace necesario tomar acciones inmediatas para revertir a tiempo los efectos negativos del fenómeno, experimentado con mayor intensidad en los últimos años por el explosivo crecimiento evidenciado por la zona alta de la cuenca.

3.5.b. Contaminación de lagos e impactos generados por la construcción de embalses

Los impactos negativos sobre los sistemas hídricos originados por la construcción de diques u otras obras hidráulicas aparecen en general rezagados en el tiempo y de una manera muy lenta. La eutrofización es un proceso natural de envejecimiento de embalses pero es acelerado por la contaminación debida a las actividades del hombre. Implica cambios físicos, químicos y biológicos que tienen lugar después que un reservorio recibe el ingreso de nutrimentos. Esta condición limita el uso de estos embalses con fines recreativos y vuelve muy costoso y a veces imposible su uso para agua potable.

Los cambios estructurales que se introducen en la construcción de diques –que tienen por objetivo generalmente regular temporalmente los caudales- generan una serie de impactos en el sistema hídrico e hidrogeológico de la cuenca

Cuando un dique retiene temporalmente las aguas de un cauce, se produce la precipitación natural de los sólidos en suspensión. Las aguas que se toman de estas presas, resultan muy erosivas por haber perdido todo el material en suspensión y estar dotadas de una máxima energía cinética. La alta capacidad de transporte de sedimentos erosionan los lechos de los cauces de agua, lo que produce la eliminación de materiales finos facilitando la infiltración de la agua. Esto que se ha llamado "*efecto de aguas claras*", tiene consecuencias en la disminución de la eficiencia de conducción – lo que lleva a pérdidas importantes de agua y a elevar las napas freáticas - como también la destrucción de las obras de arte de los canales y sistemas de distribución de la red de riego, por el poder agresivo de las aguas claras.

Las pérdidas por infiltración llevan al aumento de la capa freática (reventación de suelos) y salinización de los suelos, con la consecuente caída de la productividad de los cultivos en las zonas involucradas. Aparece entonces la necesidad masiva de establecer sistemas de drenaje zonal y parcelario.

El caso del Embalse El Carrizal, Cuenca Centro

El Embalse el Carrizal cuyas aguas son utilizadas para el riego de 65.000 ha aguas abajo (cuenca del Río Tunuyán Inferior), es además utilizado para generación de energía y con fines recreativos

Recientes estudios han demostrado que hay una contaminación creciente en el embalse Carrizal, que se origina en la cuenca alta del río Tunuyán (Cuenca Centro) Esto se ha puesto de manifiesto en el caso de contaminación con materia orgánica que presenta una mayor incidencia en el ingreso del agua al embalse (Chambuleyron y otros, 2002). Esto estaría relacionado con el vertido de los efluentes domésticos e industriales en los asentamientos poblacionales de la cuenca alta o sea por actividad antropogénica. Este tipo de contaminación sería responsable de eutrofización en el embalse, ya que mediciones realizadas en los años 2001 y 2002 indican que presenta estados eutróficos e hipereutróficos, con gran densidad de algas y presencia de contaminación microbiológica (Drovandi. A. y otros, 2003).



El efecto de “las aguas claras” en este embalse ha tenido influencia sobre el área de riego del río Tunuyán Inferior Inferior (Llop A. ; M.S. Saurina y M.E. Quiles, 1998) siendo su principal consecuencia la elevación de la napa freática, tema desarrollado en I-2.2.c

El caso de los embalses de la Cuenca Sur

Estudios realizados reportaron la presencia de fenómenos de cambio de coloración de las aguas de estos embalses, coloraciones verdes se observaron en el embalse El Nihuil y manchas marrón rojizo en Valle Grande, detectándose como responsable a algas de diferentes familias (Balanza, M.E. y A.L. Ordóñez, 2003). Estos fenómenos son responsables de la aparición de olores nauseabundos que impiden el aprovechamiento de los embalses con fines recreacionales.

En la Cuenca Sur (área de influencia del río Diamante) por la presencia de los Embalses Agua del Toro, Los Reyunos y El Tigre, se han podido identificar también los impactos causados por el fenómeno de las aguas claras, afectando según estimaciones un área crítica de 9000 has (Llop, A., 1993).

3.6. Degradación de suelos por ascenso y salinización de la capa freática.

Las sales percoladas desde la superficie del suelo hacia la profundidad son retenidas por las capas impermeables cercanas a la superficie del suelo. Estas capas acumulan agua por pérdidas en el riego; la salinidad degrada el perfil del suelo, provocando en los cultivos intoxicación salina y asfixia radical. Una medida para conocer el grado de avance de la degradación padecida por el suelo es el nivel de la freática y la salinidad de las mismas.

Para mitigar estos efectos se debe disminuir las pérdidas de agua en los canales mediante impermeabilización (mejorar la eficiencia de conducción) y en la aplicación del riego y también mejorar las prácticas de un sistemático mantenimiento de la red de drenaje.

3.6.a. Degradación de suelos en la Cuenca Norte

En esta región, el acuífero superficial o freático abarca desde la zona de los Corralitos y Santa Blanca hacia el norte, zona conocida como “área de surgencia” hasta el desierto de Lavalle y acumula agua, debido a capas impermeables cercanas a la superficie del suelo, proveniente de la infiltración en ríos y canales, del exceso de riego en las zonas cultivadas y de las lluvias. Todas estas fuentes arrastran sales desde el suelo hacia el acuífero superficial, generando una capa freática altamente salina, con una concentración superior a 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica (INTA, 2002).

La situación generada por el ascenso de la capa freática, y la consecuente degradación del suelo en el departamento de Lavalle, bajo de la **subcuenca del Río Mendoza**, puede visualizarse con la ayuda de la Figura 15.

De acuerdo al resumen que sobre la temática ha realizado Morábito (2001), en un estudio efectuado en el año 2000 por Ortiz Maldonado, se dividió al Departamento de Lavalle en tres sistemas correspondientes a tres grandes colectores de drenajes que definen a sus respectivas subáreas: “Tres de Mayo-Jocolí”, “Villa Lavalle” y “Costa de Araujo-Gustavo André”. Considerando las isolíneas medias de la serie estudiada con featrímetros, el 49% de esta área resultaría seriamente afectada (23.091 has.), ya que el nivel freático se encuentra a menos de 2 metros de la superficie.

La situación del suelo afectado por el ascenso de la capa freática en la **Subcuenca del río Tunuyán Inferior** puede ser visualizadas en la Figura 16.

Citando nuevamente el resumen efectuado por Morábito J. (2001), surge que derivado de los problemas de drenaje, en un año húmedo alrededor del 12% de la superficie tiene problemas generados por una capa freática ubicada a menos de 1,5 metros de profundidad y el 25% de la superficie padece los



problemas generados por una capa freática ubicada a menos de 2 metros. Se señala además que la concentración salina del agua de freática es de 6.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, llegando en algunos sectores a ser superior a los 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En un estudio reciente se señala que las zonas de mayor gravedad en cuanto a los niveles freáticos son las zonas comprendidas entre Junín y Philips, entre la antigua Ruta N° 7 y el Canal Santa Rosa-La Paz; allí la profundidad de la capa freática es de poco más de un metro en épocas críticas. La otra zona donde el problema es importante, es la comprendida entre los carriles Costa Canal Montecaseiros, Anzorena y la autopista, donde los niveles freáticos alcanzan una profundidad de un metro en época crítica; otra de las zonas comprometidas es la región de Barriales–Palmira, donde los niveles freáticos alcanzan los 1,5 a 2 metros de profundidad en épocas críticas (Mirábile C., 2003).

3.6.b. Degradación de los suelos en la Cuenca Centro

Morábito (2001) es su resumen sobre problemas de drenaje menciona los resultados de un estudio del año 1984, de Ortiz Maldonado. Para este autor, si se toma en consideración el plano de isobatas medias, la zona afectada por una capa freática ubicada a 2 metros de profundidad es de 22.034 hectáreas (74 % del total) lo que indica un importante riesgo de problemas de saturación del suelo.

3.6.c. Degradación de los suelos en la Cuenca Sur

En el resumen realizado por Morábito J. (2001) se menciona un estudio que indica que el área crítica comprometida por problemas de drenaje corresponde a la planicie sanrafaelina comprendida entre el zanjón La Hedionda por el norte y el río Atuel por el sur, hasta la localidad de Monte Comán (aproximadamente 100.000 has.) La calidad del agua freática, según los autores arriba citados, varía entre 1.150 y 3.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de salinidad, aunque algunos freatómetros superan los 7.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La superficie afectada por un nivel de capa freática ubicada a menos de 2 metros de profundidad, está comprendida entre las 23.000 y las 51.000 hectáreas, implicando que alrededor del 40 % del área productiva de la cuenca tiene problemas debido a la capa freática (Morábito, 2001).

3.7. Problemas generados por aluviones sobre la red de riego

Los aluviones producidos por precipitaciones de gran intensidad y corta duración son derivados a la red de riego del Río Mendoza, ya que se carece de un eficiente sistema de desagüe pluvial (INTA, 2002). Tal afluencia de agua supera la capacidad de conducción de los cauces menores y canales, generando inundaciones en las propiedades agrícolas que se traducen en la pérdida de cosechas, deterioro de viviendas y riesgos para la vida humana. Además de anterior, serios daños son provocados en las obras de arte de los canales, las que deben ser financiadas por los propios regantes.

El proceso descrito, se ha visto potenciado en los últimos años a raíz del aumento del área impermeabilizada (viviendas, calles, etc.) en las zonas urbanas y la destrucción de la flora en la zona del pedemonte, ambos efectos aceleran el escurrimiento de las precipitaciones allí ocurridas hacia las zonas cultivadas.

Capítulo 3

Ambientes urbanos

Si bien se trata de espacios poco significativos en relación a la superficie total provincial, son los lugares donde la “intensidad” de la presencia humana es más significativa, por lo que las condiciones ambientales no solo son más frágiles sino más propensas a ser degradadas frente al accionar antrópico.

La población tiende a concentrarse en las ciudades y este es un fenómeno a nivel mundial. Sin embargo una de las características que tipifican a Latinoamérica es el desequilibrio territorial producido por el crecimiento exponencial que han tenido ciertas ciudades, en relación al resto del sistema urbano.

Este patrón se repite en Mendoza y hoy tenemos en el Gran Mendoza un total de 846.904 habitantes (53,6%). Esta concentración genera deseconomías de escalas, aparición de villas inestables y efectos negativos en el ambiente debido al aumento de la contaminación y la escasez de espacios verdes. Si bien su posición es estratégica en la conexión Pacífico-Atlántico, las condiciones del sitio no son las más adecuadas, al ser vulnerable ha ciertos fenómenos naturales que agravan las condiciones de calidad de vida de la población.

El sistema de asentamientos humanos se concentra en los oasis, donde la competencia por el uso del suelo provocada por la expansión urbana amenaza a zonas agrícolas de alto valor ecológico. Su articulación se realiza a través de la red vial que une a los tres oasis provinciales y que los vincula con el resto del país y Chile.

El resto del territorio se encuentra totalmente desarticulado y pierde población. Solo se destaca fuera de ellos la localidad de Uspallata, la que ha tenido un crecimiento poblacional significativo en la última década debido a las funciones que cumple dentro del Corredor Andino.

4.1. Excesiva concentración de población en el Gran Mendoza y grandes espacios de baja densidad poblacional

El fenómeno de macrocefalia, se manifiesta con el Gran Mendoza. Mientras que los demás territorios tienden a perder peso relativo en el concierto provincial, la población sigue creciendo en el aglomerado urbano mayor y llega casi al millón de habitantes. **El desequilibrio territorial es evidente.** Los oasis ocupan aproximadamente el 3% de la superficie total provincial, de los cuales el 0,25% corresponde a las zonas urbanas donde habita el 79% de la población. En el Gran Mendoza se concentra el 53,6% de los habitantes en tan solo el 0,16% de la superficie. El resto de la población (21%) se localiza en forma dispersa ya sea en los oasis o en zonas de secano. Esto genera efectos no deseados, deseconomías de escalas provocado por el aumento de los costos de servicios, inseguridad, mayor



demanda de espacios, fricciones y competencia desenfadada por el uso del suelo, problemas de contaminación por ruidos, polución atmosférica, producción de mayor cantidad de basura y de desagües que afectan la calidad del agua superficial y subterránea. Contribuye a esta situación el tendido de la red vial que converge al Gran Mendoza, la que articula los oasis, pero no logra integrar al resto de la provincia, y presenta déficit en su mantenimiento.

La tendencia al crecimiento poblacional en la provincia en general es descendente, al igual que en el país, el que pasa del 18 al 11%. En el caso de Mendoza la variación promedio es la siguiente:

De 1970 a 1980 el 20,9%

De 1980 a 1991 el 18,0%

De 1991 A 2001 el 11,8%

Sin embargo el **proceso de concentración** es importante.

- El Gran Mendoza aglutina a casi un millón de habitantes. Pasa de representar el 70% al 68% de un total de 1.579.651 habitantes que registra el Censo del 2001. Todos los departamentos del Gran Mendoza poseen más de 100.000 habitantes y más del 80% forma parte del aglomerado, excepto Maipú y Luján de Cuyo, los que detentan 89.285hab. (58%) y 72.987 hab.(70%) respectivamente dentro del continuo urbano, el resto se distribuye en forma dispersa o en localidades menores dentro del oasis o en zonas de secano.
- Esta situación vuelve a darse en San Rafael que, con una población de 173.571 habitantes (11% del total provincial), concentra el 60% en la ciudad del mismo nombre. Esto vuelve a presentarse en el caso de General Alvear, mientras que en Malargüe llega al 77%.
- Los tres departamentos del Este (San Martín, Rivadavia y Junín) concentra a 195.552 hab., es decir el 12% del total de población de la provincia, y solo Rivadavia supera los 50.000 hab. San Martín con 108.448 habitantes representa el 7% del total provincial, de los cuales el 73% se localiza en la cabecera departamental. Figura 17.
- La población del resto de los departamentos oscila entre 20.000 y 45.000 hab.. y la población urbana se encuentra distribuida en forma más equilibrada, siempre destacándose la cabecera departamental. Los menos poblados son Santa Rosa con 15.779 hab. y La Paz con 9.545 hab.

La mayor concentración de población se da en el Gran Mendoza, mientras que en el resto de los departamentos se produce en las cabeceras departamentales ubicados dentro de los oasis, los que ocupan un total de 3.995 Km² (3% del total provincial, según datos del año 1990, Dirección Provincial de Catastro), correspondiendo a las zonas urbanas 381 Km², es decir el 0,25%.

El crecimiento poblacional operado entre 1991 y 2001 es significativo en el oasis Norte, el que registra el 79% del crecimiento. Los departamentos que más crecen se encuentran en el Gran Mendoza, sobre todo en el departamento de Luján (30,7%, el mayor a nivel provincial), y Maipú (22,4%), mientras que Capital pierde población.

A pesar de ello si se compara con el crecimiento operado en la década del '80 , Gran Mendoza pierde un 15% de población, pero el aumento poblacional en cifras absolutas supera los 100.000 habitantes y en sus proximidades se incorporan como centros locales, con el más alto índice de variación (66%), Perdiel en Luján, Puente de Hierro en Guaymallén y Rodeo del Medio en Maipú.

Este fenómeno comienza a darse en algunas ciudades latinoamericanas, en las que la imagen de "mancha de aceite" con la que suelen representar la forma de la metrópolis pierde validez frente a la de un archipiélago de islas urbanas interconectadas entre sí.



Por el contrario, el resto de las zonas, suman en total un 15% más de población, pero solo el Este registra un crecimiento de 22.315 habitantes, siendo importante el operado en Junín con el 23%, mientras que el Noreste, Centro Oeste y Sur suman 43.463 habitantes más, destacándose Tupungato con un 28%. Los departamentos que menos crecen son los Sur.

En consecuencia la concentración sigue siendo representativa en el Gran Mendoza, y en las mayoría de las cabeceras departamentales, excepto en Junín, Santa Rosa y San Carlos.

En cuanto a **la densidad poblacional**, las diferencias son abismales al estar en relación con la superficie total que detentan los municipios, pero igual la mayor concentración aparece en el Gran Mendoza:

- En el caso del Gran Mendoza, Capital, Godoy Cruz, y Guaymallén superan los 1500 hab/km², el promedio entre los tres es de 2009 hab/Km². Por el contrario Maipú detenta más de 200 hab/Km² y Las Heras, y Luján de Cuyo, solo alcanzan como promedio el 20 hab/km².
- En el Este, mientras Junín registra 133 hab/km², San Martín tiene una densidad de 72,1 hab/km² y Rivadavia solo 25 hab/km².
- En el resto de la provincia la densidad es baja siendo La Paz y Malargüe los que posee menor densidad (menos de 1,5 hab./km²).

Fuera de esta metrópolis regional, 396.959 habitantes (32% de la población urbana) se distribuyen en 5 ciudades medias de menos de 150.000 hab., (San Rafael, San Martín, Rivadavia, Tunuyán, Gral Alvear), mientras que 18 (55%) de las 33 localidades consideradas urbanas, poseen menos de 5000 habitantes, lo que demuestra el desequilibrio territorial existente.

Todas conforman un sistema interconectado a través de una red vial que converge al Gran Mendoza, donde vive la mayor cantidad de población. Las mayores densidades viales aparecen en el Gran Mendoza, Capital superpone funciones y polariza tanto los movimientos provinciales como los locales. Los puntos conectados con Capital se extienden por toda la provincia. Su supremacía como centro directriz del transporte público se expresa en 4.650 frecuencias diarias repartidas por 49 lugares/destino, con los cuales mantiene contacto directo.

El resto de los habitantes son considerados población rural, suman en total 332.722 (21%), de los cuales 276.359 hab. (83%) viven en forma dispersa en el secano o oasis y solo 56.363 hab. (17%) está agrupada en asentamientos menores a 2000 hab. Son zonas de bajas densidades de población, de red vial y de automotores. "Sólo el 14,37 % de la red son caminos pavimentados, el 21,75 % son enripiadas y el 63,88 % son de tierra. De la red vial pavimentada, se destacan las conexiones regionales, en orden de importancia: RN-N°7, RN-N°40, RN-N°144, RN-N°143, RN-N°188.

4.2. Expansión urbana hacia zonas inadecuadas

La construcción de barrios en la década de los ´80 y los ´90 produce cambios cuantitativos y espaciales muy visibles. Crecen en forma discontinua en la periferia y aceleran el proceso de fragmentación territorial, generando demanda de servicios concentrados -escuelas, salud-, y de servicios urbanos -pavimentación, cloacas, teléfono-, con los costos adicionales que ello implica. Algunos lugares son los elegidos por la inversión directa extranjera para construir grandes centros comerciales que atraen a grandes contingentes de población y provocan en algunos puntos congestión vehicular. La estructura urbana sufre transformaciones pero estas no son acompañadas por inversiones adecuadas en la red vial. El crecimiento del Gran Mendoza se produce fundamentalmente hacia el oeste, piedemonte, y hacia el Este y Sureste, zonas con suelos de gran potencial agrícola. La primera, zona de gran fragilidad natural debido a la presencia de fallas sísmicas y pendientes superiores al 2%, cuya "pavimentación" acelera la intensidad potencial de los aluviones. Hacia el este y sur, la presencia de tierras fértiles y buenas condiciones ambientales para el cultivo de vides, frutales y hortalizas, no han



impedido su avance y han contribuido a ello la crisis económica, el proceso de reconversión productiva y la fuerte presión especulativa inmobiliaria.

Entre el año 1986 y 1999, el crecimiento del tejido urbano es del 81,48%. Con respecto al total de la mancha urbana del año 1999 el crecimiento operado en la última década corresponde al 44,89%, de lo que se deduce que la expansión se produce preferentemente en zonas periurbanas, las que crecen cerca de un 12%, sobre todo en Luján de Cuyo y Maipú. Figura 18.

4.2.a. La expansión de la urbanización hacia el piedemonte

Abarca el conjunto Los Cerros, La Estanzuela, Dalvian, La Favorita, Loteo Pérez Guilhou, entre otros. El crecimiento en forma indiscriminada puede aumentar el peligro aluvional aguas abajo. Se trata de una zona que nace en la precordillera a una cota de 1500 m.s.n.m. y llega hasta la cota de 800-900 m.s.n.m. al este. Es una zona de transición con la planicie, franja de 10 a 12 km de ancho constituida por sedimentos cuaternarios donde se observa claramente los efectos de la erosión hídrica.

Es necesario prever o planificar los nuevos asentamientos teniendo en cuenta la frecuencia y características de las precipitaciones, como así también el tipo de relieve. Determinar cuánto puede ser infiltrado, almacenado o retenido, cómo debe ser el diseño del loteo y los jardines, obras de defensa, etc. "Toda intervención debe proyectarse analizando sus efectos locales y sus externalidades con sus correspondientes costos" (Ing. Héctor Roby, 2000)

Se está pavimentando el piedemonte con loteos que dejan anuladas las posibilidades de extensión del parque hacia el sur y el norte. El sistema de drenaje pluvial natural, que son las acequias de irrigación de la arboleda pública, no está adecuadamente diseñado y por lo tanto el rol de conducción es asumido por las calzadas. La ciudad necesita un estudio integral de hidrología urbana que minimice los riesgos a lo que está sometida la población. (Ing. Jorge Maza y Pedro Fernández, 2000)

4.2.b. Con respecto al avance urbano hacia áreas agrícolas

Las Ing. Kiyoe de Carballo y Ester Antonioli, comprueban que los departamentos de Luján de Cuyo y Maipú son productores de uvas finas con denominación de origen (Malbeck, Cabernet Sauvignon, Pinot negro, Chenin, Semillón, Chardonnay y Sauvignon). Entre los dos poseen el 53% de Malbeck, es decir que alrededor de 1400 has pueden perderse sino se protegen. Pero además el Gran Mendoza posee el 53% de los olivos de la provincia, de los cuales el 38% se ubica en los alrededores del área urbanizada, al igual que el 64% de los almendros. Esta zona representa el 7,7% del total del Gran Mendoza con cultivos muy valiosos. Si la expansión urbana hacia zonas cultivables es inevitable, la zona de menor costo agrícola está localizada al norte y este de Las Heras, y en Guaymallén hacia el Sauce, Los Corralitos y Colina Segovia. Sin embargo el crecimiento se opera hacia zonas con denominación en origen para vinos, las que están siendo parceladas y destinadas por completo a nuevas urbanizaciones.

El incremento del parque automotor en el Gran Mendoza ha favorecido las preferencias para vivir en barrios alejados del centro, hacia zonas agrícolas, lo que ha ido acompañado de la radicación de comercios tipo shopping, malls e hipermercados. Esto ha provocado complicaciones en las vías de acceso a la ciudad y la formación de nodos de congestión en determinados puntos que incrementa los accidentes y los problemas de contaminación. El crecimiento del Gran Mendoza se produce de manera desordenada y a un costo elevado sin tener en cuenta el ambiente vulnerable del lugar.



4.3. Riesgos naturales en zonas de alta densidad poblacional y gran concentración de actividades económicas

Tanto el riesgo sísmico como el volcánico o los de erosión (aluviones, remoción en masa, acción eólica) son fenómenos naturales que afectan todo el territorio provincial, pero que impactan mayormente en aquellos lugares donde se produce concentración de población, infraestructuras, equipamientos, y desarrollo de actividades productivas. La cuenca del río Mendoza es donde se concentra más del 80% de la población, el 74% del PBG provincial, el 72% de los servicios y más del 50% de la actividad vitícola. Es innegable que es el Oasis que presenta más riesgo frente a la ocurrencia de fenómenos naturales. La situación se torna crítica para el Gran Mendoza, aglomerado urbano mayor de Mendoza, donde viven 846.904 habitantes (según Censo de Población y Vivienda del año 20001) en tan solo el 0,1% de la superficie total, por la cantidad de pérdidas humanas y económicas que puede ocasionar.

4.3.a. Riesgo Sísmico

La posibilidad de ocurrencia de sismos destructivos en Mendoza es alta, por lo que el riesgo sísmico debe ser considerado como una variable muy importante a tener en cuenta en los procesos de asentamiento humano y ordenamiento territorial, como también en todas aquellas acciones que impliquen grandes inversiones. En la faja de los 300 Km al este del eje andino han ocurrido gran número de terremotos históricos que ocasionaron grandes pérdidas humanas y económicas.

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), de acuerdo a la escala Mercalli Modificada (MM) y la Richter (R) establece una graduación del tipo de riesgo sísmico al que está sometida la provincia de Mendoza, y que se puede sintetizar en la Tabla 5:

Tabla 5
Zonas según riesgo sísmico (presencia de epicentros y fallas activas)

Zonas	Escala MM	Escala R	Descripción
Gran Mendoza, Lavalle, Valle de Uco	IX	6,8	Destructor
Este, La Paz y Santa Rosa	VIII	6,0	Ruinoso
San Rafael y Gral Alvear	VIII	6,0	Ruinoso
Malargue	VII	5,5	Muy Fuerte

Fuente: elaboración propia según datos del Informe sobre Plan Integral de Desarrollo Estratégico para Mendoza, Secretaría de Planeamiento Estratégico de la Nación y Municipios del Gran Mendoza.

Si estos valores se correlacionan con la población, es innegable que la zona más peligrosa, debido a la concentración de más del 60% de los habitantes de la provincia es Gran Mendoza. Figura 19.

Las posibles fuentes sísmicas son: Cerro de la Cal-Calle Perú, Cerro La Gloria, Cerro El Cristo, Salagasta-Los Cerrillos-Mariposa, Barrancas, Melocotón, Tupungato, Cordillera Frontal, siendo menos significativas las del Noreste. El norte de calle Perú y antes de ingresar a la zona urbanizada constituye una falla inversa comprobada, hacia el sur su existencia es probable, y en el caso de la calle Boulogne Sur Mer la existencia de una falla es dudosa o posible, según el Estudio de Microzonificación Sísmica realizado por el INPRES. Las zonas más afectadas, donde los daños pueden ser importantes para las construcciones sobre todo de adobe o propiedades horizontales, son: Capital, Las Heras y Guaymallén, mientras que el daño puede ser moderado en el caso de Maipú, Godoy Cruz y Luján de Cuyo.

Por ser un fenómeno natural impredecible, Mendoza adopta distintas medidas para mitigar sus efectos, una de ellas es poseer un código de construcción civil muy estricto, por eso la construcción tiene un alto valor económico, otra son los simulacros de Defensa Civil para concientizar sobre todo a los niños, o el mismo diseño de la ciudad con calles anchas y plazas que en los últimos tiempos no ha sido respetado.



4.3.b. Riesgo Aluvional

Todo la zona colindante al piedemonte es propensa a aluviones, pero sobre todo donde los efectos han sido nefastos es sin lugar a dudas la zona ocupada por el aglomerado urbano mayor de la provincia, el Gran Mendoza. Una serie de factores se combinan para hacer a esta zona la de mayor peligrosidad:

- Tormentas estivales de alta intensidad y corta duración (ej. en 1 hora el 4 de enero de 1970 cayeron 105 mm., habiéndose registrado intensidades de hasta 5mm./min. Según la red telemétrica del INCYTH-CRA). Esto provoca desbordamientos en los canales de evacuación, por ejemplo en el puente de calle Beltrán han llegado a pasar 250m³/seg. siendo su capacidad de 30 m³/seg.
- Ubicación de la ciudad al pie de la precordillera, y parcialmente sobre el piedemonte, que son zonas de escurrimiento y/o recepción del agua precipitada más arriba.
- Un ecosistema, especialmente hacia el Oeste, muy alterado, degradado por efecto antrópico; sobrepastoreo, extracción de leña, incendios, movimientos de suelo (picadas, accesos a puestos, urbanizaciones, ripieras).
- Escasa infraestructura de evacuación de aguas pluviales (alcantarillados, acequias).
- Escaso mantenimiento de canales evacuadores de aluviones.
- Vuelco de descargas aluvionales en los canales de riego, que ocasionan daños en zonas aledañas, contaminación, destrucción de obras e inundaciones.

La problemática aluvional se extiende desde Capital a Luján al este hasta la divisoria de agua de la precordillera al oeste, y desde el río Mendoza al cordón de las Lajas al norte. Las condiciones no son homogéneas para todas las cuencas, pero las que muestran menor equilibrio son sin lugar a dudas: Papagayo, Maure y Frías. Un problema latente es la del Cerro de la Gloria y Barrio La Estanzuela. Las zonas que están en riesgo de inundaciones son la Cuarta Sección, Las Heras, las proximidades al Zanjón de los Ciruelos, entre otras. Figura 20.

Se estima que la posible expansión de la ciudad hacia el piedemonte generará problemas muy importantes al impermeabilizarse gran parte del suelo y deforestar, lo que provocará una disminución de la infiltración y un aumento de los aportes aluvionales en volumen y velocidad hacia la zona del centro del Gran Mendoza.

Un punto no considerado en el mantenimiento de la infraestructura aluvional es el referido a los daños que producen estas crecientes sobre la infraestructura de riego. Muchas veces los caudales aluvionales que llegan a los canales como el Caci que Guaymallén y después al Canal Jocolí, producen deterioro en las estructuras de distribución que deben ser mejoradas y corregidas por los propios agricultores o las Inspecciones de cauce.

La zona agrícola, sobre todo de Lavalle, es la receptora final de las aguas aluvionales, fundamentalmente en los tramos bajos del río Mendoza. Hay tres cauces que tienen importante influencia aluvional sobre la zona irrigada, casos del canal Caci que Guaymallén, el Canal Jocolí, el Arroyo Tulumaya y el tramo inferior del río Mendoza.

Sobre el Canal Caci que Guaymallén, descargan todos los aportes aluvionales del Gran Mendoza y este volumen se desborda especialmente en la zona del Canal Jocolí, provocando rotura de los compartos e inundando propiedades durante uno o dos días. Hay otras zonas donde los terrenos son muy pesados y no hay buena percolación, y por lo tanto el agua queda aproximadamente 10 días.

El Arroyo Tulumaya recibe las aguas que escurren en las zonas comprendidas entre los canales Caci que Guaymallén y el Colector Pescara. Sus desbordamientos no son tan importantes como los produ-



cidos en el Canal Jocolí, pero sí tiene problemas de contaminación en las zonas de influencia del Canal Pescara.

Otro problema relacionado con los cauces aluvionales y con las crecidas extraordinarias de ríos y cauces de riego son el asentamiento de urbanizaciones, barrios precarios y villas inestables. Hay ocupación que data de mucho tiempo y a pesar de los controles, se introduce nueva gente en condiciones muy precarias de ocupación. Un ejemplo de ocupación se da en la zona baja de Luján de Cuyo, o en la zona donde se juntan el Pescara con el Canal Naciente. Los departamentos más afectados por este tipo de ocupación son Guaymallén y Maipú, mientras que en Luján hay muchos problemas a nivel de canales terciarios.

4.3.c. Riesgo Volcánico

La peligrosidad de los volcanes se evalúa mediante el estudio de la actividad eruptiva pasada, según tipo y frecuencia de las erupciones, características de los productos emitidos (lava, cenizas, nubes ardientes, gases), antigüedad del depósito y área de dispersión de los mismos.

El estado actual del conocimiento nos permite delimitar zonas de riesgo volcánico. Pese a que la mayoría de los volcanes activos están muy alejados de los grandes centros poblados, es necesario considerar la amenaza a los cursos de agua o glaciares o a los procesos de remoción en masa como deslizamientos, aludes y avalanchas, que podrían colmar los valles, modificar el relieve y cambiar la red de drenaje. También es importante considerar la dispersión de las cenizas. Figura 21.

Hay grandes aparatos volcánicos que superan la línea de nieve y sostienen grandes masas de hielo (glaciares) los que, sumado a las acumulaciones nivales anuales, representan un factor de alto riesgo. Un incremento de temperatura en el aparato volcánico es suficiente para provocar la fusión del hielo y desencadenar la formación de *lahares*, flujos de detritos que pueden tener efectos devastadores por su gran capacidad de transporte, velocidad y distancias de centenares de kilómetros que pueden alcanzar.

La generación de flujos de material volcánico representa un alto riesgo para los oasis ya que tenderían a encausarse por los ríos Tunuyán, Diamante, Atuel, Grande, comprometiendo desde el abastecimiento de agua potable hasta la seguridad de los asentamientos.

4.3.d. Riesgo de Erosión

La erosión es otro riesgo natural que afecta en general a toda Mendoza, debido a su relieve y características naturales. Es un fenómeno por el que se produce la pérdida de suelo bajo la acción de agentes externos: lluvia, viento y, en las zonas montañosas, nieve y congelamiento del suelo.

En las zonas montañosas el principal agente erosivo es el agua. Sobre los 4000 m s.n.m., debido a la acción fluvial, glacial, nival y de criofracturación, coexisten las *morenas*, los *valles en "U"* y detritos de faldeo producidos por deslizamientos, caída de rocas, flujos de barro, aludes y avalanchas que, en última instancia, incrementan la carga aluvial y determinan limitantes para la ocupación intensiva del suelo en la zona montañosa. Bajo los 4000 m s.n.m. se produce congelamiento estacional del suelo que dificulta el mantenimiento de las fundaciones de edificios, las redes de infraestructura, la conducción y tratamiento de los afluentes líquidos y el mantenimiento de las vías de circulación, entre otros factores.

En las planicies pedemontanas, el factor de erosión es la lluvia, especialmente en los períodos estivales con precipitaciones intensas y concentradas en sectores reducidos, las cuales se potencian con la pendiente y la alta delezabilidad de los materiales superficiales.



En el piedemonte del Area Metropolitana de Mendoza se agrava la situación por la degradación de la vegetación, generada por la expansión urbana. Se acelera la erosión hídrica aumentando la intensidad y frecuencia de los aluviones que afectan a la ciudad.

En las llanuras se combina la acción de la erosión hídrica y la eólica.

4.4. Contaminación atmosférica producida por fuentes fijas y móviles, efluentes líquidos y residuos sólidos

La constante densificación de las actividades y población genera el agravamiento de problemas ambientales de los cuales el empeoramiento de la calidad del aire es uno de los más importantes, particularmente en el área metropolitana. Muchos son los efectos producidos, pero el de mayor preocupación es el de la salud y bienestar de las personas, a demás de afectar los frentes de edificios y el arbolado público. Una serie de factores contribuyen: el relieve, las condiciones metereológicas, y el horario, ya que las concentraciones fluctúan con respecto a las horas del día por las variaciones en las emisiones y condiciones metereológicas. Otras formas de contaminación se hacen presentes. La producida por efluentes líquidos producidos por actividades agroindustriales, sobre todo las bodegas y el vuelco directo de efluentes cloacales al lecho de los ríos o por percolación de líquidos cloacales a partir de los pozos sépticos ubicados sobre los acuíferos libres. La que produce los residuos sólidos urbanos, que lleva a un deterioro del medio ambiente que actualmente está "tomando dimensiones críticas", o el efecto que provoca la quema de hojas, de combustible y cubierta de automóviles usadas para combatir las heladas, o la de incineradores sobre todo de hospitales, cementerio, etc, pero su impacto no es significativo gracias a las acciones implementadas para disminuir sus efectos.

4.4.a. Contaminación atmosférica por fuentes fijas y móviles

En el área metropolitana la fuente más importante de la contaminación atmosférica son los vehículos (fuentes móviles), ya que son responsables del 70% de las emisiones de los contaminantes principales y provocan también contaminación auditiva y congestión de tránsito. (Tabla 6).

Tabla 6.
Inmisiones diarias máximas y participación proporcional por fuente

Tipo de fuente	CO	HC	SO ₂	NO _x	PST
Fijas (%)	0	0	100	34	33
Móviles (%)	100	100	0	66	67
Total (µg/m ³)	1200	800	45	160	170

Fuente: Puliafito y col.,1999

Los contaminantes aéreos que más preocupan en el Gran Mendoza son las partículas en suspensión (PST), los óxidos de nitrógeno (NO_x), el monóxido de carbono (CO) y los hidrocarburos (HC) emitidas mayormente por las fuentes móviles y el dióxido de azufre (SO₂) de las fuentes fijas.

En menor proporción aparecen otros contaminantes como el plomo (Pb) y el ozono superficial (O₃). La inmisión supera en varios casos los valores aconsejados de la Organización Mundial de Salud (ej. PST y NO_x en el microcentro) (Puliafito y col. 1995, 1999)

Mendoza tiene en comparación con otras ciudades como Buenos Aires y Santiago menor contaminación atmosférica expresado en valores absolutos, principalmente por su menor actividad y población. Sin embargo al considerar el indicador de la emisión anual por fuentes móviles por habitante los índices de Mendoza son preocupantes ya que son mayores a Buenos Aires y comparables a Santiago (Tabla 7).



Tabla 7
Índices de emisiones anuales por habitantes en kg/hab. (fuentes móviles)

Ciudad	Población (en miles)	CO	HC	NOx	PST
Buenos Aires	12.000	20	0,8	1,1	0,2
Santiago (Chile)	4.500	40	3,1	2,5	0,6
Mendoza	900	54	13	3,3	0,5

Fuente: Puliafito, E. et al.1999

Notables son los valores altos de NOx, HC y CO en Mendoza, que son característicos del transporte privado por su mayor cantidad de vehículos nafteros. La emisión de PST es mayor en el transporte público (diesel). Según Puliafito y col. (1999) la mayor emisión por habitante por fuentes móviles se debe principalmente a que la ciudad de Buenos Aires tiene un uso más intensivo del transporte público: subterráneo, microómnibus, trenes, y por otra parte tiene un horario único. Mendoza al poseer un uso mayor de transporte privado, doble horario para muchas actividades, dan por resultado una mayor emisión de CO e HC.

La falta de adaptación de la infraestructura vial al crecimiento del parque automotor, impacta negativamente en la circulación a través de un incremento en los accidentes, mayores tiempos de viajes por la congestión y aumento de la contaminación ambiental.

La composición de los viajes cambia entre al año 1986 y 1998, incrementándose el transporte privado y disminuyendo el transporte público. La razón fundamental, está dada en los cambios de las políticas económicas que favorecen el acceso al crédito para compra del auto particular, y la baja significativa en sus precios. Este fenómeno se da en todo el país y también simultáneamente en otros países como Brasil.

Con respecto al Servicio de Transporte Público Colectivo de Pasajeros, este servicio cuenta en el año 1994 con 920 unidades, las que ya tenían una antigüedad promedio de 4 años. A partir del año 1994, se comienza a producir una fuerte y continua caída en la oferta de servicio. Si bien cada unidad recorre menos kilómetros, los costos fijos no varían, originándose la actual crisis del transporte. Aún tomando en cuenta la antigüedad de las unidades, el transporte público es mucho más favorable respecto a las emisiones por pasajero transportado (excepto PST) (Puliafito y col., 2000).

Tomando en cuenta el crecimiento de la población urbana y un aumento en el tránsito automotor aún con una disminución en la tasa de motorización (habitantes por auto) se estima para el año 2010 un incremento en las emisiones de contaminantes del 20 al 40% aún con mejoras en la tecnología de los vehículos. Se espera un empeoramiento de la calidad del aire, tanto en valores absolutos de emisión, como en la extensión de las áreas afectadas, superando los valores aconsejados por la Organización Mundial de Salud ampliamente.

La Tabla 8 muestra la situación para PST. Esta proyección al futuro nos muestra que se hace indispensable una nueva planificación del transporte público de manera de ofrecer nuevas opciones al usuario que habitualmente usa su vehículo particular. Se propone un sistema multimodal de transporte, que consiste en el reemplazo de los micro-ómnibus diesel por el de tranvías eléctricos, trolebuses y trenes eléctricos para las distancias medias.



Tabla 8.
Emisiones totales por fuentes móviles en toneladas (CP = con proyecto)

Contaminante (en Tn)	1999	2010	2010 (CP)
Partículas suspendidas totales (PST)	1	1,4	1
Nitrógenos (NOx)	3,4	4,3	3,2
Hidrocarburos (HC)	3,9	4,7	2,7
Monóxido de carbono (CO)	23,6	30,3	18

Fuente: Puliafito, E. et al.2000

Un sistema multimodal de transporte disminuiría notablemente la **contaminación sonora** que según el Informe Ambiental 1998 de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental es preocupante en Mendoza. Los valores pico de varias mediciones superan los 100 decibeles en el microcentro. Luna y col. (1995) han realizado mediciones de niveles de ruidos en 92 sitios en la ciudad de Mendoza en 1988 y llegan también a la conclusión, que Mendoza es una ciudad ruidosa con registros que alcanzan los 92 dBA. Se debe principalmente a fuentes móviles. La presión sonora se vuelve dañina a unos 75 dB. Los efectos en la salud de la población por un nivel alto de ruidos es conocido, destacando el aumento en estrés y enfermedades cardiovasculares.

Las zonas industriales localizadas sobre la periferia del área urbana contribuyen en una menor proporción a la contaminación atmosférica del Gran Mendoza. Determinados procesos industriales producen emisiones continuas o discontinuas de contaminantes y por consumo de combustible, (al Norte: Corcemar, Minetti), Parque petroquímico en el Sur, (Stein, Petroquímica Cuyo, Anhídrido Andina, Refinería Luján de Cuyo), Platinum en Las Heras. Ecsal en GC, Artreco en Maipú, yesera en Malargüe, en San Rafael (Gras, Carbometal). Los contaminantes más preocupantes de estas fuentes son los compuestos sulfurados y PST (Puliafito y col. 2000). Los valores límites no se cumplían sobre todo alrededor de 6000 m de los mecheros de la refinería. La OMS recomienda medios anuales de SO₂ menor de 50 µg/m³. Actualmente se ha incorporado una planta de tratamiento de gases que incluye la desulfuración.

4.4.b. Contaminación por efluentes líquidos

Contaminación industrial

Se calcula que aproximadamente un total de 1.200 establecimientos pueden ejercer actividad contaminante con distinto grado de calidad y cantidad. El Oasis Norte el más afectado con aproximadamente 750 establecimientos. Los establecimientos se distribuyen en forma heterogénea en zonas de acuífero libre que son las áreas más vulnerables a la contaminación de los acuíferos.

La mayoría de los establecimientos desarrollan actividades agroindustriales, ocupando el mayor porcentaje las bodegas. Los efluentes característicos de estos establecimientos son: materia orgánica con alto DBO, sólidos en suspensión, soda cáustica y ocasionalmente metales pesados, etc. Cabe destacar el caso particular del canal Pescara (Maipú) donde todos los establecimientos industriales descargan sus efluentes líquidos residuales directa o indirectamente al canal, que luego aguas abajo se utilizan con fines de riego, afectando la calidad del acuífero.

El DGI a través de su Dirección de policía del Agua lleva un control estricto de los vertidos realizados por cada establecimiento, inscripto en el Registro Único de Establecimiento (RUE). (Tabla 9)



Tabla 9
Nº Inscriptos RUE

Cuenca	Nº establecimientos
Mendoza	423
Tunuyán Inferior	185
Tunuyán Superior	44
Diamante	140
Atuel	57
Malargüe-Grande	14
Total	863

Fuente: Plan Estratégico Mendoza 2010 Guía del Diagnóstico Preliminar

Contaminación cloacal

Los tipos de contaminación más comunes son: por vuelco directo de efluentes cloacales al lecho de los ríos y por percolación de líquidos cloacales a partir de los pozos sépticos ubicados sobre los acuíferos libres.

En las zonas más pobladas del Gran Mendoza se han detectado altos niveles de nitratos 180 mg/l en el acuífero libre (máximo permitido 45 mg/l). Esta situación se irá revirtiendo con la construcción de colectores cloacales y el aumento de la cobertura de los servicios cloacales. Actualmente no sólo se prevé la recolección y tratamiento efluentes cloacales sino también su disposición final sin contaminar los acuíferos. Para ello se ha dispuesto la utilización de los efluentes cloacales como fuente de agua para riego la cual debe realizarse en Areas de Cultivos Restringidos Especiales (ACRE) y bajo normas de manejo dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

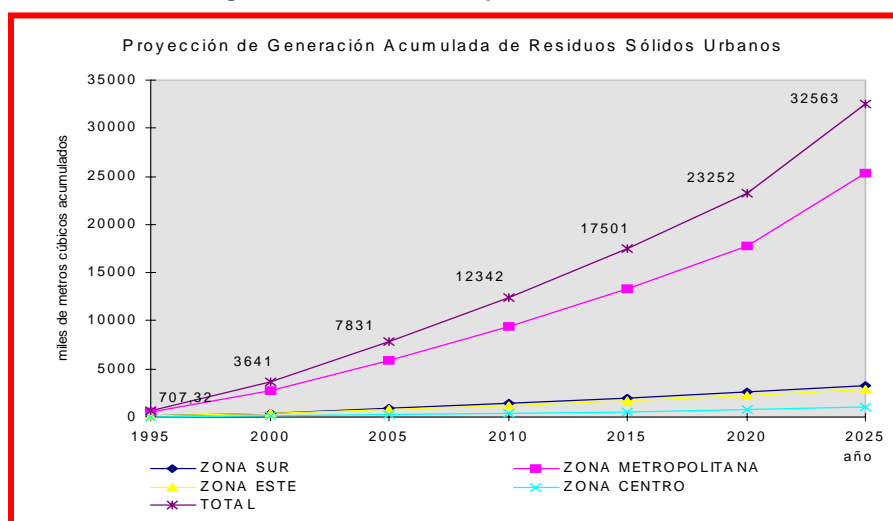
4.4.c. Contaminación por residuos sólidos

La producción de residuos sólidos urbanos en la Provincia conlleva implícito un lento y progresivo deterioro del medio ambiente que actualmente está “tomando dimensiones críticas” según el Informe Ambiental 1998 de la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental.

El espectacular crecimiento de los desechos urbanos apenas ha traído consigo un desarrollo de los sistemas de recuperación, a pesar del contenido valioso que poseen. De este modo, las soluciones inmediatas del vertido y la incineración no son suficientes. El problema de residuos ha adquirido una nueva dimensión social y sus proyecciones son alarmantes, como puede observarse en las estadísticas trabajadas por la Dirección de Saneamiento y Control Ambiental (1998).

En 1995 la Provincia genera 707.320 m³ de residuos sólidos urbanos. A efectos de comprender el problema se realiza la proyección de volúmenes de producción a futuro alcanzando una cifra de 32.503.000 m³ para el año 2025, con lo que se obtiene una relación 46 veces mayor. Figura 22.

Figura 22. Contaminación por residuos sólidos



Fuente: Dirección de Saneamiento y Control Ambiental 2002



La cantidad de basura producida diariamente por habitante varía en los diferentes departamentos de la Provincia entre alrededor de 0,5 y 1 kg. Estos residuos están compuestos principalmente por materia orgánica (50-70%), plástico (alrededor de 10%), pañales, papel y vidrios (Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, 2002).

El problema de los residuos sólidos urbanos en Mendoza se debe principalmente a deficiencias en los sistemas de gestión, bajo responsabilidad de las jurisdicciones municipales, los cambios en los hábitos de consumo de la población en general y la falta de educación ambiental.

Con el fin de encontrar una solución definitiva al problema el Gobierno Provincial a través del Ministerio de Ambiente y Obras Públicas poner en marcha el Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos. Este intenta abordar el problema en forma integral, y por etapas sucesivas, agrupando distintos municipios por regiones, para su tratamiento en conjunto. Sin embargo un análisis comparativo de los distintos sistemas de manejo de residuos departamentales muestra que en la fase de tratamiento y/o disposición final se están generando impactos sobre el ambiente, ya que en la mayoría de los casos se realiza el enterramiento no controlado o la disposición a cielo abierto. Ningún departamento tiene relleno sanitario, solamente Maipú tiene planta de tratamiento. Además existen basurales clandestinos.

A esto hay que agregar que la Provincia no cuenta con plantas de tratamiento de residuos peligrosos y patológicos. Diversas iniciativas han fracasado por incumplimiento del procedimiento de evaluación de impacto ambiental o por la resistencia de la población a convivir en sectores productivos con estos emprendimientos.

La cantidad de basura aumenta, lo que pone en riesgo a la población, además de afectar la estética del paisaje.

4.4.d. Otras Fuentes de Contaminación

El Gran Mendoza se encuentra además afectado por la quema de hojas, y la quema de incineradores sobre todo de hospitales, cementerio, etc, la quema de combustible y cubierta de automóviles usadas para combatir las heladas en zonas agrícolas próximas (zona este, Luján, Maipú y Valle de Uco), pero su impacto no es significativo debido a la serie de acciones implementadas para disminuir sus efectos.

4.5. Escasos espacios verdes

Las características climáticas de Mendoza, y sobre todo del Gran Mendoza debido a la elevada concentración de población y de actividades, incrementan el calor, y la contaminación atmosférica. En consecuencia se hace necesaria, por los problemas higiénicos-sanitarios que traen aparejados, la presencia de espacios verdes. Sin embargo son pocas las plazas, paseos y parques en relación al crecimiento de la población.

Quienes diseñaron la ciudad tuvieron especial atención en crear espacios verdes, sin embargo las primitivas 1.787 has afectadas por ley a la instalación de un "bosque protector de coníferas" sobre una superficie 3 veces mayor a la ocupada por 28.000 hab. que poseía la ciudad Capital, se redujo a 200 has. las 425 has. que poseía, el resto lo ocupan clubes y edificaciones. Es parque de recreo, mientras que la población crece a más de 500.000 hab. al avanzar sobre departamentos vecinos. El resto de las áreas verdes son menores paseos, plazas y otros. Figura 23.

En general el estándar internacional aceptado para ciudades de 100.000 a 500.000 hab. establece de 1 a 2 has por cada 1000 hab. o sea 10 a 20 m² /hab. distribuidos equitativamente en forma de parques urbanos. En el caso del Gran Mendoza, las cantidades se disfrazan en relación a la existencia obligada del arbolado de calles y los valores varían en función del municipio que se trate. (Tabla 10)



Tabla 10.
Cantidad de espacios verdes por habitante en el Gran Mendoza

	Espacio verde/hab.	Lugares	Observaciones
Capital	21 m ² /hab.	Parque Gral San Martín (200has) Parque Central (60 has)	Proyectado 40.000 árboles
Godoy Cruz	4m ² /hab.	Parque San Vicente (18ha.)	
Maipú	4 m ² /hab.	Parque Metropolitano Sur Parque Chachingo	
Guaymallén	10 m ² /hab		Mal distribuidos, 50.000 hab. Déficit
Las Heras	Cerca 10 m ² /hab.	Bermejo, Borbollón y Lagunita Acceso Norte	Patrimonio ambiental Parquización
Luján de Cuyo		Parque costero sur Forestación Acceso Sur (91 ha.)	

Fuente: Mendoza, 2000.Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo, 1994.

Conclusiones

El análisis de los indicadores seleccionados permite interpretar las problemáticas planteadas, y realizar algunas consideraciones para ser sometidas a discusión en el seno de los foros participativos que organizará el CAP.

Con respecto a los ecosistemas naturales de montaña, piedemonte y llanura de alta fragilidad, Mendoza presenta una tendencia creciente en la presión antrópica.

La deforestación, el mal manejo ganadero, incendios y el crecimiento urbano sobre áreas frágiles entre otras causas llevaron a la degradación y pérdida irreversibles de ecosistemas naturales. Ejemplos presentan la tala de bosques abiertos de algarrobo, el avance urbano sobre ecosistemas palustres en la llanura y la degradación de vegas en la montaña. La destrucción y fragmentación de hábitat siempre con lleva a una pérdida de especies de fauna y flora. Actualmente gran parte de la superficie provincial está afectada por procesos de desertificación.

La gran magnitud de la actividad petrolera en las últimas décadas ha provocado impactos negativos sobre el ambiente en las fases de exploración y explotación así como la posibilidad de accidentes y la consiguiente contaminación además de otras posibles fuentes como por ejemplo los residuos sólidos y la actividad minera.

Los factores y procesos mencionados han llevado a la degradación y una pérdida del Patrimonio Natural. En los últimos años se suma al compromiso del territorio provincial natural la adquisición de grandes extensiones de alto valor ecológico por parte de empresas extranjeras.

Aunque en las últimas décadas se ha realizado grandes esfuerzos para la conservación de distintos ecosistemas, conformando el Sistema Provincial de Áreas Protegidas de 13 reservas provinciales bajo protección, que representa alrededor del 4% de la superficie total, Mendoza se encuentra en una situación menos favorable que provincias vecinas. No existe tampoco un sistema de protección de las reservas de agua dulce.

Para alcanzar la meta nacional e internacional debería proteger por lo menos un 10% de su superficie. Además las áreas protegidas representan un gran atractivo turístico, especialmente para el turismo de extranjeros, una actividad creciente e económicamente muy importante para la provincia.

Las mencionadas tendencias demuestran la importancia de:

- Realizar un inventario y diagnóstico de los ecosistemas naturales para poder luego “planificar el territorio”.
- Ampliar su red de áreas protegidas e implementar mejor las áreas existentes.



- Proteger las reservas de agua dulce (glaciares) y las grandes cuencas hidrográficas en sus nacientes.
- Revalorizar el patrimonio natural para preservar el medio ambiente y por ser un atractivo turístico.
- Buscar el apoyo de instituciones y organizaciones independientes como las Universidades, centros científicos y organizaciones no gubernamentales.

Los problemas ambientales más importantes de los oasis de riego pueden ser divididos en dos, por un lado aquellos relacionados con el uso del agua, es decir que se deben a acciones antrópicas y, por otro lado, la problemática derivada de los fenómenos de granizo y heladas.

Tanto la problemática derivada del uso del agua, como la generada por los fenómenos de granizo y heladas, impactan en la economía provincial y en el bienestar de la población.

En lo referente al recurso hídrico de la provincia, éste proviene de la fusión de las precipitaciones níveas en la Cordillera de los Andes y se distribuye entre los cauces con escurrimiento superficial y los acuíferos subterráneos, los que son altamente valorados como reservas de agua. El sector que más agua utiliza es el agrícola, el que consume el 89% de la demanda total de agua en la provincia. El 5% de esta demanda proviene del uso urbano y el resto del uso industrial y otros usos. El 86% del recurso utilizado proviene del agua superficial y el 14% de agua subterránea.

Se destaca entonces el alto impacto de los problemas hídricos ambientales sobre el bienestar de la población y sobre la economía y el desarrollo provincial.

El balance hídrico realizado entre la oferta de agua y su demanda pone en evidencia la situación que se presenta en cuenca Norte de la provincia - Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior. El exceso de agua en un año normal en esta cuenca es de solo 5%. En años pobres el déficit de agua superficial se suple intensificando el uso de aguas subterráneas, lo que lleva a situaciones de sobreexplotación de acuíferos. En la cuenca del río Mendoza el índice de stress hídrico está en 1.560 m³/habitante año. Se considera que para asegurar la calidad de vida de los habitantes este índice debe estar en valores - para algunos autores- mayores a 1.700. El resto de las cuencas de la provincia ostentan valores más holgados en el balance hídrico y en consecuencia en el índice de stress.

La eficiencia en el uso del agua de riego está en el orden del, 62% la externa (conducción y distribución), y 61% la interna (aplicación), lo que se traduce en una eficiencia total de riego del orden del 38%. Las bajas eficiencia inducen, además, problemas de revenimiento de suelos debido a elevación de los niveles freáticos y a la contaminación salina de los mismos, lo que afecta las 3 cuencas.

La eficiencia de distribución del agua potable, está en el orden del 67%. Se estima una producción de agua potable por habitante/día de 600 litros. El consumo por habitante no está correctamente estimado pero se cree que el mismo es excesivo, debido principalmente al sistema tarifario de "canilla libre" para el servicio de agua potable, el que aún prevalece en la mayor parte de los usuarios.

Los índices de abastecimiento de agua potable y cloaca han sufrido una mejora en los últimos años, estando en la actualidad, para toda la provincia en el orden de 83% de población servida con agua potable y 57% con cloacas.

En cuanto a la calidad de las agua se debe prestar mucha atención a la contaminación de las aguas subterráneas en las 3 cuencas. En algunos sitios críticos la salinidad ha alcanzado niveles muy altos, lo que pone en peligro su utilización agrícola y también urbana. En la Cuenca norte - que tiene el 75% de las perforaciones de la provincia - en algunos sitios ya está salinizado el nivel medio, debiéndose recurrir al 3er nivel de explotación para tener agua de buena calidad para riego.

En cuanto a las aguas superficiales, la eliminación de la contaminación de los cauces hídricos (microbiológica, por efluentes domésticos y orgánicos y por efluentes no salinos de industrias alimentarias)



está siendo encarada, a través de la promoción de la tecnología de utilización de efluentes en riego. Sin embargo hay todavía varias áreas críticas debidas a contaminación no controlada sobre los cauces de riego, especialmente en la cuenca Norte. Esto implica riesgos en la salud de las personas - cuando se trata de efluentes domésticos - y disminución en la productividad de los cultivos - cuando se trata de efluentes industriales con alto contenido salino. Se presenta también una tendencia a la contaminación salina de aguas superficiales en la cuenca del río Tunuyán Inferior debido a actividades agrícolas en la cuenca alta de este río.

Por el lado de los riesgos naturales propios del territorio mendocino, los fenómenos de heladas y granizo generan importantes impactos en el esquema productivo.

En lo que respecta a las heladas, aquellas denominadas "mixtas", originadas por el descenso térmico producido por el ingreso de un frente frío acompañado de una alta nubosidad, son las que generan los daños más considerables sobre los cultivos. Esto se debe a que este tipo de helada no es susceptible de ser combatida por el método tradicional de calentamiento atmosférico. El máximo riesgo es enfrentado durante los meses de primavera.

Por el lado de fenómeno del granizo, su ocurrencia se produce en el período de mayor inestabilidad atmosférica generada por el calentamiento del suelo. En Mendoza, este período se encuentra comprendido entre los meses de octubre a abril.

A modo de síntesis se considera que las acciones que se desarrollen relacionadas con los oasis de riego deben tener en cuenta los siguientes principios generales:

- El sistema hídrico provincial, como todo sistema ambiental, es complejo y sus componentes están fuertemente interrelacionados. Las acciones que se toman sobre alguna de sus partes inciden sobre las otras. El manejo de los recursos hídricos, suelos y sus ambientes asociados deben ser abordados siempre desde un enfoque integral.
- En la provincia de Mendoza el agua ha sido históricamente y lo sigue siendo, el factor esencial de su desarrollo. Hoy existe un desbalance en la presión sobre este recurso entre las diferentes cuencas. Debería pensarse en un modelo de desarrollo provincial que tienda a distribuir en forma más equilibrada la intensidad en el uso de los recursos hídricos.
- En los oasis más comprometidos - en cuanto a la intensidad de uso de este recurso - debe prestarse atención a la eficiencia de uso en las distintas fases: en la asignación, en la distribución y en el aprovechamiento. Considerar el valor intrínseco y el valor de uso del agua como herramientas de gestión (en la asignación, en las tarifas, en los subsidios, etc.) apunta a tales objetivos. La reutilización de aguas también ayuda a mejorar la eficiencia global en el uso del agua.
- La calidad de los recursos hídricos y del suelo de la provincia está cada día más comprometida. Los acuíferos subterráneos - que abastecen a la población, a la agricultura y a la industria - en algunas áreas críticas de la provincia se encuentran contaminados y no pueden o no podrán en un futuro cercano cumplir con tales fines. Cursos superficiales de agua y embalses se encuentran en estado de creciente deterioro, grandes extensiones agrícolas presentan problemas de revenimiento y salinización de suelos. Las acciones destinadas a optimizar la cantidad de agua disponible son tan prioritarias como aquellas destinadas a restablecer y/o preservar la calidad del recurso hídrico y de los suelos.

En lo que respecta a los ambientes urbanos si bien son poco significativos en relación a la superficie provincial, son los lugares donde la "intensidad" humana y los desequilibrios en su distribución, degradan las condiciones ambientales y ponen en riesgo a más del 60% de la población.

Las grandes disparidades en la distribución de la población con una fuerte concentración en el Gran Mendoza que supera el 53% en tan solo el 0,1% del territorio provincial, provoca el agravamiento de problemas ambientales, y la aparición de costos económicos no previstos. Uno de los más preocupan-



tes es la contaminación atmosférica, por los problemas higiénicos-sanitarios que traen aparejados y la escasez de espacios verdes que ayudarían a minimizar sus efectos. Le sigue en importancia la producción de residuos sólidos y el vuelco de efluentes líquidos y cloacales a los canales de riego o al lecho de los ríos.

Si bien el Gran Mendoza tiene una posición estratégica en el eje de conexión Atlántico-Pacífico, las condiciones del sitio lo tornan altamente vulnerable frente a la posibilidad y magnitud de ocurrencia de ciertos fenómenos naturales, sobre todo el riesgo sísmico y el aluvional, este último incrementado gracias al accionar antrópico sobre un ecosistema sumamente frágil, el piedemonte.

El Gran Mendoza crece hacia esta zona y en los últimos años preferentemente hacia el Este y Sureste, zonas con suelos de gran potencial agrícola, acelerando el proceso de fragmentación territorial, generando demanda de servicios y equipamientos con los costos adicionales que ello implica, y aumentando las fricciones y competencia desenfrenada por el uso del suelo.

Con respecto a la distribución de población por localidad, fuera de la metrópolis regional, Gran Mendoza, hay 5 ciudades medias cuya población es menor a 150.000 hab., (San Rafael, San Martín, Rivadavia, Tunuyán, Gral Alvear), mientras que 51 localidades de las 66 existentes en la provincia, poseen menos de 5000 hab.

Todas conforman un sistema interconectado a través de una red vial que converge al Gran Mendoza, donde vive la mayor cantidad de población. Las mayores densidades viales aparecen en el Gran Mendoza, Capital superpone funciones y polariza tanto los movimientos provinciales como los locales.

El 21% restante de los habitantes son considerados población rural, de los cuales el 17% está agrupado en asentamientos menores a 2000 hab.

La realidad plantea la necesidad de revertir estos procesos sobre la base de las siguientes consideraciones:

Para el Gran Mendoza:

- La desaceleración de la expansión de la superficie urbana.
- La re-densificación y re-funcionalización de la ciudad.
- La localización de actividades teniendo en cuenta condicionantes naturales, ambientales, económicos y sociales.
- La construcción de obras viales de conexión N-S y W-E que permitan agilizar el tránsito automotor.
- Una planificación del transporte sustentada en un análisis detallado de flujos y usos del suelo, para minimizar los efectos de la contaminación
- La orientación de las nuevas inversiones hacia zonas de menor impacto medioambiental.

Para el resto de los centros urbanos:

- La descentralización de actividades económicas, servicios y equipamientos básicos hacia ciudades de menos de 50.000 hab.,
- La implementación de políticas de empleo que permita disminuir la emigración de población hacia la gran urbe en busca de trabajo y mejor calidad de vida.
- La integración del 97% restante del territorio, con baja densidad poblacional, a través de una densificación de la red vial y/o ferroviaria.
- La consolidación de asentamientos humanos de menos de 2000 habitantes que brinden los servicios y equipamientos básicos a población dispersa y con condiciones de vida extremas.

Referencias bibliográficas

- Abraham, E., Maccagno, P., Tomasini, D. (2003) Experiencia Argentina vinculada a la obtención y evaluación de indicadores de desertificación. Informe inédito.
- Álvarez, Amílcar y Jorge Villalba, (2003). Estudio del proceso de salinización de los acuíferos en la zona este del Oásis Norte. Área de restricción zona este. Informe Técnico N°34. INA-CRA, Mendoza, Argentina.
- Álvarez, Amílcar, (1993). Estudio de Contaminación. Arsénico, fluor y nitrato. Salinización. CRAS, Mendoza.
- Álvarez, Amílcar, (1999). Proyecto Aprovechamiento Integral del Río Grande. Estudio Base Cero. Gobierno de Mendoza, Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, INA, CRCYT.
- Álvarez, Amílcar, (2002). Evaluación hidroquímica del la Cuenca de Agua Subterránea del Valle de Uco. Informe Técnico N°15, INA-CRA, Mendoza, Argentina
- Balanza, M.E. y A. Ordoñez, (2003). Estudios preliminares sobre floraciones algales en embalses del sur de Mendoza Resúmenes del IV Congreso Nacional Ambiental, U.N. S..J., pág. 39.
- Barone, Roberto y Eduardo Comellas, (1993). Datos Hidrológicos de la Zona Centro-Mendoza. DI-257, CRAS, Mendoza, Argentina.
- Bertonatti, C., Corcuera, J. (2000). Situación ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre, Buenos Aires,
- Bertranou, Armando y Graciela Fasciolo, (1985). Impacto del crecimiento urbano industrial en el ambiente hídrico de Mendoza. Coloquio Internacional El agua, la ciudad y el desarrollo. Marsella, Francia, Junio de 1985.
- Castano, J (1994): "Microzonificación sísmica del Gran Mendoza", en Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Centro Empresarial Mendocino (CEM) (2001). Plan Estratégico 2010. Guía del Diagnóstico Preliminar.
- Chambouleyron Jorge y otros, (2002). Conflictos ambientales en tierras regadías. Evaluación de impactos en la cuenca del Río Tunuyán, Mendoza, Argentina. UNCuyo, FONCYT-INA, Mendoza, Argentina.
- Chambouleyron, Jorge, (1996). Evaluación crítica de la gestión hídrica provincial. Mendoza. Argentina. Informe para el Banco Mundial. (Inédito).
- Departamento General de Irrigación (2000). Plan Hídrico Provincial.



- Departamento General de Irrigación, (1999). Plan Hídrico para la Provincia de Mendoza. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación, (2000). Política de Agua Subterránea. Mendoza, Argentina.
- Departamento General de Irrigación, (2002). Reuso agrícola de efluentes cloacales e industriales. Mendoza, Argentina.
- Departamento Hidrocarburos, (2003) Ministerio de Hacienda, Provincia de Mendoza. Anuario 2002 – Control de Hidrocarburos. Mendoza.
- Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, (2002). Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, Gobierno de Mendoza. Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos 2002. Mendoza.
- Dirección de Saneamiento y Control Ambiental, Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, Gobierno de Mendoza. Informe Ambiental 1998. Mendoza 1999.
- Drovandi Alejandro y otros, (2003). Estudios de calidad de agua y estado en el embalse El Carrizal. Resúmenes del IV Congreso Nacional Ambiental, U.N. S.J., pág. 43.
- Fasciolo, Graciela, (2002). Evaluación de impacto ambiental en acuífero: contaminación producida por actividades de saneamiento y disposición de efluentes. Proyecto formulado ante FONCYT SECYT, INA y U.N.Cuyo, Mendoza, Argentina. (Inédito).
- Ferres, C. (s.f.) Estudio del efecto de la percolación de los líquidos residuales domiciliarios sobre la calidad del agua subterránea en el área del acuífero libre, provincia de Mendoza. San Juan, Centro Regional de Agua Subterránea-Secretaría de Ciencia y Técnica.
- Gudiño de Muñoz, M.E. (1999), "Propuesta sobre Proyecto Ley de Ordenamiento Territorial y Uso del Suelo", elaborada sobre la base del proyecto por Despacho de Comisión de Ambiente y Desarrollo. Convenio Cámara de Senadores de la Honorable Legislatura de Mendoza.
- Gudiño de Muñoz, M.E. y otros (2003). "Transformaciones territoriales en áreas metropolitanas del MERCOSUR: Santiago de Chile y Mendoza, Argentina", proyecto de cooperación internacional entre Serex. Universidad Católica de Chile, CIFOT, Universidad Nacional de Cuyo. (en elaboración)
- Gudiño de Muñoz, M.E. (1995), "El rol de las políticas territoriales en el Mercosur", en Rev. Interamericana de Planificac.(SIAP), Vol. XXVIII, N° 111, Julio-Sept., pp. 87-102, Cuenca, Ecuador.
- Gudiño de Muñoz, M.E. y D'Inca, V. (2003): Espacios de innovación y necesidad de innovación gerencial, trabajo aprobado para ser presentado al II Seminario Internacional de la Red de Investigación sobre áreas metropolitanas de Europa y América Latina (Rideal), Sgo Chile, diciembre, 2003.
- Guerrero, Francisco, (2003). Los glaciares mendocinos se achican medio metro por año. Diario Los Andes, 5/10, pág. 16 sec. A.
- Hernández, Jorge y otros, (1998). Balances de agua, suelo y vegetación en el Valle de Uco. INA-CRA, San Juan, Argentina.
- Hiramatsu, K. Y Antonioli, E. (1994): "Zonas agrícolas a proteger", en Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, (2002). Problemática Hídrica de la Cuenca del Río Mendoza, Mendoza, Argentina.
- Leiva, J.C. (2000) La variación de los recursos hídricos en los Andes Centrales analizada a través del balance de masa de sus glaciares. XII Reunión de Campo del Cuaternario, CADINCUA, 10.



- Leiva, J.C. (2003) La nieve y los glaciares – Recurso y riesgos naturales. Inédito.
- Leiva, Juan Carlos, (2000). La Nieve y los Glaciares. Recurso y Riesgos Naturales, UNCuyo - CONICET, Mendoza, Argentina.
- Llop, Armando, (2002). Guía sobre la salinización del agua subterránea en el este mendocino. INACELA, Mendoza, Argentina.
- Loustaunau, Hugo, (2002). Monitoreo Químico de Perforaciones. Cuenca Diamante -Atuel. INA-CRA, Mendoza, Argentina.
- Luna, S.M., Mieras, R., Cáceres, A., Danitz, Y.A. (1995) Contaminación sonora en el microcentro de Mendoza.- En: Mendoza Ambiental. (Eds.: Martínez Carretero, E., Dalmasso, A.D.) Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda, IADIZA, Gob. Prov. de Mendoza.
- Manzur, A., Gonnet, J.M. (2002). Red de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza - Áreas Protegidas de la Provincia de Mendoza. Información científico - técnica para difusión y educación ambiental. Mendoza,
- Maza, J., y Fernández, P. (1994): “Desagües pluviales urbanos y extensión edilicia en zona pedemontana de Mendoza”, en Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Méndez, E. (1986) Dinamismos de la vegetación en el Valle Superior del Río Atuel I. Vegas y conos de deyección. Parodiana 4 (2), 333-350.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Urbanismo, (1997/1998) Gob. Mendoza. Informe Ambiental.
- Mirábile, Carlos y Luis Fornero, (1987). Estudio Zonal de Drenaje del Área de Influencia del Río Tunuyán Medio e Inferior. INCYTH-CRA, Mendoza, Argentina.
- Mirábile, Carlos, (1998). Estudio Zonal de Drenaje del Río Tunuyán Medio. Diez años de Control Freático. INA-CRA, Mendoza, Argentina.
- Montes Lira, P. (2001), “El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe”. Santiago de Chile, CEPAL, ONU.
- Morábito, José y otros, (2003). Evaluación de la eficiencia actual del uso del agua. Informe Técnico N°30, INA-CRA, Mendoza, Argentina.
- Morábito, José, (2002). Proyecto: Eficiencia de riego y evaluación de la calidad del agua en el área de regadía del río Mendoza. Recomendaciones para un aprovechamiento racional y sustentable. Proyecto SECYT-UNCuyo 2002-2004.
- Morábito, José, (2001). Estado de situación de los problemas de drenaje en Mendoza e información complementaria. INA-CRA / U.N.Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Ortiz Maldonado, A., (1991). Adversidades agrometeorológicas de Mendoza. Centro de Bodegueros de Mendoza, Mendoza, Argentina.
- Panasiti, A. (1994): “Los espacios verdes en el ordenamiento territorial del Gran Mendoza”, en Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Puliafito E., Puliafito, C., Quero, J., Guerreiro, P. (1998) Emissions and Immissions of Airborne Pollutants form Mobile Sources for the City of Mendoza, Argentina. In: Urban Ecology. Breuste, J., Feldmann, H., Uhlman, O. (Eds), Springer Verlag Berlin Heidelberg. 99-103.



- Puliafito, E., Puliafito, J.C., Behler, J.C., Alonso, P. (1995) La Calidad del Aire en Mendoza. En: Mendoza Ambiental (Eds.: Martínez Carretero, E. y Dalmasso, A.) Ministerio de Medio Ambiente, Urbanismo y Vivienda, IADIZA, Gob. Prov. de Mendoza.
- Puliafito, E., Guevara, M., Puliafito, C., Gantuz, M., Inzirillo, R. (2000) "Contaminación por vehículos. Diagnóstico actual y pronóstico para el año 2010". Enviado para publicación en la Revista de la Universidad.
- Puliafito, E., Puliafito, C., Quero, J., Tomba, C. (1999) Contaminación del aire en Centros Urbanos. Segundo Congreso Mundial de Educación Internacional, Integración y Desarrollo: Aprendiendo a vivir juntos. Foro permanente de Educación Internacional para la integración y el desarrollo, UNESCO, UADE, Buenos Aires, 28 al 30 de junio de 1999.
- Roby, H.O. (1994) "Algunas reflexiones sobre aluviones e inundaciones en Mendoza", en Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Roccatagliata, J. (1994), "Geografía y políticas territoriales". Buenos Aires, Colección Geografía, De Ceyne.
- Rodriguez, R. (1992). "Estudio de la contaminación del agua subterránea por efecto de los efluentes industriales. Zona de influencia del Canal Pescara en el área de recarga de la zona Norte. Pcia. Mendoza." Doc. Interno DI 180. Centro Regional de Aguas Subterráneas (CRAS). San Juan. Argentina.
- Roig, F.A. (1981) Conservación de la vegetación natural de Cuyo. Serie Científica 23-26.
- Roig, F.A., González Loyarte, M.M., Abraham de Vazquez, E.M., Martínez Carretero, E., Méndez, E., Roig, V.G. (1992) Argentina: Desertification Hazard Mapping of Central-Western Argentina. UNEP: World Atlas of Desertification.- Kent, Great Britain, 50-55.
- Rojas Fernández, Jorge, (2003). El Carrizal: confirman presencia de hidrocarburos en pozos de agua. Diario Los Andes, 22/07, pág. 16 sec. A.
- Rojas Fernández, Jorge, (2003). Tupungato: el Gobierno denunció a una petrolera por contaminación. Diario Los Andes, 22/10, pág. 9 sec. A.
- Rosatti, H. (1998), "Tratado de derecho municipal". Buenos Aires, Rubinzal – Culzoni – Editores, Tomo II.
- Saurina, Silvia y M. Elena Quiles, (1998). Identificación de los impactos ambientales producidos por las aguas claras en el embalse El Carrizal, Mendoza, Argentina. INA-CELA, Mendoza, Argentina.
- Schlotfeldt, C. (1998), "Regionalistas y ambientalistas: un encuentro en el territorio", Serie Azul. N°21, agosto, 1998. Instituto de Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Secretaría de Planeamiento Estratégico de la Nación y Municipios de Capital, Las Heras, Godoy Cruz, Maipú, Luján y Guaymallén (2000). Plan Integral de Desarrollo Estratégico para Mendoza. Informe (mimeo)
- Tacchini, J. y otros (1994): Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.
- Vich, A y otros (1994): "Programa de investigación y desarrollo manejo ecológico del piedemonte", en Mendoza en el 2000. Proyecto de Ordenamiento Territorial para la Provincia. Plan Sectorial para el Gran Mendoza. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo.