TOMO 2

MANIFESTACIÓN GENERAL DE IMPACTO AMBIENTAL

Centro Ambiental El Borbollón
Departamento de Las Heras

2014 (modificado 2017)

Dirección de Protección Ambiental

Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial

MENDOZA
NUEVO GOBIERNO
Secretaría de Ambiente
y Ordenamiento Territorial

CONTENIDOS TOMO 2

4. ANÁLISIS DEL AMBIENTE

4.1 MEDIO FÍSICO

4.1.3 Hidrología e Hidrogeología 8

4.1.3.1 Cuencas Hidrográficas de Mendoza 8
4.1.3.2 Usos del agua en Mendoza 11
4.1.3.3 Calidad del agua 12
4.1.3.4 Distribución del recurso 13
4.1.3.5 Balance Hídrico Provincial 14
4.1.3.6 Cuenca del Río Mendoza 17
4.1.3.7 Caracterización del fenómeno aluvional en la Zona de Estudio 22
4.1.3.8 Características Aluvionales del sitio de implantación 26
4.1.3.9 Red de drenaje del predio 28
4.1.3.10 Marco Hidrogeológico Provincial 41
4.1.3.11 Hidrogeología de la Cuenca Norte 44
4.1.3.12 Características Hidroquímicas recurso subterráneo -Cuenca Norte 53
4.1.3.13 Aspectos Hidrológicos del recurso subterráneo 55
4.1.3.14 Afectaciones al recurso hídrico subterráneo 63
4.1.3.15 Hidrogeología en el sitio de implantación 72
4.1.3.16 Calidad del agua en el sitio de implantación del proyecto 81
4.1.3.17 Balances hídricos. Línea de base actual y situaciones de proyecto 86

4.1.4 Ruidos y Calidad de Aire 99

4.1.4.1 Ruido - Introducción 99
4.1.4.2 Efectos del ruido sobre las personas 99
4.1.4.3 Resumen de valores críticos 103
4.1.4.4 El ruido en el sitio de proyecto 104
4.1.4.5 Calidad del aire – Introducción 104
4.1.4.6 Niveles guía de calidad de aire 105
4.1.4.7 Niveles de calidad de aire en la Zona de Proyecto 107
4.1.6.8 Niveles de calidad de aire en el sitio de implantación 115
4.1.6.9 Conclusiones 119

4.2 MEDIO BIOLÓGICO 121

4.2.1 Flora 121

4.2.1.1 Introducción 121

4.2.1.2 Características generales de la Flora de Mendoza 121
4.2.1.3 Adaptaciones de la Flora a las zonas áridas 122
4.2.1.4 Clasificación de la flora según sus adaptaciones 123
4.2.1.5 Provincias fitogeográficas de Mendoza 124
4.2.1.6 Especies de interés comercial y científico 132
4.2.1.7 Vegetación en el sitio de implantación 134

4.2.2 Fauna 141

4.2.2.1 Adaptaciones de animales a zona áridas 142
4.2.2.2 Algunas especies mendocinas 144
4.2.2.3 Especies emblemáticas y endémicas 148
4.2.2.4 Especies en peligro o extintas localmente 150
4.2.2.5 Fauna en la Zona de Estudio y sitio de implantación 152

4.2.3 Ecosistema y Paisaje 153

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO 157

4.3.1 Centros poblacionales afectados por el proyecto 157

4.3.2 Distancias a centros poblados - Infraestructura vial 157

4.3.3 Población 158

4.3.3.1 Datos de Población y proyecciones 158
4.3.3.2 Servicios en el sitio de implantación 165
4.3.3.3 Vivienda 165
4.3.3.4 Educación e Infraestructura 169
4.3.3.5 Salud. Infraestructura e indicadores vitales 172
4.3.3.6 Turismo 175
4.3.3.7 Estructura económica y empleo 181
4.3.3.8 Conclusión del análisis Socioeconómico 188

4.3.4 Cambios sociales y económicos 188

4.3.5 Problemas Ambientales Actuales 189

4.3.5.1 Basural de Puente de Hierro (Guaymallén) 190
4.3.5.2 Basural de Campo Papa (Godoy Cruz) 191
4.3.5.3 Basural de Campo Cacheuta (Luján de Cuyo) 193

4.3.6 Áreas de Valor Patrimonial Natural y Cultural 195

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: *Hidrograma medio anual del Río Mendoza* 9
Figura 2: *Hidrografía Provincia de Mendoza* 10
Figura 3: *Gráfico distribución porcentual de usos del agua en Mendoza* 11
Figura 4: *Gráfico distribución exceso de agua por asignación* 16
Figura 5: *Cuenca del Río Mendoza* 17
Figura 6: *Canales de distribución – Cuenca Río Mendoza* 20
Figura 7: *Colectores Aluvionales – Cuenca Río Mendoza* 24
Figura 8: *Red de drenaje del terreno de implantación del proyecto* 27
Figura 9: *Líneas de flujo y puntos de descarga final* 30
Figura 10: *Curvas IDF de la tormenta de proyecto para Mendoza (INA, 2007)* 32
Figura 11: *Modelos digitales de Elevaciones y red de drenaje superficial* 35
Figura 12: *Mapa de subcuencas – Terreno de implantación* 35
Figura 13: *Esquema topológico modelo Arhymo* 38
Figura 14: *Hidrograma para el nodo N001 – TR = 25 años* 40
Figura 15: *Hidrograma para el nodo N001 – TR = 50 años* 40
Figura 16: *Mapa de cuencas de agua subterránea en la Provincia de Mendoza* 43
Figura 17: *Mapa Hidrogeológico de la Zona Norte* 46
Figura 18: *Mapa Isopáquico. Espesor del Relleno Aluvional Moderno* 47
Figura 19: *Perfil geológico F-G-H-F, vista desde el sur hacia el norte* 48
Figura 20: *Perfiles geológicos: A-B-C-A, (sur-norte, hata Lavalle)* 48
Figura 21: *Esquema hidrogeológico de la Cuenca Norte* 51
Figura 22: *Superficie Piezométrica* 58
Figura 23: *Profundidad del Agua Subterránea* 59
Figura 24: *Conductividad Eléctrica – Primer Nivel (0 a 80m)* 60
Figura 25: *Conductividad Eléctrica – Segundo Nivel (100 a 180m)* 61
Figura 26: *Conductividad Eléctrica – Tercer Nivel (> a 200 m)* 62
Figura 27: *Concentración de Nitratos – Primer Nivel (0 a 80m)* 64
Figura 28: *Concentraciones de Nitratos – Segundo nivel (100 a 180 m)* 66
Figura 29: *Contaminación – Áreas Críticas* 68
Figura 30: *Área de Implantación sobre imagen satelital* 73
Figura 31: *Esquema Hidrogeológico Mendoza Norte (con terreno de implantación)* 76
Figura 32: *Profundidad del agua subterránea – Terreno de Implantación* 77

Figura 33: *Superficie piezométrica – Terreno de Implantación* *78*
Figura 34: *Mapa hidrogeológico de detalle – Terreno de Implantación* *79*
Figura 35: *Curvas de igual conductividad – Terreno de Implantación* *80*
Figura 36: *Esquema estratigráfico del suelo* *88*
Figura 37: *Variación anual del flujo neto de agua en superficie* *88*
Figura 38: *Variación del Flujo Neto Anual en la base* *89*
Figura 39: *Esquema estratigráfico en condiciones con proyecto* *91*
Figura 40: *Variación anual del flujo neto de agua en superficie* *92*
Figura 41: *Variación anual del flujo neto de agua a través de la base* *93*
Figura 42: *Esquema estratigráfico de materiales en condición de proyecto* *95*
Figura 43: *Evolución del frente de humedad en las celdas clausuradas* *97*
Figura 44: *Diagrama estratigráfico de cambios hidrodinámicos* *98*
Figura 45: *Valores medios mensuales de la red de monitoreo de la* *111*
Figura 46: *Concentraciones de monóxido en la zona del Gran Mendoza* *112*
Figura 47: *Comparación de las distribuciones de ocurrencia* *113*
Figura 48: *Concentraciones promedio diarias de PM10* *114*
Figura 49: *Contribución de fuentes a las concentraciones de PM10* *115*
Figura 50: *Ubicación terreno respecto Planta Patogénicos* *116*
Figura 51: *Fitogeografía de la Provincia de Mendoza* *125*
Figura 52: *Imagen con localización de tipos de cobertura vegetal* *135*
Figura 53: *Clasificación supervisada imagen satelital terreno* *136*
Figura 54: *Histograma clasificación supervisada terreno* *137*
Figura 55: *Proyecto sobre imagen con análisis de cobertura* *138*
Figura 56: *Fotografías reconocimiento cobertura vegetal* *139*
Figura 57: *Fotografías especies vegetales en el predio* *140*
Figura 58: *Línea de tendencia ingreso de turistas (2002-2012)* *162*
Figura 59: *Tipo de Vivienda y Servicios Sanitarios por Departamento* *167*
Figura 60: *Tipo de vivienda y servicios sanitario totales* *168*
Figura 61: *Total Establecimientos educativos por nivel y Departamento* *170*
Figura 62: *Porcentajes de establecimientos por niveles* *170*
Figura 63: *Tasas de escolarización y analfabetismo promedio* *172*
Figura 64: *Evolución de las tasas de natalidad y mortalidad* *174*
Figura 65: *Establecimientos y plazas turísticas Zona Metropolitana* *176*
Figura 66: *Gasto Total Turismo Provincia de Mendoza* *181*

Figura 67: *Evolución del PBG por sector Provincia de Mendoza* *182*
Figura 68: *Evolución de las Exportaciones según Grandes Rubros* *184*
Figura 69: *Mercado de destino exportaciones Mendoza* *185*
Figura 70: *Evolución del empleo registrado por sector a nivel provincial* *186*
Figura 71: *Localización Basura Puente de Hierro - Guaymallén* *190*
Figura 72: *Localización Basural Campo Papa – Godoy Cruz* *192*
Figura 73: *Localización Basura Campo Cacheuta – Luján de Cuyo* *193*
Figura 74: *Red de Áreas Naturales Protegidas – Pcia. de Mendoza* *196*
Figura 75: *Mapas Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza* *197*

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: *Balance de la oferta y demanda hídrica anual (2002)* 15
TABLA 2: *Balance de la oferta y asignación por Cuencas (2004)* 16
TABLA 3: *Concesiones agrícolas del Río Mendoza* 21
TABLA 4: *Sistema de riego en la Cuenca del Río Mendoza* 22
TABLA 5: *Láminas acumuladas de precipitación e intensidades instantáneas* 32
TABLA 6: *Parámetros morfométricos (situación SIN PROYECTO)* 36
TABLA 7: *Tiempos de Concentración* 37
TABLA 8: *Resultados de la modelación hidrológica – TR = 25 años* 38
TABLA 9: *Resultados de la Modelación Hidrológica – TR = 50 años* 39
TABLA 10: *Análisis de sensibilidad del CN* 41
TABLA 11: *Coeficientes de Escorrentías* 41
TABLA 12: *Caracterización Físico-Química efluente Canal Moyano, salida Campo Espejo* 81
TABLA 13: *Análisis Muestreo Canal Moyano (2013) en sitio de implantación* 82
TABLA 14: *Parámetros calidad de agua pozo LIME (fecha inscripción)* 83
TABLA 15: *Parámetros calidad de agua pozo LIME (2004)* 84
TABLA 16: *Parámetros calidad de agua pozos existentes en el predio (2004)* 84
TABLA 17: *Resultados muestreo 25/04/2014 a las 9:00 hs-CDF Residuos Tratados* 85
TABLA 18: *Resultados muestreo 29/05/2014 a las 10:30 hs-CDF Residuos Tratados* 85
TABLA 19: *Valores de ruido (en dB)* 103
TABLA 20: *Niveles de Alerta de Contaminación Atmosférica – Dec. Nº 2404/89* 106
TABLA 21: *Comparación legislación provincial con pautas OMS* 107
TABLA 22: *Composición del aire seco a nivel del mar* 108
TABLA 23: *Valores anuales medios de calidad del aire en Mendoza* 110
TABLA 24: *Monitoreo Barlovento CDF – residuos patogénicos tratados* 116
TABLA 25: *Monitoreo Sotavento CDF – residuos patogénicos tratados* 117
TABLA 26: *Datos Meteorológicos Planta Patogénicos* 118
TABLA 27: *Monitoreo contaminantes atmosféricos Planta Patogénicos (30/05/2014)* 119
TABLA 28: *Especies características Flora de Mendoza* 127
TABLA 29: *Usos de la flora nativa* 133
TABLA 30: *Especies características Fauna de Mendoza* 144
TABLA 31: *Especies endémicas - Fauna* 149
TABLA 32: *Especies de fauna en peligro en la Provincia de Mendoza* 151

TABLA 33: *Distancias al Centro Ambiental* *157*
TABLA 34: *Proyección de Población Provincia de Mendoza – Período 2010-2035* *159*
TABLA 35: *Proyecciones de Población – Zona Metropolitana Mza (Años 2010-2035)* *160*
TABLA 36: *Proyección Anual ingreso de turistas 2002-2035 – Pcia. de Mendoza* *163*
TABLA 37: *Proyección Anual Población Estable más Flotante (2010-2035)* *164*
TABLA 38: *Servicios existentes en el sitio de implantación* *165*
TABLA 39: *Tipo de servicio sanitario en vivienda – Zona Metropolitana* *166*
TABLA 40: *Tipo de vivienda – Zona Metropolitana* *166*
TABLA 41: *Establecimientos Educativos por nivel y sector – Zona Metrop. Mza (2010)* *169*
TABLA 42: *Tasa de Escolarización – Zona Metropolitana* *171*
TABLA 43: *Tasa de Analfabetismo – Zona Metropolitana* *171*
TABLA 44: *Infraestructura de salud – Zona Metropolitana (2011)* *173*
TABLA 45: *Tasas de Natalidad y Mortalidad* *173*
TABLA 46: *Establecimientos Turísticos (Datos 2012)* *175*
TABLA 47: *Plazas Turísticas (Datos 2012)* *175*
TABLA 48: *Atractivos Turísticos por Departamento – Zona Metropolitana* *177*
TABLA 49: *Indicadores de Sectores Productivos* *183*
TABLA 50: *Indicadores de Demanda* *183*
TABLA 51: *Datos Exportaciones – Provincia de Mendoza* *184*
TABLA 52: *Empleo Registrado (en miles de puestos de trabajo) – Provincia de Mendoza* ... *185*
TABLA 53: *Proporción Empleo Público – Pcia. de Mendoza* *186*
TABLA 54: *Indicadores Socio Ocupacionales – Gran Mendoza, Cuyo y Nación* *187*
TABLA 55: *Indicadores de Condiciones de Vida - Infraestructura* *187*

4.1.3 Hidrología e Hidrogeología

4.1.3.1 Cuencas Hidrográficas de Mendoza

En la geografía mendocina el recurso hídrico que se utiliza proviene, casi en su totalidad de la fusión de las nieves y glaciares ubicados en la Cordillera de Los Andes. Las lluvias sólo se producen en primavera y verano, siendo ínfimos los volúmenes aportados y de difícil captación para su posterior uso. La precipitación anual promedio en el llano es de 250 mm por año, de allí que la actividad económica dependa de los aportes que realizan los deshielos de alta montaña y del agua subterránea en años hidrológicos pobres. El agua es un bien estratégico para el desarrollo de la economía regional, porque la agricultura desempeña un papel destacado y la única oportunidad de practicarla, es bajo riego. Las características de aridez, las cuencas irrigadas, los bajos volúmenes de precipitaciones, los escasos caudales y un alto índice de evapotranspiración, han dado lugar a un pronunciado déficit hídrico.

En Mendoza se han definido seis cuencas hidrográficas: 1) Cuenca del Río Mendoza, 2) Cuenca del Río Tunuyán, que se divide en dos subcuencas: aguas arriba del Dique Carrizal denominada subcuenca del Tunuyán Superior, y aguas abajo, subcuenca del Tunuyán Inferior, 3) Cuenca del Río Diamante, 4) Cuenca del Río Atuel, 5) Cuenca del Río Malargüe, 6) Cuenca de los Ríos Grande y Colorado.

Los oasis irrigados en la Provincia de Mendoza son ecosistemas profundamente modificados por la acción del hombre, y cuya fragilidad y vulnerabilidad se relaciona en gran medida con la disponibilidad del recurso hídrico. Estos oasis ocupan aproximadamente el 3,4% de la superficie y en ellos se concentra el 91% de la actividad económica y humana. El Oasis Norte es el más importante y está formado por las cuencas de los *Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior*. Dentro de éste último es donde se desarrolla el presente proyecto. Mendoza es la provincia con mayor superficie irrigada del país (360.000 hectáreas), lo que representa el 25% del total nacional.

Tales oasis se han originado gracias a la disponibilidad del recurso hídrico que existe en los ríos aprovechados y cuyo escurrimiento se origina en un 70% en la fusión nival. Salvo los ríos Malargüe y Grande, el resto de los ríos mendocinos (Mendoza, Tunuyán, Diamante y Atuel) se encuentran regulados a través de embalses de propósitos múltiples (agua potable, riego, producción energética, protección contra crecidas, recreación, usos ecológicos, etc.). Estos embalses regulan estacionalmente el agua para riego, compensando los déficits de suministro de agua que normalmente se producen en primavera, luego de la época de nevadas y previo al inicio de un franco proceso de fusión nival.

La región andina mendocina presenta la particularidad de una ausencia casi total de aportes de precipitación pluvial en el escurrimiento superficial. El caudal base invernal está generado por el agua infiltrada y que aparece en las laderas de los cauces como aporte sub-superficial. El proceso de fusión nival comienza en la

primavera (en la segunda quincena de setiembre o primeros días de octubre) y su finalización depende de la cobertura y espesor del manto nival, llegando en casos extremos a fines de febrero. Luego, el hidrograma anual de escurrimiento está comprendido entre julio y junio del año siguiente, produciéndose los caudales máximos a fines de diciembre o principios de enero.

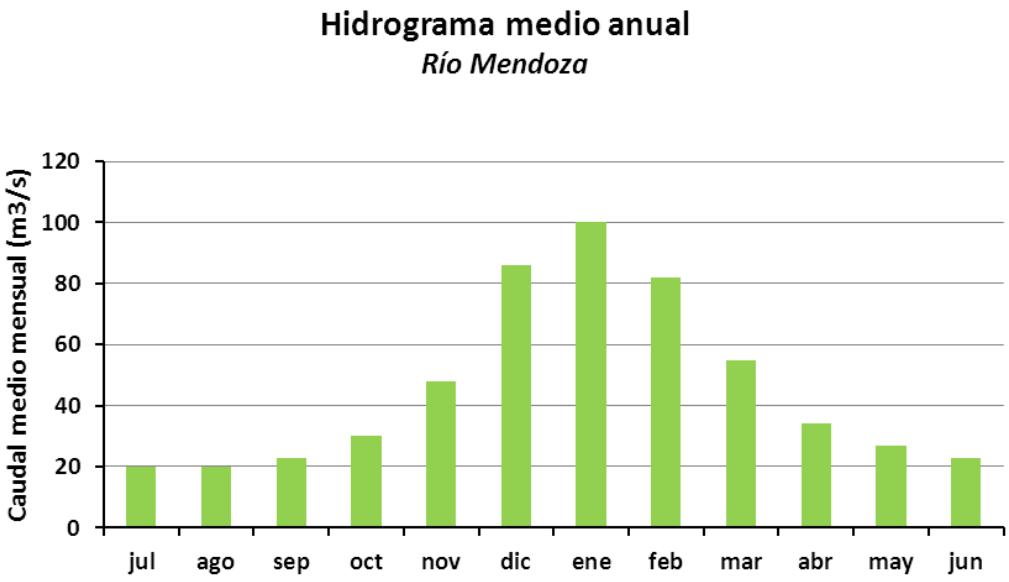


Figura 1: Hidrograma medio anual del Río Mendoza

El desarrollo económico de la región se debe esencialmente al aprovechamiento integral del recurso hídrico en áreas bien delimitadas geográficamente a través de las organizaciones de usuarios, llamadas Inspecciones de Cauce. Una amplia infraestructura hidráulica compuesta de 12 diques de derivación y 7 embalses, con una capacidad total de 1.900 Hm3 y 12.300 km de canales, permite el aprovechamiento de las aguas. La **Figura 2,** muestra el mapa de la Provincia de Mendoza con las cuencas hidrográficas y los oasis bajo riego.

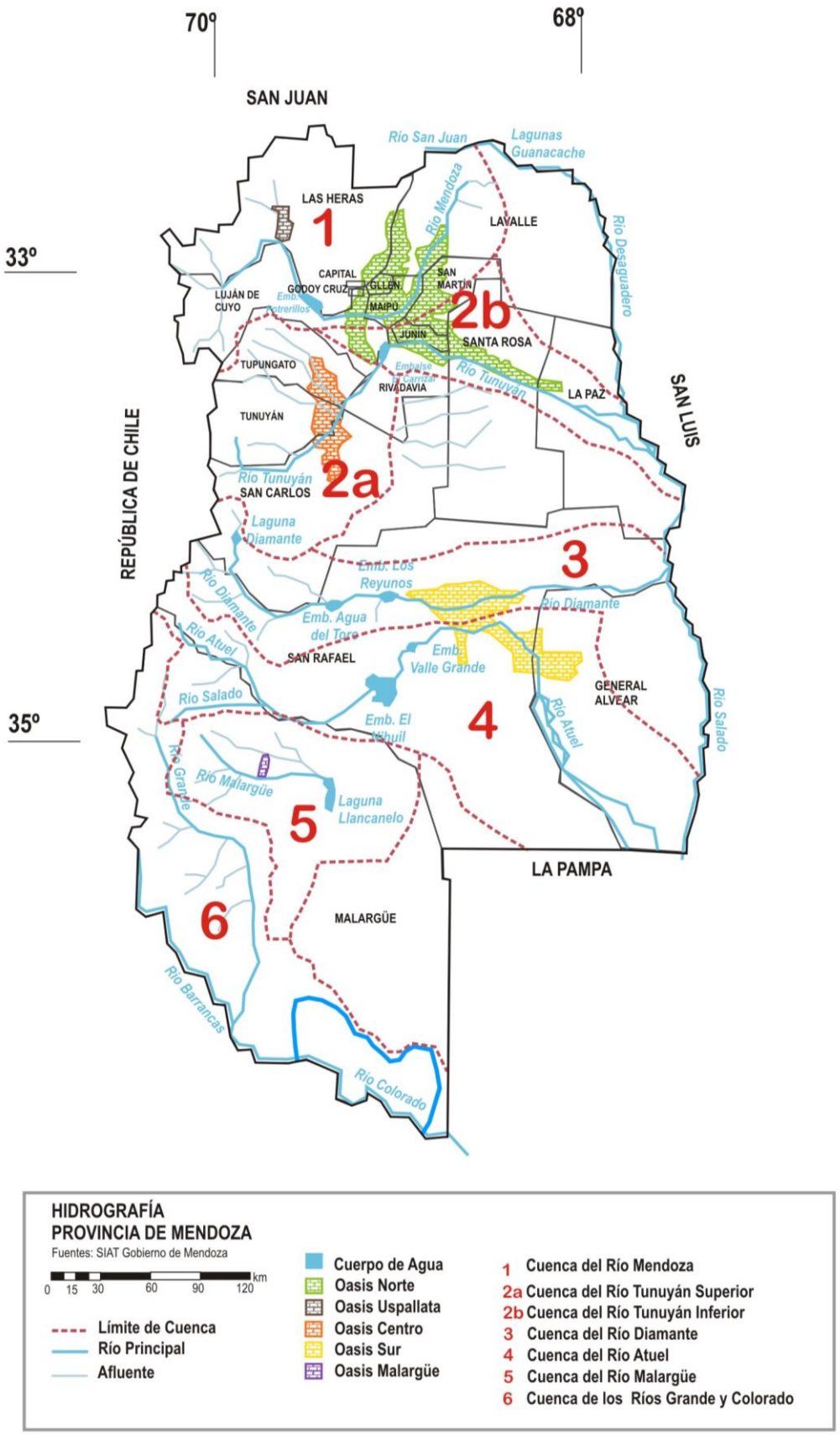


Figura 2: Hidrografía Provincia de Mendoza

4.1.3.2 Usos del agua en Mendoza

Abastecimiento Humano: Representa el 5% de la demanda total. El 79% de la población cuenta con servicio de agua potable. En el año 2001, el consumo de agua per cápita ascendió a 410 litros/persona/día. Este es un valor excesivamente alto comparado con los valores internacionales que consideran aceptable un consumo promedio de 200 litros/persona/día, lo que indica la necesidad de realizar un manejo de la demanda. El 75% del agua potable consumida es luego vertida como efluentes cloacales en el sistema de alcantarillado. El 52% de los efluentes son reutilizados en áreas de cultivos.

Riego: Representa el 89% de la demanda total. Demanda el 62% del agua superficial disponible y el 89% del agua subterránea que se extrae anualmente. Estos volúmenes son aprovechados por el sector frutícola que representa el 20% de la producción agrícola provincial. Los principales cultivos son: duraznos, ciruelos, manzanos, peras y membrillos. El sector olivícola genera el 7% de la producción agrícola, destinada básicamente a exportación. La vitivinicultura representa el 59% de la actividad agrícola, y en los últimos años ha adquirido un fuerte impulso por la calidad enológica de sus uvas.

Industria: Representa el 2% de la demanda total. El sector de elaboración de alimentos y bebidas comprende las actividades vinícolas, la elaboración de conservas de frutas, cervezas y gaseosas, entre otras. La refinación del petróleo utiliza un importante caudal del Río Mendoza con fines de refrigeración. La extracción de crudo se sirve del agua subterránea para el proceso de recuperación secundaria.

Otros: Representa el 4% de la demanda total. Las actividades deportivas, turismo, ganadería, pesca, navegación y vertido de efluentes significan un volumen menor en el balance hidrológico, pero tienen una alta significancia jurídica e importancia económica.

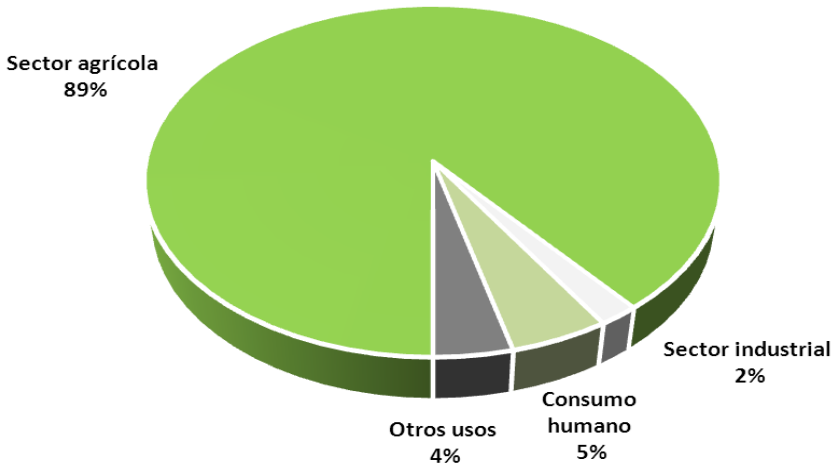


Figura 3: Gráfico distribución porcentual de usos del agua en Mendoza

4.1.3.3 Calidad del agua

La problemática de la escasez junto al deterioro de la calidad, son los principales desafíos para la gestión del recurso hídrico en Mendoza. Se ha realizado un importante esfuerzo en los últimos años para diagnosticar el estado de afectación de las aguas, mediante campañas de monitoreo sistemáticas y auditorías ambientales a particulares, especialmente en el oasis norte que concentra el 72% de la actividad económica y humana. Los vertidos de industrias, la contaminación urbana con residuos sólidos domiciliarios, los drenajes de riego y la contaminación cloacal focalizada han generado una concentración de impactos con afectación a la salud pública y consecuencias para la producción. Estos impactos, aunados a los efectos de la explotación excesiva del agua subterránea, se manifiestan en la disminución de los rendimientos y hasta la pérdida de algunos cultivos. La salinización de los suelos y napa freática o primer manto acuífero en los confines de la cuenca de los ríos Mendoza y Atuel, son las evidencias de este proceso.

La concentración estacional del 70% de los vertidos del sector agroindustrial en los meses de verano, ha dificultado el desarrollo de un programa para controlar la contaminación. Los vertidos de efluentes con alta carga orgánica para reuso en riego, despiertan el interés del sector agrícola por las ventajas comparativas, en el rendimiento de los cultivos con aguas vivas. La práctica de reuso es una aliada importante para el tratamiento de la contaminación agroindustrial.

Los problemas de calidad son más notorios en los acuíferos porque la salinización ha sido creciente en las últimas décadas. Las causas de este proceso han sido simples: explotación intensiva de los acuíferos, descarga incontrolada de agua de purga de la actividad petrolera, efluentes inorgánicos sin tratamiento, el riego por inundación o manto e importante zonas sin drenajes.

El servicio de agua potable se dificulta en el interior de la provincia por problemas de dispersión y baja densidad poblacional. La fuente de abastecimiento es en su mayoría subterránea, y en algunos casos, sin desinfección previa. El saneamiento de las aguas de origen cloacal o domiciliarias alcanza al 78% de la población y más del 60% de esas aguas reciben tratamiento de tipo secundario, mientras el tratamiento de las aguas negras de origen industrial alcanza apenas el 36% de los vertidos.

Causas de la contaminación del agua superficial

Efluentes Industriales: Una de las causas de la contaminación de los cauces es el vuelco de los efluentes líquidos generados en establecimientos industriales. Según datos del Departamento General de Irrigación de la provincia, el 49% de los establecimientos industriales vierten sus efluentes residuales en el Río Mendoza. La mayor contaminación por el vuelco de efluentes industriales sin tratar, se produce sobre el Canal Pescara, y afecta a áreas cultivadas de Guaymallén y Lavalle (7% del total de la superficie cultivada de la cuenca).

Efluentes Cloacales: También se produce el vuelco de efluentes cloacales al lecho de los ríos, y percolación de líquidos provenientes de pozos sépticos ubicados sobre acuíferos libres. En las zonas más pobladas del Gran Mendoza se han detectado altos niveles de nitratos (180 mg/l) en el acuífero libre, siendo el nivel máximo permitido de 45 mg/l. Si bien en la Cuenca Norte, existen dos plantas de tratamiento de líquidos cloacales, *Campo Espejo* y *Paramillos*, y se realiza el redireccionamiento de estos líquidos hacia Áreas de Cultivos Restringidos Especiales (A.C.R.E.).

Residuos Sólidos: La disposición de residuos sólidos en los canales, tapona los mismos dificultando la distribución del agua y favoreciendo la inundación de calles, caminos y propiedades. El problema es generalizado pero se manifiesta con mayor intensidad en las áreas ubicadas aguas abajo de los aglomerados urbanos.

4.1.3.4 Distribución del recurso

Es importante tener en cuenta que los ríos de Mendoza no presentan caudales constantes durante el año, por lo que en ciertos períodos no logran satisfacer las demandas adecuadamente. Con la construcción de azudes y diques eso fue modificándose, para poder regular y distribuir el agua para sus diferentes usos, satisfaciendo las demandas según las épocas del año en que se requieran.

Los oasis le deben su existencia a los sistemas de conducción del agua, que permite poner a disposición del hombre ese recurso en el momento y el lugar óptimos para el desarrollo de distintas actividades, como el riego agrícola, el uso industrial y el consumo humano, entre otras. En Mendoza se han desarrollado algunos términos propios para designar los cauces y otros elementos presentes en ella, acorde a su función. Así podemos mencionar:

- **Dique:** Barrera que se utiliza para controlar o contener agua. Debido a las escasas lluvias en nuestra Provincia, fue necesario construir diques derivadores y embalses en los ríos para lograr una mejor regulación y un óptimo aprovechamiento del recurso hídrico. De esa forma se garantiza la dotación de agua durante todo el año para todos los usos, ya que los ríos de Mendoza no presentan el mismo caudal durante todo el año. Existen diques de distinto tipo, según las funciones que cumplen:

    - ***Dique de derivación o azud:*** distribuye el agua a las zonas de riego, cuyo manejo se efectúa a través de compuertas. De allí nacen los canales matrices. Un ejemplo de este tipo es el *Dique Cipolletti*, ubicado en Luján de Cuyo.

    - ***Dique presa o embalse*:** Posibilita atender la demanda de agua durante todo el año, ya que acumula el recurso hídrico para su distribución en épocas de escasez. Ejemplo de éste es el *Embalse Potrerillos*, ubicado entre Luján de Cuyo y Las Heras.

- ***Dique de defensa:*** Desvía o contiene el agua de los aluviones. Ejemplos de éste son los *Diques Frías, Papagayos y Maure*.

- **Canales matrices:** Nacen en azudes y diques de cabecera y, por su importancia, sirven a diferentes zonas agrícolas. En general, en ellos no hay tomas que sirvan directamente a propiedades agrícolas.

- **Canales:** Conducciones que nacen en una captación desde ríos o arroyos, aunque en su gran mayoría derivan en un canal matriz. Su misión es acercar el agua hasta los lugares en que es aplicada.

- **Ramas:** Cauces secundarios que derivan sus aguas de los canales, conduciéndolas en el interior de las zonas bajo riego y distribuyéndolas hacia los cauces en los que se ubican las tomas de las propiedades servidas con el recurso hídrico.

- **Hijuelas:** Derivan de las ramas y su función es netamente distributiva, ya que sobre ellas se ubican las tomas de riego de los usuarios del agua destinada a los cultivos.

- **Ramos:** Cauces cuaternarios que derivan de hijuelas y sirven a propiedades cuya ubicación no les permite servirse de las hijuelas.

- **Red de desagües y drenajes:** Paralelamente a la red de riego, existe otra extensa red en la que los desagües son los elementos que conducen los excedentes de agua provenientes de riego. La red de drenajes capta las aguas que circulan bajo la superficie del terreno, siendo particularmente necesarias en las zonas bajas.

4.1.3.5 Balance Hídrico Provincial

El problema de la limitada oferta hídrica, ha sido una constante en el desarrollo de la región, aún desde la época de la Colonia. La disponibilidad hídrica se reduce a la mitad del promedio mundial, y es más grave en el área del Río Mendoza, con un índice de 1.620 m3/hab/año, considerado por muchos especialistas, inferior al nivel crítico. La **Tabla 1,** muestra el balance hídrico anual con los volúmenes de oferta y demanda para cada cuenca.

A partir de la década del cincuenta, se practicó una política para la utilización de los acuíferos subterráneos, con el objeto de complementar y sustituir el déficit de agua superficial para riego y abastecimiento humano. *Mendoza es la provincia con mayor explotación de agua subterránea del país*, cuenta con 19.963 derechos registrados. Entre los años 1967 – 1972 se construyó el mayor número de perforaciones, en este período se sumaron tres factores determinantes para las inversiones del sector privado en agua subterránea: 1) Una situación de

prolongada sequía, 2) Alta rentabilidad del sector primario, es especial el vitivinícola, y 3) Exenciones impositivas aplicadas a las inversiones en las zonas áridas.

A la infraestructura de agua superficial descripta anteriormente deben añadirse los reservorios de agua subterránea, estimados en 23.000 Hm3, que constituyen **15 veces** la capacidad de todos los embalses construidos. Los acuíferos aseguran el papel fundamental de regulación plurianual del recurso hídrico y son la principal fuente de agua en años hidrológicos pobres.

TABLA 1: Balance de la oferta y demanda hídrica anual (2002)

CUENCAS	OFERTA				DEMANDA
	Agua superficial		Agua Subterránea	TOTAL	TOTAL
	Derrame Medio (Hm3)	Pos. Distribuir (1) (Hm3)	Pos. de extraer (2) (Hm3)	(3) = (1) + (2) (Hm3)	(Hm3)
Mendoza	1.585,0	1.278,0	1.021,4	2.299,4	1.436,3
Tunuyán Superior e Inferior	1.198,0	1.198,0		1.198,0	1.366,5
Diamante	1.182,0	1.123,0	85,8	1.208,8	934,3
Atuel	1.091,0	960,0		960,0	1149,4
Malargüe	305,0	305,0	0,5	305,5	259,5
Grande - Colorado	3.345,0	107,0		107,0	20,8
Valles Intermontanos y afluentes menores	35,0	35,0	0,3	35,3	11,3
TOTAL	**8.741,0**	**5.006,0**	**1.108,0**	**6.114,0**	**5.178,1**

FUENTE: Departamento General de Irrigación - Mendoza

(1) Volumen medio anual, posible de distribuir con la infraestructura existente.
(2) Volumen medio anual posible de extraer en función de la infraestructura existentes.
(3) Oferta total agua superficial más agua subterránea
(4) Demanda total anual para distintos usos
s/d Sin datos.

A fin de mejorar la operación de los embalses y de prever distintos aspectos en cuanto al uso de sus aguas, actualmente se realizan pronósticos de escurrimientos de los ríos por fusión nival a nivel estacional (octubre – marzo) los que permiten predecir los caudales medios mensuales que se pueden esperar. Lamentablemente, estos pronósticos a nivel mensual son considerados como demasiado largos, lo que reduce las posibilidades de realizar previsiones más precisas a través de la operación de los embalses, haciendo que la utilización del recurso sea ineficiente en este sentido. Esta ineficiencia repercute en la sustentabilidad socioeconómica de la región, ya que a veces ocurre que diferentes usos compiten entre sí,

resultando en que los niveles de agua en los embalses no acompañan a los diferentes objetivos. Así, por ejemplo, la protección contra crecidas necesita de niveles bajos en los embalses, para almacenar y laminar las crecidas (evitar el paso de caudales exageradamente altos) y, por otra parte, esos bajos niveles suelen perjudicar la disponibilidad de agua para otros usos, como para la producción energética. Por lo expuesto, resultaría conveniente realizar los pronósticos con un intervalo semanal en vez de mensual, como ocurre actualmente.

En la **Tabla 2,** se agrega un resumen del balance hídrico provincial separado por cuencas; según datos estimados en por la UNCuyo (2004) en Estudio sobre Diagnóstico Físico Ambiental de la Provincia de Mendoza.

TABLA 2: Balance de la oferta y asignación por Cuencas (2004)

Balance Hídrico	Oferta Hm3	Asignación Hm3	Exceso de agua Hm3
Cuenca Norte	3.449	3.272	177
Cuenca Centro	935	808	127
Cuenca Sur	2.665	1.505	1.160

FUENTE: Diagnóstico Físico Ambiental – UNCuyo 2004

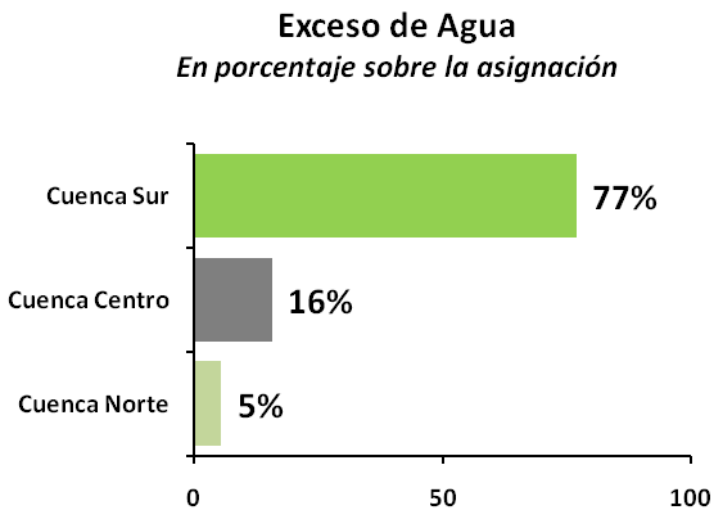


Figura 4: Gráfico distribución exceso de agua por asignación

Pérdida de agua por ineficiencia de uso

Las pérdidas de agua en el uso agrícola se deben a: 1) Pérdidas por infiltraciones en los canales de riego sin revestir o con revestimientos deteriorados, y 2) Pérdidas por agua en la aplicación de riego en fincas por excesos o requerimientos de lixiviación (pérdidas de conducción y de distribución). Existen además, otro tipo de pérdidas originadas por un manejo ineficiente de la red de canales y de los turnados (pérdidas de tipo administrativo).

En el uso doméstico la tarifa de agua potable no es volumétrica sino por sistema de "canilla libre". Esto no genera los incentivos económicos necesarios para realizar un uso eficiente del agua en la etapa de consumo.

A través del tratamiento secundario, más del 80% del agua consumida puede ser reutilizada para riego en las Áreas de Cultivos Restringidos (ACRE). En la Cuenca Norte esto implica un aporte de 123 hm3/año.

4.1.3.6 Cuenca del Río Mendoza

El sitio de implantación del proyecto se encuentra localizado en el Departamento de Las Heras, Distrito de Capdevila. Este sitio se ubica dentro de la Cuenca del Río Mendoza, por ello nos interesa en particular esta cuenca. En la **Figura 5,** vemos el detalle de localización geográfica de la cuenca y del sitio de implantación del proyecto.

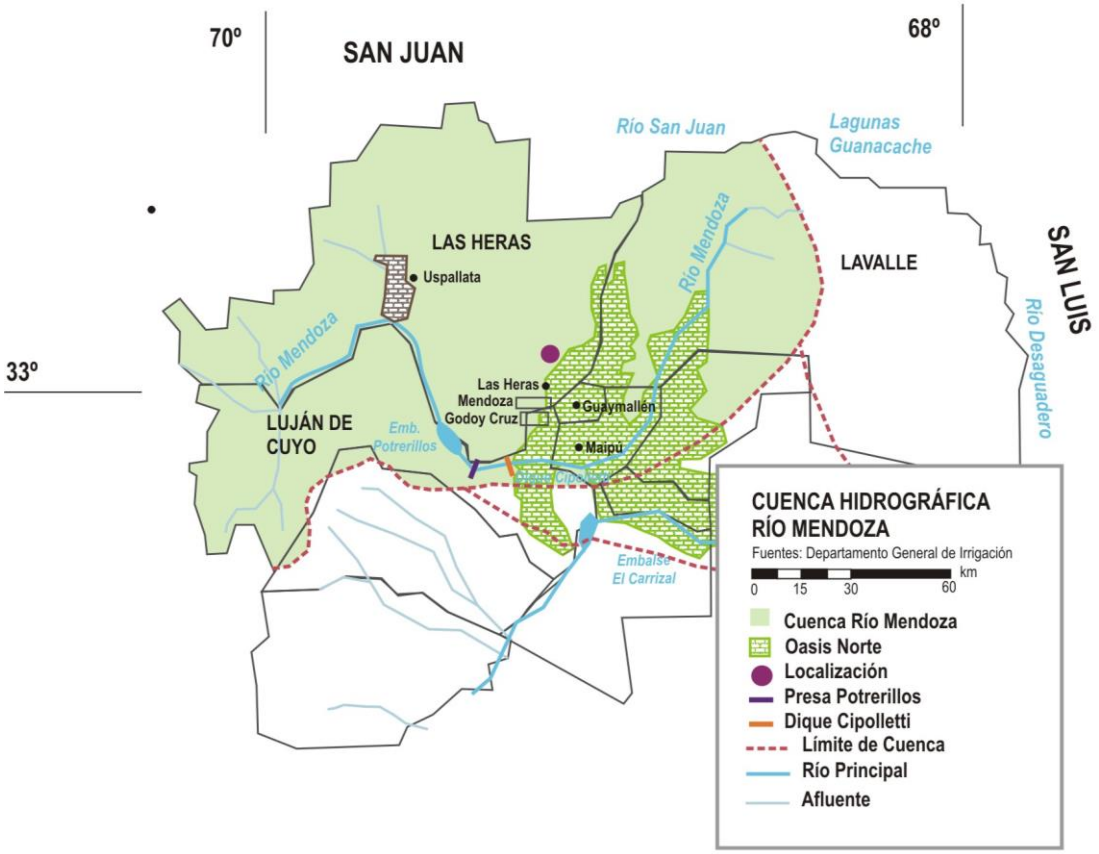


Figura 5: Cuenca del Río Mendoza

Características del Río Mendoza

El río Mendoza nace en la Cordillera del Límite al Noroeste de la provincia, y recorre 273 km, hasta las Lagunas del Rosario en su límite norte. En la cuenca de este río, la altitud varía desde los 600 msnm hasta 6.000 msnm, en la frontera con la República de Chile.

Este río tiene la mayor parte de su cuenca imbrífera (9.000 km2) en la Cordillera Principal donde se originan sus tres afluentes más importantes, los ríos Cuevas (6,4 m3/s), Vacas (4,5 m3/s) y Tupungato (21,5 m3/s), aunque también recibe aportes de la Cordillera Frontal y la Precordillera a través de otros cursos de menores caudales y escurrimientos sub-superficiales.

Aguas arriba de Cacheuta, tiene 7.709 km2, de los cuales 726 km2 (aproximadamente el 10%), está cubiertos por nieves perennes, dentro de cuya superficie hay 153 km2 de área de glaciares. La precordillera abunda en cursos de ríos secos. Puente de Inca, en la alta cordillera, recibe solamente el 16% de su precipitación durante los meses de verano, que se extienden desde noviembre hasta abril; el 84% de las precipitaciones se originan durante los meses de invierno, es decir, entre mayo y octubre. Las pequeñas cantidades de nieve que caen en la precordillera al este de Uspallata, al derretirse se insumen o se evaporan y casi no contribuyen caudales a la economía del Río Mendoza.

Su módulo, para casi cien años de mediciones, es de **50 m3/s**. Es el más caudaloso de la provincia y está regulado por el Dique Potrerillos con una capacidad de embalse de 450 Hm3, que actúa como regulador estacional y eventualmente anual.

Luego de atravesar el dique Potrerillos, ingresa al Cañadón de Cacheuta (Precordillera) y, a partir de allí, al fluir sobre materiales no consolidados permeables comienza a infiltrar parte de su caudal, alícuota que al percolar profundamente da origen a la recarga de acuíferos.

Poco antes de salir del cañadón mencionado se deriva parte de su caudal (aproximadamente 32 m3/s como máximo) para su turbinado en la Central Hidroeléctrica de Cacheuta (EDEMSA). Esa dotación es reintegrada al lecho del río unos 5 km aguas abajo de su punto de ingreso a la cuenca, luego de ser turbinado por segunda vez en la Central Hidroeléctrica Álvarez Condarco (EDEMSA). Consecuencia de ello, cuando el río tiene un caudal inferior a los 32 m3/s mencionados, el tramo entre el punto mencionado y Álvarez Condarco no conduce agua y se suspende la recarga en el mismo. A partir de Álvarez Condarco, sus aguas continúan desplazándose hacia el este hasta alcanzar el Dique Las Compuertas a los 5 km.

En ese dique se deriva agua para aprovechamiento de diversos tipos: se retiran aproximadamente 15 m3/s para refrigeración de la usina térmica Las Compuertas (y los reintegra aguas abajo del dique); 1,5 m3/s para uso industrial; 4 m3/s para consumo poblacional y una cantidad variable y no permanente para riego agrícola

(canales Compuertas y Primero Vistalba). El resto del agua, al cual se le han devuelto los 15 m3/s de refrigeración, continúa moviéndose en la misma dirección para, luego de recorrer 6 km, llegar al dique Cipolletti.

Todo el trayecto mencionado en el párrafo anterior (15 km), constituye el sector de recarga de acuíferos más importante que se produce a través del lecho del río dado que, salvo las extracciones sin reintegro mencionadas, conduce prácticamente todo su caudal en forma permanente en zona de acuífero libre.

En realidad, el curso del río continúa hacia el Oeste sobre acuífero libre hasta el paraje conocido como El Paraíso (2,5 km), pero sólo conduce agua cuando se supera la capacidad de derivación en el Dique Cippolletti (aproximadamente 100 m3/s) o cuando es necesario eliminar las arenas acumuladas en su cámara desarenadora (esto ocurre con frecuencia, principalmente en los dos primeros meses de verano). A partir de ese paraje, el río Mendoza comienza a internarse en la zona de acuíferos confinados (o semiconfinados) y, cuando el nivel del agua del acuífero freático supera la cota de su lecho, se desempeña como dren hasta su confín.

El Dique Cipolletti, es el azud derivador cabecera del sistema de distribución del río Mendoza. A partir de él nacen el canal matriz Margen Derecha, cuyos canales derivados distribuyen el agua para regadío de la subcuenca El Carrizal, que es un apéndice de la cuenca Norte, y hacia la margen izquierda del río, el canal Gran Matriz. Este canal es el de mayores dimensiones y el que conduce los mayores caudales para entregarlos en el Gran Comparto a otros dos grandes canales: el canal Cacique Guaymallén, cuyos cauces derivados distribuyen el agua en el Tramo Superior, y el Canal Matriz San Martín o Margen Izquierda, que conduce aguas para el Tramo Medio y el Tramo Inferior.

La red secundaria de canales que derivan de los principales mencionados en el párrafo anterior es sumamente extensa e intrincada, y recorre más de 3.400 km, de los cuales 450 km son revestidos. Desde el punto de vista jerárquico, los canales matrices derivan canales, de estos ramas, y de éstas hijuelas y, finalmente, de éstas los ramos. Del total de la red, menos del 13% se encuentra impermeabilizada. Esta situación da origen al proceso de infiltración en el lecho de los canales que, dada su magnitud, es muy importante como contribución a la recarga de los acuíferos. En realidad, no toda el agua que se infiltra en ellos es aprovechable económicamente para los usos actuales si se pretende extraerla por bombeo.

Respecto de la red de drenaje, existen colectores de uso mixto (desagüe y riego) y simple, siendo su longitud total superior a los 380 kilómetros. En la **Figura 6,** se puede ver la red de distribución de la cuenca.

Figura 6: Canales de distribución – Cuenca Río Mendoza

Sólo aquella parte que se infiltra en los canales trazados sobre zona de acuífero libre mantiene su aptitud; la que se infiltra en los canales que se encuentran en zona de acuíferos confinados se incorpora al acuífero freático, que se encuentra salinizado, y al combinarse con él desmejora sustancialmente su calidad.

Las aguas del río Mendoza se encuentran comprometidas para diversos usos a través de concesiones. Éstas se conocen como derechos, están expresados en equivalentes hectáreas y han sido otorgados durante parte de los siglos XIX y XX para usos agrícolas, industriales, fuerza motriz y abastecimiento poblacional.

En cuanto a los caudales, el río Mendoza tiene un módulo anual de unos 50 m3/s, un derrame anual superior a los 1.542 Hm3, con caudal medio máximo de 115,1 m3/s y caudal medio mínimo de 25,6 m3/s, para la serie correspondiente a los últimos diez años. Y el principal consumo hídrico de la cuenca lo efectúa el sector agrícola, que utiliza el 89% de los recursos hídricos superficiales.

El Departamento General de Irrigación estima que el aprovechamiento es del orden del 60%. En la **Tabla 3**, se pueden observar las concesiones mencionadas agrupadas por los derechos agrícolas, es decir, los derechos de riego propiamente dichos.

TABLA 3: Concesiones agrícolas del Río Mendoza

Sistema	Explotaciones agrícolas	Arbolado público	Otros	Totales
Cipolletti/Compruertas	83.141	3.029		86.170
Arroyos y vertientes	13.015	245	12.680	25.941
Totales	**96.156**	**3.274**	**12.680**	**112.111**

FUENTE: Departamento General de Irrigación - Mendoza

La ecuación del coeficiente de agua para riego, dependiendo del caudal disponible, se establece como la relación entre éste y la superficie empadronada. En el Río Mendoza, el promedio anual de la década 2000-2010, es de **0,77 litros/segundo/hectárea/año.** Este valor fluctúa en el año entre 0,4 y 1,9, de acuerdo al caudal, al cultivo, a la época del año, a las tierras abandonadas y a la infraestructura, entre otros elementos.

Balance Hidrológico de la Cuenca Río Mendoza

Las superficies cultivadas utilizadas corresponden al Censo Nacional Agropecuario (CNA, 1988), actualizado por el Departamento General de Irrigación en 1993/94. En virtud de esa información se pudieron estimar las superficies cultivadas afectadas por diferentes fuentes de agua para riego, acorde con lo indicado en la **Tabla 4.**

TABLA 4: Sistema de riego en la Cuenca del Río Mendoza

Riego con agua superficial exclusiva:	40.755 ha (51%)
Riego con agua subterránea exclusiva:	16.596 ha (21%)
Uso conjunto	22.303 ha (28%)
	Subtotal:79.654 ha

FUENTE: Censo Nacional Agropecuario 1998 y Departamento General de Irrigación

4.1.3.7 Caracterización del fenómeno aluvional en la Zona de Estudio

La ciudad de Mendoza y su entorno, el Gran Mendoza, se encuentran ubicados junto a una serie de pequeñas cuencas aluvionales, sobre la planicie aluvial al Este del Piedemonte y las estribaciones orientales de la Precordillera. Es una zona árida a semiárida, con precipitaciones medias anuales de 250 mm, las cuales ocurren principalmente en el verano, caracterizadas como de gran intensidad, de tipo convectivas, torrenciales, intermitentes y de corta duración. Durante el resto del año prácticamente no llueve.

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

Estas cuencas presentan: sedimentos disgregables en superficie, accidentada configuración del terreno, mayor superficie expuesta, pendientes significativas, una densa red de drenaje formada por zanjones, cauces de arroyos secos, una concentración lineal del escurrimiento pluvial y escasísima cubierta vegetal, integrando un ambiente natural fácilmente vulnerable.

Históricamente, la ciudad de Mendoza, ha soportado severas inundaciones, derivadas del hecho de estar asentada en el piedemonte de la Precordillera Andina, en el cono de deyección de varias cuencas aluvionales. Existen antecedentes comprobados de problemas aluvionales desde el año 1607 (Mendoza fue fundada por españoles encabezados por Don Pedro del Castillo en el año 1561). Dichos antecedentes se encuentran plasmados en antiguos documentos manuscritos, generalmente de sacerdotes y vicarios jesuitas y de altas autoridades de la época.

Síntesis de los eventos más importantes, aunque los antecedentes sobre aspectos socio-económicos sean escasos:

- En 1716 una gran inundación destruyó gran parte de los edificios céntricos, entre los que se hallaban la Iglesia de Nuestra Señora de Loreto.
- En 1754 una inundación puso en peligro a los pobladores de la vieja ciudad fundada en 1561.

- En 1895 se precipitó sobre la ciudad y alrededores una lluvia de características inusuales, provocando una verdadera catástrofe. El agua que descendía de la cerrillada oeste arrastraba a su paso puentes, troncos de árboles, numerosos quioscos de la sierra y posteriormente ropas, muebles, animales muertos y enseres de las casas de los barrios pobres situados al Oeste de la ciudad. Este aluvión produjo 24 muertos, 200 heridos e infinidad de familias sumidas en la miseria por haberlo perdido todo.
- Otros daños históricos se produjeron en diciembre de 1918, marzo de 1919, enero y febrero de 1920, marzo de 1921, enero y diciembre de 1939.

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

Las crecientes que se producen en las cuencas aluvionales son características de las zonas áridas y semiáridas. Son originadas por tormentas intensas de verano, producidas por convección térmica, generalmente de corta duración, y que traen como consecuencia la rápida generación de un volumen considerable de agua, que escurre por los cauces evacuadores naturales.

La época en que se producen tales fenómenos, de acuerdo con el régimen climatológico de la región, es la que corresponde al período estival, aproximadamente desde mediados de noviembre a mediados de marzo.

En la mayoría de los casos, las crecientes aluvionales son conducidas y evacuadas por cauces aluvionales que permanecen secos durante todo el año, o sea que solamente conducen las aguas precipitadas durante la tormenta y a lo largo del tiempo de duración de la avenida. En general, estos cauces desembocan en los ríos principales o en canales colectores construidos para tal fin. En este caso el río se convierte en un evacuador de crecidas, debiendo prestar especial atención en este caso a las tierras de ribera. La relación entre el caudal de una avenida de origen aluvional y el de régimen permanente (caudal base) de un río puede ser hasta 40 veces superior a este último. Para arroyos efímeros puede ser de 200 a 400 veces mayor.

Del piedemonte bajan innumerables cauces de diferente importancia, en dirección Oeste – Este. Mendoza, que está situada donde el piedemonte se va transformando en planicie, los intercepta. Hoy, los Departamentos de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Maipú y Luján, han quedado surcados por una serie de canales que han tratado de respetar lo que la naturaleza ha impuesto desde el comienzo; una gran cantidad de esos cauces naturales, han desaparecido y otros se han convertido en calles. Los cauces más importantes se han respetado y hoy son canales que conducen el agua retenida y laminada por los diques aluvionales al colector principal. En la **Figura 7,** se puede observar el sistema de defensa aluvional de la Zona Metropolitana de Mendoza.

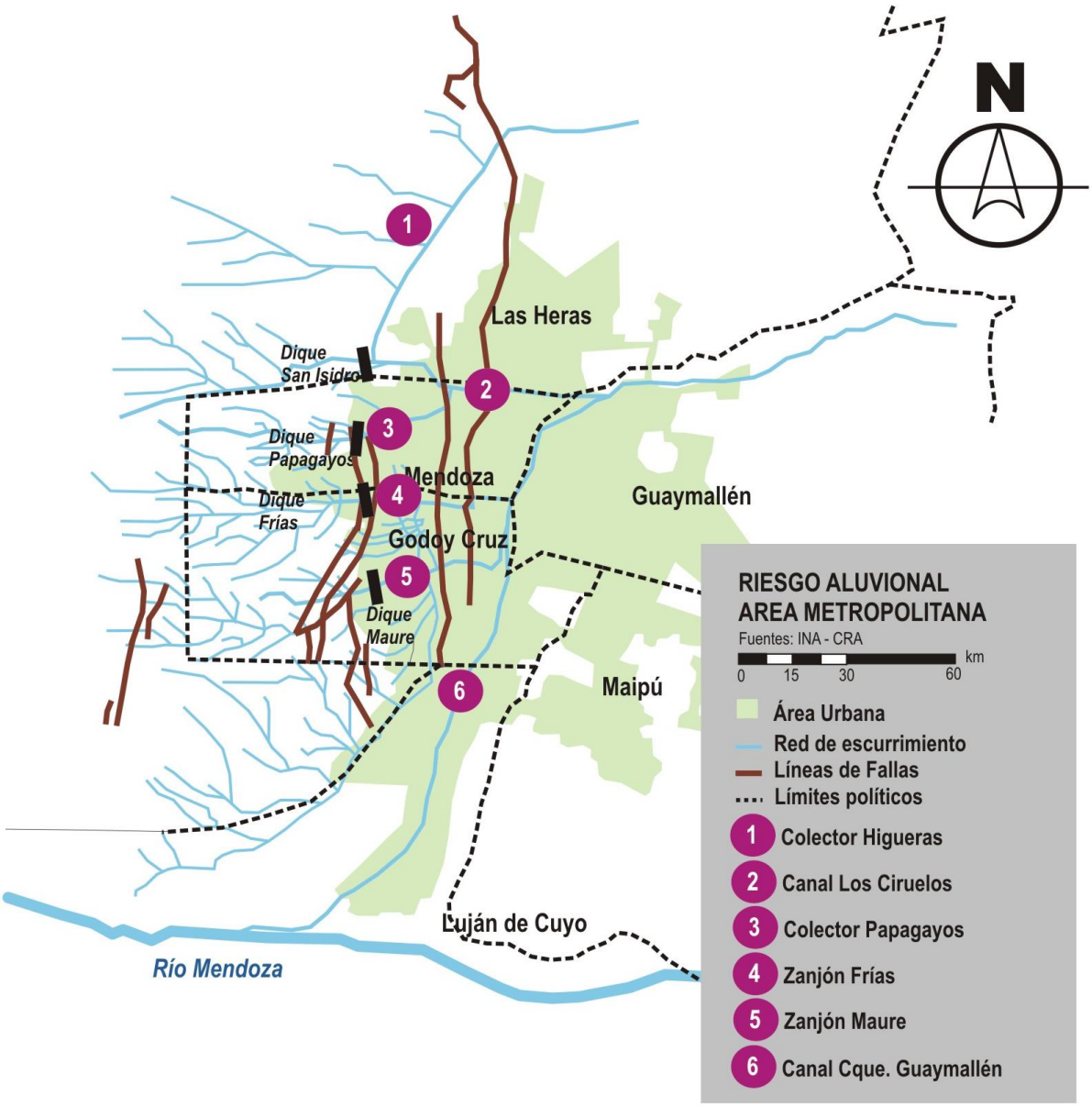


Figura 7: Colectores Aluvionales – Cuenca Río Mendoza

Los problemas aluvionales surgen debido a la insuficiente capacidad de conducción con que cuentan dichos canales y a las características peculiares del sistema de drenaje pluvial. Esta insuficiencia puede atribuirse tanto a la disminución paulatina de su pendiente, como a la dismunición de su sección cuando pasa por la ciudad (presión urbanística).

Los diques aluvionales forman una especie de escudo que normalmente protege de una forma efectiva a la ciudad de las avenidas que se forman en estas cuencas, las cuales poseen una importante pendiente media y por consiguiente, cortos tiempos de concentración y elevados caudales pico.

A continuación definimos algunos de los términos utilizados en el fenómeno aluvional:

- **Torrente:** Se define al torrente como aquella coriente natural de agua cuyas crecidas son súbitas y violentas; sus pendientes fuertes e irregulares y que, por regla general, deposita en ciertas partes del cauce los materiales acarreados por las aguas, lo cual es causa de que divaguen en el momento de las crecidas. En esta definición se atribuyen a los torrentes dos características esenciales, la intensidad y repentina aparición de las crecidas, y la magnitud e irregularidad de sus pendientes.

- **Avenidas:** Una avenida o creciente puede definirse como un escurrimiento relativamente alto, comparado con los valores medios normales de un cauce. Su medición puede efectuarse en forma relativa, determinando la altura de agua por medio de una escala, o en forma absoluta calculando el caudal de la descarga. Cuando en un tramo determinado de un cauce se excede la capacidad de conducción del cauce y las aguas escurren fuera de los límites del mismo, se dice que la corriente ha alcanzado su nivel de avenidas. No existe una relación general entre el rendimiento anual de una cuenca y el escurrimiento de avenidas. El rendimiento de agua puede definirse como la cantidad de escurrimiento dividida por el área de la cuenca de aporte. El escurrimiento de avenidas es producto de una precipitación intensa, pero pueden ser ocasionadas por otros factores como la falla de una presa de embalse cuando su vaso de almacenamiento está lleno, o la apertura rápida de compuertas de un aprovechamiento hidroeléctrico al colmatarse la capacidad por la ocurrencia de precipitaciones intensas.

- **Escorrentía:** Una vez producida la precipitación, el agua puede llegar a los cauces colectores siguiendo uno o varios caminos desde el putno en que cae sobre la superficie. Una parte del agua caída fluye sobre la superficie del suelo, constituyendo la denominada *escorrentía superficial*, mientras que otra parte se infiltra en el terreno natural, en mayor o menor grado según su naturaleza, o es interceptada por el follaje de la vegetación para evaporarse posteriormente. La precipitación es el factor principal que

determina el caudal. La secuencia de los fenómenos es tal que la escorrentía va retrasada en relación con la precipitación que la produce, dependiendo este retraso de las características geomorfológicas de la cuenca.

- **Abstracción inicial:** La abstracción incluye la intercepción de la precipitación por la vegetación del terreno, el almacenamiento en depresiones en la superficie del suelo a medida que el agua se acumula en ellos, e infiltración de agua en el suelo. Las abstracciones por intercepción y almacenamiento en depresiones se estiman con base en la naturaleza de la vegetación y de la superficie del terreno o se suponen despreciables en una tormenta grande. El Soil Conservation Service (1972) desarrolló un método para calcular las abstracciones de la precipitación en una tormenta. Pero en la tormenta como un todo, la profundidad del exceso de precipitación (la porción de lluvia que realmente produce escorrentía) es siempre menor o igual a la profundidad de la precipitación (p). De igual manera, después que se inicia la escorrentía, la profundidad del agua retenida en la cuenca es menor o igual a la retención potencial máxima.

  Al estudiar los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales pequeñas, se desarrolló una relación empírica que está vinculada a la superficie del terreno. Para estandarizar estas curvas se definió un número adimensional de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables CN =100, y para superficies naturales CN<100.

4.1.3.8 Características Aluvionales del sitio de implantación

El terreno donde se construirá el Centro Ambiental, se ubica en el Departamento de Las Heras, y está situado sobre el costado Oeste de la Ruta Nacional Nº40, que une Mendoza con San Juan, en el Distrito del Borbollón. En la **Figura 8,** se puede observar el entorno del terreno y su red de drenaje general.

El cauce más importante del entorno del terreno de implantación del proyecto, es el *Colector Las Heras*, cuya traza tiene sentido O-E y discurre contiguo al límite norte del Establecimiento Depurador Campo Espejo. La cuenca de aporte de dicho cauce está en el orden de los 130 km2 y se encuentra situada hacia el Sur del Cerro Arco.

El segundo cauce en importancia es el denominado *Canal Moyano*, cuya dirección está casi alineada con la N-S. Además de ser un colector pluvial, cumple la función de transportar hacia el ACRE (Área de Cultivos Restringidos Especiales) de Campo Espejo los líquidos cloacales tratados, de buena parte del Gran Mendoza, los cuales son utilizados en reuso agrícola. Los valores de análisis de laboratorio de los efluentes del Canal Moyano, son realizados por el Departamento General de Irrigación, se agregan dos de ellos en ***Anexo 9: Monitoreo calidad del agua del Canal Moyano.*** La superficie bajo riego está en el orden de 2.700 has. Tiene un caudal base medio anual de 1,5 m3/s, el cual se incrementa ante la ocurrencia de

precipitaciones. Sobre este canal se realizará al vuelco de los desagües pluviales del Centro Ambiental El Borbollón, desde una pileta de almacenamiento prevista en el proyecto, y previo autorización del Departamento General de Irrigación.

Figura 8: Red de drenaje del terreno de implantación del proyecto

Ambos cauces, el *Colector Las Heras* y el *Canal Moyano*, se unen en el vértice N-E del Establecimiento mencionado, tomando hacia el Norte. Aguas abajo de la convergencia de estos cauces se encuentra un terraplén de cierre que conforma un

embalse de retención denominado *Vaso Campo Espejo*. Este embalse cumple la función de regular el caudal de salida de la cuenca ante la ocurrencia de precipitaciones.

Evidentemente, el sector crítico del sistema de drenaje se encuentra en la confluencia de los cauces mencionados. En dicho lugar es notable la existencia de abundante vegetación autóctona, la cual contribuye a estabilizar las márgenes de ambos colectores. Dicha vegetación tiene en cualquier época el aporte de humedad asegurado para la subsistencia, en razón que el Colector Moyano transporta efluentes tratados durante los 365 días del año.

La existencia del Establecimiento Depurador Campo Espejo hacia el Oeste del predio de implantación, representa una barrera contra los fenómenos aluvionales, debiendo prestarse especial atención al escurrimiento del Colector Las Heras.

Los aportes provenientes del Oeste son interceptados por el Colector Las Heras.

Vaso Campo Espejo

El cuenco tiene los siguientes límites:

- Al Norte, terraplén compactado, con dirección NE-SO, actúa como divisoria y hace las veces de obra de cierre de la cuenca.

- Al Sur, con el Establecimiento Depurador Campo Espejo.

- Al Este, limita con elevaciones naturales del terreno, que constituyen la margen derecha del colector de efluentes tratados correspondientes al establecimiento mencionado. Este colector vierte los líquidos al Vaso Campo Espejo, para posteriormente seguir hacia el ACRE homónimo.

El vaso se compone de dos cuencos y dispone de dos obras de toma (torres) por donde el escurrimiento continúa hacia aguas abajo del terraplén de cierre. El canal evacuador es conocido como el Colector Moyano. Este vaso posee una capacidad de almacenamiento de 1,82 Hm3.

Sobre el límite NE del cuenco se encuentra un aliviadero construido en tierra, con una cota menor que la del coronamiento del cierre. Su función es la proteger al terraplén en el caso de grandes crecidas.

4.1.3.9 Red de drenaje del predio

Es importante destacar, que la actividad aluvional más intensa se encuentra hacia el Oeste del predio donde se localizará el proyecto. El terreno de implantación, está influenciado por micro cuencas de superficie relativamente pequeñas, ya que la

divisoria de aguas se ubica entre la traza del Colector Moyano y la Ruta Nacional Nº40. La mencionada divisoria tiene curso SSE-NNE.

El escurrimiento general de todo el predio es de E a O. Existe un importante desarrollo de vegetación en los valles, lo cual contribuye a controlar los procesos erosivos en caso de tormentas importantes. Esto se puede corroborar en una recorrida por el terreno, ya que no se observan cauces de mayor importancia, como tampoco signos de erosión importante.

A los efectos del presente proyecto, se realizaron estudios de hidrología superficial específicos para el terreno de implantación, que se agregan en ***Anexo 10: Estudios Hidráulicos Centro Ambiental El Borbollón.***

Líneas internas de drenaje

Las características del terreno de implantación del proyecto se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Terreno inculto, con escasa vegetación xerófila.
- Acceso al predio por camino de tierra desde la Ruta Nacional Nº40.
- Existencia de ex - canteras de áridos.
- Colector Moyano al oeste y norte del predio.

El punto de descarga final del predio es en el vértice NO del mismo, hacia el colector Moyano, aunque actualmente drenan los escurrimientos superficiales en forma discontinua a lo largo de todo el perímetro oeste.

Dentro del predio se observa, en las cercanías del camino de acceso existente, una divisoria de aguas. En la **Figura 9,** se indican en color violeta las sub-cuencas de aporte al Canal Moyano, en color naranja las áreas que cruzan la RNNº40 con sentido O-E, las flechas indican los sentidos de escurrimiento.

Resaltado dentro del predio se indican las sub-cuencas de aporte hacia el canal Moyano (con sentido de flujo E-NNO) y las que escurren hacia el norte. Además se indican parcialmente las áreas que drenan hacia el E.

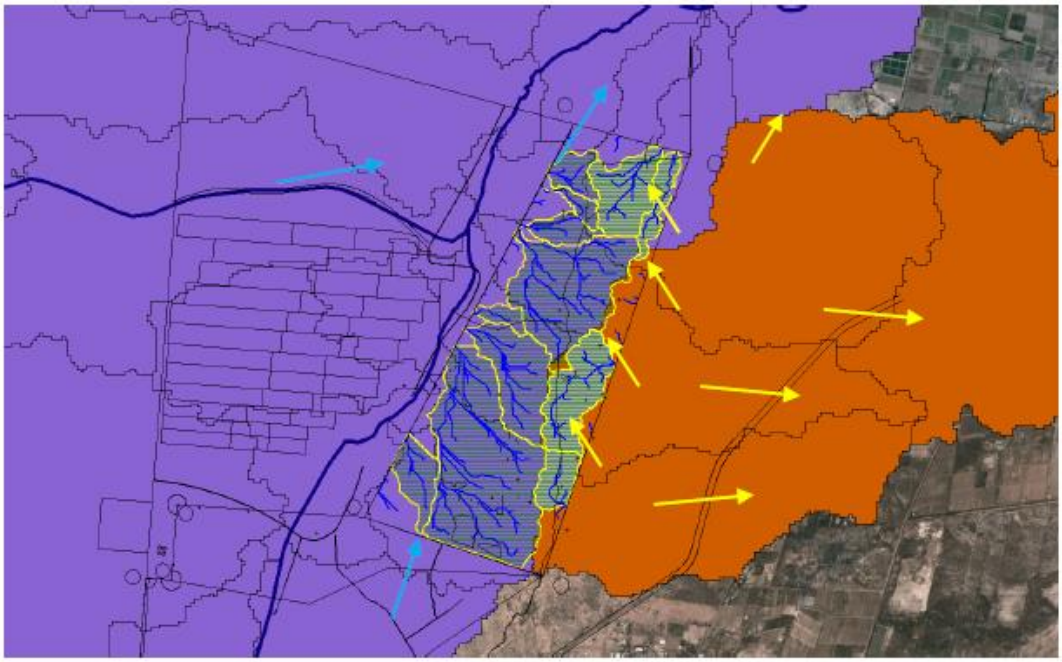


Figura 9: Líneas de flujo y puntos de descarga final

Esquina NE

Esquina SW

Cantera

Zona Norte

Para la realización del cálculo hidrológico se consideró una superficie de 414,36 hectáreas (límites de la mensura). A esta área se la denominó *Cuenca Interna*. La

cuenca interna se subdividió en *13 subcuencas* (7 sectores), las más importantes son las que escurren hacia el colector Moyano con sentido NO (288 has), quedando parcialmente indicadas las que drenan hacia el E.

Por otro lado, se analizó la cuenca externa, para la delimitación de potenciales aportes provenientes de zonas fuera del polígono de mensura. Para esto se utilizó información complementaria que se verificó con la topografía de detalle. Todos los límites de subcuencas o divisorias de agua, se determinaron en función de los gradientes topográficos obtenidos de la topografía de detalle realizada (***Anexo 11: Estudios Topográficos terreno de Implantación***) y de modelos digitales de elevación.

Se trabajó con la planimetría de la Dirección de Catastro (DPC, 2007), cartografía de la Municipalidad de Las Heras y dos estudios topográficos locales realizados, que consistieron en la determinación de cotas de nivel relativas en el primer estudio, y absolutas en el segundo, en distintos puntos del terreno.

El levantamiento topográfico permitió la obtención de curvas de nivel, y la posibilidad del trazado de distintos perfiles longitudinales. El primer estudio topográfico con cotas relativas y con todo el polígono de mensura relevado, se llevó al mismo sistema de referencia del segundo estudio topográfico con más detalle en la zona donde se emplazará el Primer Módulo. Ambos estudios fueron compilados en una sola capa de información.

La información planialtimétrica obtenida se muestra en la **Figura 11,** donde se han indicado además las redes de flujo, la división de subcuencas y las cotas de base.

Además se trabajó en un sistema de Información Geográfica, donde se volcaron distintas capas de información como: catastro urbano y rural, canales de riego y drenaje, ferrocarril, calles, industrias, equipamiento urbano y un mosaico georeferenciado de una imagen satelital.

Para el análisis de la cuenca interna del predio, se adoptó como recurrencia de la precipitación un Tiempo de Retorno (TR) entre 25 a 50 años. Para esto se utilizó la Tormenta de Proyecto para el Gran Mendoza, desarrollada en el INA-CRA, actualizada al año 2007.

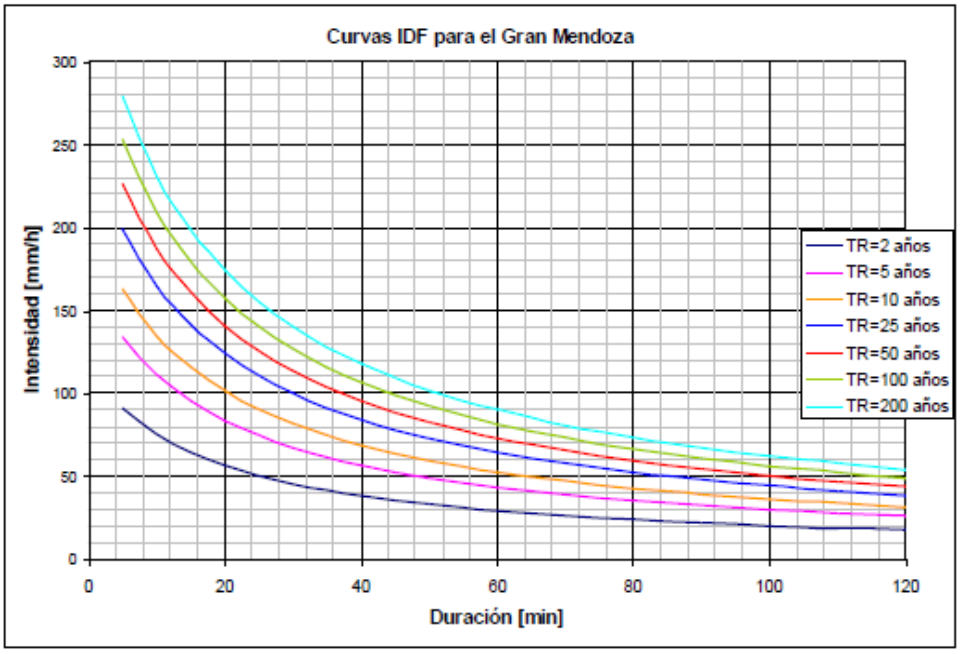


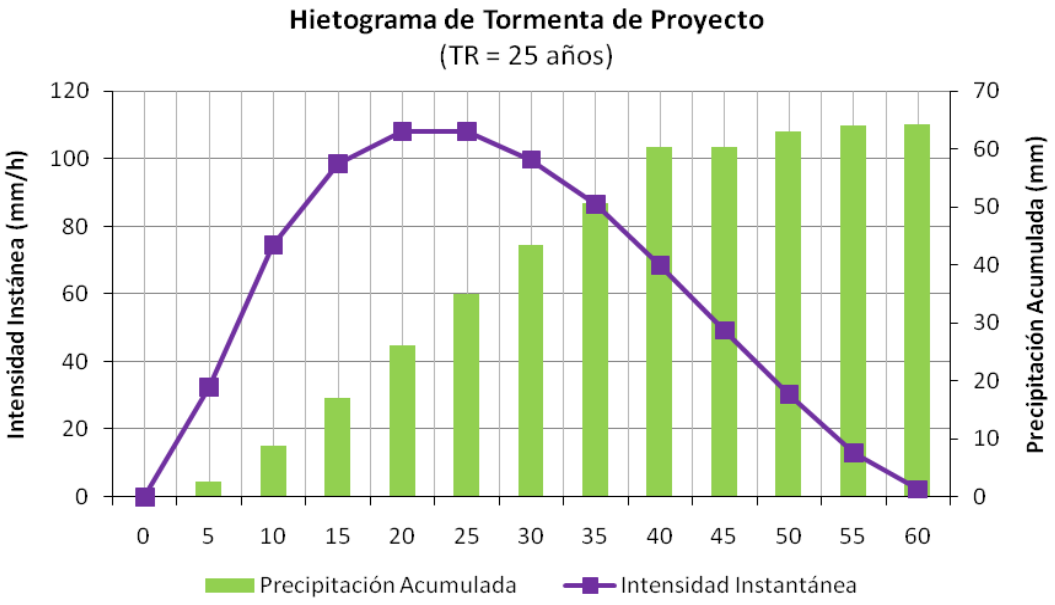
Figura 10: Curvas IDF de la tormenta de proyecto para Mendoza (INA, 2007)

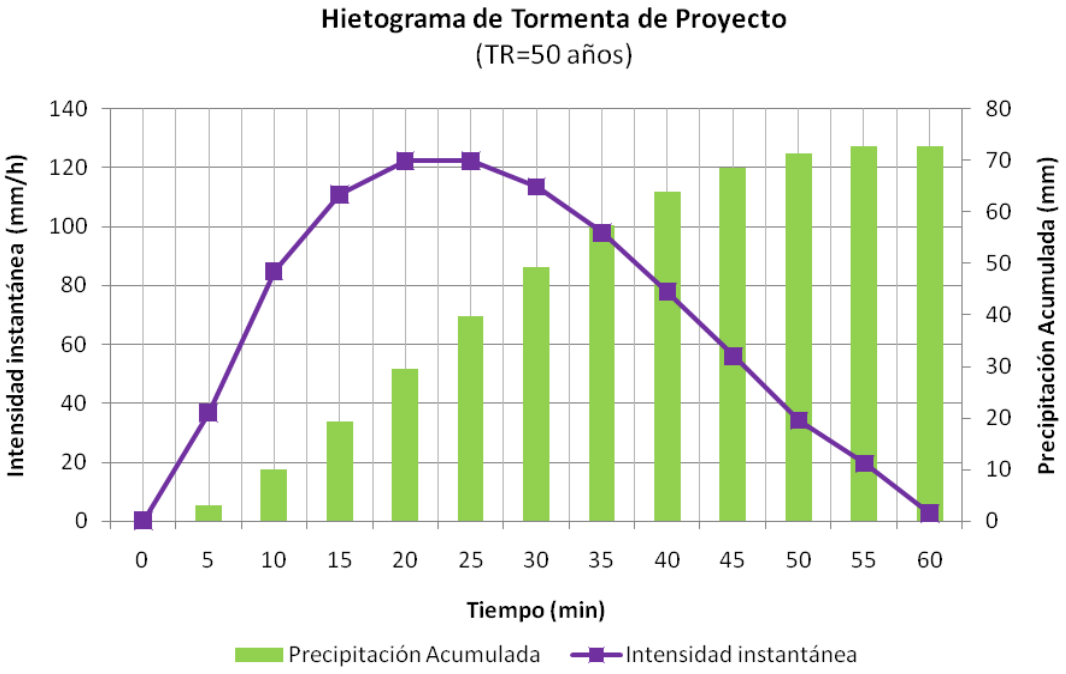
En la **Tabla 5** se indica la distribución temporal de la tormenta, considerando un decaimiento espacial, por tratarse de cuencas menores a 1 km2. Se tomó el 100% del máximo como lámina media, es decir para TR=25 años, los 64,2 mm con una duración de tormenta de 60 min e intensidades máximas de 108 mm/h; mientras que para TR= 50 años, se tomó una lámina total de 72,9 mm e intensidad máxima de 122,5 mm/h.

TABLA 5: Láminas acumuladas de precipitación e intensidades instantáneas

Duración (min)	TR 25		TR 50	
	mm	Int. Inst (mm/h)	mm	Int. Inst (mm/h)
5	2.7	32.4	3.1	36.7
10	8.9	74.4	10.1	84.9
15	17.1	98.4	19.4	111.1
20	26.1	108.0	29.6	122.5
25	35.1	10.8.0	39.8	122.5
30	43.4	99.6	49.3	113.7
35	50.6	86.4	57.4	98.0
40	56.3	68.4	63.9	77.9
45	60.4	49.2	68.6	56.0
50	62.9	30.3	71.4	34.1
55	64	13.2	72.7	14.9
60	64.2	2.4	72.9	2.6

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico





El caudal de lluvia se calculó con el Programa Arhymo en su versión bajo Windows, que es un modelo determinístico de parámetros concentrados y es utilizado en Argentina desde 1993.

Precipitación efectiva

La precipitación efectiva en las cuencas rurales se calcula a través de la metodología del USDA-NRCS, (1997) con la opción de incorporar el valor de abstracción inicial (Ia) como dato de entrada. En este trabajo se estimó el coeficiente de abstracción como:

Ia (mm) = $S^{0.55}$ (mm)
Donde:

S(mm) = (25400/CN)-254
CN = f (tipo de suelo, humedad, cobertura vegetal)

La tasa de infiltración dependerá de la condición de humedad del suelo y de sus características. La capacidad de infiltración inicial depende de la condición de humedad previa al comienzo de la tormenta; en tanto el suelo se torne más y más saturado, ella disminuirá. Cuando la intensidad de precipitación supere la capacidad de infiltración, el exceso de lluvia ingresará en las depresiones hasta llenarlas y desde ese momento el modelo empieza a calcular escurrimiento; en el intervalo de tiempo siguiente la respectiva intensidad de precipitación será comparada con la nueva capacidad de infiltración, para reiniciar el cómputo.

Determinación de parámetros morfométricos

La representación de la variabilidad espacial del medio físico en modelos hidrogeológicos se apoya actualmente en el uso de herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG), facilitando la generación de modelos y simulación de escenarios (Burgos, 2005). Para la modelación hidrológica se efectuó el análisis de cuencas, con la interface geoespacial HEC-GeoHMS (Geospatial Hydrologic Modeling System Extension). El Modelo Digital de Elevaciones (MDE) contiene información suficiente para definir, las propiedades de la red de drenaje superficial y de la cuenca hidrográfica de aporte. Por lo tanto, a partir del MDE se generaron distintos mapas derivados por medio del geoprocesamiento y análisis espacial, con el objetivo de determinar las cuencas de aporte del terreno y cuantificar los parámetros morfométricos necesarios.

Despues de vectorizada la red hidrográfica con el software indicado, se procedió a delimitar las subcuencas, tal como se muestra en la **Figura 12.** Los parámetros morfométricos se presentan en las **Tablas 6** y **7**.

Se utilizaron dos fuentes de información: la primera a nivel de detalle representada por las curvas de nivel por topografía convencional (denominado TOPO) y dentro de los límites del predio. La segunda fuente fue un modelo global (SRTM) el cual tiene una resolución espacial de 30 m y cobertura global. Se analizaron ambos modelos de elevación, SRTM y TOPO, y se decidió utilizar este último debido a su mejor resolución, pero rellenando los aportes exteriores con la delimitación con el SRTM. Se apreció un buen ajuste entre ambos (Ver **Figura 11**). Para la validación y corrección hidrológica se utilizaron imágenes satelitales de 4 y 10 m de resolución, de forma de identificar posibles zonas de conflicto. En ambos modelos, se observa la presencia de una divisoria de aguas en sentido longitudinal al predio, con dirección SSE-NNE, que hace que parte de los excesos pluviales escurran superficialmente hacia la Ruta Nacional Nº40, y gran parte hacia el Oeste con descarga final en el Canal Moyano.

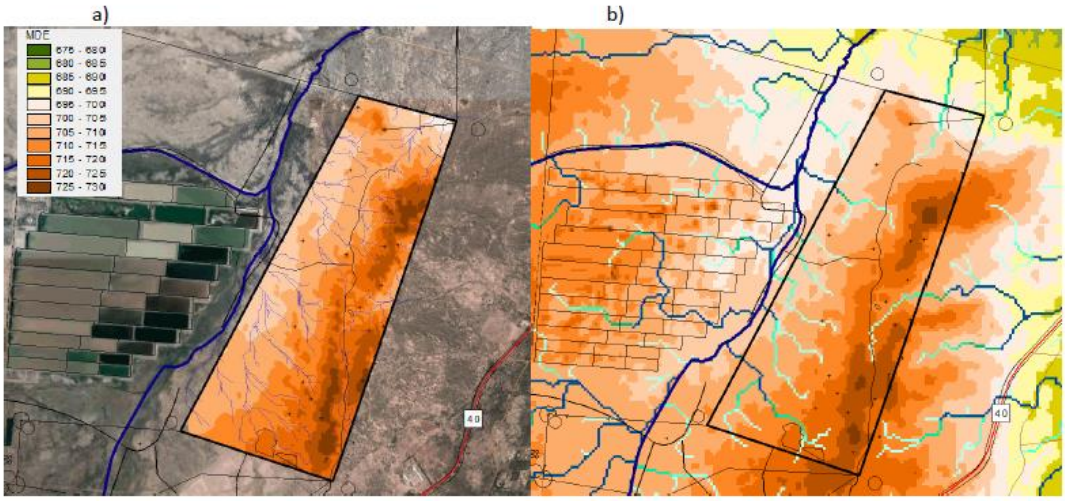


Figura 11: Modelos digitales de Elevaciones y red sintética de drenaje superficial: a) Topografía convencional (TOPO 5m) y b) SRTM 30m

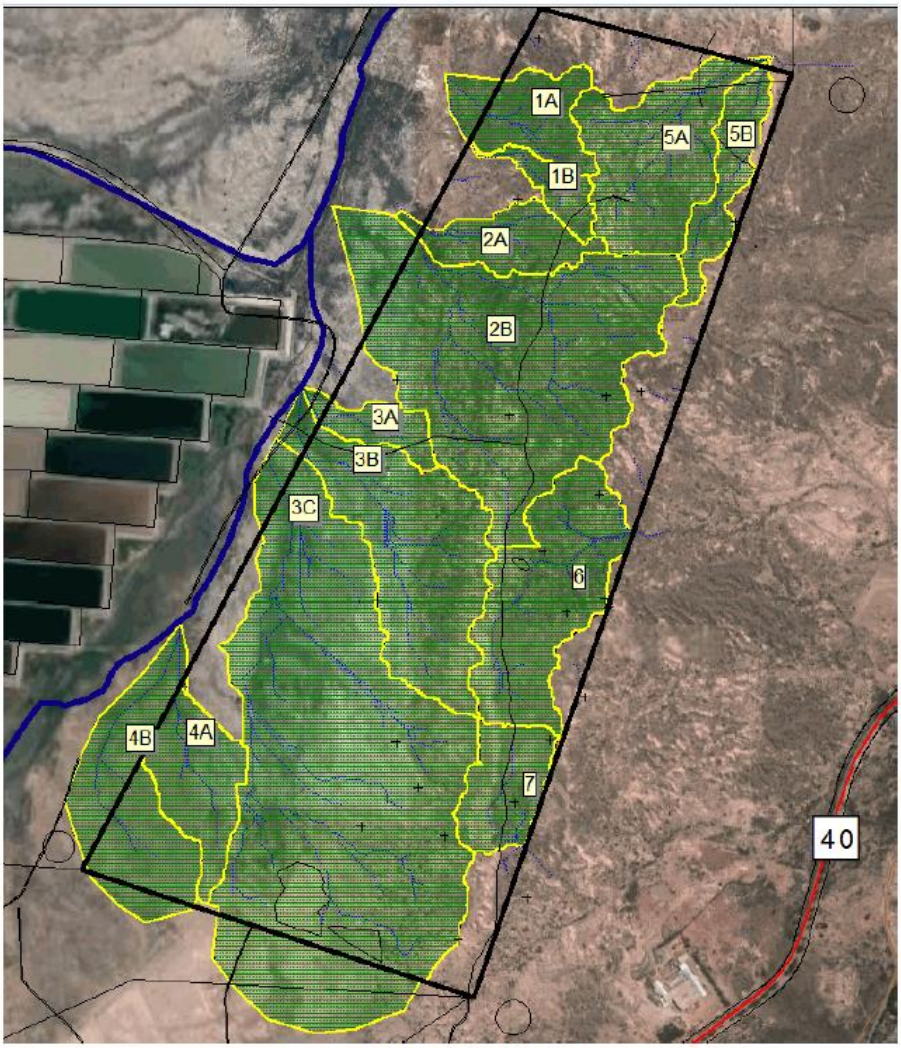


Figura 12: Mapa de subcuencas – Terreno de implantación

En la **Figura 12,** se indican las divisorias de agua, donde se observa que las subcuencas 1 a 4 drenan hacia el O, con descarga en el canal Moyano, mientras que las subcuencas 5 (A y B), 6 y 7, drenan hacia el norte las primeras y hacia el E las últimas. Los parámetros morfométricos de las subcuencas son los siguientes:

TABLA 6: Parámetros morfométricos (situación SIN PROYECTO)

Subcuenca	Area (Ha)	Perímetro (km)	Curso más largo (km)	Cota max	Cota min	Desnivel (m)	Pendiente (m/m)	CN	S (mm)	Ia (mm)
1A	13,96	2,23	0,64	717	700,5	16,5	0,0258	81	59,6	9,5
1B	5,12	1,87	0,91	711	700,5	10,5	0,0115	81	59,6	9,5
2A	11,47	2,10	0,87	716	700,9	15,1	0,0174	81	59,6	9,5
2B	79,70	5,61	1,76	718	700,5	17,5	0,0099	81	59,6	9,5
3A	6,36	1,58	0,66	710	702,0	8,0	0,0121	81	59,6	9,5
3B	39,45	4,30	1,53	726	702,0	24,0	0,0157	81	59,6	9,5
3C	132,09	6,62	2,62	730	702,0	28,0	0,0107	81	59,6	9,5
4A	15,57	2,42	1,14	714	704,0	10,0	0,0088	81	59,6	9,5
4B	27,95	3,00	1,21	715	704,0	11,0	0,0910	81	59,6	9,5
5A	27,65	3,34	1,15	723	697,0	26,0	0,0226	81	59,6	9,5
5B	10,86	2,82	1,16	730	697,0	33,0	0,0285	81	59,6	9,5
6	31,83	3,82	1,28	728	706,0	22,0	0,0172	81	59,6	9,5
7	12,35	1,95	0,71	728	716,0	12,0	0,0169	81	59,6	9,5
Total	**414,36**									

CN = Número de Curva S= Almacenamiento Ia = Abstracción Inicial

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración de una cuenca se define como el tiempo de tránsito de una gota que cae en el punto hidráulicamente más alejado del curso hasta el punto de interés. Este parámetro es sumamente aplicado en la práctica hidrológica y es un dato general ya que la concentración del escurrimiento, difiere sustancialmente de acuerdo a la distribución espacio-temporal de la tormenta, y con las características hidráulicas de la cuenca.

Existen diversas fórmulas para determinar el tiempo de concentración en función de las características físicas de la cuenca, de su ocupación y de la intensidad de la lluvia. Se seleccionaron las siguientes:

a) Ventura: $Tc = \alpha * (A/S)^{1/2}$

Donde:
Tc =está expresado en horas.
α = fluctua entre los siguientes valores $0{,}03<\alpha<0{,}15$ (0,12 adoptado).
A = Área (km2).
S = Pendiente media del curso principal (m/m).

b) Pasini: $Tc = \alpha * (AL)^{1/3} S^{-1/2}$

Donde:
Tc =está expresado en horas.
$\alpha = 0,10$
A = Área (km2).
S = Pendiente media del curso principal (m/m).
L = longitud del curso principal (km)
$Tc = 0,066 (L/S^{1/2})^{0.77}$

c) Kirpich:

Donde:
L = longitud del cauce principal en kilómetros.
So = diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente sobre L, en m/m.
$Tc = 0,3 (L/S^{0,25})^{0.75}$

d) Temez:

Donde:
L = longitud del cauce principal en kilómetros.
So = diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente sobre L, en %.

En la **Tabla 6** se presentan los parámetros morfométricos de las subcuencas y en la **Tabla 7,** se resumen los valores de tiempo de concentración (Tc) obtenidos a partir de las fórmulas empíricas seleccionadas. La última columna indica una velocidad promedio en función del Tc promedio estimado y la longitud máxima de escurrimiento por cuenca.

TABLA 7: Tiempos de Concentración

Subcuenca	Tc min (Ventura)	Tc min (Pasini)	Tc min (Kirpich)	Tc min (Temez)	Tc min (PROM)	Vel (m/s)
1A	16,8	16,7	11,5	10,78	**13,9**	0,8
1B	15,2	20,1	20,5	16,33	**18,0**	0,8
2A	18,5	21,1	16,9	14,62	**17,8**	0,8
2B	64,5	67,4	3,1	27,53	**48,9**	0,6
3A	16,5	18,9	15,7	12,71	**16,0**	0,7
3B	36,1	40,5	27,2	22,76	**31,6**	0,8
3C	80,0	87,8	47,7	36,61	**63,0**	0,7
4A	30,3	36,0	27,1	20,35	**28,5**	0,7
4B	39,9	43,8	28,0	21,14	**33,2**	0,6
5A	25,2	27,2	19,0	17,15	**22,1**	0,9
5B	14,1	17,8	17,5	16,52	**16,5**	1,2
6	31,0	33,9	22,9	19,57	**26,8**	0,8
7	19,5	20,5	14,6	12,62	**16,8**	0,7

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

El esquema topológico del modelo hidrológico se muestra en la figura siguientes, donde los cuadrados verdes representan las subcuencas (rurales), los círculos rojos son los nodos suma de hidrogramas. El caudal suma en el nodo N001, indicará el total de descarga en el colector Moyano. Los Nodos N005 y N006 representan el caudal que drena hacia el este. La línea N004-N003-N002-N001 representa el canal Moyano con sus descargas parciales.

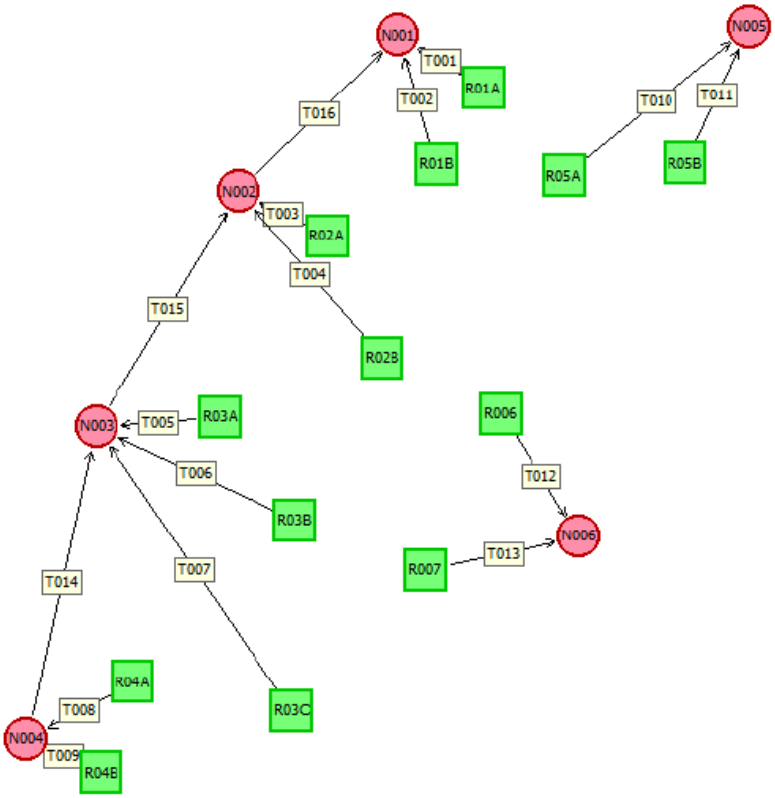


Figura 13: Esquema topológico modelo Arhymo

Resultados de la modelación hidrológica

Se presentan a continuación los hidrogramas obtenidos

TABLA 8: Resultados de la modelación hidrológica – TR = 25 años

Subcuenca	Q (m3/s)	Tp (hs)	V (Hm3)	Ppe (mm)	Ppt (mm)
1A	1,43	0,79	0,004	26,2	**64,2**
1B	0,53	0,73	0,001	26,2	**64,2**
2A	1,04	0,93	0,003	26,2	**64,2**
2B	4,86	1,08	0,021	26,2	**64,2**
3A	0,59	0,77	0,002	26,2	**64,2**
3B	3,43	0,92	0,010	26,2	**64,2**

Subcuenca	Q (m3/s)	Tp (hs)	V (Hm3)	Ppe (mm)	Ppt (mm)
3C	7,90	1,17	0,035	26,2	**64,2**
4A	1,28	0,87	0,004	26,2	**64,2**
4B	2,00	0,90	0,007	26,2	**64,2**
5A	2,43	1,00	0,007	26,2	**64,2**
5B	1,10	0,77	0,003	26,2	**64,2**
6	2,54	1,00	0,008	26,2	**64,2**
7	1,11	0,90	0,003	26,2	**64,2**
N001	16,09	1,57	0,087	26,2	**64,2**
N002	16,07	1,40	0,082	26,2	**64,2**
N003	10,99	1,23	0,058	26,2	**64,2**
N004	3,27	0,90	0,012	26,2	**64,2**
N005	3,31	0,93	0,010	26,2	**64,2**
N006	3,60	0,98	0,012	26,2	**64,2**

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

TABLA 9: Resultados de la Modelación Hidrológica – TR = 50 años

Subcuenca	Q (m3/s)	Tp (hs)	V (Hm3)	Ppe (mm)	Ppt (mm)
1A	1,76	0,79	0,005	32,7	**72,9**
1B	0,65	0,73	0,002	32,7	**72,9**
2A	1,28	0,93	0,004	32,7	**72,9**
2B	6,05	1,08	0,026	32,7	**72,9**
3A	0,73	0,77	0,002	32,7	**72,9**
3B	4,25	0,92	0,013	32,7	**72,9**
3C	9,84	1,17	0,043	32,7	**72,9**
4A	1,58	0,87	0,005	32,7	**72,9**
4B	2,48	0,90	0,009	32,7	**72,9**
5A	3,00	1,00	0,009	32,7	**72,9**
5B	1,35	0,77	0,004	32,7	**72,9**
6	3,15	1,00	0,010	32,7	**72,9**
7	1,38	0,90	0,004	32,7	**72,9**
N001	20,70	1,57	0,108	32,7	**72,9**
N002	20,04	1,40	0,102	32,7	**72,9**
N003	13,70	1,23	0,072	32,7	**72,9**
N004	4,06	0,90	0,014	32,7	**72,9**
N005	4,10	0,90	0,013	32,7	**72,9**
N006	4,46	0,98	0,014	32,7	**72,9**

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

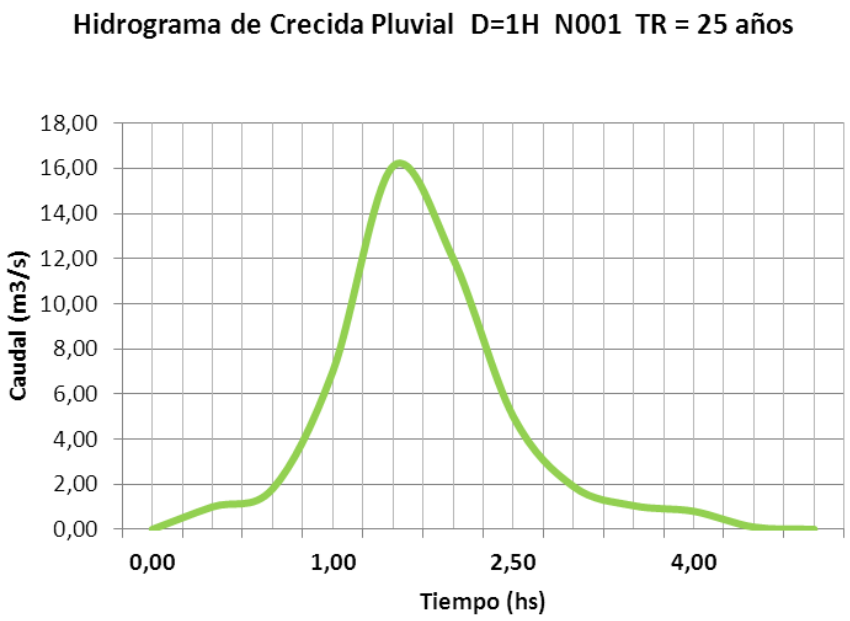


Figura 14: Hidrograma para el nodo N001 – TR = 25 años

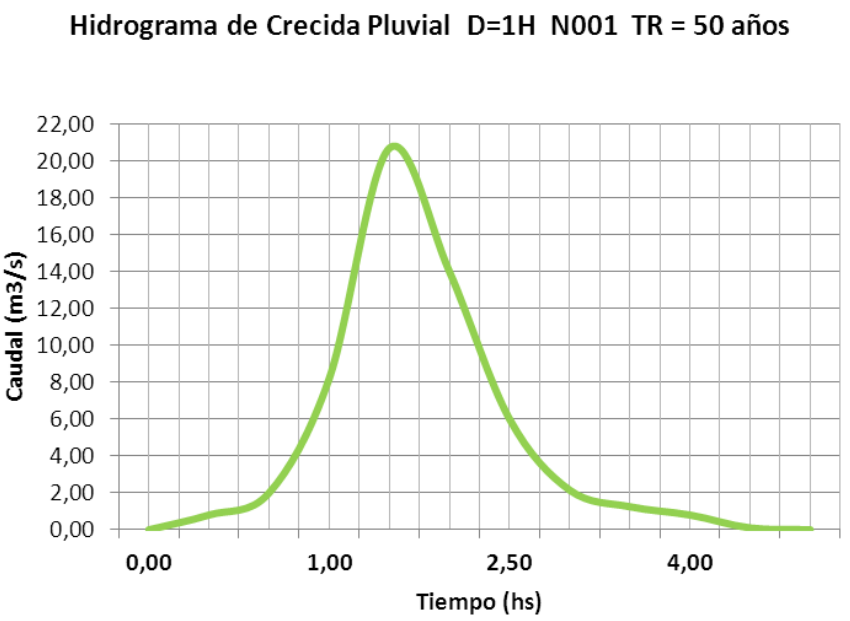


Figura 15: Hidrograma para el nodo N001 – TR = 50 años

Análisis de la sensibilidad frente a un aumento de la impermeabilización

Se realizó una estimación de los caudales generados por excedentes pluviales para un potencial aumento en los porcentajes de impermeabilización del suelo, representado por una variación del 5% en el valor asignado al CN (Curve Number), que representa las pérdida por cobertura vegetal e infiltración. Se observó un aumento en los caudales del orden del 19% para un cambio del 5% en el CN. (CN = 85; Ia = 8,1 mm).

TABLA 10: Análisis de sensibilidad del CN

Nodo	CN	Q1 TR 25 (m3/s)	CN + 5%	Q2 TR 25 (m3/s)	Aumento (%)
N001	81	16,09	85	19,14	19

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

Estimación del coeficiente de escorrentía

Se estimaron los coeficientes de escorrentía a partir de los caudales obtenidos por modelación matemática, y considerando una intensidad de lluvia para una duración de tormenta igual al tiempo de concentración. Se considera el tiempo máximo de concentración de aproximadamente, 60 minutos (ver tabla 7: tiempos de concentración). Los coeficientes obtenidos para cada recurrencia, se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 11: Coeficientes de Escorrentías

Subcuenca	Tc (min)	A (Ha)	TR25		TR50	
			I mm/h	C	I mm/h	C
1A	13,9	13,96	146,1	0,25	165,8	0,27
1B	18,0	5,12	130,4	0,29	148,1	0,31
2A	17,8	11,47	131,1	0,25	148,9	0,27
2B	48,9	79,70	73,8	0,30	83,8	0,33
3A	16,0	6,36	137,6	0,24	156,2	0,27
3B	31,6	39,45	97,0	0,32	110,1	0,35
3C	63,0	132,09	62,0	0,35	70,4	0,38
4A	28,5	15,57	102,9	0,29	116,8	0,31
4B	33,2	27,95	94,2	0,27	106,9	0,30
5A	22,1	27,65	118,0	0,27	134,0	0,29
5B	16,5	10,86	135,7	0,27	154,1	0,29
6	26,8	31,83	106,5	0,27	120,9	0,30
7	16,8	12,35	134,6	0,24	152,9	0,26
N001	63,0	288,15	62,0	**0,32**	70,4	**0,36**

FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

Las intensidades indicadas son obtenidas de la curva IDF determinada. El coeficiente de escorrentía estimado es de 0,30 en promedio para ambas recurrencias y para todas las subcuencas.

4.1.3.10 Marco Hidrogeológico Provincial

En la Provincia de Mendoza el agua subterránea utilizable se encuentra casi totalmente en depósitos cuaternarios de los valles intermontanos y de la llanura oriental.

En el primer caso se forman cuencas de agua subterránea delimitadas en la mayor parte de su perímetro por afloramientos de terrenos del basamento resistivo y, donde este no asoma, por altos estructurales del basamentos aflorantes, generalmente ubicados a poca profundidad.
En el caso de la llanura oriental, las características hidrogeológicas se asemejan a las de las grandes llanuras. Es así que en esta extensa zona varían las características sedimentológicas de los acuíferos y éstos se recargan por ríos que drenan diferentes áreas, cada una con distinta constitución geológica. Por ende, las características químicas del agua varían dentro de la gran llanura. Es así que la llanura oriental mendocina se puede subdividir en sectores diferenciables por sus condiciones hidrogeológicas. Los límites entre estas regiones, generalmente no están definidos, salvo en los casos que haya altos estructurales donde la base conductiva o el basamento resistivo estén a poca profundidad en el subsuelo. Donde tales elevaciones faltan, el pasaje de una región hidrogeológica a otra suele ser transicional.

La superficie de la provincia de Mendoza es de 150.830 km2 y las cuencas de agua subterránea ocupan el 49,31% de su territorio, vale decir 74.380 km2. El resto está ocupado por cordilleras y tierras malas. Las áreas cultivadas se desarrollan en los valles intermontanos o en las zonas de llanura, formando oasis cultivados, en coincidencia con las cuencas de agua subterránea.

El volumen total de agua subterránea almacenado en el subsuelo es de aproximadamente 701.000 hm3 y pone de manifiesto la importancia que tiene este recurso como reserva de agua. El valor señalado ha surgido de un cálculo muy conservador de las reservas totales de agua almacenada en el subsuelo, que aumentará considerablemente al ajustar los parámetros de los reservorios subterráneos a la luz de las exploraciones geofísicas que deben completarse en la Provincia. Pero el recurso económicamente explotable se calcula en 21.323 hm3, entendiéndose como el que puede extraerse a través de sencillas obras de explotación.

La importancia del recurso hídrico subterráneo en la Provincia de Mendoza, queda en evidencia al considerar el clima de esta provincia, que es árido; y al tener en cuenta la capacidad total de almacenamiento de todos los embalses superficiales construidos en la provincia, que es sólo de 1.380 hm3.

En la **Figura 16,** se pueden identificar las cuencas de agua subterránea, los volúmenes de agua de reserva por cuenca y los sitios de acuíferos libres y confinados.

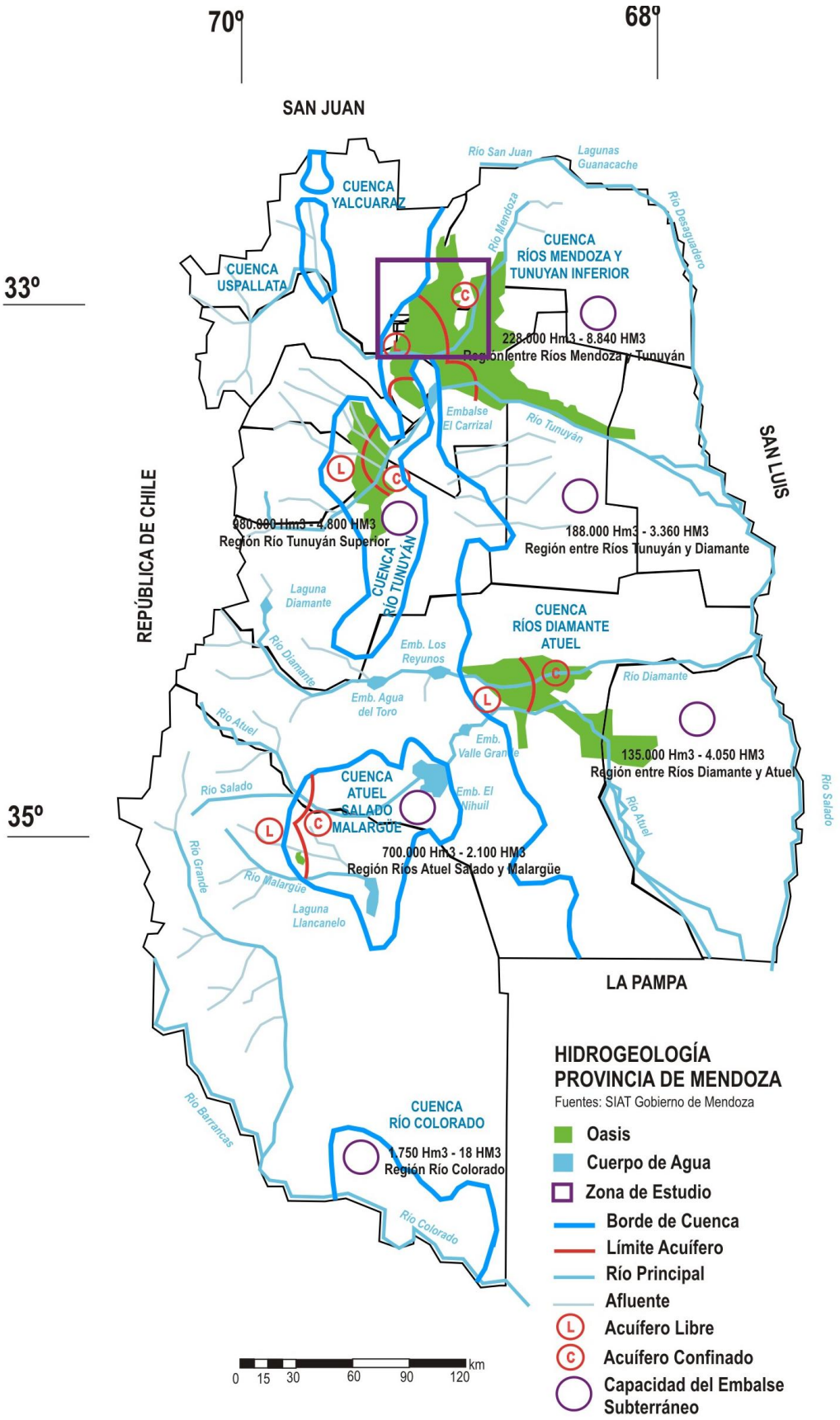


Figura 16: Mapa de cuencas de agua subterránea en la Provincia de Mendoza

4.1.3.11 Hidrogeología de la Cuenca Norte

La cuenca de agua subterránea Norte se encuentra ubicada, como su nombre lo indica, al norte de la Provincia de Mendoza. Se extiende de oeste a este, desde las últimas estribaciones de la precordillera de Los Andes hasta el curso del río Desaguadero, límite político de las provincias de Mendoza y San Luis. Al norte, alcanza las lagunas de Rosario y Guanacache que reciben aguas esporádicas de los ríos San Juan y Mendoza. Y al sur ponen límite a la cuenca, la cerrillada de Tupungato y el Anticlinal Lunlunta – El Carrizal. Ocupa, total o parcialmente, tierras que pertenecen a los departamentos Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Lavalle, Las Heras, Luján de Cuyo, Maipú, Rivadavia, Junín, Santa Rosa, La Paz y San Martín.

Superficialmente abarca unos 22.800 km2. Sus principales acuíferos se encuentran en una cubierta sedimentaria de edad neoterciaria, cuartaria y reciente. El sustrato está formado por sedimentos impermeables del terciario superior, sobre los que se acumulan depósitos aluvionales y fluviales que fueron aportados por los ríos Mendoza y Tunuyán, éste en su tramo inferior, el que conduce sólo parte del derrame del río luego de haber sido almacenado en el dique El Carrizal. Ambos constituyen las únicas fuentes de las aguas que allí se disponen para el abastacimiento de poblaciones, agricultura e industria. El agua subterránea, resultado de la recarga con agua de ambos ríos, es utilizada con los mismos fines. La lluvia que en ella precipita es la propia de climas que califican como semiáridos a áridos, por lo que su contribución suele no ser contemplada en la mayoría de los desarrollos antrópicos.

Los ríos aportantes mencionados, a través de los siglos, transportaron parte de los materiales cordilleranos que contribuyeron al relleno sedimentario de la cuenca para dar origen a una extensa y potente llanura, bajo cuya superficie se desarrollan acuíferos que hoy se explotan. Esos acuíferos constituyen una sola masa de agua en toda la extensión de la cuenca, lo que implica que las acciones que se ejercieren en un punto o sector de ella, puede repercutir en forma más o menos sensible en una mayor cantidad de puntos de la misma.

En esta cuenca los principales acuíferos se encuentran en la cubierta sedimentaria de edad neoterciaria, cuartaria y reciente. El sustrato está formado por sedimentos impermeables del Terciario Superior sobre los que se acumulan depósitos aluvionales y fluviales desde el mismo Terciario Superior hasta actuales. La sedimentación cuartaria consiste en conos aluviales conformados en abanico en la cabecera de la cuenca del río Mendoza, adosados a un abanico aluvial menor en la cabecera del río Tunuyán, pasando en zonas distales a una llanura de inundación fluvial.

El cambio de gradiente topográfico, que regula la distribución y clasificación del material que ha sido depositado, da origen en la zona proximal de los conos a sedimentos de grano grueso en todo su desarrollo vertical, conformando acuíferos

que se comportan como libres. Esta zona constituye el área principal de recarga de la cuenca. La culminación de los conos coincide con un quiebre topográfico del terreno y disminución del gradiente dando origen a la disminución granométrica de los sedimentos, que se produce como consecuencia del cambio de velocidad y pérdida de capacidad de transporte fluvial. En la zona de cambio de pendiente, estos depósitos de sedimentos dan origen a la existencia de niveles impermeables y a la conformación de una extensa área de surgencia, cuyo eje mayor, de dirección noroeste sudeste, es transversal a la dirección del flujo subterráneo. Esta es el área de descarga natural más importante de la cuenca. Hacia el este, se continúa la planicie con disminución del tamaño de los sedimentos, manteniéndose un cierto predominio de arenas finas sobre los intervalos limo-arcillosos. Éstas últimas le confieren a los acuíferos característica de semiconfinamiento y en algunos casos de confinamientos lenticulares locales.

El sector que oficia de límite entre las zonas de acuíferos libres y confinados tiene características hidrogeológicas óptimas para la extracción de aguas subterráneas, ya que allí se hallan las menores profundidades (e inclusive tiene la particularidad de presentar surgencia natural). Además, se caracteriza por tener altos índices de productividad debido a la elevada permeabilidad de las formaciones acuíferas.

En la planicie disminuye la granulometría de los sedimentos, manteniéndose un predominio de arenas sobre los intervalos limo-arcillosos. Dentro del relleno cuaternario y reciente es imposible diferenciar unidades litoestratigráficas bien definidas, existiendo una alternancia de terrenos de diferente permeabilidad y espesor variable.

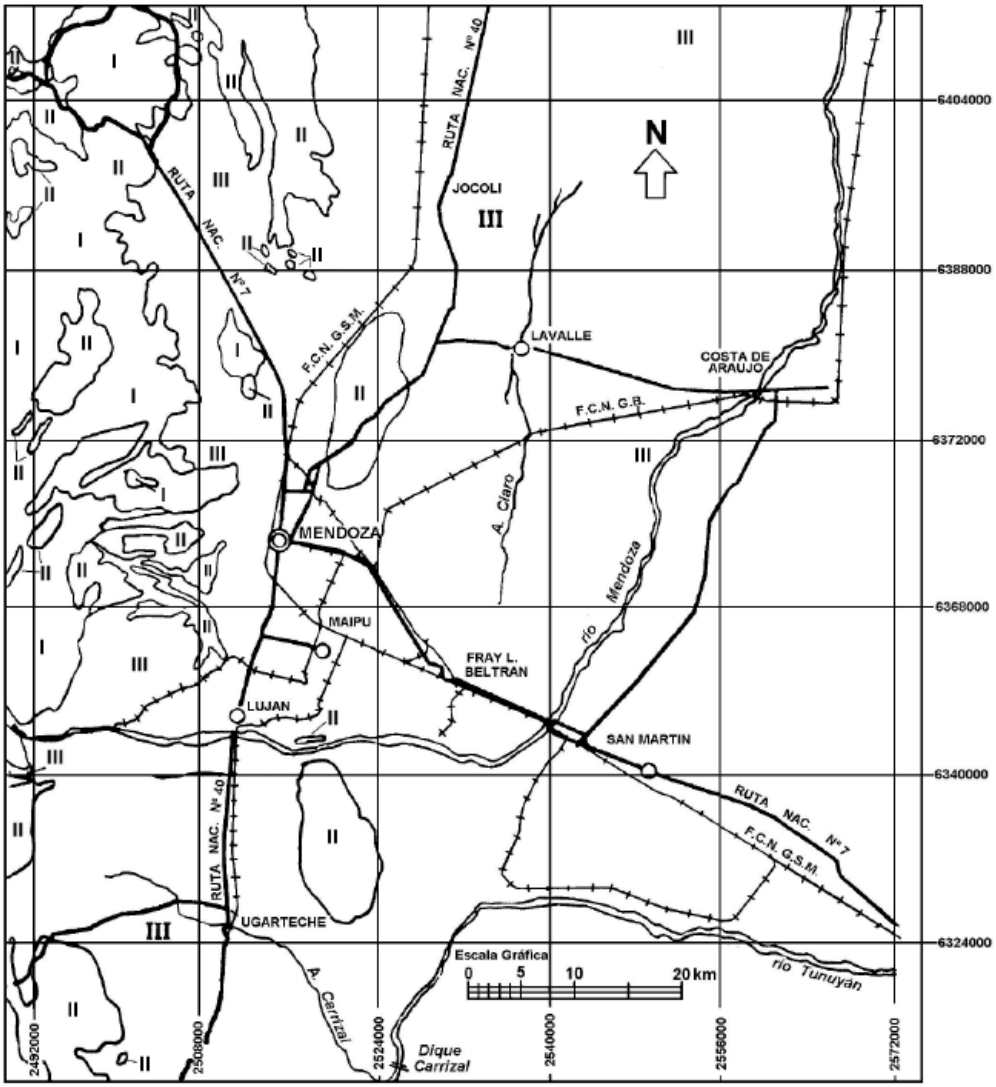
Las características geológicas e hidrogeológicas señaladas, definen la circulación lateral y vertical del agua subterránea, como así también las áreas de recarga y descarga.

Desde el punto de vista hidrogeológico en toda la cuenca norte se reconocen 3 unidades: 1) Basamento resistivo. 2) Cubierta sedimentaria impermeable o poco permeable y 3) Sedimentos permeables.

El basamento resistivo, incluye a rocas fuertemente consolidadas que por procesos litogenéticos han perdido su porosidad primaria. Pueden localmente presentar permeabilidad secundaria. Se lo considera la base impermeable más profunda del sistema hidrológico subterráneo. Estas rocas afloran en los cordones montañosos precordilleranos. Pueden constituir, en algunos sectores, donde contacta con aquellas rocas del cuaternario, la base o el borde impermeable de la cuenca. En el área pedemontana, el basamento resistivo se encuentra a varios miles de metros de profundidad, oculto bajo la base impermeable terciaria.

La cubierta sedimentaria impermeable o poco permeable, constituida por rocas de edad Triásica, posiblemente Jurásica o Cretácica y Terciaria, que por su litología, compactación o consolidación diagenética, han perdido la mayor parte de su

porosidad original, es considerada como base impermeable de los acuíferos o basamento hidrogeológico. El espesor varía entre 1.000 y 3.500 metros, habiéndose determinado los mayores valores en el subsuelo de la llanura pedemontana. Algunas unidades terciarias pueden almacenar y transmitir agua, conformando acuíferos de baja productividad y generalmente de alta salinidad. En afloramientos se presenta como permeable, pero hacia el Este se emplaza exclusivamente en el subsuelo y la disminución granométrica conlleva un descenso marcado de la permeabilidad y un incremento en la salinidad, que desmejoran sus condiones como acuífero.



Fuente de información: Instituto Nacional del Agua. Geología y Recursos Naturales de Mendoza.
Referencias:
I: Rocas compactas localmente con permeabilidad secundaria por facturación o disolución (generalmente no acuífero o con acuíferos pobres).
II: Sedimentitas y escasas rocas ígneas impermeables o poco permeables con poco agua mineralizada.
III: Cubierta sedimentaria generalmente permeable que contiene los principales acuíferos.

Figura 17: Mapa Hidrogeológico de la Zona Norte

Los sedimentos permeables: constituyen la cuenca hidrogeológica explotada actualmente, se corresponden principalmente con el Cuaternario y en menor medida Terciario superior.

En la **Figura 18,** se reproduce mediante isocapas, las variaciones en el espesor de los depósitos aluviales que contienen a las formaciones acuíferas a lo largo y ancho de la cuenca sedimentaria. La misma se elaboró a base de la interpretación de sondeos eléctricos verticales y presenta valores de relleno sedimentario importantes como en el sector de ingreso del río Mendoza a la cuenca más de 600m, en las cercanías más de 900 m y en el Departamento de Junín más de 700 m.

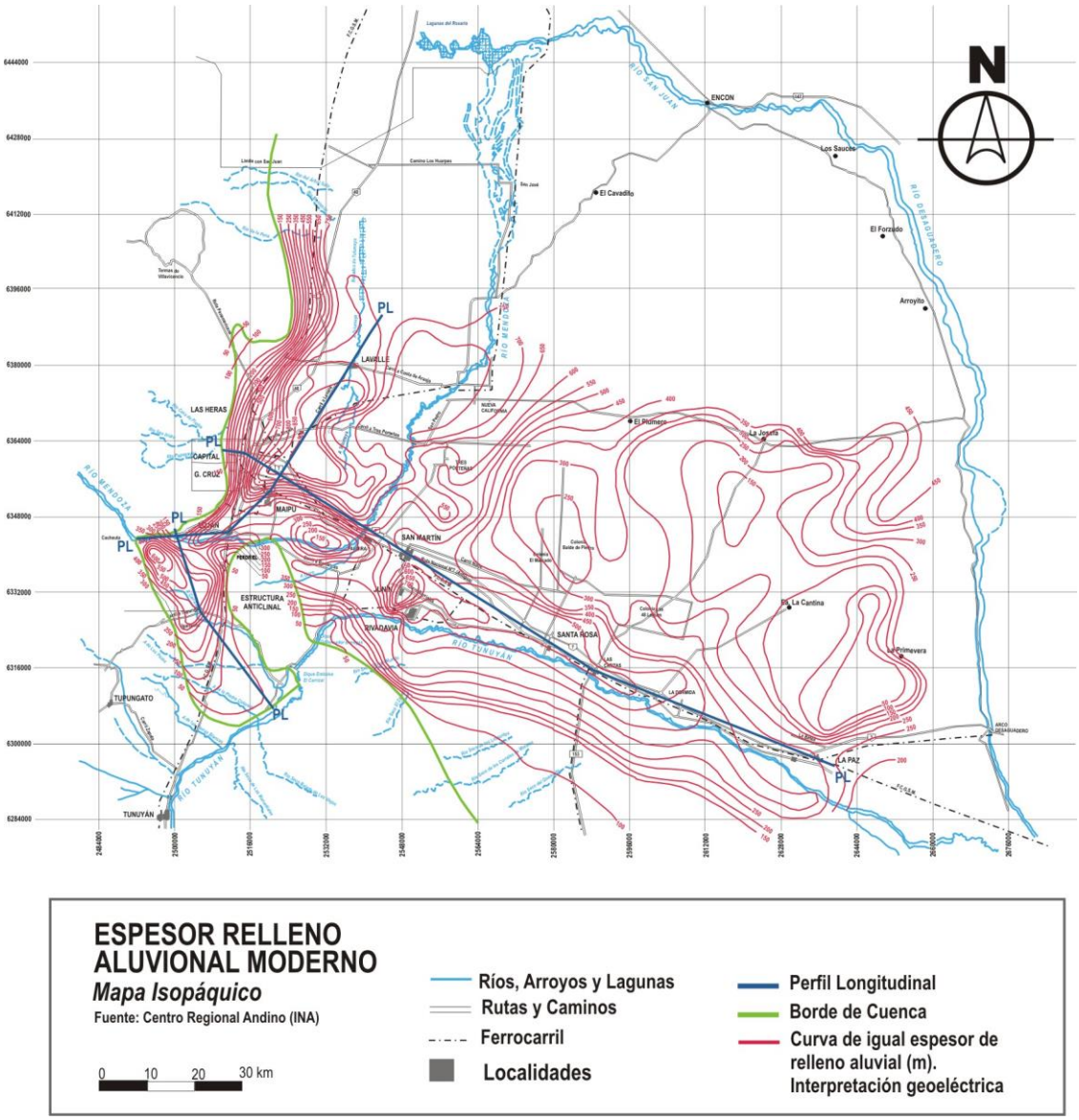


Figura 18: Mapa Isopáquico. Espesor del Relleno Aluvional Moderno

En las **Figuras 19** y **20,** se pueden observar los perfiles longitudinales cuyos trazados en superficie se están marcados en el mapa de isocapas.

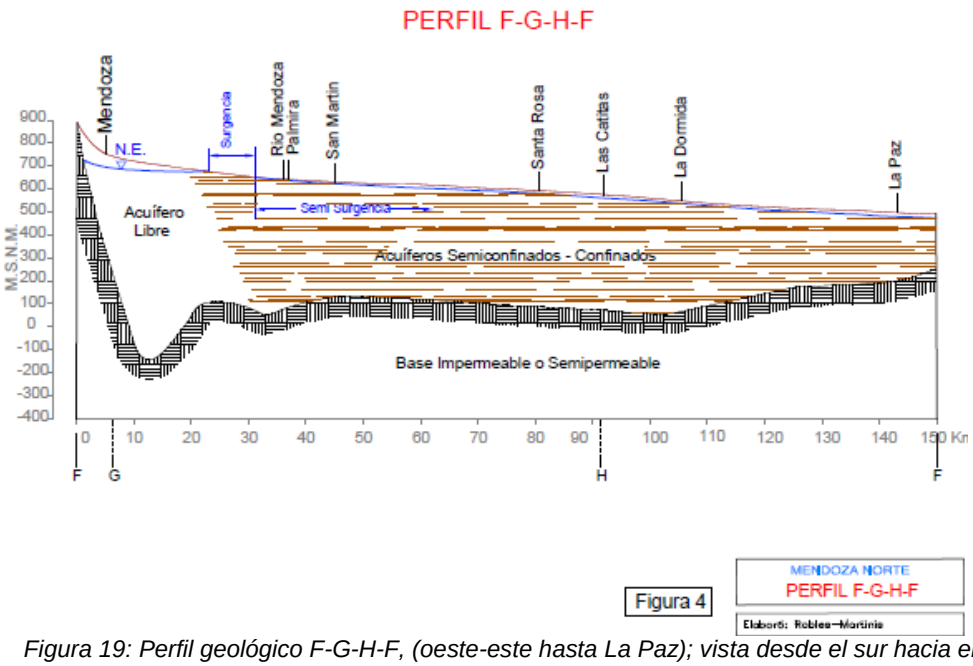


Figura 19: Perfil geológico F-G-H-F, (oeste-este hasta La Paz); vista desde el sur hacia el norte

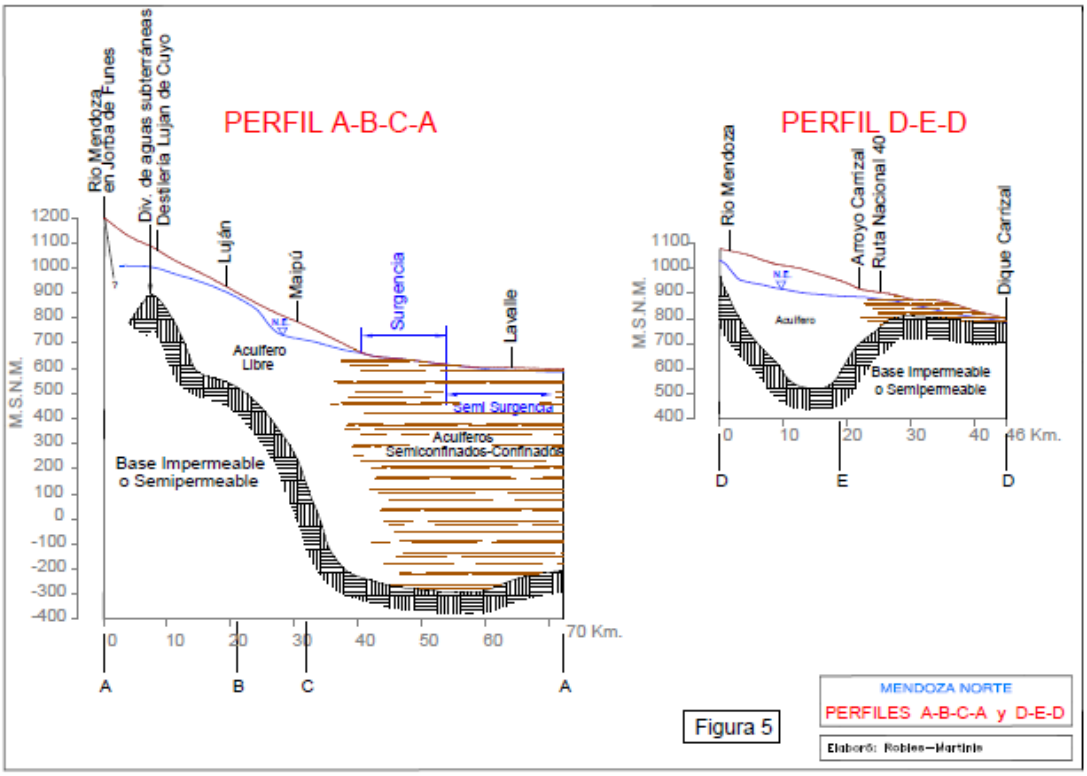


Figura 20: Perfiles geológicos: A-B-C-A, (sur-norte, hata Lavalle)
y D-E-D (oeste-este, Luján de Cuyo); vistas desde el sur hacia el norte

Como ya se mencionó, los acuíferos libres, están contenidos dentro de un gran cono aluvial integrado predominantemente por sedimentos gruesos en su desarrollo vertical y horizontal. En el área libre de la cuenca hidrogeológica, se produce la recarga natural del sistema y es allí donde ocurren las mayores fluctuaciones volumétricas. Estos acuíferos libres, subyacen a áreas cultivadas, y tiene una gran influencia la percolación profunda de los excedentes del riego con aporte de lixiviados químicos y orgánicos que contribuyen a su elevada salinidad transformándose en verdaderos sumideros de contaminantes de todo tipo. En general estos acuíferos están muy interrelacionados a las condiciones locales, por ello las pérdidas de conducción en los canales de riego, la percolación de suelos irrigados y el mantenimiento de las redes de drenaje constituyen los factores determinantes de sus variaciones hidrológicas y químicas. Tienen diferentes grados de asociación con los acuíferos profundos, aunque en caso de contaminación de la napa freática, por distintos mecanismos, pueden contaminarse los acuíferos profundos.

La recarga del acuífero se produce por infiltración en el lecho del río Mendoza, infiltración en canales, percolación profunda de riego y en menor medida por las precipitaciones meteóricas, mientras que la descarga ocurre por bombeo desde los acuífero y, descarga por drenaje superficial a través de arroyos que interceptan la freática en zonas medias y distales de la cuenca.

La infiltración en el cauce del río Mendoza se produce principalmente entre la salida del cañón de Cacheuta y el lugar denominado El Paraíso del Departamento de Maipú, y para un año hidrológico medio, dicha infiltración asciende a unos 300 hm3. La red piezométrica de observación hidrológica de la Cuenca de Agua Subterránea del Oasis Norte de Mendoza ha sido medida en forma casi ininterrumpida desde 1969.

Las series de datos de niveles piezométricos obtenidos en el período invernal constituye la base de la información para la cual se analiza y cuantifica la variación del almacenamiento de agua subterránea frente a las distintas variables de recarga – descarga. Las direcciones dominantes del flujo subterráneo, son hacia el sudeste, norte y noreste, a partir del ápice hidráulico generado por la recarga en el lecho del río Mendoza, cuando éste ingresa en la cuenca. Las mayores cotas piezométricas superan 910 msnm en el extremo occidental del abanico aluvial.

Funcionamiento del sistema acuífero

Resumiendo el sistema de funcionamiento de los acuíferos de la Cuenca Norte, decimos que se pueden distinguir tres zonas:

- ***La zona de recarga*** de acuíferos profundos, ubicada al oeste, rellenada con sedimentos gruesos con valores altos de porosidad y permeabilidad. También se la identifica como área de acuífero libre porque en el subsuelo no hay confinamiento de acuíferos. Allí recargan la cuenca las infiltraciones

que ocurren en los lechos de los ríos y de los canales y los retornos de riego (percolación en las áreas regadas). El agua subterránea fluye hacia el norte y este (también sur en la subcuenca El Carrizal), en forma radial, hasta alcanzar el límite entre el área de acuífero libre y la zona de acuíferos confinados.

- ***La zona de acuíferos confinados y semiconfinados*** se desarrolla a continuación de la zona libre y se extiende hasta las lagunas de Guanacache al norte y al este, hasta el río Desaguadero. El agua subterránea circula hacia ellos a través de un primer nivel acuífero, freático, libre, el más cercano a la superficie del terreno y de acuíferos semiconfinados y confinados, más profundos. Antiguamente tanto las lagunas como el río mencionados actuaban como colectores y drenes de la cuenca; hoy, salvo años con derrames excepcionales, se encuentran secos. El acuífero freático se halla salinizado y prácticamente sin explotación. En esta zona también ocurren infiltraciones en los canales y retornos de riego, pero al mezclarse con el agua salina del primer nivel su calidad se deteriora.

- ***La zona de surgencia*** es una zona de descarga que se encuentra dispuesta hacia el Este, entre el límite del acuífero libre y confinados. El nivel freático se encuentra muy cercano a la superficie del terreno y los pozos construidos a más de 80 metros de profundidad, también artesianos, erogan agua sin requerir equipos de bombeo, dado que sus niveles piezométricos o hidráulicos se encuentran por encima de la superficie del terreno. Esta zona varía en sus dimensiones; abarca aproximadamente 250 km2 cuando la recarga de los acuíferos ha sido importante y disminuye hasta 180 km2 en períodos pobres.

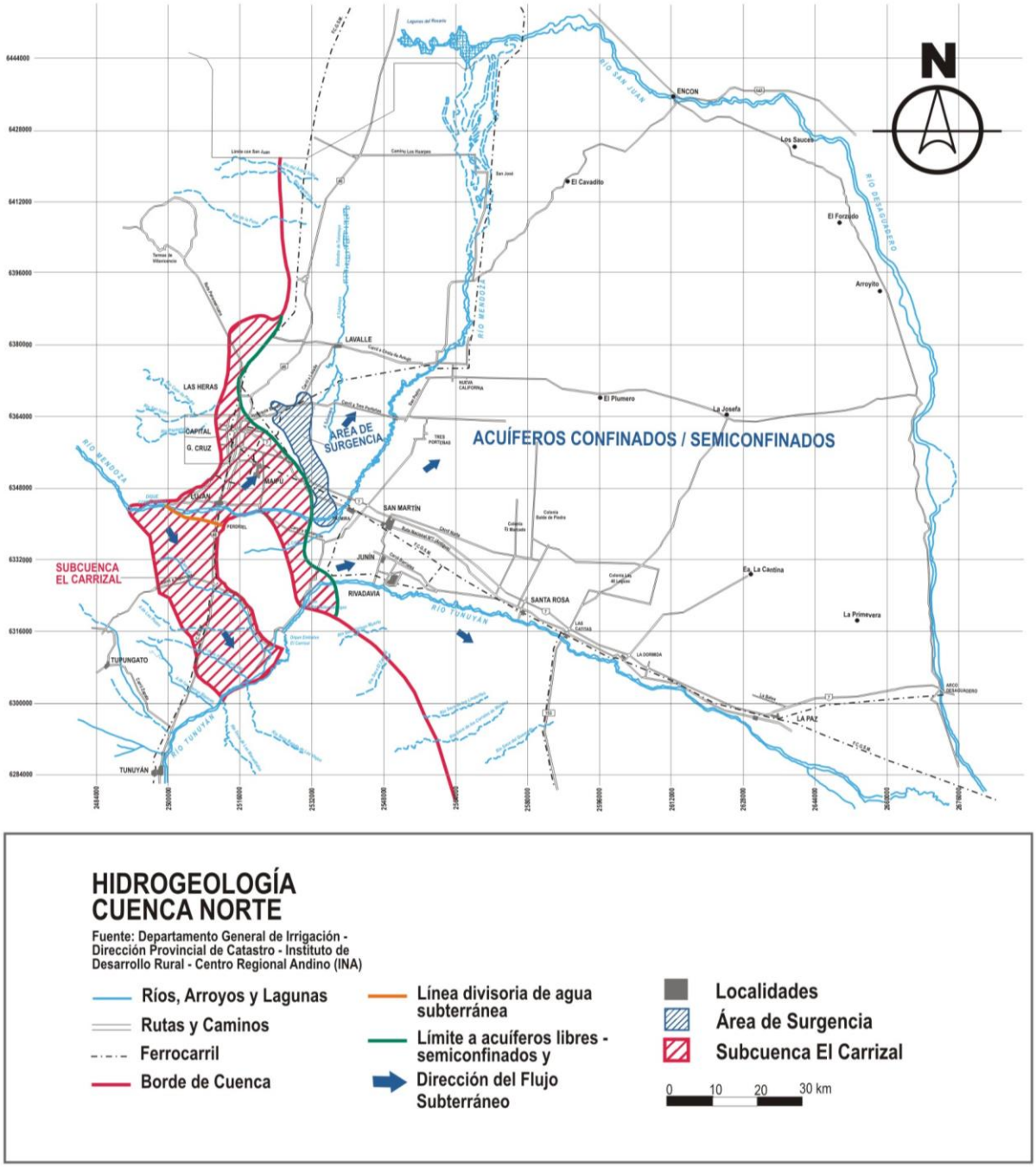


Figura 21: Esquema hidrogeológico de la Cuenca Norte (Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior)

Los ríos Mendoza y Tunuyán tienen sus cuencas imbríferas en la Cordillera de Los Andes y los sedimentos que transportan y que han transportado y rellenado la cuenca tienen el mismo origen. Sus aguas son producto del derretimiento de las nieves precipitadas en la alta montaña, y sus regímenes son de tipo nival: caudales crecientes desde la primavera al verano y decrecientes hacia el invierno.

El río Mendoza, cuyo módulo es de 50 m3/s, ingresa a la cuenca por el este, luego de abandonar las últimas estribaciones de la cordillera. Aporta a la misma el total de su caudal. A través de su lecho, desde su ingreso hasta el límite entre las zonas

de acuífero libre y de acuíferos confinados, se produce la recarga natural de acuíferos más imporntante.

Se estima que en ese tramo el río infiltra el 16% de su caudal. El resto es distribuido para riego y otros usos, todos ellos con derechos adquiridos a través de concesiones. Actualmente se riegan aproximadametnes 63.000 hectáreas, de las cuales unas 22.300 se encuentran compensadas con agua subterránea. En el área de influencia de este río existen, además unas 16.600 hectáreas cultivadas exclusivamente con agua subterránea. Es decir que, de un total de 79.600 hectáreas, el 51% es regado exclusivamente con agua superficial, el 21% con agua subterránea exclusiva y el 28% con ambas (uso conjunto).

El río Tunuyán, que se origina más al sur, ha contribuido a la formación de dos cuencas sedimentarias: la Cuenca Centro o del Tunuyán Superior y la Cuenca Norte o del Tunuyán Inferior. En la primera, parte del caudal es derivado para riego, parte se infiltra recargando acuíferos y el resto continúa su movimiento hacia la Cuenca Norte. Este resto, en la zona baja de la misma cuenca Centro, colecta aguas del primer nivel acuífero que lo engrosan de tal forma que el caudal a la salida de la misma suele ser algo mayor que el que aporta desde la cordillera. En su recorrido hacia el norte, el río desemboca en el dique embalse El Carrizal, el que actúa como regulador de caudales para las áreas de regadío del Tunuyán Superior en la cuenca Centro y del Tunuyán Inferior en la cuenca Norte. Las erogaciones de El Carrizal y consecuentemente el ingreso a la cuenca Norte por el río Tunyán, son del orden de los 30 m3/s. Aproximadamente el 6% se infiltra en zona de acuífero libre recargándolo. El resto se distribuye para riego y otros usos, también con derechos adquiridos a través de concesiones. Actualmente se riegan con ese resto, aproximadamente 57.300 has., de las cuales unas 24.000 se encuentran compensadas con agua subterránea. En área de influencia de este río existen, además, unas 28.600 has. cultivadas exclusivamente con agua superficial, el 33% con agua subterránea exclusiva y el 28% con ambas (uso conjunto).

Si se sintetiza lo de ambos ríos, se tendría un total aproximado de 165.000 has cultivadas en la cuenca, de las cuales el 45% se riega con agua superficial, el 25% con agua subterránea y el 30% con ambas en conjunto.

El agua subterránea almacenada en la cuenca, bajo la extensión ya mencionada y calculada para un espesor saturado de 150 m, es del orden de 275.000 hm3. Su recarga anual producida por todo concepto (ríos, canales, retornos de riego, lluvia) en zona de acuífero libre, ronda los 700 hm3. El sentido de flujo del agua subterránea se verifica desde el oeste en forma radial hacia el sur (subcuenca El Carrizal), este y norte en el caso del área de influencia del río Mendoza, y de sur a norte y este en el caso del Tunuyán Inferior. La cuenca tendría como descargas naturales a las lagunas de Guanacache al norte y al río Desaguadero al este, pero dado el uso intensivo del agua que se realiza en el oasis, las mismas permanecen sin agua largos períodos de tiempo.

4.1.3.12 Características Hidroquímicas del recurso subterráneo de la Cuenca Norte

En la Cuenca Norte hay, aproximadamente 8.000 perforaciones, especialmente orientadas a la extracción de agua subterránea para riego, que explotan los acuíferos. Lo hacen tanto en la zona de acuífero libre, en las zona de surgencia como en la zona de acuíferos confinados. En la zona de acuíferos libres los pozos exploran profundidades entre los 100 y 200 m. En la zona de surgencia, superando profundidades de 80 m, se suele obtener agua que está expuesta a presiones y cuyo nivel se eleva a más de 5 m por sobre el terreno. En la zona de acuíferos confinados, el primer acuífero o acuífero freático se encuentra próximo a la superficie, aunque en la actualidad prácticamtne se ha abandonado su explotación; hacia abajo se presentan acuíferos con diferentes grados de confinamiento y en virtud de estudios hidroquímicos se definieron netamente otros niveles de explotación; uno que va desde los 100 hasta los 180 m de profundidad y otro que supera los 200 m, ambos, dado su artesianismo presentan niveles estáticos cercanos a la superficie (10 – 15 m).

Las recargas que producen los ríos Mendoza y Tunuyán, son deteminantes de la tipología hidroquímica del agua subterránea en esas zonas, que es cálcica-sódica predominantemente. A partir de las áreas de mayor recarga, la composición química del agua subterránea evoluciona en su movimiento horizontal sufriendo una mineralización natural progresiva en la dirección del flujo principal, variable para los distintos niveles de explotación y con distinto grado de afectación por acciones antrópicas. En la interacción con los materiales que conforman el acuífero ésta evoluciona, a sulfatada cálcica y sulfatada cálcica sódica en zonas intermedias de la cuenca, en las zonas distales sus características químicas predominantes son aguas del tipo sulfatadas sódicas y cloruradas sódicas (dependiente del grado de mineralización alcanzado en su equilibrio físico-químico).

En las zonas de acuíferos libres ese proceso muestra cambio en los valores de CEE de 1000 a 2200 µS/cm, desde su sector proximal al distal. En la zona de los acuíferos confinados, el acuífero freático varía su salinidad de 2.600µS/cm a valores superiores a 5500 µS/cm en zonas de intensa actividad agrícola. En general, este nivel no se explota actualmente debido a su elevado tenor de salinidad originado por la intensa actividad agrícola bajo riego que se desarrolla en superficie, causa por la cual la mayoría de las perforaciones de esta profundidad se han abandonado y reemplazado por otras que explotan los niveles más profundos.

Consecuentemente, la calidad del agua para diversos usos difiere según una serie de factores geológicos e hidrogeológicos que ejercen una marcada influencia sobre su composición química natural.

Para los horizontes acuíferos explotados actualmente, existe una zonación hidroquímica vertical en tres niveles diferenciados principalmente por su grado de salinidad, la que en general disminuye con la profundidad.

El primer nivel de explotación tiene una profundidad inferior a los 80 m. La salinidad del agua varía desde 1.000 µS/cm en el área de máxima recarga a valores superiores a 5.500 µS/cm en zonas de intensa actividad agrícola ubicadas al este del río Mendoza. En general, este nivel no se explota actualmente debido a su elevado tenor de salinidad, causa por la cual la mayoría de las perforaciones de esta profundidad se han abandonado y reemplazado por otras que explotan los niveles más profundos.

El segundo nivel de explotación tiene profundidades que varían entre 100 y 180 m. Los tenores más bajos de salinidad, variables entre unos 700 y 1.000 µS/cm, se encuentran en el área del acuífero libre y en casi todo el sector de influencia del río Mendoza. Hacia el este de la cuenca la salinidad aumenta progresivamente hasta alcanzar valores de 4.000 µS/cm.

Las salinidades elevadas en algunos sectores de la cuenca se deben principalmente a contaminación salina inducida desde el primer nivel por efectos derivados de la sobreexplotación de acuíferos, mala construcción de perforaciones y roturas de perforaciones por corrosión en cañerías de entubación.

El tercer nivel de explotación tiene profundidades superiores a los 200 m y es el menos expuesto a procesos de contaminación de origen exógeno. La salinidad del agua en este nivel varía entre unos 700 a 1.800 µS/cm, pero en el área de influencia del río Mendoza no supera los 1.200 µS/cm.

El bombeo total estimado para distintos años a través de la realización de balances hidrológicos varía entre los 250 a 600 hm3, según se trate de años pobres o ricos desde el punto de vista hídrico. Especial incidencia tiene, sin dudas, el área de uso conjunto en la cual gran parte de los agricultores utiliza agua subterránea para suplir el déficit de agua superficial. Es decir, el almacenamiento de agua subterránea ha sido hasta hoy el verdadero regulador de caudales para la agricultura y otros usos.

Los balances hidrológicos no parecen mostrar una tendencia negativa en el almacenamiento de agua subterránea, exceptuando a la subcuencia El Carrizal, que además se encuentra amenazada por la contaminación petrolera. Salvo los faltantes estacionales, principalmente en primavera y comienzos del verano en algunos años, no se puede asegurar que la Cuenca Norte se encuentre deficitaria de agua. Los mayores problemas viculados al agua están vinculados a la ya mencionada contaminación petrolera, y a la salinización de acuíferos en la zona este de la cuenca.

4.1.3.13 Aspectos Hidrológicos del recurso subterráneo

Como ya se dijo, los acuíferos de la cuenca Norte constituyen una sola masa de agua en toda la extensión de la cuenca. El movimiento del agua subterránea se produce desde los puntos de ingreso del agua a la cuenca, desde Cacheuta en el Río Mendoza y desde la descarga del dique El Carrizal en el caso del río Tunuyán.

La recarga de agua subterránea se produce principalmente a través de tres procesos: infiltración en el lecho del río Mendoza, entre la garganta de Cacheuta, a la salida del río de la Precordillera a la llanura y el Dique Cipolletti, infiltración en las parcelas regadas, infiltración en los canales de riego.

Infiltración en las parcelas regadas: la infiltración del agua a nivel de parcela, o flujo de retorno, constituye el segundo proceso en importancia para la recarga, estimándose en un 35-40% del total aplicado para riego. Este índice fluctúa en función de una serie de factores entre los que se destacan: la permeabilidad del suelo, la altura y permanencia de la lámina de agua aplicada, la capacidad de retención de la vegetación y las pérdidas por evapotranspiración.

Infiltración en los canales de riego: finalmente, la infiltración en los canales de riego (principales, secundarios y prediales) carentes de revestimiento, conforma la tercera vía en importancia respecto a la recarga, con alrededor de 20-30 % del agua circulante.

En la **Figura 22,** se observa la piezometría de la cuenca y las direcciones dominantes del flujo subterráneo. Estas son hacia el noreste, este y sudeste, a partir del ápice hidráulico generado por la recarga en el lecho del río Mendoza, cuando éste ingresa a la cuenca. Las mayores cotas piezométricas superan 910 msnm en el extremo occidental del abanico aluvial y las menores, llegan a 470msnm, en el borde oriental del mismo.

El gradiente hidráulico, oscila en 0,4% en Luján de Cuyo; al NE de dicha localidad en la parte media del abanico aluvial aumenta a 5% debido a la fracturación que afecta el anticlinal Lunlunta – Barrancas – Carrizal. En Lavalle – Costa de Araujo es de 0,12%. Hacia el Este, en la llanura, el gradiente es más uniforme, oscilando en el 0,17%. Al SO del mencionado anticlinal, en la subcuenca El Carrizal, entre el río Mendoza y Ugarteche es de 0,5% y entre Ugarteche y el Embalse El Carrizal de 0,6%.

La profundidad del agua subterránea, varía entre más de 160 m al Oeste de Luján de Cuyo y 0 m en la vecindad de Palmira **Figura 96.** La línea de isoprofundidad de 0 m, que se elonga hacia el NO de dicha localidad, limita un ámbito de surgencia con niveles superiores a +5 m por encima del terreno, en la zona de engranaje entre los acuíferos libres al SO y semiconfinados al NE.

La oscilación vertical de la superficie piezométrica**,** se produce como consecuencia de la variación en el volumen de agua almacenada en un acuífero libre; el descenso implica disminución y el ascenso aumento de la reserva. En un acuífero confinado las oscilaciones de la superficie piezométrica derivan de cambios en la presión hidráulica, mientras que en uno semiconfinado, inciden ambos procesos. (**Figura 22**).

Actualmente existen aproximadamente 8000 perforaciones en toda la cuenca, especialmente orientadas a la extracción de agua subterránea para riego. Lo hacen tanto en la zona de acuíferos libres, en la zona de surgencia, como en la zona de acuíferos confinados. En la zona de surgencia, superando profundidades de 80 m se suele obtener agua que está expuesta a presiones y cuyo nivel se eleva a más de 5 m por sobre el terreno.

En la zona de acuíferos confinados, el primer acuífero o acuífero freático se encuentra próximo a la superficie, aunque en la actualidad prácticamente se ha abandonado su explotación. Hacia abajo se presentan acuíferos con diferentes grados de confinamiento y en virtud de estudios hidroquímicos se definieron netamente otros dos niveles de explotación; uno que va desde los 100 hasta los 180 m de profundidad y otro que supera los 200m; ambos, dado su artesianismo presentan niveles estáticos cercanos a la superficie (10 – 15 m).

El bombeo total anual estimado para distintos años a través de la realización de balances hidrológicos varía entre los 250 y 600 hm3, según se trate de años pobres o ricos desde el punto de vista hídrico. Especial incidencia tiene, sin dudas, el área de uso conjunto en la cual gran parte de los agricultores utilizan agua subterránea para suplir los déficits de agua superficial. Es decir, el almacenamiento de agua subterránea ha sido hasta la construcción y operación del Embalse Potrerillos el verdadero regulador de caudales para la agricultura y otros usos.

La permeabilidad o conductividad hidráulica**,** obtenida mediante ensayos de bombeo, varía en el sentido del flujo de agua subterránea y acorde con los procesos de sedimentación con valores máximos de 100 m/d en los alrededores de Luján de Cuyo, 150 m/d en la parte media del abanico aluvial del río Mendoza y 60 m/d al Norte de San Martín y Santa Rosa. Los valores más bajos 10 m/d corresponden al Sur del Valle de Carrizal, Norte del Departamento Las Heras y Este del Departamento La Paz.

El coeficiente de Almacenamiento, obtenido mediante ensayos de bombeo, en el área del acuífero libre, se estima valores entre 1×10^{-1} a 10×10^{-1}, en la llanura varía desde 30×10^{-4} a 1×10^{-4}.

El coeficiente de percolación, obtenido mediante ensayos de bombeo en la llanura, varía desde 1×10^{-4} a 40×10^{-4} x 1/d.

Las velocidades de flujo horizontal, se estiman considerando los gradientes hidráulicos y las permeabilidades en las direcciones de flujo. En dirección NE hasta Luján de Cuyo es aproximadamente de 0,4 m/d, al NE de dicha localidad, en la parte media del abanico aluvial aumenta hasta valores máximos de 7 m/d. Más al NE, hacia la zona de Lavalle – Costa de Araujo, disminuye a valores de 0,012 m/d. Hacia el este, en la llanura, al Norte de San Martín y Santa Rosa es de 0,1 m/d. En La Dormida y La Paz disminuye a 0,002 m/d. Al SO del anticlinal, entre el río Mendoza y Ugarteche es de 0,5 m/d, disminuyendo a 0,2 m/d, entre Ugarteche y el Embalse El Carrizal.

El recurso renovable disponible, es el volumen de agua anual promedio disponible sobre el que debe planificarse su uso, es el que recarga por todo concepto a la cuenca de aguas subterráneas y oscila en los 700 hm3 año, en la zona de acuífero libre.

Las Reservas funcionan como embalse natural regulador estacional e interanual. El volumen de agua total almacenada en los depósitos aluviales de ambos ríos se estima en función del producto entre la extensión (22.800 km2), el espesor saturado asumido de 150 m y el coeficiente de almacenamiento 0,08; en 275.000 hm3. Esta estimación incluye tanto el contenido del acuífero libre como el de los semiconfinados y confinados en toda su extensión. Bajo el área cultivada y hasta unos 150 metros de espesor saturado, el almacenamiento se calcula en unos 30.000 hm3.

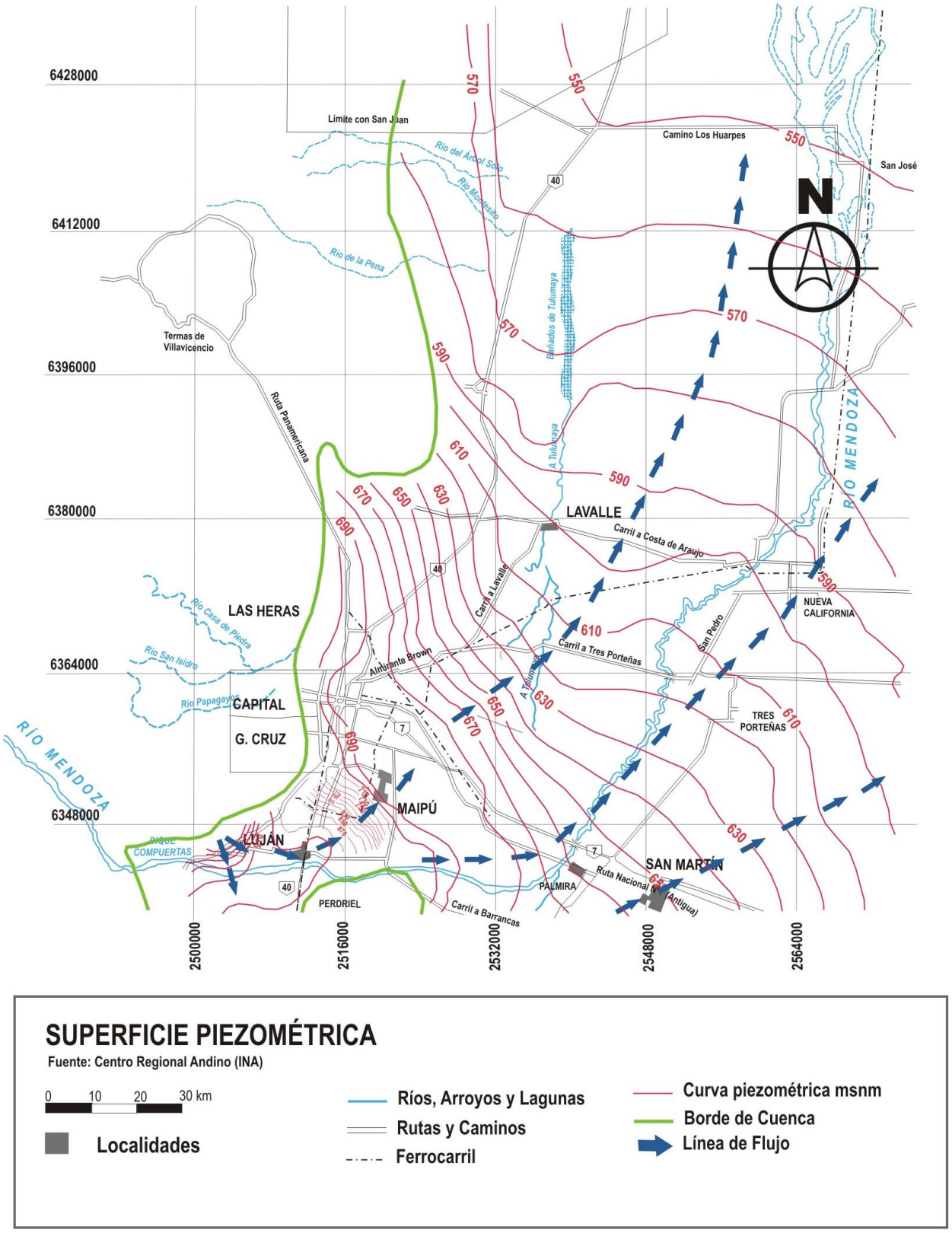


Figura 22: Superficie Piezométrica

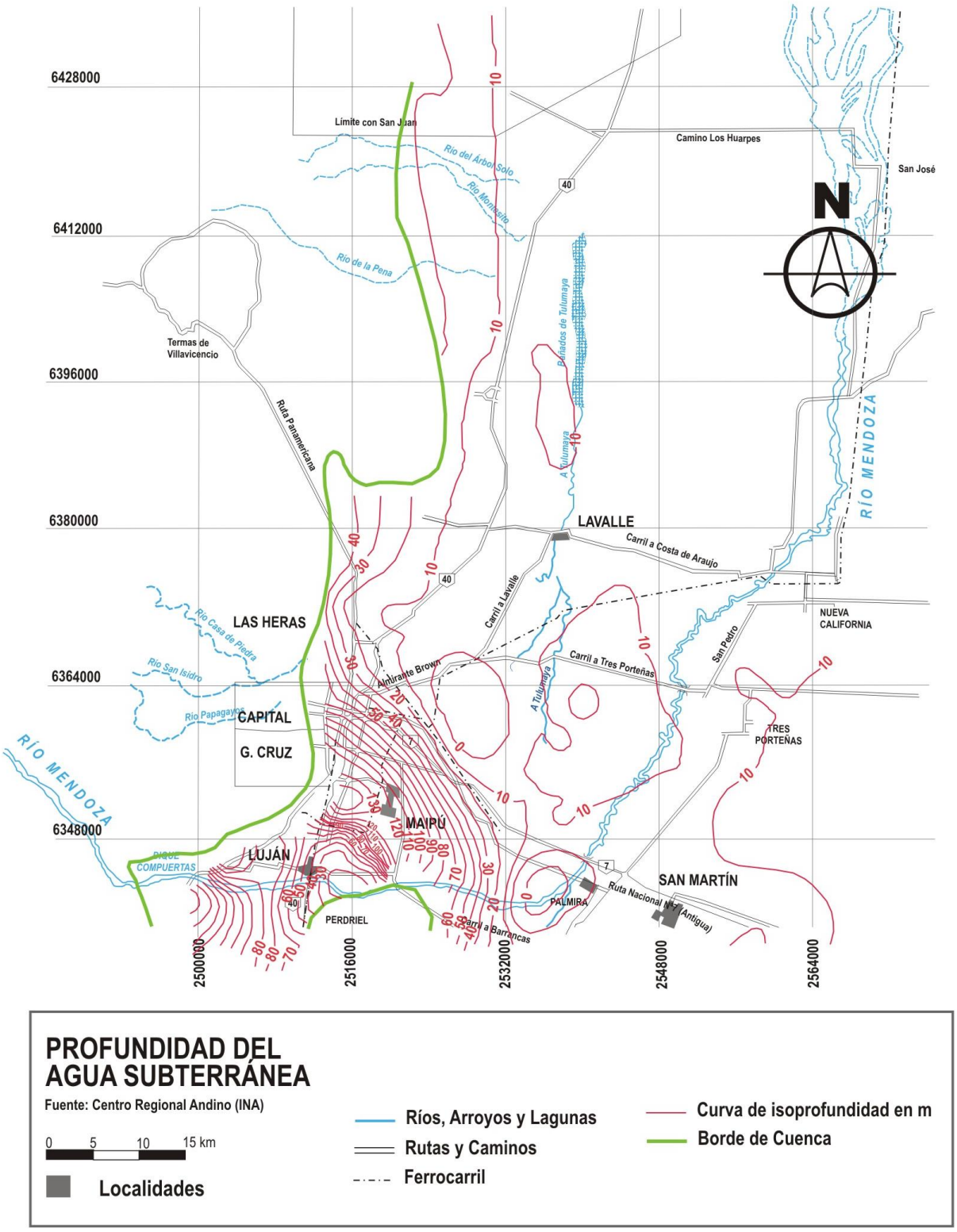


Figura 23: Profundidad del Agua Subterránea

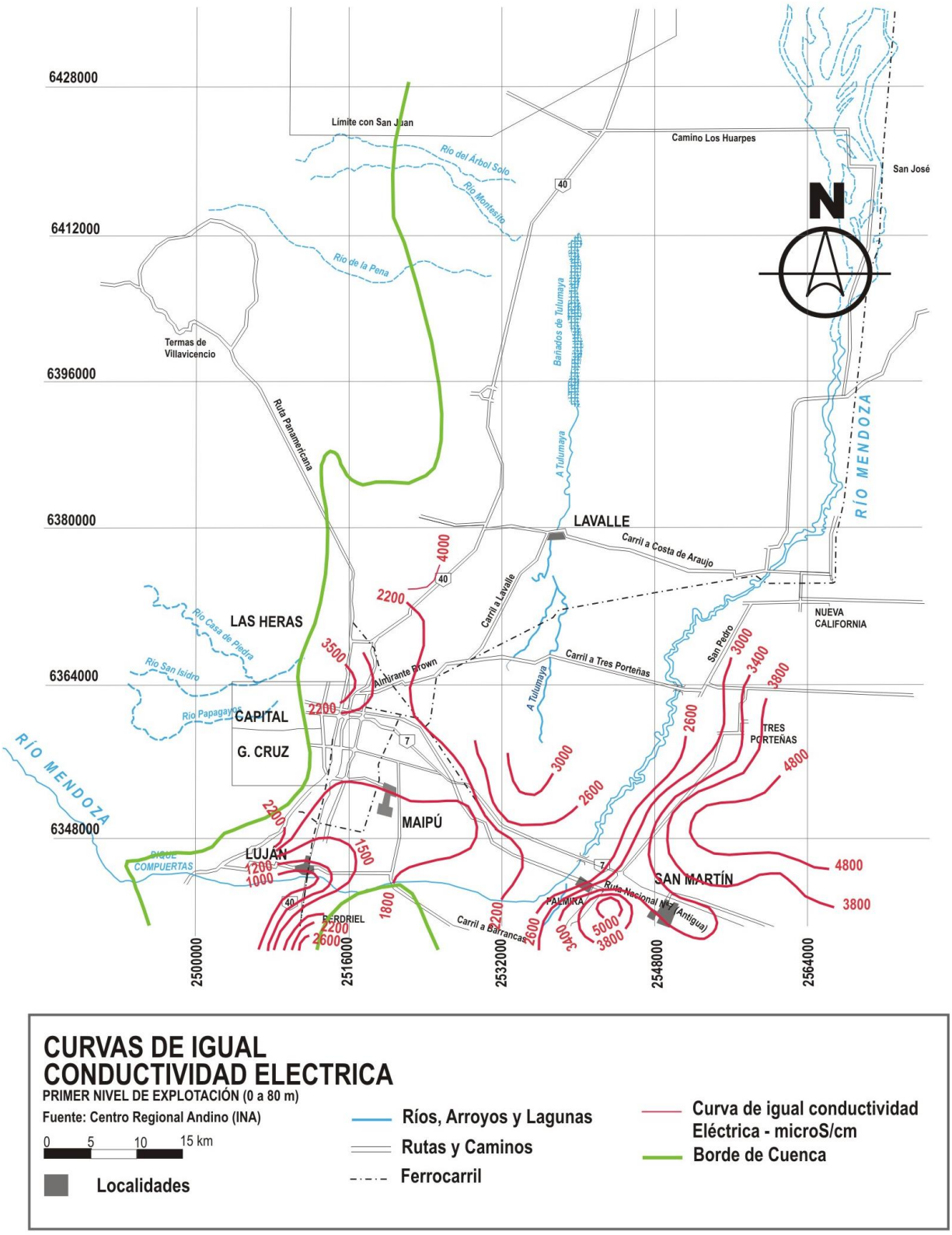


Figura 24: Conductividad Eléctrica – Primer Nivel (0 a 80m)

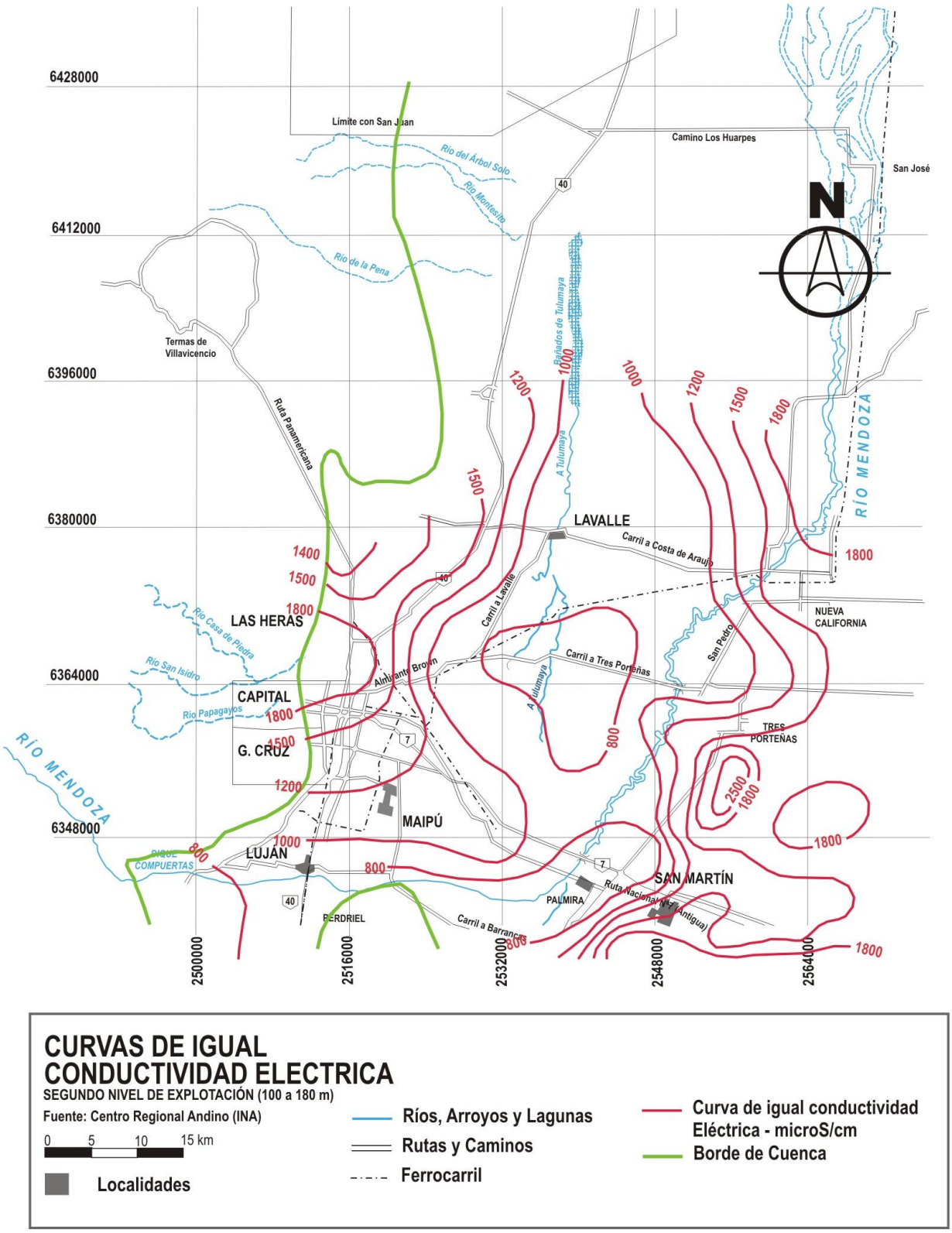


Figura 25: Conductividad Eléctrica – Segundo Nivel (100 a 180m)

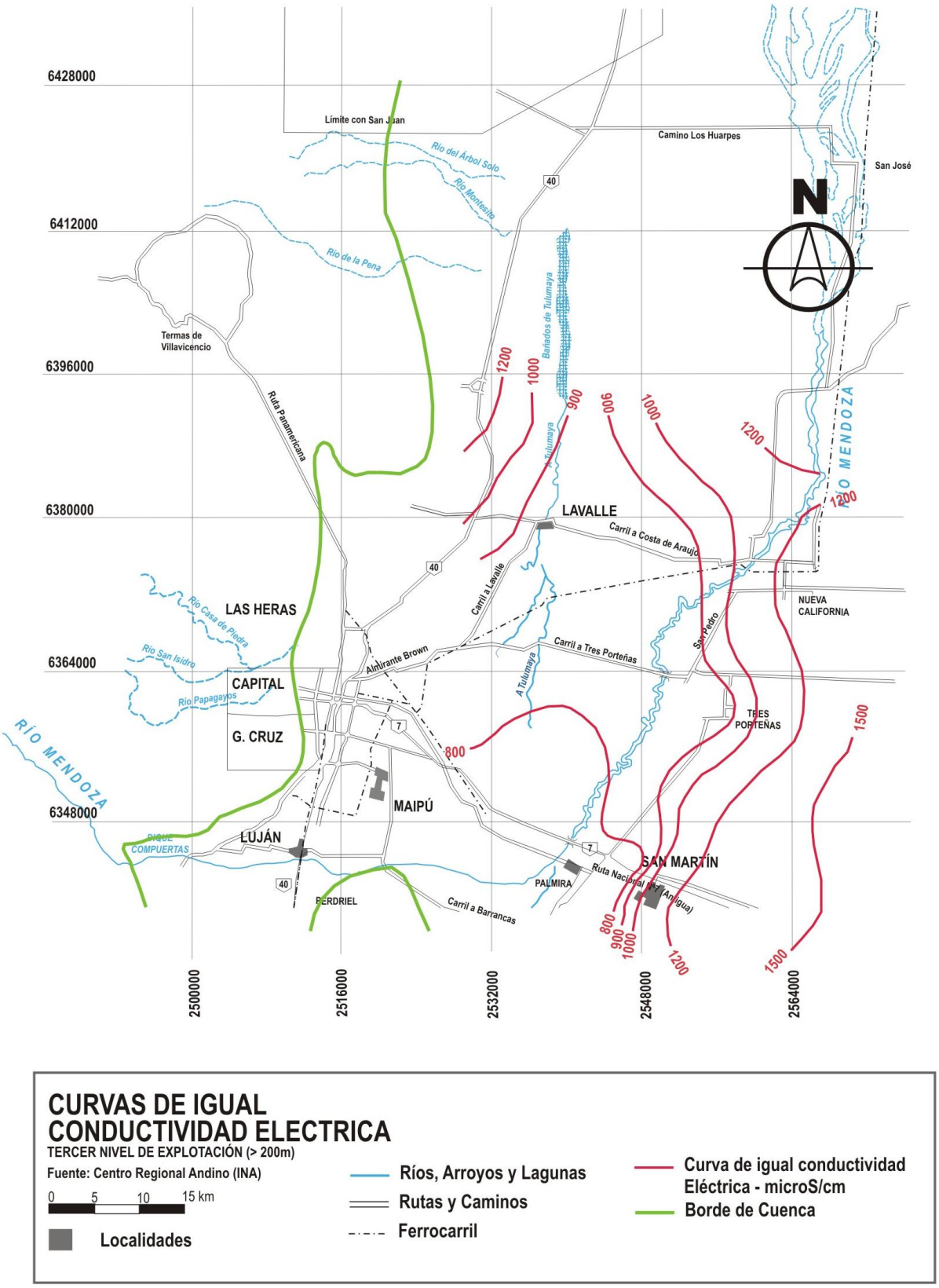


Figura 26: Conductividad Eléctrica – Tercer Nivel (> a 200 m)

4.1.3.14 Afectaciones al recurso hídrico subterráneo

Resulta necesario evaluar la situación generada por otras actividades que pueden sumar un riesgo adicional de contaminación, que en su momento generaría conflictos de asignación de responsabilidades. En general existen zonas críticas en la cuenca, donde pueden ocurrir procesos contaminantes por percolación de líquidos provenientes de distintas fuentes.

Contenido de nitratos en el agua subterránea

Los nitratos son los nutrientes más importantes desde el punto de vista de la contaminación de las aguas subterráneas debido a la gran movilidad de estos en el suelo y en los acuíferos. Son los productos finales de la estabilización aeróbica del nitrógeno orgánico y su presencia es inevitable en aguas poluídas. El ion nitrato contenido en el agua subterránea constituye un indicador de los procesos de contaminación orgánica y rara vez su presencia se debe al aporte de formaciones geológicas que conforman los acuíferos.

La agricultura que requiere de compuestos nitrogenados aplicados al suelo en forma orgánica (estiércol, urea) o en forma inorgánica con los fertilizantes de producción industrial produce cantidades importantes de $NO3^-$ lixiviados, distribuidos en las parcelas bajo riego que pueden alcanzar los niveles saturados en grandes extensiones rurales.

Los desagües industriales sin sistemas de tratamiento de sus desechos producen efluentes contaminantes, a veces ricos en materia orgánica como es el caso de las industrias conserveras, vinícolas y alcoholeras.

Otra fuente importante de materia orgánica los constituyen los desagües cloacales que pueden ser un factor de contaminación relevante si no se toman debidas precauciones en su disposición. Los desechos cloacales conducidos por extensas redes colectoras a cuerpos receptores, donde se efectúan tratamientos primarios, producen efluentes ricos en nitratos que pueden percolar en el terreno alcanzando los acuíferos subyacentes. Lo mismo sucede con los efluentes domiciliarios dispuestos en pozos absorbentes, cunetas o zanjas; eventuales pérdidas producidas en las redes colectoras y el lixiviado de vertederos de basura.

El nitrato es aplicado al suelo en fertilizantes orgánicos como el estiércol y la urea, y en forma inorgánica en compuestos industrializados acompañados de otros elementos como fósforo y potasio. En el medio saturado, el $NO3^-$ se mueve en la dirección principal del agua en el acuífero, que es paralela al gradiente hidráulico. La mezcla vertical de las aguas nitratadas se efectúa muy lentamente por lo que cuando existen procesos de contaminación orgánica siempre aparece una mayor concentración de nitratos en los primeros metros del espesor saturado.

En **Figura 27,** se muestran las curvas de igual concentración de nitrato en el agua subterránea del primer nivel de explotación.

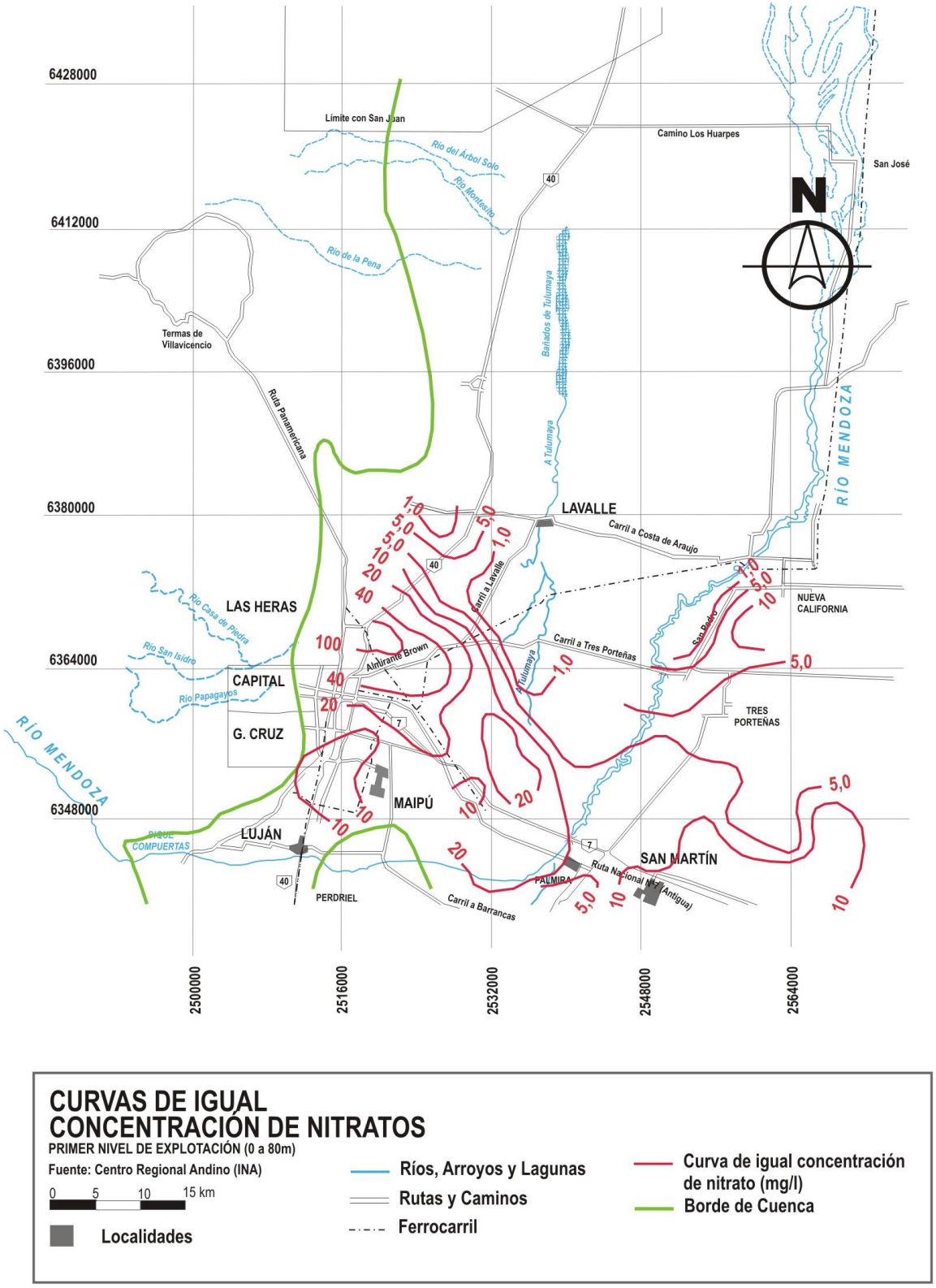


Figura 27: Concentración de Nitratos – Primer Nivel (0 a 80m)

El agua subterránea de este nivel de explotación es la más próxima a la superficie del terreno. Por esa razón se encuentra sometida a efectos modificadores de su composición química original, debido a la percolación de los excedentes de riego. Estos lixivian las sales del suelo y compuestos solubles derivados de fertilizantes y pesticidas aplicados en labores agrícolas.

En la Zona de Estudio, el primer nivel de explotación posee concentraciones de nitrato superiores a 20 mg/l, aumentando hacia la zona más poblada de Guaymallén, Las Heras, Godoy Cruz y Capital a tenores superiores a 100 mg/l. La presencia de nitrato en este sector de la cuenca debe atribuirse a la gran cantidad de desechos orgánicos de la actividad humana, en una población que excede el millón de habitantes, cuyos líquidos residuales percolan contaminando el primer nivel de explotación.

En áreas bajo riego, la concentración de nitrato en el primer nivel de explotación varía entre 5 a 40 mg/litro.

En general, el contenido de nitrato en el área de acuífero libre supera los 10 mg/l. Mayores contenidos de nitrato, variables entre 20 y 40 mg/l, se observan en las siguientes zonas: Ugarteche, Carrizal, Barrancas, Noroeste del Departamento de Maipú y centro del Departamento de Guaymallén. La mayor presencia de nitrato en estas zonas puede deberse a que se practica una intensa actividad agrícola dedicada principalmente a la horticultura. Esta actividad da uso intensivo a los suelos, con cultivos de estación, requiriendo riegos más frecuentes y utilización de cantidades cada vez mayores de fertilizantes.

En los Departamentos de Maipú y Guaymallén, también puede tener influencia la actividad industrial productora de efluentes con altas concentraciones de materia orgánica.

En la **Figura 28,** se volcaron las curvas de igual concentración de nitrato en el agua subterránea del segundo nivel de explotación.

En general, se observan tenores de nitrato inferiores a los existentes en el primer nivel de explotación. Las concentraciones más elevadas, que apenas superan los 20 mg/l, se encontraron en el área del Gran Mendoza (núcleo urbano), donde el nivel suprayacente alcanza tenores mayores de 100 mg/l. En este sector de la cuenca, la presencia de nitrato en el agua subterránea es atribuible a la percolación de desechos orgánicos provenientes de la actividad humana de estos núcleos urbanos. De hecho, la presencia de nitrato en el agua subterránea, debido a percolaciones de líquidos residuales incide en primer lugar sobre niveles acuíferos superiores, pudiendo transportarse a los acuíferos subyacentes por distintos mecanismos.

Al Norte y Sur de este sector, en áreas que abarcan las zonas: Norte del Departamento de Luján y sur del Departamento de Las Heras, Guaymallén y Maipú, el contenido de nitrato varía entre 10 y 20 mg/l. En esta área existe una actividad

agrícola intensa dedicada principalmente a la horticultura e industrial, cuyos desechos en la mayor parte de los casos, se vuelcan al Canal Pescara que atraviesa el área de Sur a Norte. La percolación de nitratos a partir de estos desechos y de la actividad agrícola incide en primer lugar en el nivel de explotación superior, donde se encuentran tenores que oscilan entre 20 y 40 mg/l.

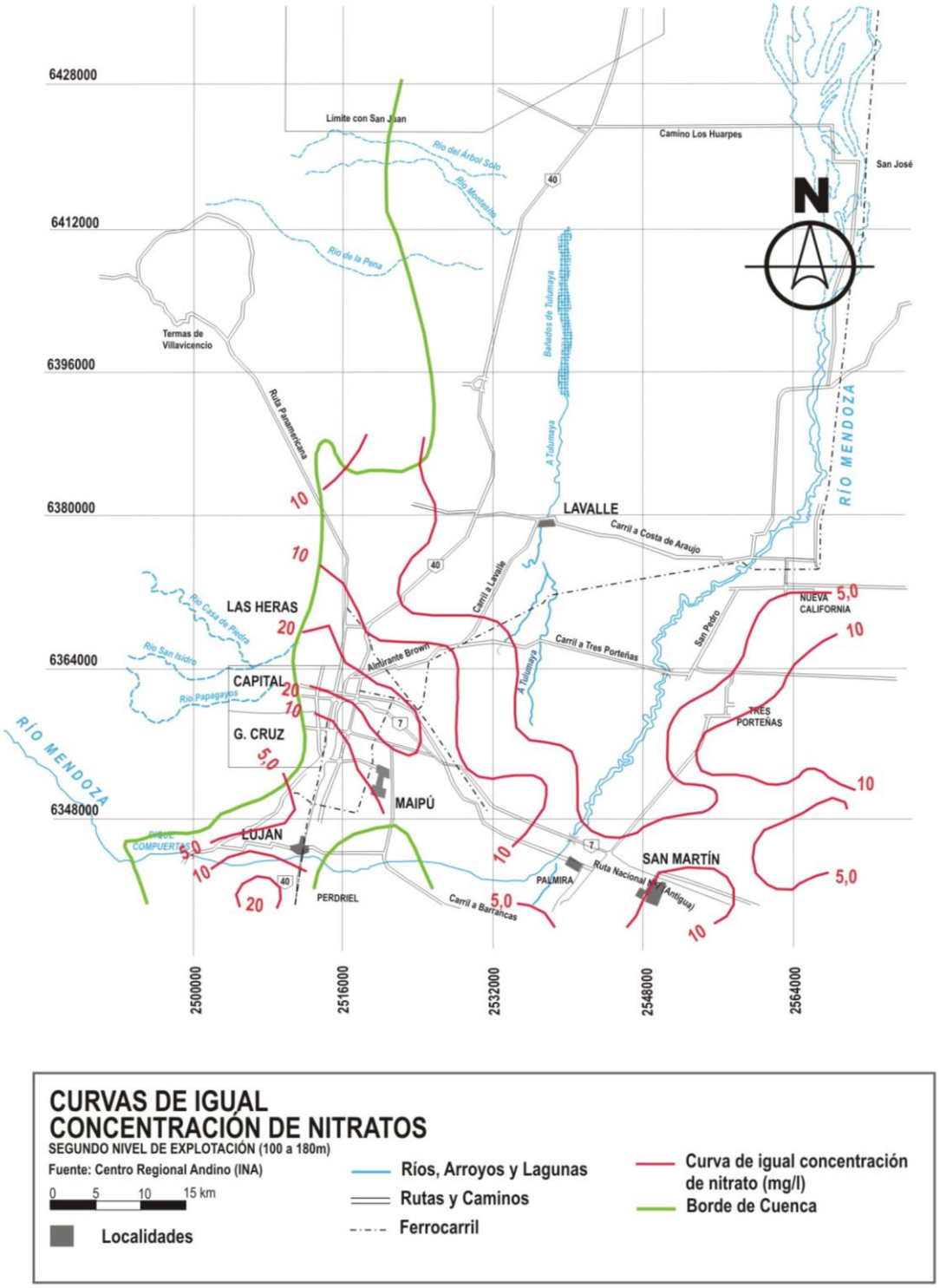


Figura 28: Concentraciones de Nitratos – Segundo nivel (100 a 180 m)

Contenido de metales pesados, agroquímicos e hidrocarburos en el agua subterránea

En este punto no se dispone de datos confiables dentro de la Zona de Estudio que puedan tomarse como referenciales. Los trabajos de investigación desarrollados hasta ahora en el ámbito provincial están enfocados a definir procesos evolutivos naturales en el subsuelo, principalmente en el espesor saturado de las formaciones sedimentarias, a partir de áreas de recarga y su relación con fuentes superficiales que alimentan los reservorios subterráneos.

La escasa información sobre composición de metales pesados disponible es solo representativa de puntos aislados y fases no correlacionables realmente. Por otra parte, dicha información carece de las especificaciones básicas requeridas en un análisis previo de confiabilidad. Además, se originan en distintos laboratorios, las técnicas analíticas utilizadas no están especificadas, la época de inspección no es asociable con ciclos hidrológicos identificables, etc.

Por otra parte se ha denunciado la aparente contaminación petrolera de pozos de agua ubicados en la subcuenca El Carrizal del Río Mendoza, a unos 50 km de la capital de Mendoza. La zona afectada abarcaría alrededor de 540 km2, por debajo de la cual se encuentra una reserva de 22.000 hm3 de agua que constituye el área de máxima recarga de la subcuenca, y que compromete a una extensión productiva del orden de 30.000 has.

Efectos inducidos por la explotación

A continuación se describen las principales actividades que se desarrollan en el ámbito del sistema hídrico que estamos analizando y que pueden afectar o que están afectando la calidad del agua, por la incorporación de contaminantes en cursos superficiales y acuíferos. Estas se agrupan según sus distintos usos en: poblacional, industrial y agrícola (**Figura 29**).

Uso poblacional

La producción de agua subterránea es de 43,14 hm3/año, destinada a núcleos urbanos del Oasis Norte de Mendoza. Si bien los volúmenes anuales extraídos constituyen una alícuota medianamente importante respecto del bombeo total, dado su dispersión no ha sido posible detectar la afectación que se produce sobre los acuíferos.

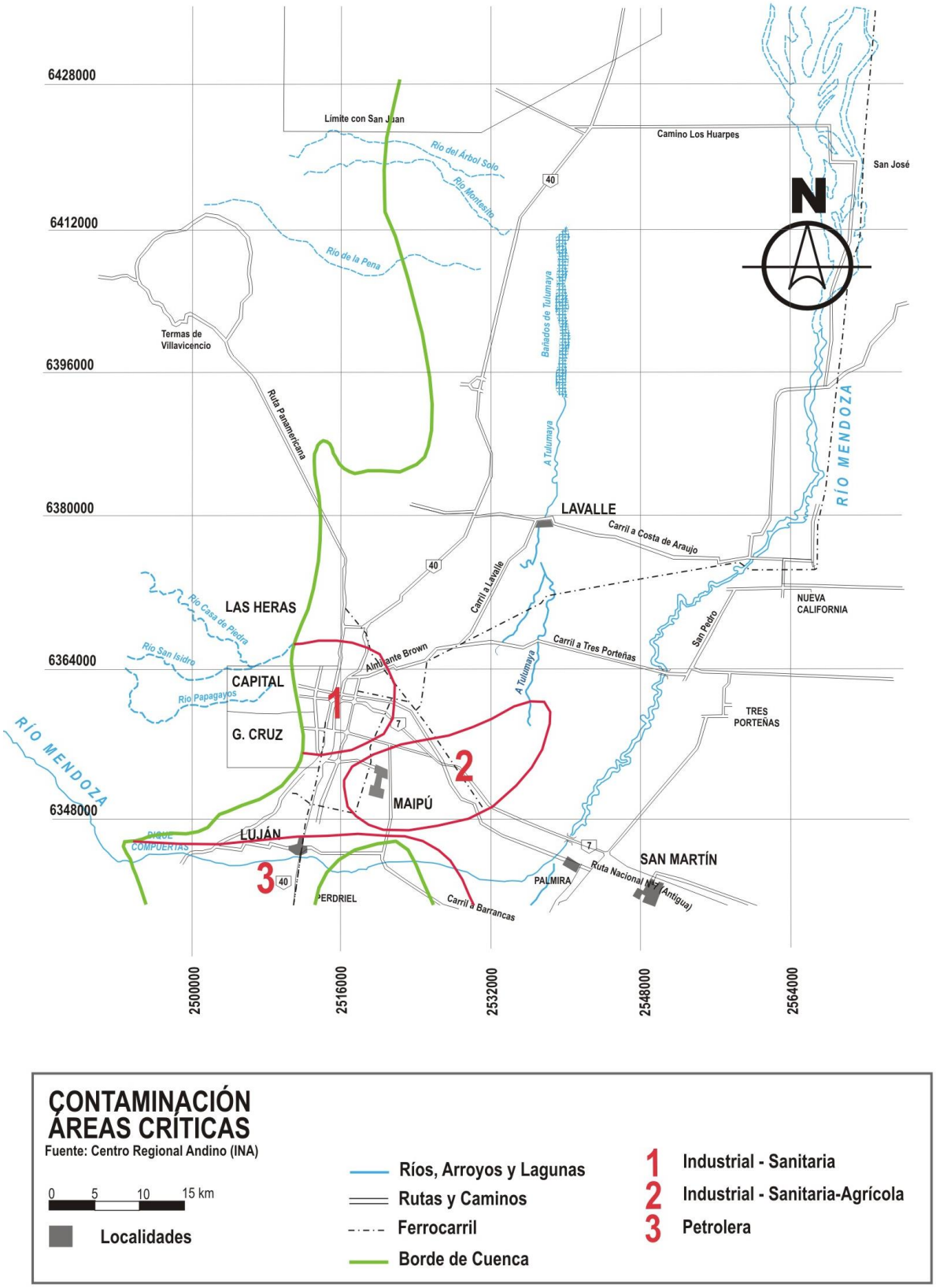


Figura 29: Contaminación – Áreas Críticas

Los problemas que ocasiona el uso poblacional están asociados principalmente a la disposición de las aguas servidas. Hasta el presente, se han realizado estudios en el área del Gran Mendoza efectuando solo determinaciones de nitrato, que al ser el compuesto nitrogenado más estable resulta un buen indicador de contaminación de origen orgánico.

La percolación de líquidos cloacales que se produce a partir de los pozos sépticos, plantas de tratamiento y disposición de efluentes urbanos, produce contaminación del agua subterránea en las áreas urbanas y en los lugares de ubicación de las plantas de tratamiento.

En el área del Gran Mendoza se han detectado altos niveles de contaminación orgánica por esta actividad. En dicho sector de la cuenca donde los acuíferos son libres los estudios realizados han permitido definir que el segundo nivel de explotación de agua subterránea presenta "contaminación incipiente" con concentraciones de nitratos que van desde 20 a 50 mg/l. En el primer nivel de explotación, se puede decir que existe una "contaminación establecida" con valores de nitratos que varían entre 50 y 100 mg/l y un área ubicada bajo el mayor conglomerado donde existe un "alto grado de contaminación" con concentraciones de 100 a 180 mg/l de nitratos.

No se han desarrollado estudios sistemáticos específicos que permitan definir la evolución de estos procesos y/o grados de afectación de la calidad del agua subterránea con relación a estas actividades potencialmente contaminantes. Los efluentes de la actividad sanitaria provenientes de las áreas urbanas, tienen tratamientos primarios, y posteriormente, en algunos casos, se reusan para riego y en otros se produce el vuelco a cauces superficiales.

En el área de jurisdicción del río Mendoza, existen dos plantas de tratamiento primario de fluidos cloacales cuyos drenajes, con alto índice de contaminantes orgánicos y biológicos, tienen su desarrollo en áreas donde los acuíferos de agua dulce están confinados, por lo que están más protegidos ante la contaminación proveniente desde la superficie.

La planta más importante es la de *Campo Espejo* (Departamento de Las Heras), cuyos efluentes irrigan 1.800 hectáreas al N y NE de la ciudad (algunos distritos de Las Heras y parte de Lavalle), provocando la contaminación de cursos superficiales que se extienden a otras áreas de regadío aledañas, por uso anárquico y desordenado de esos efluentes.

Los efluentes de la *Planta de Paramillos* (Departamento de Lavalle), son derivados al río Mendoza, poco antes de las últimas tomas sobre el mismo, contaminando así 5 canales del Tramo Inferior. Muestreos realizados en el punto de vuelco de los mismos indican: cargas bacterianas de $4{,}5 \times 10^{-5}$ NMP/ml de coliformes totales, e idéntico valor de coliformes fecales. Ello representa un

peligro real de contaminación que supone un peligro potencial altamente significativo de propagación de enfermedades de transmisión hídrica.
También es importante el lixiviado de basurales municipales, que produce el arrastre de agentes contaminantes a las napas de agua subterránea. La mayoría de los basurales son a cielo abierto o con enterramiento simple y se encuentran ubicados en zonas de suelos permeables.

Aún no se ha evaluado el grado de afectación del recurso hídrico en los casos en que el lixiviado de contaminantes de los basurales penetre al acuífero. Asimismo, si las condiciones actuales de estos basurales resulta ser inconveniente, se deben definir nuevas localizaciones, estableciendo a su vez medidas correctivas y de mitigación de impactos ambientales.

Uso Industrial

La actividad industrial, genera una situación de riesgo muy importante al considerar la ubicación muchas veces inadecuada de industrias y parques industriales, ya que no se ha tenido en cuenta la vulnerabilidad de los embalses subterráneos. Estas se han localizado principalmente en zonas de acuífero libre que son áreas naturales de recarga por lo que una disposición inadecuada de desechos líquidos o sólidos pueden producir el ingreso en forma directa de elementos contaminantes en el agua subterránea. Un ejemplo lo constituye la Destilería YPF y el Parque Industrial de Luján de Cuyo que se encuentra en el área más importante de recarga de los acuíferos de la Cuenca Norte.

Las actividades industriales que mayor contaminación producen por la naturaleza de sus efluentes y por descuidos en la disposición de los mismos son las alcoholeras, químicas, petroquímicas, curtiembres y mataderos. Las industrias de base agraria generan también grandes cantidades de materia orgánica, sales y eventualmente metales pesados.

A pesar de que no existen estudios sistemáticos de medición de este tipo de contaminación, se conoce que las principales áreas afectadas corresponden a los complejos agro-urbano-industriales de los Departamentos de Godoy Cruz, Guaymallén, Maipú y Luján.

En estos sectores de la cuenca, el vuelco de efluentes industriales a cauces públicos (ríos, cauces de riego, cauces de desagüe), representa una situación conflictiva por el alto grado de contaminación que producen. La contaminación de cualquier cauce superficial que tiene su desarrollo en el área de acuífero libre produce la incorporación de agentes contaminantes al acuífero subyacente.

El bombeo de pozos de agua para uso industrial se caracteriza por la extracción de importantes volúmenes destinados a la industria del petróleo y en menor medida para otras actividades productivas. En conjunto se estima que oscila en los 15 hm3/año.

La mayoría de los establecimientos industriales que vuelcan sus efluentes a cauces superficiales son del rubro agroalimentario (conservas vegetales, olivícolas y bodegas) pero también existen otras del rubro mataderos, curtiembres, destilerías de alcohol vínico, textil, papelera, embotelladora de bebidas gaseosas y otras.

Actualmente se han registrado 46 empresas que vuelcan sus efluentes en forma directa o indirecta al *Colector Pescara* sin tratamiento previo, y otras 17 empresas del área de influencia que lo hacen a pozos absorbentes.

Los problemas asociados a este uso dan origen a zonas críticas donde pueden ocurrir procesos contaminantes por percolación de líquidos provenientes de efluentes industriales, y de basurales municipales. Los agentes contaminantes de estas actividades son muy variados encontrándose desde agentes biológicos a todo tipo de compuestos químicos y materia orgánica.

La industria del petróleo, tanto extractiva como de refinería, se encuentra asociada a los sistemas hídricos más importantes de la provincia. Cuando no se toman los recaudos necesarios estás actividades producen importantes impactos ambientales. Los contaminantes (sales, hidrocarburos, metales pesados y radioactivos), tarde o temprano, se incorporarán a cuerpos de agua superficiales o subterráneos. En nuestro caso existe una destilería en Luján de Cuyo, en la margen derecha del río Mendoza en plena zona de recarga.

Uso agrícola

El uso del agua subterránea en la agricultura de Mendoza comienza a manifestarse e intensificarse a partir de la década del 50' del siglo pasado. Se usa en conjunto con el agua superficial y en forma exclusiva. Según ha podido observarse en los puntos anteriores que tratan los balances hídricos, los volúmenes extraídos de los acuíferos han variado en función de los aportes hídricos a la cuenca y la variación de las áreas regadas entre 200 hm3/año y 600 hm3/año.

Los problemas más importantes derivados de este uso, son los resultantes de la aplicación de agroquímicos a los cultivos, la sobreexplotación de acuíferos y perforaciones en mal estado, la existencia de embalses artificiales superficiales contaminados y la infiltración en el acuífero freático de las aguas claras. En el área agrícola bajo riego, el uso de agroquímicos como: pesticidas, fertilizantes y herbicidas, puede constituir la principal fuente de incorporación de contaminantes a las aguas subterráneas. Las zonas más susceptibles de ser contaminadas se encuentran en el área de acuífero libre y de acuífero freático en las zonas confinadas.

Las principales zonas en donde se ha detectado contaminación en el nivel superior del acuífero se encuentran ubicadas en áreas destinadas a la

horticultura de los Departamentos de Maipú (Rodeo del Medio), de Guaymallén (Corralitos y Rodeo de la Cruz), y de Luján (Ugarteche), con valores de 20 a 40 mg/l de nitrato y 2.000 a 3.500 mg/l de salinidad.
Se presume la existencia de contaminación en todo el oasis irrigado, pero no se han efectuado hasta el presente estudios sistemáticos que permitan verificar los grados de afectación.

Otros usos

También es importante el lixiviado de residuos dispuestos sin control (en basurales a cielo abierto o enterramiento simple), que produce el arrastre de agentes contaminantes a las napas de agua subterránea, cuando tales actividades se realizan en sitios con suelos permeables. Los agentes contaminantes de estas actividades son muy variados, encontrándose desde agentes biológicos (bacterias y virus), a todo tipo de compuestos químicos y materia orgánica.

Por ello, debido a las malas condiciones de disposición final de los RSU en la Zona de Estudio, se deben construir las infraestructuras necesarias para realizar una disposición controlada, estableciendo a su vez medidas correctivas y de mitigación de los actuales impactos ambientales producidos por los basurales a cielo abierto.

Se conoce que la profundidad de la superficie freática es de fundamental importancia para el desarrollo de cualquier actividad humana. Por ejemplo, en el caso de rellenos sanitarios, es muy importante cuidar que su fondo no sea alcanzado en ningún momento por las oscilaciones naturales o inducidas del nivel freático, ya que de producirse fuga de lixiviados o contacto del agua freática con los residuos, los contaminantes de los residuos se incorporarán rápidamente a los acuíferos subterráneos. Asimismo, debe haber un espesor de terreno no saturado entre los módulos del relleno y la superficie freática, ya que el suelo determina un factor adicional de seguridad ante filtraciones accidentales de lixiviados. Un espesor considerable de suelo no saturado, representa una zona de aireación y retención por adsorción, que permite la realización de procesos de degradación aeróbica por reacciones bacteriológicas enzimáticas.

4.1.3.15 Hidrogeología en el sitio de implantación

El terreno de implantación del proyecto se encuentra ubicado en las inmediaciones de la Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales de Campo Espejo, entre la Ruta Nacional nº 40 y el Canal Moyano. En la **Figura 30,** se muestra el catastro urbano del entorno y el emplazamiento del proyecto.

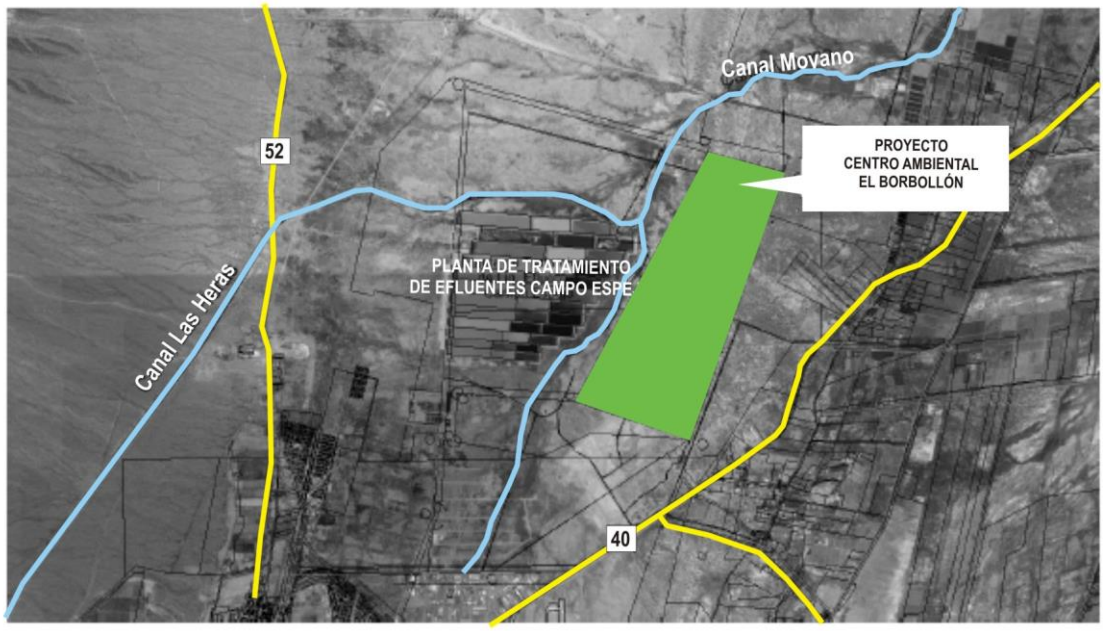


Figura 30: Área de Implantación sobre imagen satelital

Este predio forma parte del sector occidental de la Cuenca Norte, y pertenece a una región situada al oeste del río Mendoza que comprende parte de la llanura pedemontana, y de los cordones precordilleranos más orientales. La mayor parte de esta llanura está cubierta por terrenos barreales y conos aluviales de los ríos secos que drenan el borde precordillerano.

En la zona contigua al borde oriental precordillerano, la cubierta sedimentaria cuaternaria está levemente plegada en estructuras alargadas con sentido NNE-SSO, constituyendo lomadas entre las que se encuentra el anticlinal El Borbollón (665 msnm).

Debido al ascenso de los cordones precordilleranos y la cerrillada pedemontana, el abanico aluvial del río se extendió en dos áreas diferentes. Hacia la parte distal se presentan intercalaciones arcillosas cada vez más frecuentes. Lateralmente estos terrenos se intercalan con depósitos pedemontanos, sin que se observen diferencias litológicas entre ambos.

El terreno donde se construirá el Centro Ambiental, además de incluir un sector del anticlinal del Borbollón, está asentado en depósitos de la planicie aluvial de transición del río Mendoza y pedemontanos recientes y actuales. El relleno aluvial presenta marcados cambios litológicos laterales propios del ambiente deposicional de abanico y planicies aluviales, alcanzando unos 700 metros de espesor al este del mismo. Se encuentra apoyado sobre una base impermeable integrada por terrenos clásticos continentales de edad terciaria y localmente, triásica.

El área que nos ocupa (sitio específico de implantación del proyecto), se encuentra ubicada al oeste del anticlinal sobre sedimentos pelíticos finos provenientes de la precordillera, que se depositaron allí como consecuencia del endicamiento

producido por el flanco oriental del anticlinal. En dicha área no existen cursos naturales de agua superficial de carácter permanente. Al oeste de la misma algunos cauces colectan escurrimientos pluviales locales y provenientes de sus cuencas superficiales ubicadas en la precordillera. Los derrames eventuales son controlados por defensas aluvionales construidas al oeste de la zona.

Aquellas lluvias torrenciales que ocurren en el área drenan por la muy poco marcada red de escurrimiento natural y suelen escurrir por el mismo cauce que conduce las aguas residuales del Establecimiento Depurador Campo Espejo, a los canales de la red de riego de la zona de reuso.

En el terreno en estudio ocurren distintos ambientes de depositación, conformando un relleno cuaternario con marcados cambios de facies en lo referente a la granometría y litología. Estos sedimentos cambian de facie en dirección N-S y O-E con disminución notable de granometría y litología produciéndose condiciones de confinamiento – semiconfinamiento en los acuíferos del área.

Como se puede observar en la **Figura 31,** al este del terreno existe una extensa zona de surgencia para acuíferos con profundidades superiores a 40 m aproximadamente. Esta zona localizada en forma transversal al flujo regional del agua subterránea, varía su extensión de acuerdo al almacenamiento de la cuenca hidrogeológica vinculado a la relación recarga - descarga de la misma.

Antes de la incorporación intensiva del uso del agua subterránea en la ecuación del riego para los oasis de la Provincia, dicha zona de surgencia se extendía hacia ambos extremos ubicados al noroeste y sureste. Vale decir, que los acuíferos profundos del entorno del predio, actualmente no presentan surgencia natural, están confinados y por ende protegidos de recargas provenientes de la percolación de líquidos que se infiltren en la superficie.

Esto indica que existen sedimentos arcillosos que conforman una cubierta sedimentológica de escasa permeabilidad vertical que otorga a los acuíferos subyacentes un confinamiento y por ende una protección natural a la contaminación vertical.

Si bien está previsto realizar el aislamiento de los fondos del relleno sanitario mediante membranas impermeables, que impiden el percolado de los líquidos lixiviados generados por la descomposición de los residuos, siempre existe la posibilidad de roturas de dicha membrana, constituyendo en ese caso un potencial riesgo de contaminación del agua subterránea. Por estas razones, a pesar de las medidas de control y monitoreo de la efectividad de la impermeabilización de los fondos del vertedero, deben aprovecharse al máximo las protecciones naturales de los acuíferos subyacentes o de áreas proximales.

El sitio donde se construirá el Centro Ambiental, ubicado en el Departamento de Las Heras se encuentra en el área de interrelación de los conos aluviales del río Mendoza y de arroyos de bajadas pedemontana en sus facies distales. En dicha zona existe una acumulación de materiales finos impermeable que confinan los acuíferos cuaternarios profundos, de tal forma que en períodos hidrológicos ricos acumulan presión hidráulica, produciendo niveles piezométricos positivos.

Esta situación produce una doble protección natural de los acuíferos profundos:

1) El aislamiento hidráulico con las formaciones sedimentarias superficiales, ya que los sedimentos finos de baja permeabilidad forman una barrera a la percolación del agua, impidiendo la recarga vertical en ese sitio.

2) La presión hidráulica de los acuíferos confinados subyacentes producen componentes ascendentes del flujo subterráneo que impide el descenso gravífico de agua proveniente de sedimentos saturados de las formaciones superficiales.

En general, las cuencas hidrogeológicas de la provincia de Mendoza responden a un esquema que puede sintetizarse de la siguiente forma:

- ***Base impermeable o semipermeable de los acuíferos**:* constituida por sedimentos continentales del Terciario Superior, que por su litología, compactación y consolidación han perdido o reducido su permeabilidad primaria.

- ***Formaciones acuíferas**:* constituidas por sedimentos de origen fluvial que durante el proceso de transporte y depositación se han ido clasificando por tamaño, de mayor a menor, desde las zonas apicales de las cuencas a las zonas distales. Así se encuentran preferentemente materiales gruesos, como cantos rodados, gravas, gravillas y arenas gruesas en los conos de deyección, y predominancia de materiales más finos, como arenas finas, limos y arcillas, a medida que se produce un alejamiento en la llanura. Como consecuencia de ello, las permeabilidades también varían, disminuyendo considerablemente con la disminución del diámetro de los sedimentos. En todas las cuencas mencionadas, también productos de procesos de clasificación en la depositación, se encuentran formaciones acuíferas libres, semiconfinadas y confinadas.

- ***Circulación de agua subterránea**:* se desarrolla a partir de las zonas de mayor recarga (acuíferos libres) coincidentes en su mayor parte con los conos de deyección originados por los cursos de agua superficiales, acompañando la pendiente topográfica del terreno natural hacia las zonas de más bajas y de descarga.

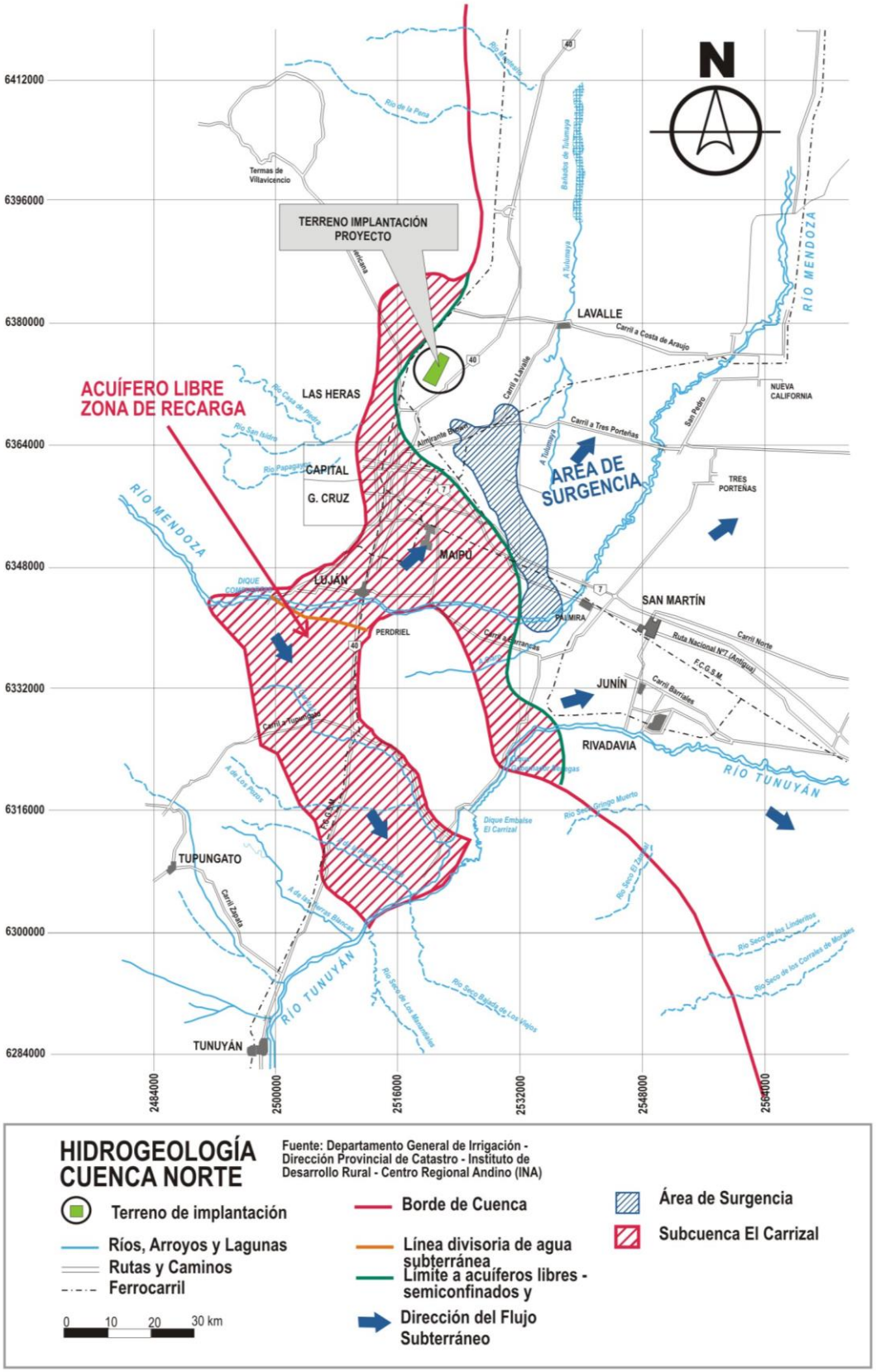


Figura 31: Esquema Hidrogeológico Mendoza Norte (con terreno de implantación)

Como se puede observar en la **Figura 31,** el terreno de implantación del proyecto se ubica en el límite entre el acuífero libre y el confinado. La profundidad del nivel fretático según los antecedentes expuestos precedentemente, varía entre 10 y 20 metros, tal como se puede apreciar en la **Figura 32,** que resulta de superponer la capa del catastro con el plano de profundidad del agua subterránea confeccionado por el INA- CRA. (**Figura 33**).

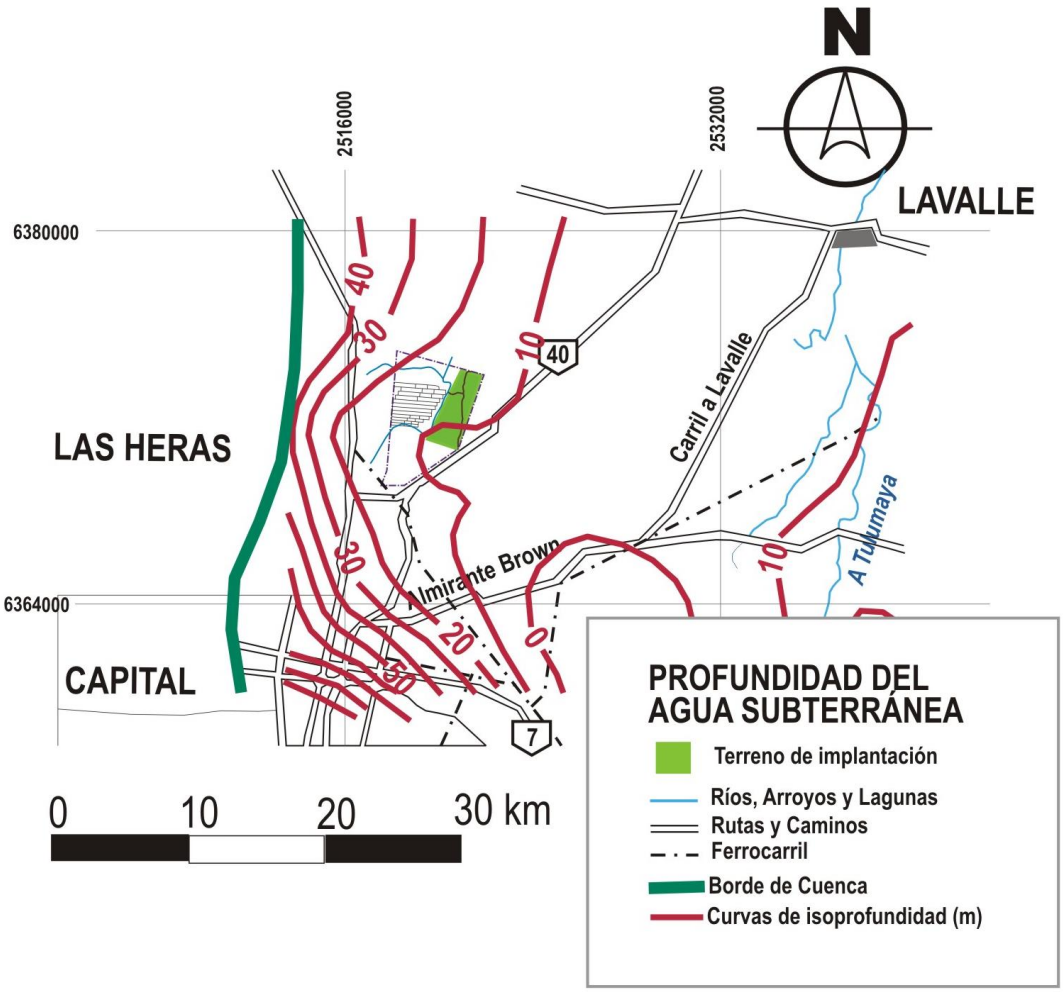


Figura 32: Profundidad del agua subterránea – Terreno de Implantación

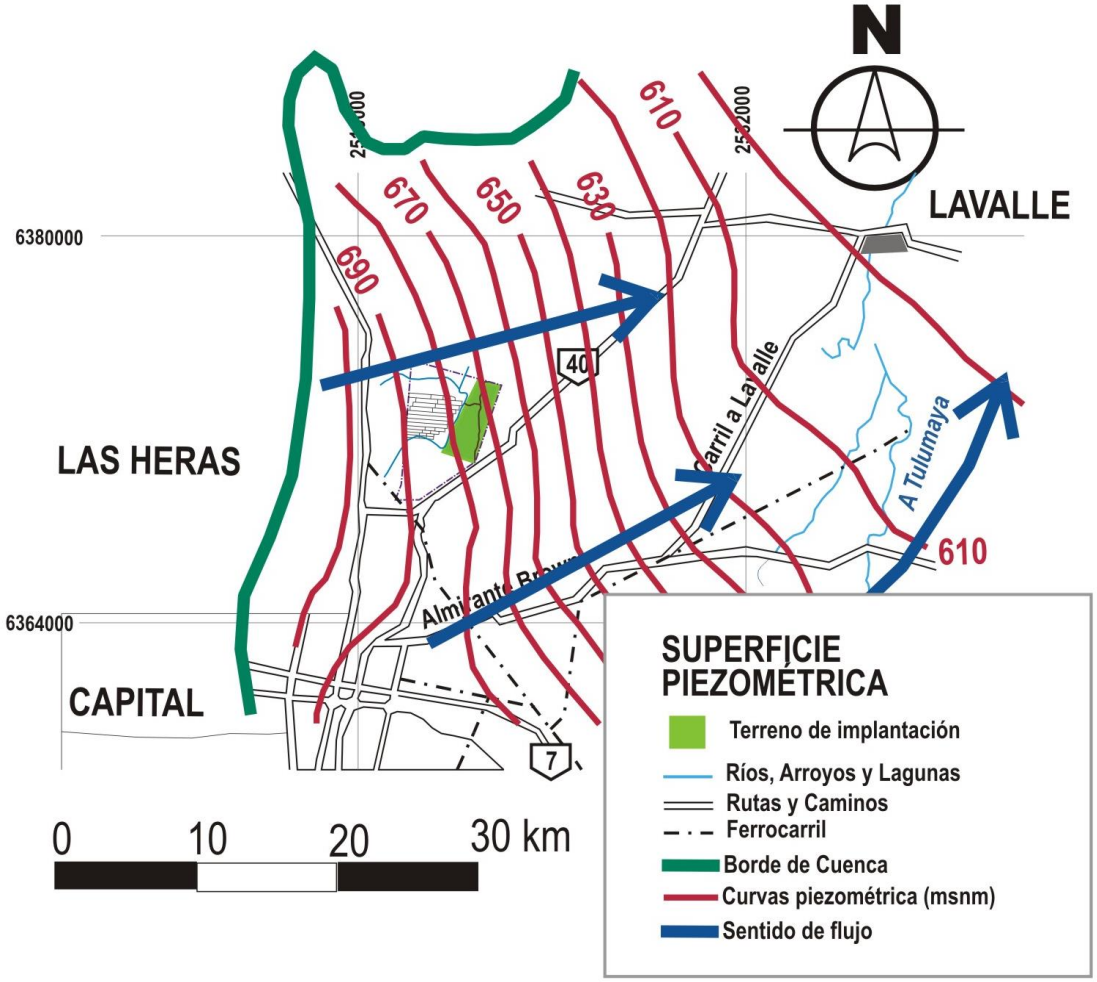


Figura 33: Superficie piezométrica – Terreno de Implantación

Las figuras anteriores indican la profundidad de la primera napa freática y el sentido del flujo subterráneo, lo que permitirá conocer hasta qué nivel se puede excavar sin entrar en contacto con la primera napa, y donde se deberán ubicar los freatímetros para el monitoreo de la calidad del agua subterránea, siendo las profundidades recomendadas entre 15 y 20 metros.

Un análisis hidrogeológico de detalle indica que en el terreno de implantación, se encuentra el Anticlinal del Borbollón, y dos unidades cuaternarias principales, pertenecientes a los depósitos de 1º y 2º nivel de piedemonte facie Borbollón.

Estas unidades cuaternarias, del Pleistoceno Inferior a Medio, son unidades complejas, comprendiendo sedimentos pedemontanos integrados por facies finas y medianas gruesas. La facie gruesa comprende gravas poligénicas muy poco consolidadas a sueltas, sin cemento calcáreo y litología proveniente de la precordillera. Son de escaso espesor, raramente sobrepasan los 20 metros de potencia. En la zona se presenta en forma escalonada. En el detalle de la **Figura 34,** se identifica como *unidad 3*.

La *unidad 2*, es la facie fina con intercalación de episodios de sedimentación mediana a gruesa. Constituye la facie denominada Borbollón. Estos terrenos están conformados tectónicamente formando anticlinales o arqueamientos, como los del Borbollón y Capdevila. Pueden considerarse como la facie distal de los sedimentos de 1º y 2º nivel de piedemonte, pudiendo tener relación con sedimentación eólica y fluvio-lacustre.

En superficie y con espesor variable entre los 10 – 30 metros, afloran areniscas finas, limos y arcillas, y bancos cineríticos. Tienen partición notable, y presencia de areniscas finas cementadas con carbonato de calcio y sulfato de sodio (yeso). En subsuelo aparecen bancos de gravas finas, con color pardo amarillento muy similar a las sedimentitas denominadas "serie amarilla" con la cual se las relacionaba.

En la **Figura 34,** se indica un detalle del plano hidrogeológico, donde se observan las unidades geológicas aflorantes en el terreno, la neotectónica que lo afecta, las redes de drenaje, flujos de agua superficial y límite de la freática, etc.

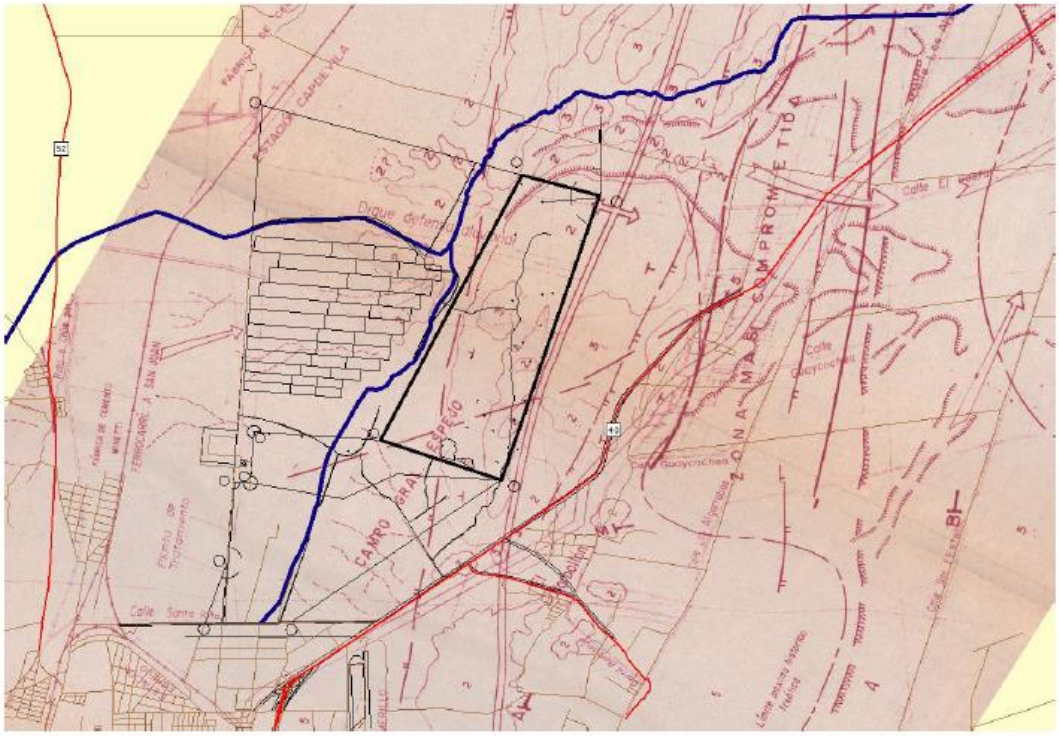


Figura 34: Mapa hidrogeológico de detalle – Terreno de Implantación

Respecto a la salinidad, en la **Figura 35,** se superpuso el mapa con el catastro del terreno y entorno, con el mapa de "Curvas de igual conductividad eléctrica", confeccionado por el INA-CAR, y en esta superposición, se puede observar que en la zona de implantación del proyecto se dan valores entre 2200 y 4000 µS/cm.

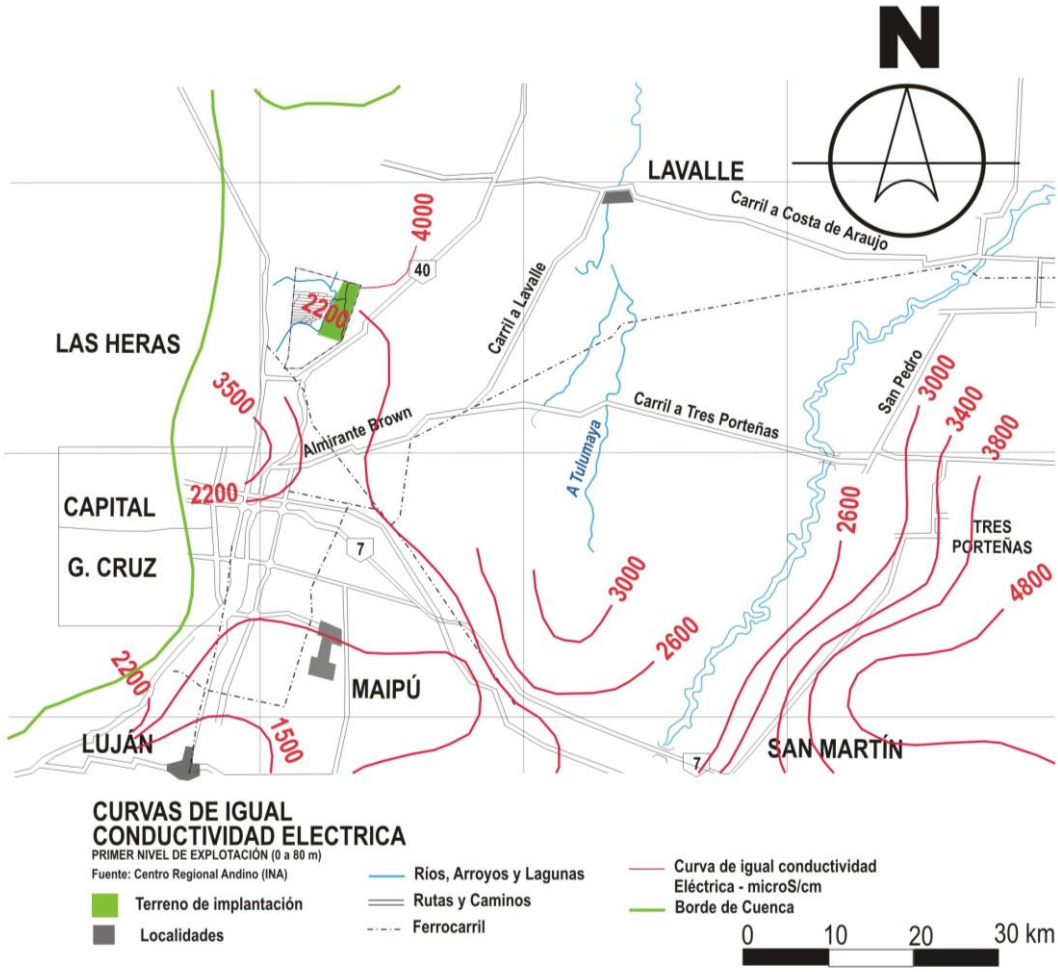


Figura 35: Curvas de igual conductividad – Terreno de Implantación

De todo lo expuesto se concluye que el diseño de los módulos de relleno sanitario, previstos para un enterramiento de 3 metros de profundidad, no llegarán a tener contacto con el primer nivel de freática. Por otra parte, las características hidrogeológicas indican que el terreno se encuentra en el límite entre el acuífero libre y el confinado, con protección natural de los acuíferos profundos frente a eventuales percolaciones de líquidos del relleno por falla de la impermeabilización de fondo.

Y con respecto a la calidad del acuífero subterráneo, las curvas de isoconductividad indican valores relativamente bajos de salidad del recurso, lo cual es un dato importante, teniendo en cuenta que se deberá realizar un pozo destinado a la extracción de agua para uso interno.

4.1.3.16 Calidad del agua en el sitio de implantación del proyecto

A los efectos de la determinación de la línea de base de proyecto en cuanto a la Calidad del Agua superficial y subterránea, se aportan datos obtenidos de fuentes variadas, lo que se puede resumir en lo siguiente:

Agua Superficial

- Características Físico-Químicas del Canal Moyano en salida Campo Espejo (2010, 2011, 2012, 2013). Fuente: Departamento General de Irrigación.

- Informe Análisis Físico-Químico Muestra Canal Moyano, en sector de implantación del proyecto del Centro Ambiental (06/11/2013). Fuente: Departamento General de Irrigación.

En las **Tablas 12** y **13,** se pueden observar los parámetros muestreados en el Canal Moyano. Los valores sombreados, indican que han superado los valores límite establecidos por la Resolución Nº 778/96 del Departamento General de Irrigación, sobre "*Valores Máximos Tolerables para ser vertidos en cuerpo receptor*". Y en ***Anexo 9: Monitoreo Calidad del agua Canal Moyano,*** se agregan las copias de hojas de laboratorio e informes correspondientes.

TABLA 12: Caracterización Físico-Química efluente Canal Moyano, salida Campo Espejo

AÑO	AÑO 2010				AÑO 2011		AÑO 2012		AÑO 2013
ESTACIÓN	VER	OTO	INV	PRIM	INV	PRIM	OTO	INV	VER
CE	**2.255**	1.511	1.898	**6.620**	**2.332**	**2.652**	1.658	2.058	2.917
PH	7,6	7,3	7,5	7,7	7,3	7,4	7,5	7,5	7,7
Dureza Total mg/l CO3Ca					634				
Sólidos Secos a 105ºC	1.491								
Cloruros	202	105	148	**704**	227	255			
Sulfatos	**621**	393	415	**2.311**	**609**	**740**			
Carbonatos	0								
Bicarbonatos	312	252							
Sodio			171	**1.039**		305			
Potasio			13	28		16			
Calcio					197	198			
Magnesio					35	39			
DQO		44							
Nitratos	5,20	9,30	1,05	3,94	0,70	4,20	8,10	2,73	10,13
Nitritos	0,70	**1,42**	0,16	**1,47**	0,22	0,30	1,28	0,41	1,97
Fosfatos	**9,60**	**10,40**	**3,31**	0,45	**9,98**	**8,25**	7,63	3,94	6,48
Cromo		< 0,03	< 0,003			NO DETEC			

AÑO	AÑO 2010				AÑO 2011		AÑO 2012		AÑO 2013
ESTACIÓN	VER	OTO	INV	PRIM	INV	PRIM	OTO	INV	VER
Cadmio		< 0,002	< 0,002						
Aluminio			< 0,2						
Arsénico			0,006	0,01	< 0,005	< 0,005			
Mercurio		< 0,0005	< 0,0005						
Boro	0,32		0,36	**1,77**	0,5				
Bario			< 0,5		< 0,5	NO DETEC			
Coliformes Totales	>2,42E+03	>1,12E+03	>2,42E+03	>2,42E+03		>2,42E+03			
Coliformes Fecales	7,27E+01	3,65E+02	**1,20E+03**	**1,41E+03**		**>2,42E+03**	**7,00E+03**	**1,20E+03**	**2,50E+03**
Nitrogeno Amoniacal	**7,90**	**18,10**	**33,60**	**14,34**		**26,28**	1,57	**37,15**	

FUENTE: Departamento General de Irrigación – Provincia de Mendoza

TABLA 13: Análisis Muestreo Canal Moyano (2013) en sitio de implantación

Parámetros analizados	Unidades	Valor	Valor de referencia*
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1.774	2.000
pH	Nº	8,1	5,5 - 9,0
Dureza total	mg CaCO3/l	475	No especifica
Cloruros	mg/l	155	500
Sulfatos	mg/l	413	600
Bicarbonatos	mg/l	353	No especifica
Sodio	mg/l	134	400
Nitratos	mg/l	5,8	45
Nitritos	mg/l	<0,05	1
Fosfatos	mg/l PO4-3	0,36	0,7
RAS	Nº	2,68	6
Arsénico	mg/l	proceso	0,1
Boro	mg/l	0,69	1
Cadmio	mg/l	<0,002	0,01
Cromo	mg/l	<0,01	0,5
Coliformes Totales	NMP/100 ml	3,00E+03	No especifica
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	7,00E+02	1.000

** Resolución Nº 778/96 – Departamento General de Irrigación*
FUENTE: Anexo 10: Proyecto Hidráulico

De los muestreos realizados, se puede inferir que, sólo algunos indicadores, como los *coliformes* y las *sales en suspensión*, han registrado en los últimos años parámetros superiores a los establecidos en la legislación.

Y en el último muestreo realizado en 2013, no se registran valores fuera de parámetro.

Agua Subterránea

- Parámetros calidad del agua pozo de extracción de agua en sector de Actual Vertedero de RSU. Fuente: Sistema GIRSU Área Metropolitana – UTN FRM (2004).

- Parámetros calidad del agua pozos ya cegados, ubicados dentro del predio de implantación del proyecto. Fuente: Sistema GIRSU Área Metropolitana – UTN FRM (2004).

- Freatímetros Celda disposición final de residuos patogénicos tratados "Campaña de Monitoreo agua subterránea" (mayo 2014).

Pozo ubicado en el actual Vertedero de RSU

A partir de la existencia de un pozo para el abastecimiento de agua en el predio lindero al sitio de implantación, propiedad de la Municipalidad de Las Heras y donde actualmente funciona el Vertedero Controlado de RSU de ese Municipio, operado por la Empresa LIME, fue posible obtener datos relativos a la calidad del agua subterránea en el sitio de proyecto.

El pozo allí ubicado, identificado con el Nº de ficha 142/521 por el Departamento General de Irrigación, posee identificados dos niveles de acuíferos. El primero de ellos situado a 102,38 m de profundidad y el segundo a 130,00 m. La inscripción arrojó los siguientes resultados[1]:

TABLA 14: Parámetros calidad de agua pozo LIME (fecha inscripción)

Parámetro	Valor
Dureza Permanente	29,78
Dureza Temporaria	3,00
Dureza Total	132,75
Conductividad Eléctrica	1.653 µomhos/cm
Calcio (Ca^{++})	72,40 ppm
Magnesio (Mg^{++})	35,62 ppm
Sodio (Na^{-} + K^{+})	222,70 ppm
Potasio (K +)	5,47 ppm
Cloruros (Cl^{-})	142 ppm
Carbonatos (CO_3^{-})	0,00 ppm
Bicarbonatos (CO_3H^{-})	36,00 ppm

FUENTE: Sistema de Gestión de RSU Área Metropolitana Provincia de Mendoza – UTN-FRM (2004)

[1] Datos tomados de Informe "Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos" – Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza (2004)

Con fecha Julio de 2004, se realizó un nuevo análisis químico del pozo, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 15: Parámetros calidad de agua pozo LIME (2004)

Parámetro	Valor
Conductividad Eléctrica	2.248 µS/cm
pH	7,48
Sólidos disueltos totales	1.731 mg/l
DQO	< 5 mg/l
DBO_5	< 1 mg/l
Nitratos (NO_{3-})	< 0,20 mg/l
Cromo (Cr	< 0,10 mg/l
Hierro (Fe)	< 0,02 mg/l
Cadmio (Cd)	< 0,02 mg/l
Plomo (Pb)	< 0,10 mg/l

FUENTE: Sistema de Gestión de RSU Área Metropolitana Provincia de Mendoza – UTN-FRM (2004)

Antiguos pozos en el predio de implantación

Además, se cuenta con dos muestreos realizados por personal de la UTN en el año 2004, en pozos ubicados en el predio donde se implantará el proyecto. La napa freática en el sitio de implantación se encuentra, a aproximadamente 15 metros de profundidad y muy probablemente vinculada con las piletas de aireación de Campo Espejo. Se realizaron dos muestras a partir de las perforaciones ubicadas en distintos lugares, una en dirección Oeste y otra en dirección Noroeste del predio, obteniéndose resultados que se agregan a continuación (estas perforaciones actualmente se encuentran segadas). En la **Tabla 16** se consignan los valores de ambos pozos

TABLA 16: Parámetros calidad de agua pozos existentes en el predio (2004)

Parámetro	Valor (O)	Valor (NO)
Conductividad Eléctrica	17.430 µS/cm	13.400 µS/cm
pH	7,65	7,73
Sólidos disueltos totales	14.852 mg/l	11.390 mg/l
DQO	6,50 mg/l	6,70 mg/l
DBO_5	1,80 mg/l	2,30 mg/l
Nitratos (NO_{3-})	2,09 mg/l	2,65 mg/l
Cromo (Cr	< 0,10 mg/l	< 0,10 mg/l
Hierro (Fe)	0,04 mg/l	0,02 mg/l
Cadmio (Cd)	< 0,02 mg/l	< 0,01 mg/l
Plomo (Pb)	< 0,10 mg/l	< 0,10 mg/l

FUENTE: Sistema de Gestión de RSU Área Metropolitana Provincia de Mendoza – UTN-FRM (2004)

Freatímetros ubicados en las cercanías de la Celda de disposición final de residuos patogénicos tratados

Los puntos de monitoreo en los cuales se llevaron a cabo las determinaciones son el freatímetros ubicado aguas arriba del módulo y el freatímetros ubicado aguas abajo del mismo. Los parámetros analizados corresponden a los grupos identificados en el Programa de Vigilancia Ambiental como: *Parámetros Básicos* (campaña Mayo 2014), *Parámetros de Peligrosidad* (campañas de abril y mayo de 2014) y *Parámetros Extraordinarios* (campaña de mayo de 2014). En las **Tablas 17** y **18,** se pueden observar los valores monitoreados. Se agregan datos de monitoreo en ***Anexo 12: Monitoreo aguas subterráneas CDF residuos patogénicos tratados.***

TABLA 17: Resultados muestreo 25/04/2014 a las 9:00 hs-CDF Residuos Tratados

Parámetros	Método de Análisis	Resultado	Unidad	Límites legislación Resolución 778 DGI (límites vuelco a cuerpo receptor)	
				Max permitido	Max tolerable
Cianuros Totales	SM 4500 CN-C/E	< 0,010	mg/l	< 0,05	0,05
Plomo (Pb)*	EPA 6010C	< 0,014	mg/l	---	0,01
Cromo Total (Cr)	EPA 6010C	< 0,0021	mg/l	< 0,5	0,5
Cadmio (Cd)	EPA 6010C	< 0,0035	mg/l	0,003	0,01
Arsénico (As)	EPA 6010C	< 0,047	mg/l	0,05	0,1
Mercurio (Hg)	EPA 7470A	< 0,001	mg/l	< 0,001	0,005
Hidrocarburos Totales	**SM 5520 F**	**< 1,0**	**mg/l**	**0,5**	**---**
Benzo(a)pireno*	EPA 8270	< 0,01	µg/l	---	0,7
Benceno*	EPA 5021/8015	< 10,0	µg/l	---	10
Tolueno*	EPA 5021/8015	< 10,0	µg/l	---	700
m, p - Xilenos	EPA 5021/8015	< 10,0	µg/l	---	---
o- Xilenos*	EPA 5021/8015	< 10,0	µg/l	---	500
Etilbenceno*	EPA 5021/8015	< 10,0	µg/l	---	300

FUENTE: Plan de Monitoreo Ambiental – Residuos Patogénicos TYSA-LAMCEF UTE
**Resolución Nº35/96 (DGI): Calidad Agua Potable*

TABLA 18: Resultados muestreo 29/05/2014 a las 10:30 hs-CDF Residuos Tratados

Parámetros	Método de Análisis	Resultado	Unidad	Límites legislación	
				Max permitido	Max tolerable
Ph	SM 4500 H B	7,27	UpH	6,5 a 8,2	5,5 a 9
Conductividad	**SM 2520 B**	**9.340**	**µS/cm**	**900**	**1800**
Temperatura	SM 2520 B	19,1	ºC	30	45
Color	**SM 2520 B**	**30**	**UC**	**12**	**18**
Turbidez*	**SM 2520 B**	**12**	**NTU**	**< 1**	**2**

Parámetros	Método de Análisis	Resultado	Unidad	Límites legislación	
				Max permitido	Max tolerable
Sólidos sedimentables en 10 min*	SM 2540 F	0,2	mL/L/10m	< 1	10
Sólidos suspendidos totales	**SM 2540 D**	**106,4**	**mg/l**	**50**	**100**
Alcalinidad total	SM 2320 B	166,8	mg/l	---	---
DQO	**SM 5520 D**	**269,5**	**mg/l**	**75**	**250**
Cloruros	**EPA 9056 A**	**1.742,5**	**mg/l**	**200**	**400**
Nitrógeno Total Kjeldahl	Titration	< 0,5	mg/l	1,5	5
Dureza Total*	**SM 2340 B**	**2.648,3**	**mg/l**	**---**	**500**

FUENTE: Plan de Monitoreo Ambiental – Residuos Patogénicos TYSA-LAMCEF UTE
**Resolución Nº35/96 (DGI): Calidad Agua Potable*

De la información de base con que se cuenta, se puede inferir que el agua subterránea del sitio de implantación se caracteriza por tener ***altos niveles de conductividad y pH elevado***, como así también ***altos índices de turbidez, cloruros y dureza***. Todas estas condiciones hacen que la misma no resulte apta para consumo humano, y con altos niveles de salinidad, lo cual la haría apta para el riego debido a que se trata de suelos con buena permeabilidad en su capa superior.

Por todo esto se deberá tener en cuenta que el agua para consumo humano deberá ser envasada y se sugiere que se realice una clorinación previa del agua extraída del pozo antes de ingresar al sector de duchas y cocina.

4.1.3.17 Balances hídricos. Línea de base actual y situaciones de proyecto

El análisis de los balances hídricos a escala de perfil estratigráfico, tiene especial interés en el caso de este proyecto, toda vez que el mismo generará estratificaciones de materiales porosos (suelo, RSUs) y otros relativamente impermeables (suelos arcillosos, membranas técnicas de impermeabilización de fondo) que se irán modificando durante la Etapa de Operación del proyecto y que permanecerán después del cierre del mismo.

En este contexto es de interés evaluar las condiciones de infiltración actuales por debajo de la cota mínima que alcanzará el proyecto, así como las diversas alternativas que pueden ocurrir durante el desarrollo del mismo. Para estas evaluaciones, se utilizó el modelo HYDRUS (Simunek y otros, 2008). Este algoritmo resuelve numéricamente la ecuación de Richards para condiciones saturadas e insaturadas de agua, más un término “sink” para el caso de absorción de agua por las plantas. Las regiones de flujo pueden estar compuestas por capas uniformes y no- uniformes de suelo y variadas magnitudes de anisotropía. Las ecuaciones de flujo y transporte son resueltas numéricamente mediante un procedimiento de elementos lineales finitos tipo Galerkin. La tipología de los materiales que conforman el perfil del sustrato del sitio, corresponde al estudio de suelo realizado

por el Ing. Ignacio Maldonado (2013) y que se presenta en ***Anexo 8: Estudios de Suelo terreno de implantación.***

En este análisis se presentan los casos de balances hídricos para la situación actual sin proyecto, para la etapa de operación del proyecto y finalmente para la etapa de Clausura y Post-Clausura.

Balance hídrico estratigráfico en las condiciones actuales (sin proyecto)

Consideramos cero (0) a la cota actual del terreno, "z" a la profundidad de los elementos finitos y -4.00 m a la profundidad de interés para el análisis de este proyecto, ya que la excavación más profunda a realizar no superará este nivel. En este caso interviene la precipitación habitual en la región de proyecto, la evaporación desde el suelo con la cobertura vegetal actual y la transpiración por la misma.

En la **Figura 36,** se presenta una descripción esquemática del perfil de análisis. Y en las **Figuras 37** y **38,** se presentan los flujos hídricos anuales estimados a nivel de la superficie de suelo (cota actual del terreno) y el plano de base (-4.00 m). Se utilizó como valor de precipitación, el valor medio anual para la región (28 cm anuales) y un valor de evapotranspiración promedio de 21 cm mensuales. Se observan magnitudes de flujo vertical del agua por debajo del nivel -4.00 m respecto de la cota actual del terreno debidos a mecanismos de transporte en condiciones no saturadas.

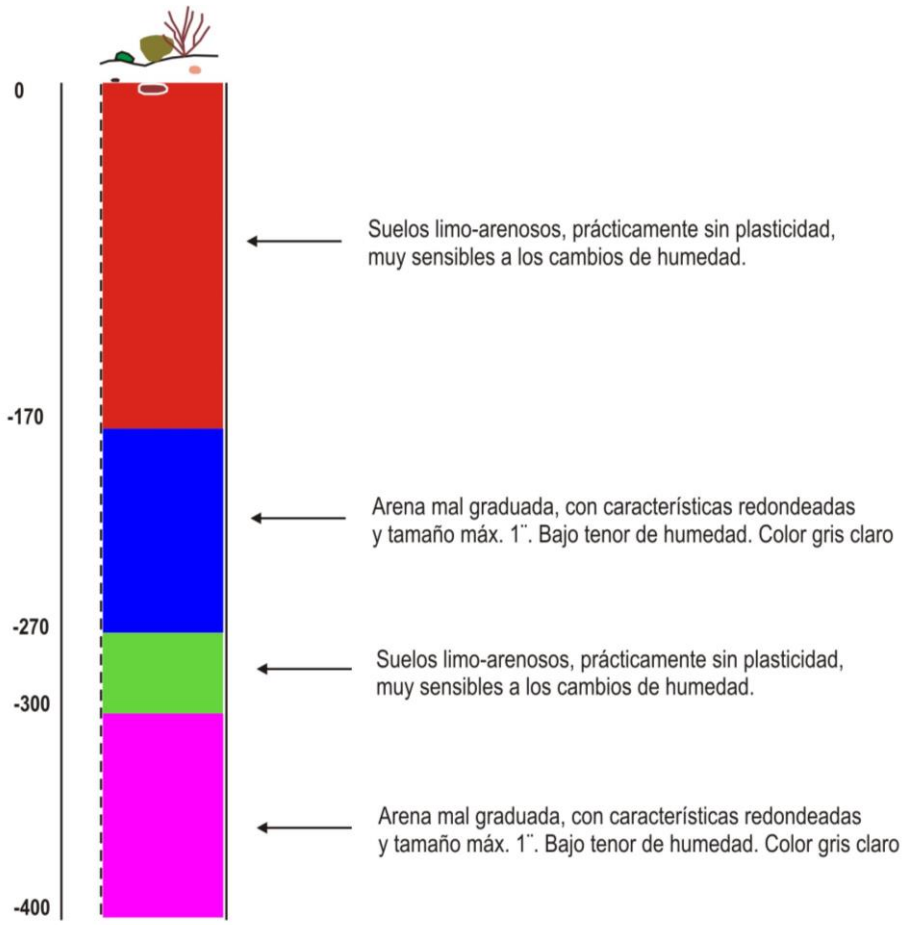


Figura 36: Esquema estratigráfico del suelo en las condiciones actuales del predio.

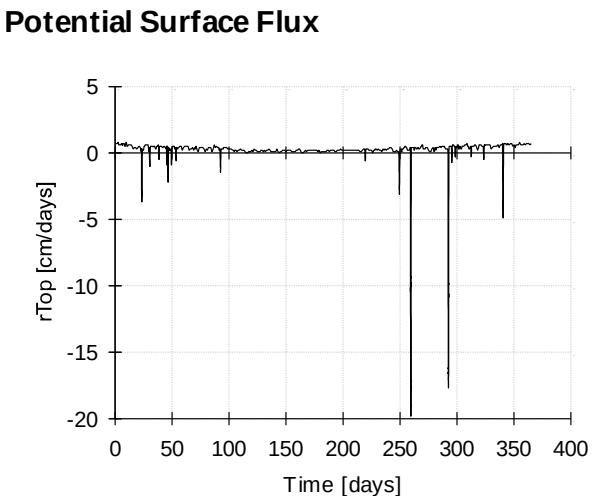


Figura 37: Variación anual del flujo neto de agua en superficie

Para el cálculo del flujo que muestra la **Figura 37,** se consideró la superficie suelo – vegetación, en condiciones sin proyecto en el terreno de implantación. (El signo negativo indica flujo en el sentido de z negativo, siendo z el valor de la

profundidad). Condición de Cálculo: Precipitación anual 28 cm; Evapotranspiración: 200 cm.

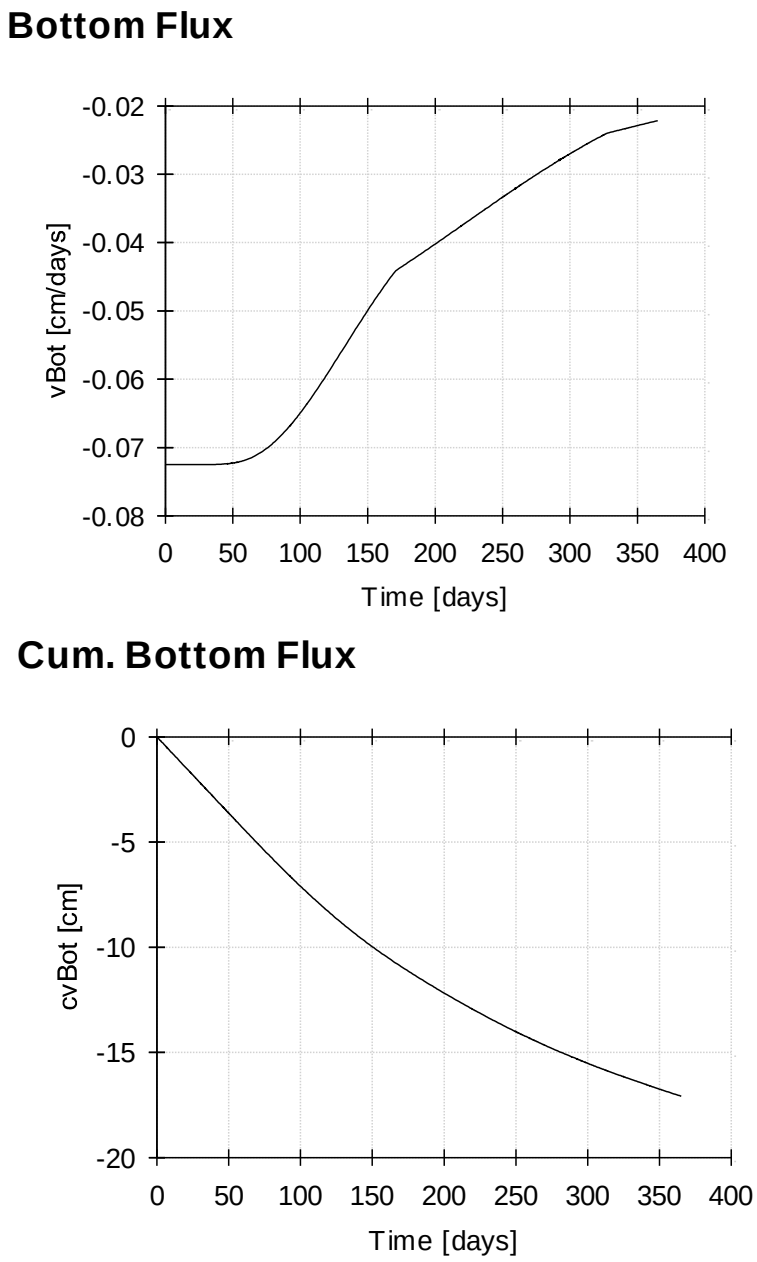


Figura 38: Variación del Flujo Neto Anual en la base

En la **Figura 38** se calculó la Variación anual a través de la base, en condiciones sin proyecto en el terreno de implantación. (El signo negativo indica flujo en el sentido de z negativo, siendo z el valor de la profundidad). Condición de Cálculo: Precipitación anual 28 cm; Evapotranspiración: 200 cm.

Balance hídrico estratigráfico en escenario de proyecto

Esta simulación, corresponde a la situación operativa intermedia, durante la cual se ha depositado una capa continua de residuos (0,30 m), sobre la membrana PEAD de 2 mm de espesor, y se ha cubierto la misma con una capa de suelo extraído de la excavación del proyecto, de 0,20 m de espesor (Ver **Figura 39**).

En estas condiciones, es esperable que se produzca la infiltración relativamente rápida del agua de precipitación, compensada parcialmente por la evaporación a nivel de la superficie del suelo.

El flujo vertical del agua es detenido por la membrana PEAD. No hay en este caso flujo de transpiración por la vegetación. Esta condición es probablemente la más adversa en términos de movilidad vertical potencial del agua hacia estratos de suelos más profundos, por lo que la denominamos "condición hidrodinámica crítica".

Las **Figuras 40** y **41,** describen los flujos hídricos anuales estimados a nivel de la superficie de suelo (cota de operación temporaria del proyecto) y del plano de base (-1.00 m por debajo de la membrana PEAD). Como en el primer caso, se presentan escenarios, correspondientes respectivamente a un año con precipitaciones similares al promedio habitual de la región (30 cm) y con valores de evapotranspiración promedio de 200 cm anuales.

Se observan en este caso flujos verticales fuera del dominio de cálculo (registos de valores positivos), respecto de la cota correspondiente a la membrana PEAD debidos al mecanismo de transporte en condiciones no saturadas.

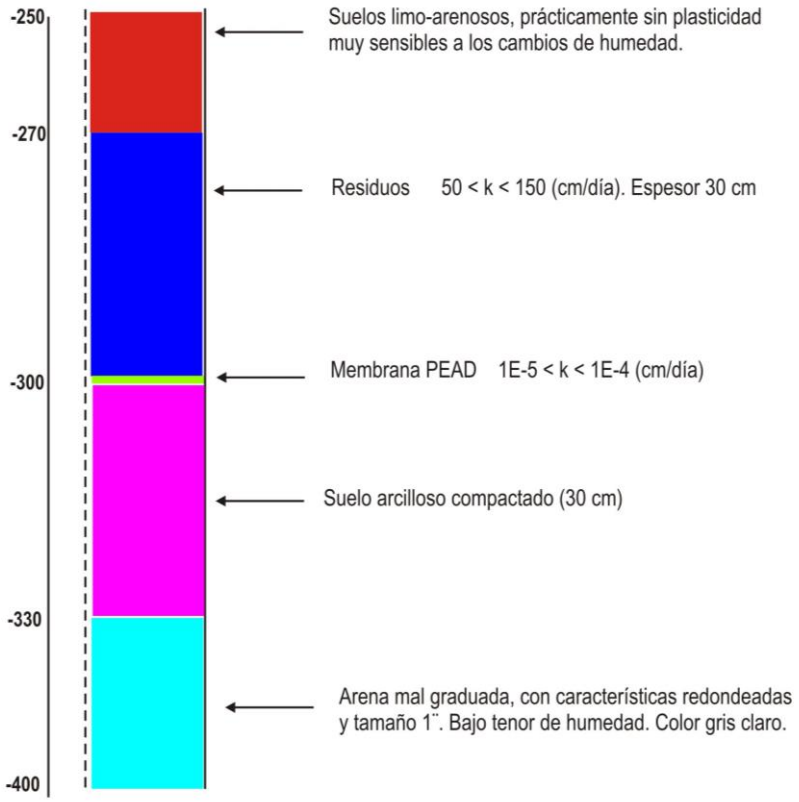


Figura 39: Esquema estratigráfico en condiciones con proyecto

En la **Figura 39,** se puede apreciar un esquema de la estratigrafía del suelo en condiciones de proyecto, con disposición de una capa de residuos de 0,30 m de espesor y una cobertura con suelo de 0,20m de espesor, sin instalación de vegetación (condición hidrodinámica crítica). Las propiedades de base del estrato responden al estudio de suelo realizado. Y los espesores de la capa de impermeabilización y de la conductividad hidráulica (k), responden al diseño del Módulo.

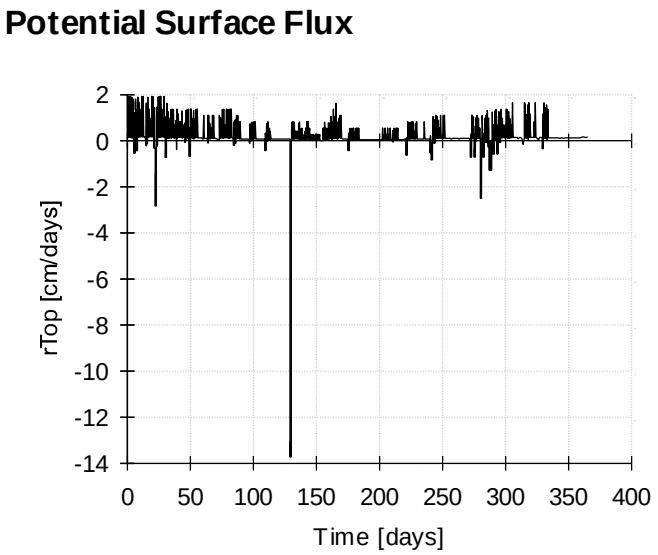
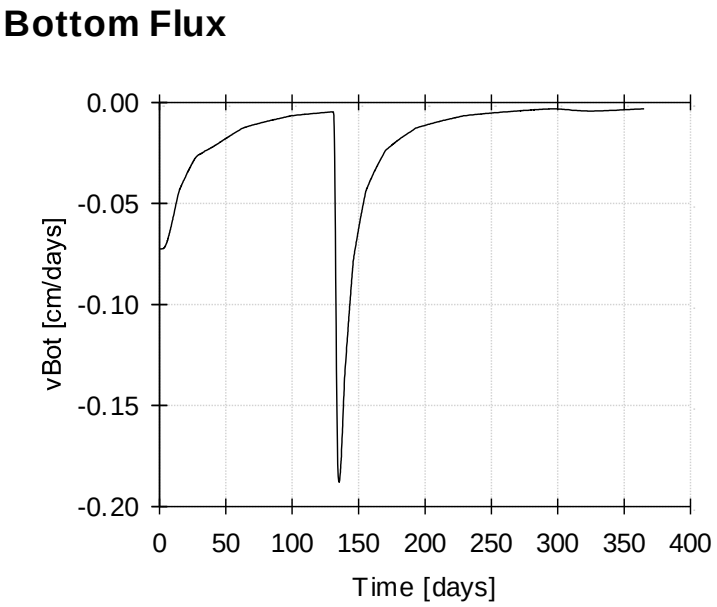


Figura 40: Variación anual del flujo neto de agua en superficie

El la **Figura 40,** se aprecia la variación anual del flujo neto de agua en superficie (unidimensional en z profundidad), a través de la superficie suelo sin vegetación, en condiciones de operación del proyecto en el terreno de implantación. (El signo negativo indica flujo en el sentido de z negativo). Condición de Cálculo: Precipitación anual 28 cm; Evapotranspiración: 200 cm. Condición hidrodinámica crítica del proyecto.



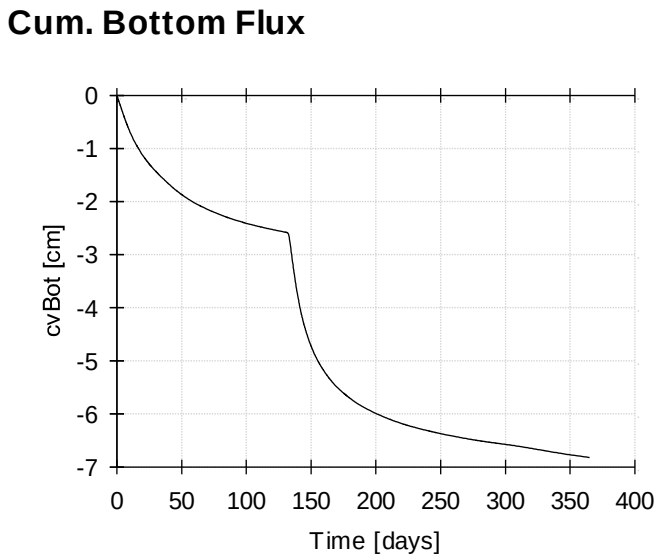


Figura 41: Variación anual del flujo neto de agua a través de la base

En la **Figura 41,** se aprecia la variación anual del flujo neto de agua (unidimensional en z profundidad), a través de la base, de la secuencia estratigráfica indicada en la figura 39 (El signo positivo indica flujo hacia fuera del dominio de cálculo). Condición de Cálculo: Precipitación anual 28 cm; Evapotranspiración: 200 cm. Condición hidrodinámica crítica del proyecto.

Balance hídrico estratigráfico en escenario de clausura de módulo

Esta simulación, corresponde a la situación operativa final durante la cual se ha alcanzado la cota máxima de apilamiento de RSUs y se ha cubierto la masa de los mismos con suelo superficial del lugar hasta alcanzar la cota final de proyecto, considerando la compresión por gravedad de los mismos, y la revegetación espontánea del lugar (Ver **Figura 42**).

En estas condiciones, el perfil estratigráfico del lugar resulta incrementado en 15 m, produciéndose un retardo en la velocidad de infiltración debido a la reducción consiguiente de la transmisividad hídrica. Es esperable que se produzca la infiltración a velocidades similares respecto de la situación sin proyecto. El flujo de superficie no difiere de las condiciones sin proyecto y el flujo vertical del agua es detenido por la membrana PEAD. Esta condición es probablemente la más conveniente en términos de la movilidad vertical potencial del agua hacia estratos de suelos más profundos, por lo que la denominamos “condición hidrodinámica estable”.

La **Figura 43** describe la evolución del perfil hídrico (estimado en contenido volumétrico de humedad) en una celda tipo del relleno sanitario una vez que ésta sea cerrada al alcanzar la cota de proyecto.

Para los flujos de superficie, se han asumido condiciones de precipitación y evapotranspiración similares al promedio anual en la región. Debido a que los

máximos flujos hídricos de precipitación ocurren durante el verano y primavera (de octubre a marzo), coincidentes en parte con los picos de evapotranspiración (diciembre y enero), quedando meses con precipitaciones y baja en la evapotranspiración; se observa un avance paulatino del frente de humedad en profundidad, que al cabo de 13 años alcanza la cota correspondietne a la membrana PEAD, saturando la capa de suelo-residuos inmediatamente por encima de ella.

Por último, y en términos generales, el diseño del relleno sanitario resulta en un desplazamiento vertical de unos 3,50 metros del primer estrato relativamente semi-permeable actualemente existente, y su reemplazo por dos estratos altamente impermeables que, debido a la acumulación de RSUs sobre ellos quedarán a una cota relativa de aproximadamente 18 metros por debajo del nivel superficial de cobertura de las celdas. En un plazo aproximado que de acuerdo a los datos disponibles a la fecha de este estudio se estima en 12-14 años, el frente de humedad originado en el agua pluvial se profundizará en las celdas hasta alcanzar el nivel superior de la membrana PEAD y comenzará a acumularse sobre el nivel de ésta, requiriendo su aspiración y bombeo al exterior de los módulos. Este plazo podría ser considerablementes más breve dependiendo del grado de humedad que contenga la masa de RSUs y suelo de cobertura en el momento de su disposición final, durante la etapa de llenado de las celdas, magnitudes que no es posible precisar en este momento.

Conclusiones de la vulnerablidad del suelo y agua subterránea en el escenario de proyecto

A partir de las evidencias suministradas por los estudios de suelo realizados en el terreno de implantación del proyecto, se infiere que existen estratos geológicos de permeabilidad media, de profundidad variable.

Del análisis de los modelos hidrodinámicos de línea de base (caso 1) surge que las precipitaciones efectivas del área percolan por debajo de los -4.00 m de profundidad, una vez que las aguas superan los estratos relativamentes semipermeables superficiales (0 a 2,70 m). Este escenario corresponde a uno de recursos hídricos subterráneos escasos, con concentraciones salinas medias, de baja vulnerabilidad y sensibilidad a las acciones antrópicas, debido a su elevada profundidad de acumulación.

En la situación de proyecto del relleno sanitario (estudios hidrodinámicos 2 y 3) los estratos semipermeables superficiales son eliminados o modificados estructuralmente en forma temporaria o definitiva y en vez de ellos, se instala a nivel de la base de los RSU, una barrera técnica de permeabilidad inferior a la existente en condiciones naturales, que impide el transporte vertical del agua por debajo de la misma, más allá de las posibilidades de cálculo utilizando las reglas del arte actuales. Esta circunstancia determina que sea esperable que el flujo vertical de agua por debajo de los 4 metros de profundiad sea inferior en las condiciones de proyecto del relleno sanitario, que en la situación actual. Este

escenario corresponde a una expectativa de riesgo de contaminación de suelos y aguas subterráneas seguramente inferior a la que se esperaría con la disposición de residuos en el sitio sin impermeabilización de base (situación de gestión actual). Sin embargo, la instalación de un estrato de relativa impermeabilidad en la base de los RSU, sin que el estrato de cobertura final del mismo tenga las mismas características, determinará que la precipitación efectiva en el área resulte en un flujo percolante continuo dentro del relleno, cuyo descenso será contenido por la membrana de base del mismo, determinando la necesidad de bombeo y extracción, por tiempo indeterminado después del cierre del mismo, tal como lo indica el análisis mostrado en la **Figura 44.** Por lo cual se deberá considerar en el proyecto la utilización de una barrera de suelo altamente impermeable para la cobertura final, sin por ello dejar de realizar los monitoreos de humedad correspondientes y realizar el retiro de los líquidos en exceso que se puedieran formar en la etapa de cierre de las celdas, los cuales deberán ser tratados de igual modo que los líquidos a generarse durante la etapa de operación.

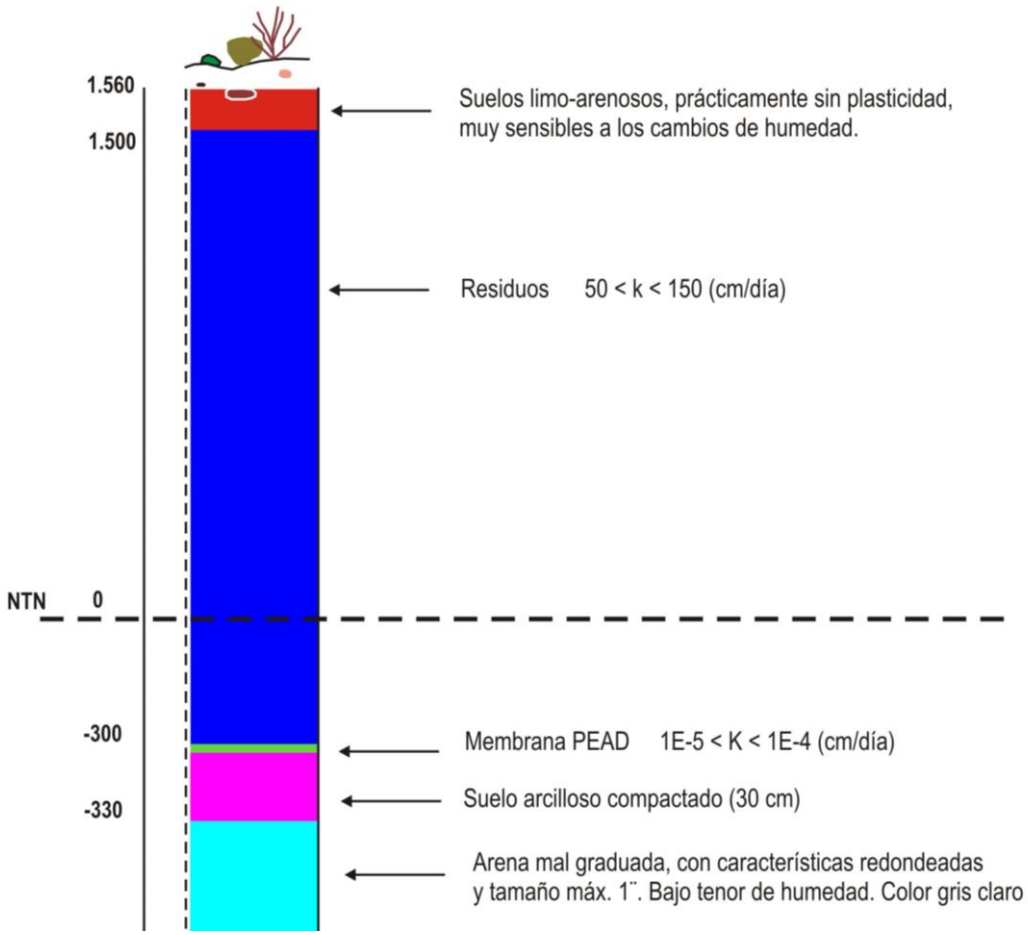
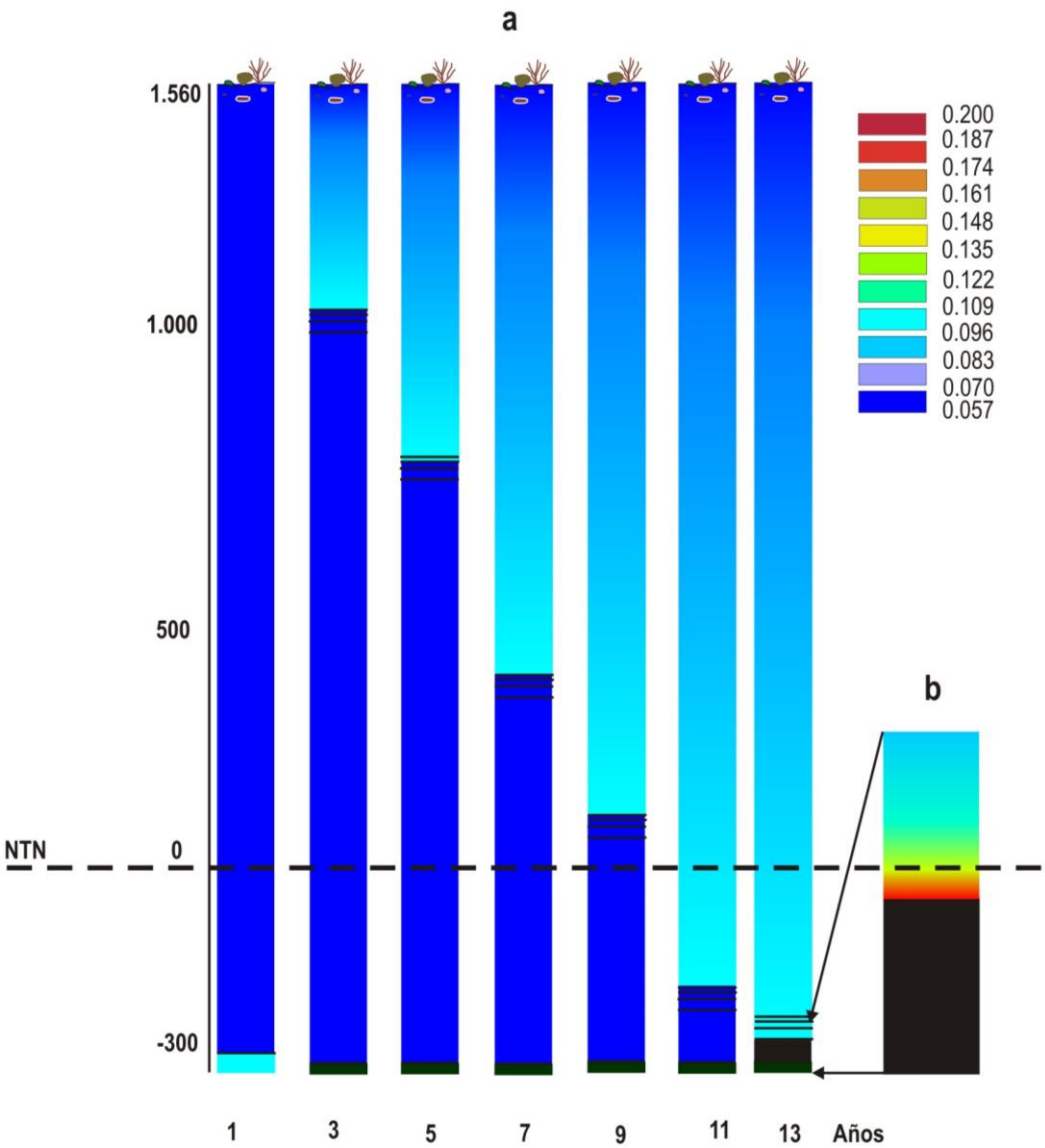


Figura 42: Esquema estratigráfico de materiales en condición de proyecto

En la **Figura 42,** se puede apreciar la estratigrafía de materiales en condición de proyecto, correspondiente a la situación de clausura de módulo de acumulación de

residuos, y cobertura con una capa de suelo superficial del sitio de 0,60 m de espesor, con re-instalación espontánea de vegetación.

Las propiedades del estrato de base, se establecieron según estudio de suelo realizado en el sitio (2013). Los espesores responden al diseño del Módulo del proyecto ejecutivo. Para la conductividad hidráulica (k) de estratos de suelo según se tomaron datos de Simunek y otros (2008), y para la geomembrana, de Schroeder y otros, 1994.



EVOLUCIÓN DE HUMEDAD
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

a) Perfil avance del frente húmedo en relleno sanitario
Centro Ambiental El Borbollón - Etapa de Cierre

b) Detalle en el año de llegada del frente húmedo a la membrana
PEAD, y saturación por encima de la misma.

Figura 43: Evolución del frente de humedad en las celdas clausuradas

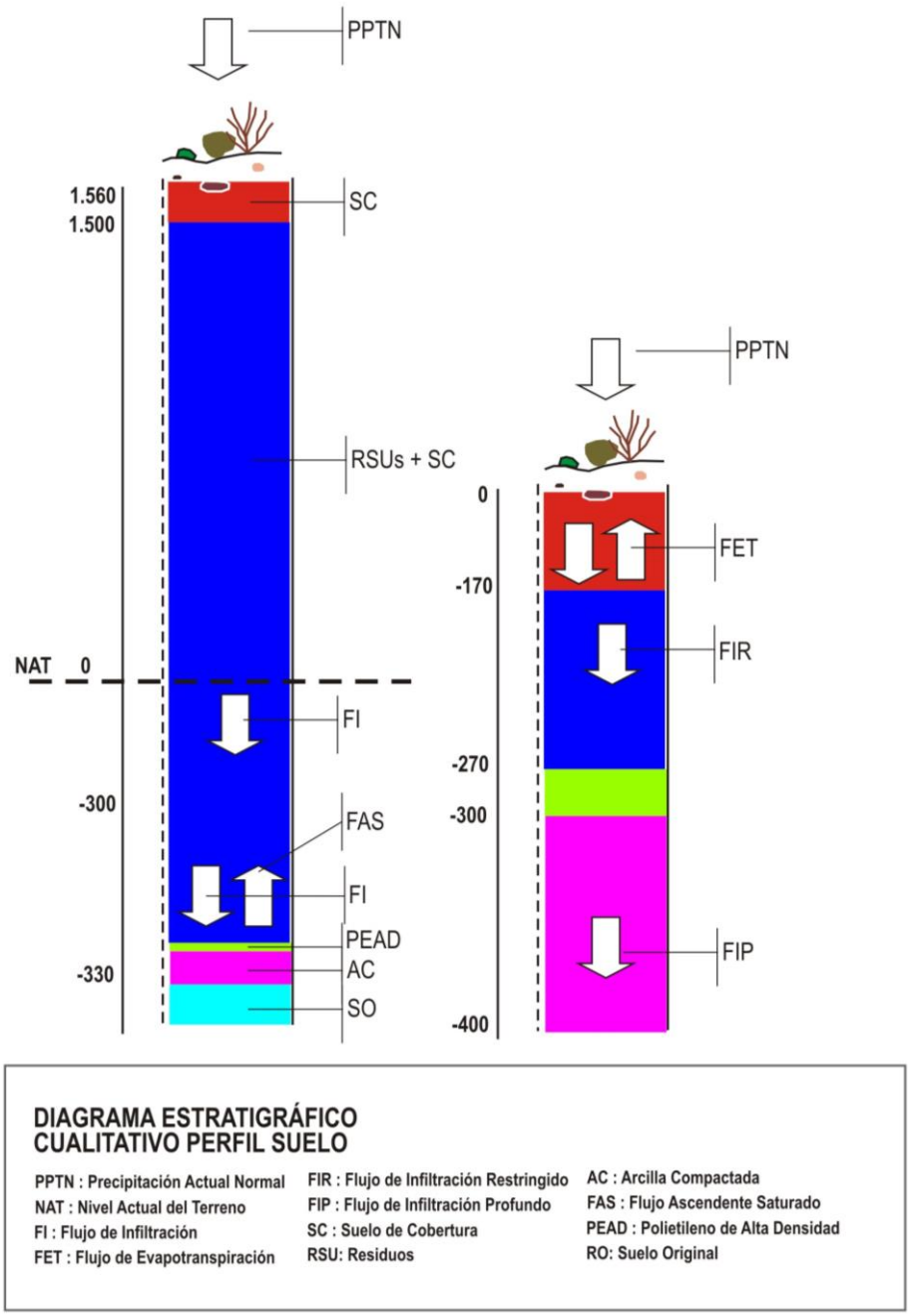


Figura 44: Diagrama estratigráfico de cambios hidrodinámicos a producirse en los perfiles de las celdas del CA El Borbollón. Comparado con la situación actual.

4.1.4 Ruidos y Calidad de Aire

4.1.4.1 Ruido - Introducción

El ruido actúa a través del órgano del oído sobre los sistemas nervioso central y autónomo. Cuando el estímulo sobrepasa determinados límites, se produce sordera y efectos patológicos en ambos sistemas, tanto instantáneos como diferidos. A niveles mucho menores, el ruido produce malestar y dificulta o impide la atención, la comunicación, la concentración, el descanso y el sueño. La reiteración de estas situaciones puede ocasionar estados crónicos de nerviosismo y estrés lo que, a su vez, lleva a trastornos psicofísicos, enfermedades cardiovasculares y alteraciones del sistema inmunitario. La disminución del rendimiento escolar o profesional, los accidentes laborales o de tráfico, ciertas conductas antisociales, la tendencia al abandono de las ciudades, la pérdida de valor de los inmuebles y otras situaciones, son algunas de las consecuencias. No es casualidad que los países y regiones menos desarrollados sean también los más ruidosos.

Como muy acertadamente indica la etimología latina (rugitus = rugido) del vocablo castellano, la función de la percepción del ruido por los animales, incluido el hombre, es la alarma. En contraste con ello, la de los sonidos no ruidosos es la comunicación. Si bien también la alarma es una clase de comunicación: es la comunicación de que ocurre algo amenazante, a lo que urge prestar atención inmediata, con el consiguiente abandono de la ocupación en curso e incluso del descanso.

De ahí que todos los animales reaccionen ante el ruido huyendo, escondiéndose o enfrentándose agresivamente a su causa. Previamente, si estaban dormidos despiertan. Los mismos comportamientos se inducen, mediante la secreción de adrenalina, ante cualquier otra señal de peligro: son los comportamientos propios del miedo, del estrés. El hombre no es una excepción. En él se dan instintivamente las mismas reacciones aunque con frecuencias moduladas o inhibidas por la voluntad, lo que incrementa el nivel de estrés.

4.1.4.2 Efectos del ruido sobre las personas

Malestar

Este es quizá el efecto más común del ruido sobre las personas y la causa inmediata de la mayor parte de las quejas. La sensación de malestar procede no sólo de la interferencia con la actividad en curso o con el reposo sino también de otras sensaciones, menos definidas pero a veces muy intensas, de estar siendo perturbado. Las personas afectadas hablan de intranquilidad, inquietud, desasosiego, depresión, desamparo ansiedad o rabia. Todo ello contrasta con la definición de “salud” dada por la Organización Mundial de la Salud: “Un estado de completo bienestar físico, mental y social, no la mera ausencia de enfermedad”.

El nivel de malestar varía no solamente en función de la intensidad del ruido y de otras características físicas del mismo que son menos objetivables (ruidos "chirriantes", "estridentes", etc.) sino también de factores tales como miedos asociados a la fuente de ruido, o el grado de legitimación que el afectado atribuya a la misma. Si el ruido es intermitente influyen también la intensidad máxima de cada episodio y el número de éstos.

Durante el día se suele experimentar malestar moderado a partir de los 50 decibeles, y fuerte a partir de los 55. En el período vespertino, en estado de vigila, estas cifras disminuyen en 5 ó 10 decibeles.

Interferencia con la comunicación

El nivel del sonido de una conversación en tono normal es, a un metro del hablante, de entre 50 y 55 dBA. Hablando a gritos se puede llegar a 75 u 80 dBA. Por otra parte, para que la palabra sea perfectamente inteligible es necesario que su intensidad supere en alrededor de 15dBA al ruido de fondo. Por lo tanto, un ruido superior a 35 ó 40 decibeles provocará dificultades de comunicación oral, que sólo podrá resolverse, parcialmente, elevando el tono de voz. A partir de los 65 decibeles de ruido, la conversación se torna extremadamente difícil.

Situaciones parecidas se dan cuando el sujeto está intentando escuchar otras fuentes de sonido (televisión, música, etc.). Ante la interferencia de un ruido, se reacciona elevando el volumen de la fuente creándose así una mayor contaminación sonora sin lograr totalmente el efecto deseado.

Pérdida de atención, de concentración y rendimiento

Es evidente que cuando la realización de una tarea necesita la utilización de señales acústicas, el ruido de fondo puede enmascarar estas señales o interferir con su percepción. Por otra parte, un ruido repentino producirá distracciones que reducirán el rendimiento en muchos tipos de trabajos, especialmente en aquellos que exijan un cierto nivel de concentración.

En ambos casos se afectará la realización de la tarea, apareciendo errores y disminuyendo la calidad y cantidad del producto de la misma. Algunos accidentes, tanto laborales como de circulación, pueden ser debidos a este efecto. En ciertos casos las consecuencias serán duraderas, por ejemplo, los niños sometidos a altos niveles de ruido durante su edad escolar no sólo aprenden a leer con mayor dificultad sino que también tienden a alcanzar grados inferiores de dominio de la lectura.

Trastornos del sueño

El ruido influye negativamente sobre el sueño de tres formas diferentes que se dan, en mayor o menor grado según peculiaridades individuales, a partir de los 30 decibeles:

- Mediante la dificultad o imposibilidad de dormirse.
- Causando interrupciones del sueño que, si son repetidas, pueden llevar al insomnio. La probabilidad de despertar depende no solamente de la intensidad del suceso ruidoso sino también de la diferencia entre ésta y el nivel previo de ruido estable. A partir de los 45 dBA, la probabilidad de despertar es grande.
- Disminuyendo la calidad del sueño, volviéndose éste menos tranquilo y acortándose sus fases más profundas, tanto las de sueño paradójico (los sueños) como las no-paradójicas. Aumentan la presión arterial y el ritmo cardíaco, hay vasoconstricción y cambios en la respiración.

Como consecuencia de todo ello, la persona no habrá descansado bien y será incapaz de realizar adecuadamente al día siguiente sus tareas cotidianas. Si la situación se prolonga, el equilibrio físico y psicológico se ven seriamente afectados.

Con frecuencia se intenta evitar o, al menos paliar, estas situaciones mediante la ingestión de tranquilizantes, el uso de tapones auditivos o cerrando las ventanas para dormir. Las dos primeras prácticas son, evidentemente, poco saludables por no ser naturales y poder acarrear dependencias y molestias adicionales. La tercera hace también perder calidad al sueño por desarrollarse éste en un ambiente mal ventilado y/o con una temperatura demasiado elevada.

Daños al oído

El efecto descrito en este apartado (pérdida de capacidad auditiva) no depende de la cualidad más o menos agradable que se atribuya al sonido percibido ni de que éste sea deseado o no. Se trata de un efecto físico que depende únicamente de la intensidad del sonido, aunque sujeto naturalmente a variaciones individuales.

En la sordera transitoria o *fatiga auditiva* no hay aún lesión. La recuperación es normalmente casi completa al cabo de dos horas y completa a las 16 horas de cesar el ruido, si se permanece en un estado de confort acústico (menos de 50 db en vigilia o 30 db durante el sueño).

La sordera permanente está producida, bien por exposiciones prolongadas a niveles superiores a 75 dBA, bien por sonidos de corta duración de más de 110 dBA, o bien por acumulación de fatiga auditiva sin tiempo suficiente de recuperación.

El estrés, sus manifestaciones y consecuencias

Las personas sometidas de forma prolongada a situaciones como las anteriormente descriptas (ruidos que hayan perturbado y frustrado sus esfuerzos de atención, concentración o comunicación, o que hayan afectado a su tranquilidad, su descanso o su sueño) suelen desarrollar algunos de los síntomas siguientes:

- Cansancio crónico.
- Tendencia al insomnio, con el consiguiente agravamiento de la situación.
- Enfermedades cardiovasculares: hipertensión, cambios en la composición química de la sangre, isquemias cardíacas, etc. Se han mencionado aumentos de hasta el 20% o el 30% en el riesgo de ataques al corazón en personas sometidas a más de 65 decibeles en período diurno.
- Trastornos del sistema inmune responsable de la respuesta a las infecciones y a los tumores.
- Trastornos psicofísicos tales como ansiedad, manía, depresión, irritabilidad, náuseas, jaquecas y neurosis o psicosis en personas predispuestas a ello.
- Cambios conductuales, especialmente comportamientos antisociales tales como hostilidad, intolerancia, agresividad, aislamiento social y disminución de la tendencia natural hacia la ayuda mutua.

La habituación al ruido

Se han citado casos de soldados que han podido dormir junto a una pieza de artillería que no cesaba de disparar o de comunidades que, a pesar de la cercanía de un aeropuerto, logran conciliar el sueño, aún cuando éste sea de poca calidad. Es cierto que a medio o largo plazo el organismo se habitúa al ruido, empleando para ello dos mecanismos diferentes por cada uno de los cuales se paga un precio distinto.

El primer mecanismo es la disminución de la sensibilidad del oído y su precio, la sordera temporal o permanente. Muchas de las personas a las que el ruido no molesta dirían, si lo supiesen, que no oyen el ruido o que lo oyen menos que otros o menos que antes. Naturalmente, tampoco oyen otros sonidos que les son necesarios.

Mediante el segundo mecanismo, son las capas corticales del cerebro las que se habitúan. Dicho de otra forma, oímos el ruido pero no nos damos cuenta. Durante el sueño, las señales llegan a nuestro sistema nervioso, no nos despiertan pero desencadenan consecuencias fisiológicas de las que no somos conscientes: frecuencia cardíaca, flujo sanguíneo o actividad eléctrica cerebral. Es el llamado síndrome de adaptación.

Efectos sociales y económicos

La combinación de todos los factores anteriormente descriptos ha convertido en inhóspitas muchas ciudades, deteriorando en ellas fuertemente los niveles de comunicación y las pautas de convivencia. En consecuencia, un número creciente de ciudadanos ha fijado su residencia en lugares inicialmente más sosegados. Se están abandonando estilos de vida y de convivencia que han durado milenios, sin que existan por el momento alternativas económica y psicológicamente aceptables.

Deben considerarse además los efectos derivados de la reducción en el precio de las viviendas en los lugares ruidosos y los costos sanitarios en la ampliación de las áreas destinadas a viviendas, los derivados de la baja productividad laboral, la disminución de los ingresos por turismo de ciertas ciudades históricas, etc.

Efectos sobre la fauna salvaje

Si bien este aspecto no ha sido explorado aún suficientemente, los resultados de las investigaciones disponibles apuntan a efectos negativos sobre la nidificación de aves y al desplazamiento de muchas especies animales de sus hábitats y rutas naturales, así como a la creación de impedimentos a sus costumbres de reproducción y alimentación.

4.1.4.3 Resumen de valores críticos

En la **Tabla 19**, se indican los valores críticos de ruidos y sus consecuencias. A partir de los valores indicados en la primera columna se empiezan a sentir, dependiendo de la sensibilidad individual, los efectos señalados en la segunda. A partir de este valor en decibeles se empiezan a sentir estos efectos nocivos:

TABLA 19: Valores de ruido (en dB)

Valores de ruido (dB)	Afecciones sobre las personas
30	Dificultad para conciliar el sueño. Pérdida de calidad del sueño.
40	Dificultad en la comunicación verbal.
45	Probable interrupción del sueño.
50	Malestar diurno moderado.
55	Malestar diurno fuerte.
65	Comunicación verbal extremadamente difícil.
75	Pérdida de la audición a largo plazo.
110-140	Pérdida de la audición a corto plazo.

FUENTE: Sistema de Gestión Ambiental RSU-Área Metropolitana UTN-FRM-2004

4.1.4.4 El ruido en el sitio de proyecto

El sitio de implantación del proyecto, se encuentra actualmente con un fuerte impacto con relación a los niveles sonoros, debido a la presencia de actividades típicamente generadoras de ruido.
Las infraestructuras que se ubican en el entorno cercano del terreno donde se localizará el proyecto son las siguientes:

- **Ruta Nacional Nº40:** debido a la distancia a la que se encuentra este corredor vial del sitio de proyecto, no tiene influencia directa sobre el sitio.

- **Vertedero Controlado de RSU de Las Heras:** esta infraestructura es generadora de ruidos por la utilización de maquinarias para la disposición de los residuos, similares a las que se utilizarán en el Centro Ambiental. De todas formas, el ruido generado resulta prácticamente imperceptible en el entorno cercano. Este vertedero dejará de operar, cuando se dé comienzo a la Etapa de Operación de la nueva infraestructura.

- **Aeropuerto Internacional El Plumerillo:** la distancia existente entre el corredor aéreo y el sitio de proyecto implican un nivel de ruidos que no resulta significativo desde el punto de vista de la molestia de las personas.

Se intentaron realizar mediciones del nivel de ruidos en varias locaciones dentro de los límites del sitio, durante el desarrollo del Informe "Sistema de Gestión Integral de RSU para el Área Metropolitana", realizado por la UTN (2004), no resultando posible registrarlas ya que en todo momento, las mismas fueron menores al rango inferior del equipo utilizado que es de 30 dBA. Cabe consignar que estas mediciones fueron realizadas en momentos en los que no se produjeron partidas o arribos de aviones al mencionado aeropuerto internacional.

4.1.4.5 Calidad del aire – Introducción

La capa más importante de la atmósfera es la tropósfera ya que contiene el aire que respiran los seres vivos y porque además en ella se producen los fenómenos meteorológicos que determinan el clima. Este aire es una mezcla de moléculas constantes (N_2, O_2 y gases nobles), de proporciones prácticamente invariables, y otras accidentales (CO_2, CO, NO_2, SO_2, O_3, etc.) cuya presencia varía según el lugar y el tiempo. Algunos de los componentes accidentales son los contaminantes.

Se denomina **contaminación atmosférica** a la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgo, daño o molestia grave para las personas o el ambiente.

Contaminación de base es la que existe en la atmósfera libre, sin influencia de focos de contaminación específicos.

Nivel de emisión es la cantidad de un contaminante emitido a la atmósfera por un foco fijo o móvil medido en una unidad de tiempo.

Nivel de inmisión es la cantidad de contaminantes sólidos, líquidos o gaseosos, medida en peso o en volumen, por unidad de volumen de aire, existente entre cero y dos metros de altura sobre el suelo. Se mide o calcula para cada contaminante.

Nivel máximo admisible de emisión es la cantidad máxima de un contaminante del aire que la legislación aplicable, permite emitir a la atmósfera exterior. Se establece un límite para la emisión instantánea y otros para valores medios en diferentes intervalos de tiempo.

4.1.4.6 Niveles guía de calidad de aire

La Provincia de Mendoza tiene legislación específica referida a la calidad del aire del ambiente. La Ley Nº 5.100 de "Preservación del Recurso Aire" que adhiere a la Ley Nacional Nº 20.284 "Disposición para Preservación Recursos del Aire", cuenta con el Decreto Reglamentario Nº 2404/89. En el mismo se establece, en su artículo 21º, la existencia de una *Instrucción Técnica de Calidad del Aire* correspondiente al nivel de alerta para cada contaminante. En la **Tabla 20,** se agregan estos niveles de alerta, como figuran en la legislación mencionada.

TABLA 20: Niveles de Alerta de Contaminación Atmosférica – Dec. Nº 2404/89

Contaminante	Nivele de Alerta (N.A.)			Muestra al N.A.	Método de Referencia
	µg/m3 g/cm2	Ppm	Período de Observación		
Partículas en suspensión	100	---	30 días	Media geométrica	Ref. 1
	200	---	24 hs.	Máx. una vez por año	Ref. 1
Partículas sedim.	1000	---	30 días	Máximo	Ref. 2
Monóxido de carbono	10	9	8 hs	Máximo	Ref. 3
	40	36	1 hora	Máx. una vez por año	Ref. 3
Hidrocarburos					
1. Sin Metano	0,19	---	3 hs	Máximo	Ref. 4
2. Totales	160×10^7	---	3 hs	Máx. una vez por año	Ref. 5
Plomo (Pb) y comp. con plomo (fund. De Tetraetileno de Plomo – (C2H54 Pb)	10	---	30 días	Máximo	Ref. 6
Oxidantes fotoquímicos (fund. Ozono O3) – Totales corregidos	125	0,06	1 hora	Máx. una vez por año	Ref. 7
Dióxido de Azufre (SO2)	80	0,03	8 horas	Máximo	Ref. 8
	260	0,1	1 hora	Máx. una vez por año	Ref. 8
Oxido de Nitrógeno (NOx)	100	0,05	1 año	Media aritmética	Ref. 9
	200	0,10	24 horas	Máx. una vez por año	Ref. 9

Ref 1:"Análisis de Partículas en suspensión" – Network, 1957 – 1971 Public. Nº 978, Washigton D.C.
Ref 2: Gravimetría "Método para el análisis continuo de polvo sedimentable" (APM – Revisión 1) "Air Pollution Measurement Committe", "Air Pollution Control Association" de 1996, Nº16, pag. 372.
Ref 3: Analizador Infrarrojo modificado (Jacobs MB y colaboradores), determinación continua de CO en aire mediante un analizador infrarrojo modificado (espectrometría infrarroja no dispersiva (Aire Pollution Control Association Journal, 1959, Nº9, pag. 110).
Ref. 4: Cromatrografía de gases
Ref 5: Detector de llama ionizante (detección de la conductividad eléctrica del gas ionizado) sin separación de especies.
Ref 6: Ditozona.
Ref 7: Buffler, método patrón del ioduro de potasio en medio neutro. "Selección de métodos para medición de contaminantes atmosféricos", Interbranch Chemical Advisory Committe, PHS, Publicación Nº 999, AP 11, Cincinatti, Ohio, 1965, PD-1.
Ref 8: Modificación de B.B. Pate, "Interferencia de nitrilos en la determinación espectrofotométrica del SO3 atmosférico" en "Anal. Chem." De 1965, Nº 37, pag. 942, al método de P.E. West y G.C. Gacke, "Fijación del SO2 como disulfitomercurate y posterior evaluación colorimétrica", en "Anal. Chem." De 1856 Nº 28, pag. 1816.
Ref 9: Griess – Saltzman B.E., Determinación colorimétrica de NO2 en la atmósfera, en "Anal. Chem.", Nº 26, pag. 1949.

La Organización Mundial para la Salud (OMS) como otros organismos responsable de la Salud Pública, sugieren Normas de Calidad de Aire con el fin de evitar o disminuir los riegos de la contaminación. La **Tabla 21,** efectúa una comparación entre las sugerencias de la OMS y las pautas establecidas según el cuadro anterior por la Ley Provincial Nº 5100.

TABLA 21: Comparación legislación provincial con pautas OMS

Componente	Alerta Provincia de Mendoza		OMS	
	Concentración	Período	Concentración	Período
Partículas	200 µg/m3	24 hs	120 µg/m3	24 hs
	100 µg/m3	30 días	75 µg/m3	1 año
NOx (oxidos de nitrógeno)	200 µg/m3	1 año	150 µg/m3 (80 ppm)	24 hs
	100 µg/m3	24 hs	400 µg/m3 (210 ppm)	1 hora
Plomo	10 µg/m3	30 días	0,5 a 1 µg/m3	1 año
Dióxido de azufre SO2	80 µg/m3	8 hs	500 µg/m3 (190 ppb)	10 min.
			350 µg/m3 (130 ppb)	1 hora
	260 µg/m3	1 hora	125 µg/m3 (50 ppb)	24 hs
			50 µg/m3 (20 ppb)	1 año
Ozono Superficial O3 (Oxidantes fotoq.)	125 µg/m3	1 hora	150-200 µg/m3 (80-100 ppb)	1 hora
			100-120 µg/m3 (50-60 ppb)	8 hs
Monóxido de carbono (CO)			100 mg/m3 (90 ppm)	15 min
			60 mg/m3 (25 ppm)	30 min
	40 mg/m3 (36 ppm)	1 hora	30 mg/m3 (25 ppm)	1 hora
	10 mg/m3 (9 ppm)	8 hs	10 mg/m3 (9 ppm)	8 hs

FUENTE: Sistema de Gestión Ambiental RSU-Área Metropolitana - UTN-FRM-2004

4.1.4.7 Niveles de calidad de aire en la Zona de Proyecto

Los problemas de contaminación del aire en las ciudades difieren de manera significativa debido a numerosos factores que influyen sobre ella: la topografía, la meteorología, la demografía, el nivel y tasa de industrialización, su desarrollo socioeconómico, entre otros.

Para caracterizar la calidad del aire es necesario comparar los niveles de concentración entre un ambiente limpio y uno contaminado. En un ambiente contaminado las concentraciones en el aire de ciertas sustancias alcanzan una concentración suficientemente alta de modo tal que sus efectos sobre hombres, animales, vegetación o materiales pueden ser medibles. Tales sustancias pueden ser partículas, gotas líquidas o gases presentes en la atmósfera.

En general se limita el concepto de contaminación a la presencia de sustancias que producen un efecto nocivo medible. En este sentido, la contaminación del aire es un problema que no reconoce límites políticos, ya que los contaminantes pueden llegar a dispersarse en toda la atmósfera. Pero es evidente que en los centros urbanos y las regiones más industrializadas los niveles de concentración, alcanzan valores varias veces superiores a los niveles de fondo o de aire limpio.
Actualmente se consideran niveles de referencia los ambientes marinos con vientos predominantes de zonas poco habitadas (islas, etc.).

El origen de la contaminación está ligado a las *fuentes de emisión.* Las fuentes más importantes son: 1) los transportes, 2) la producción de energía eléctrica, 3) la quema de residuos, 4) el consumo de combustibles industriales y hogareños, y 5) los procesos industriales. Los contaminantes primarios aéreos más comunes en las ciudades son el dióxido de azufre (SO_2), los óxidos de nitrógeno (NO y NO_2), a ambos conjuntamente se los denomina (NOx), el monóxido de carbono (CO), el ozono superficial (O_3), partículas en suspensión totales (PST) y plomo (Pb). Por otro lado, existen contaminantes secundarios que provienen de procesos químicos atmosféricos (reacciones fotoquímicas, óxido-reducción, catálisis, polimerización, etc.) produciendo componentes como las sustancias PAN.

La combustión es la principal fuente antrópica de contaminación aérea; el uso de combustibles de origen fósil en fuentes estacionarias conduce a la producción de SO_2, NOx y partículas (cenizas y hollín) y partículas secundarias. Los gases como sulfatos (SO_4^{2-}) y nitratos (NO_3^-), se convierten también a partículas. Los vehículos que usan naftas son las fuentes principales de NOx, CO y Pb, mientras que los que usan gas oil emiten cantidades importantes de SO_2 y NOx.

El ozono superficial es uno de los constituyentes más importantes del smog fotoquímico y no es emitido directamente por fuentes de combustión, sino que se forma en presencia de luz solar a partir de los NOx y los compuestos orgánicos volátiles (VOC), los cuales provienen de numerosas fuentes antrópicas como roce de las cubiertas en la calle, la producción de solventes, gas natural, planta de tratamiento de residuos, etc. Las mediciones realizadas en ambientes limpios nos permiten derivar las concentraciones de referencia. La **Tabla 22**, permite ver la composición del aire seco a nivel del mar. El vapor de agua y el ozono superficial tienen variaciones grandes: H_2O de 0 a 4% (0 a 40.000 ppm) O_3 de 0 a 0,008 ppm.

TABLA 22: Composición del aire seco a nivel del mar

Gas	Concentración (ppm)
Nitrógeno, N_2	780.840
Oxígeno, O_2	209.460
Argón, Ar	9.340
Dióxido de carbono, CO_2	315
Neón, Ne	18
Helio, He	5,2
Metano, CH_4	1,0 – 1,5
Criptón, Kr	1,1
Oxido nitroso, N_2O	0,5
Hidrógeno, H2	0,5
Xenón, Xe	0,08

FUENTE: Sistema de Gestión Ambiental RSU-Área Metropolitana UTN-FRM-2004

La ciudad de Mendoza, al igual que muchas en el país, ha experimentado un crecimiento de la urbanización, con incremento de movimiento vehicular, aumento de contaminación atmosférica y pérdida de espacios agrícolas y áreas verdes. Las emisiones procedentes del sistema de transporte constituyen un porcentaje alto sobre el total de emisiones.

En virtud de constituir la Zona de Estudio, una unidad ambiental con características propias, la calidad del aire de la misma no varía sustancialmente si se consideran distintas ubicaciones dentro de la geografía de la misma. No obstante ello existe una excepción a dicha regla dada fundamentalmente por las singularidades que exhiben las zonas de mayor tránsito vehicular en las zonas más densamente pobladas tal como el Microcentro de la Ciudad de Mendoza. En ellas la concentración de contaminantes en el aire puede llegar a alcanzar valores de contaminación sustancialmente distintos a los de otros sectores dentro de la Zona de Estudio no tan impactados por la contaminación proveniente de fuentes móviles.

En la zona urbana de Mendoza, el Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales del Gobierno Provincial, a través de la Dirección de Protección Ambiental (DPA) mide desde 1970 (para algunas estaciones) y desde 1990 para unas 15 estaciones, valores medios diarios de material particulado total (MPT) por el método de captura por filtro y reflectometría, óxidos de nitrógenos NOx usando el método de colorimetría de Griess y Salztmann; una vez por semana valores de 24 horas de plomo por el método de colorimetría por ditozona; y dióxido de azufre SO_2 por el método de colorimetría de West y Gacke modificado por Pate. Las estaciones continuas cuentan con monitoreo de ozono superficial (O_3) y óxidos de nitrógeno (NOx) por quimioluminiscencia, monóxido de carbono (CO) por técnica de infrarrojo correlación de gas filtrado, además de parámetros meteorológicos y radiación solar global. Las mediciones de PM10 se realizaron con un analizador continuo de atenuación de radiación beta, marca Thermo Scientific, modelo FH62C14-N. El analizador se instaló en el interior de una estación de monitoreo operada por la Dirección de Protección Ambiental, ubicada en la playa de estacionamiento de la sede central del Instituto Nacional de Vitivinicultura. El cabezal de toma de muestra se colocó a una altura aproximada de 3 metros. En este sitio existe una gran influencia de las emisiones vehiculares debido a su cercanía con calles muy transitadas, como San Martín al Este y 9 de Julio al Oeste.

En 2009 el Grupo de Estudios de la Atmósfera y el Ambiente de la UTN-FRM, realizó una modelación de la calidad del aire en el Gran Mendoza. El cálculo de las concentraciones ambientales se determinó usando un modelo de dispersión (CALPUFF), cuyos resultados se compararon con las mediciones de monitoreo existentes lo que permitió una efectiva evaluación del inventario de emisiones y del impacto sobre la calidad del aire del área estudiada.

A continuación se agregan algunos de los resultados obtenidos en este estudio, a efectos de conocer la situación de actual de la Zona de Estudio con respecto a la calidad del aire, en términos generales.

Posteriormente, y a los efectos de tener una línea de base sólida, previo a la construcción del Centro Ambiental El Borbollón, se acompañan los valores de las últimas mediciones de calidad de aire realizada en uno de los predios colindantes al sitio de implantación del proyecto, donde actualmente se opera una celda de disposición final de residuos patogénicos tratados (autoclavados), provenientes del *Sistema Provincial de Gestión Integral de Residuos Patogénico y Farmacéuticos de Mendoza.*

La **Tabla 23**, presenta los valores medios anuales de concentraciones ambientales para los contaminantes principales. La **Figura 45,** muestra una serie mensual con los valores medios sobre varias estaciones de partículas suspendidas totales y óxidos de nitrógenos en el centro de la ciudad. Es interesante observar la disminución profunda de partículas después de 1991 como ocurre con los NOx pero menos acentuada. Esta reducción se debe a un cambio del sistema de transporte público ocurrido durante 1991. Una distribución mejor del transporte público junto a mejores ómnibus y mejor tecnología contribuyó a mejorar la calidad del aire en el centro de la ciudad. Entre 1992 y 1996 el parque automotor privado fue aumentando con vehículos nuevos, parcialmente debido a un buen cambio de la paridad dólar-peso y parcialmente debido a un incentivo oficial para cambiar los viejos a través del "plan canje". Ambas circunstancias contribuyeron al aumento y al reemplazo de una parte importante del parque automotor.

TABLA 23: Valores anuales medios de calidad del aire en Mendoza

AÑO	PST (µG/m3)	NOX (ppb)	SO_2 (ppb)
1987	302,3	44,0	5,0
1988	331,3	46,0	4,0
1989	290,0	31,0	27,0
1990	225,5	47,0	8,0
1991	138,6	26,0	2,0
1992	84,1	20,0	0,0
1993	83,5	21,0	0,0
1994	72,0	28,0	0,0
1995	72,8	25,0	0,0
1996	54,9	34,0	2,0
1997	66,8	40,0	4,0
1998	77,2	33,0	3,0
1999	90,4	30,3	1,5
2000	66,9	27,7	1,9
2001	64,5	18,7	1,8
2002	59,8	25,7	1,9
2003	68,5	25,2	2,4
2004	79,1	30,8	1,1
2005	76,9	24,9	1,5
2006	49,2	22,8	0,3

FUENTE: Transporte y Calidad del Aire en Mendoza, UTN (2009)

Resultados de los Monitoreos en el Gran Mendoza

Dióxido de Azufre

La fuente principal de SO_2 es la refinería de YPF, ubicada en Luján de Cuyo, la que puede alcanzar valores máximos horarios de concentración ambiental de 100 µg/m3 en la zona urbana de Mendoza y más de 400 µg/m3 en la zona de Luján. La mayor parte de estas emisiones son liberadas a través de la antorcha. Actualmente la refinería ha incorporado una *Planta de Desulfuración Claus*, que permite la reducción de estas emisiones. En la zona urbana pueden alcanzarse valores máximos, en 8 horas de aproximadamente 100 a 200 µg/m3, y valores medios anuales entre 20 y 40 µg/m3, dependiendo de su ubicación relativa. De acuerdo a los niveles de calidad del aire de Mendoza, sólo algunos sectores cercanos a la fuente pueden superar la norma.

Óxidos de Nitrógeno

La Central de Energía Eléctrica ubicada en Luján de Cuyo, es el principal emisor de nitrógenos de las fuentes estacionarias, sin embargo éstas no exceden los estándares de calidad del aire. La norma diaria de nitrógenos de 0,1 ppm se superó tres veces durante las mediciones realizadas en la cercanía de la central eléctrica. Los valores medios diarios pueden alcanzar los 20 a 40 µg/m3. En las zonas urbanas los niveles de nitrógenos son producidos por las emisiones vehiculares.

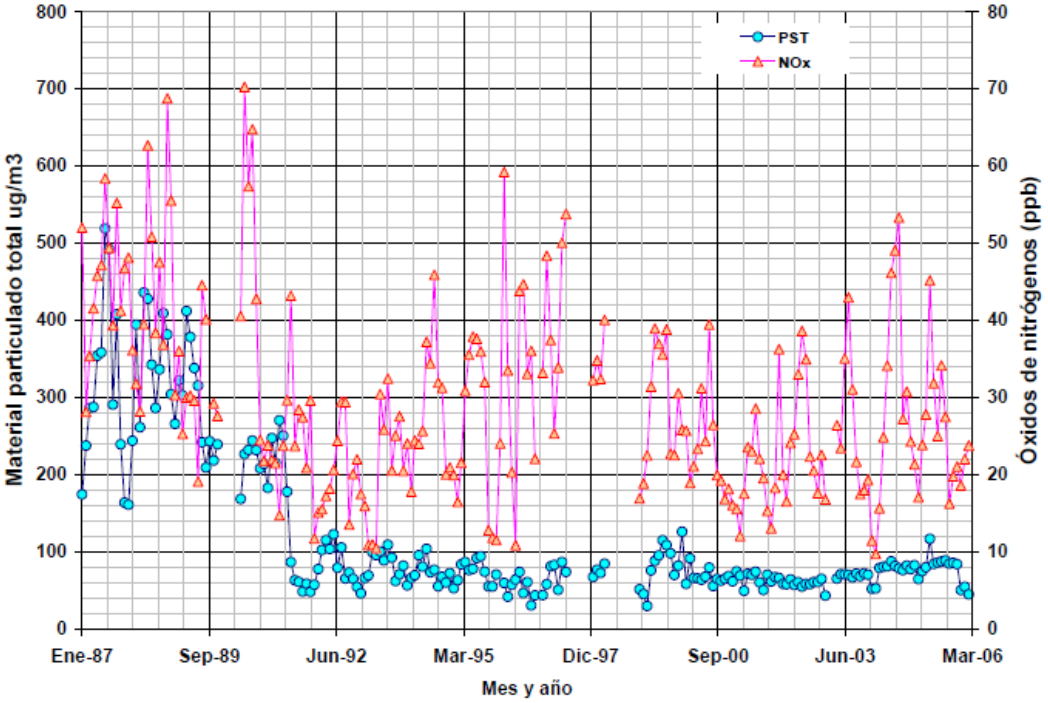


Figura 45: Valores medios mensuales de la red de monitoreo de la Dirección de Protección Ambiental de Mendoza

Ozono y Monóxido de Carbono

De acuerdo a los valores medidos en los tres sitios, se superaron las normas de máximos horarios de 0,06 ppm de ozono. En el entorno de la *Central Eléctrica* éste alcanzó a casi el 90% de las horas medidas. La formación de ozono se produce a partir de hidrocarburos y nitrógenos presentes durante las horas de luz. La mayor fuente de producción son las fuentes móviles en la ciudad. El ozono allí producido se desplaza hacia el sur durante las horas de luz, y luego de noche vuelve a retornar hacia el norte. En presencia de cierto nivel de nitrógenos (NO) éste destruye el ozono. El balance medido es típico para distancias entre 10 a 20 km de las ciudades. Otra fuente de formación de ozono lo es sin dudas, las numerosas fuentes de hidrocarburos y nitrógenos del Parque Industrial de Luján. Los valores de monóxido de carbono no superaron las normas horarias y en general estuvo por debajo de 1 ppm, alcanzando una vez el valor de 1,3 ppm. La **Figura 46** Muestra el cálculo de las concentraciones de monóxido de carbono en la zona metropolitana de Mendoza.

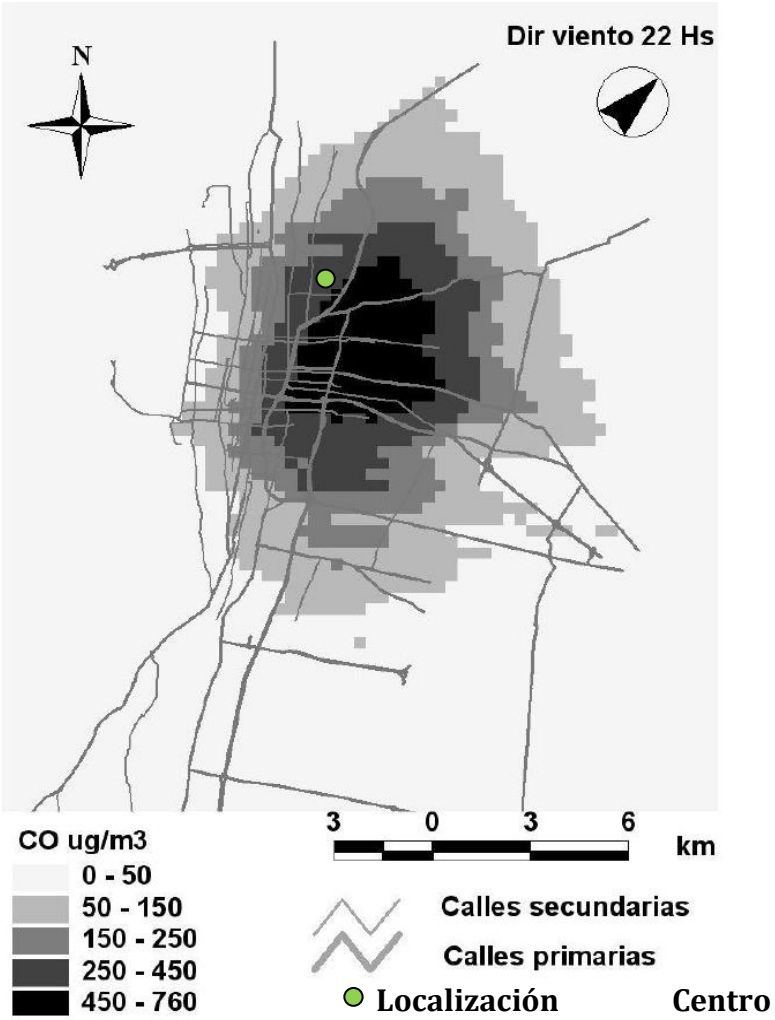


Figura 46: Concentraciones de monóxido en la zona del Gran Mendoza calculada por los programas de modelado

La **Figura 47,** muestra la salida de los modelos de dispersión para los valores medios horarios de NOx. A fin de evaluar el comportamiento de los modelos de simulación se compararon los resultados obtenidos con los datos provenientes del monitoreo de varias estaciones. Dada la variabilidad (aleatoriedad) de las emisiones vehiculares no es posible determinar una evaluación punto a punto, pero si se puede comparar la distribución de ocurrencias de las simulaciones con la distribución de ocurrencia de los datos de monitoreo. La figura mencionada, muestra esta comparación, donde se observa que las simulaciones son capaces de determinar el comportamiento general de la contaminación vehicular.

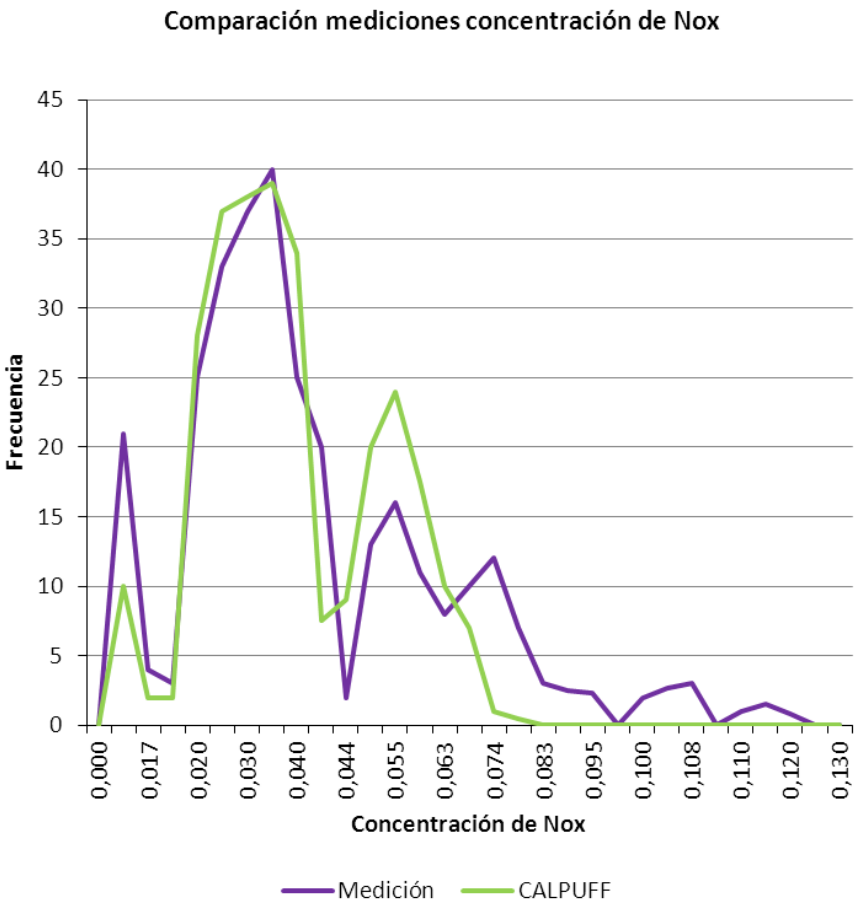


Figura 47: Comparación de las distribuciones de ocurrencia de las mediciones en estación de monitoreo y los resultados de la modelación con CALPUFF

Material particulado total y PM10

Se estimó que la emisión total de PM10 para el Gran Mendoza es de 4.237 ton/año, siendo las fuentes móviles las mayores contribuyentes de este valor. Las concentraciones modeladas presentan valores de hasta 80 µg/m3 en el centro de la ciudad, la zona de mayor tráfico de vehículos. La comparación entre las concentraciones modeladas y medidas en un sitio urbano sirvió para validar

satisfactoriamente el desempeño del modelo e, indirectamente, la estimación de emisiones realizada.
Existen también un sinnúmero de fuentes naturales de PM10. Entre ellas, la erosión que produce el viento en zonas áridas y semiáridas de la región, que aporta una gran cantidad de material particulado a los centros urbanos. Esto se puede apreciar a simple vista durante los días de vientos intensos como el Zonda.

La **Figura 48** presenta la comparación entre las concentraciones promedio diarias modeladas y medidas en un sitio urbano para todo el mes de junio de 2009. Se puede observar que existe una buena correlación entre ambas curvas.

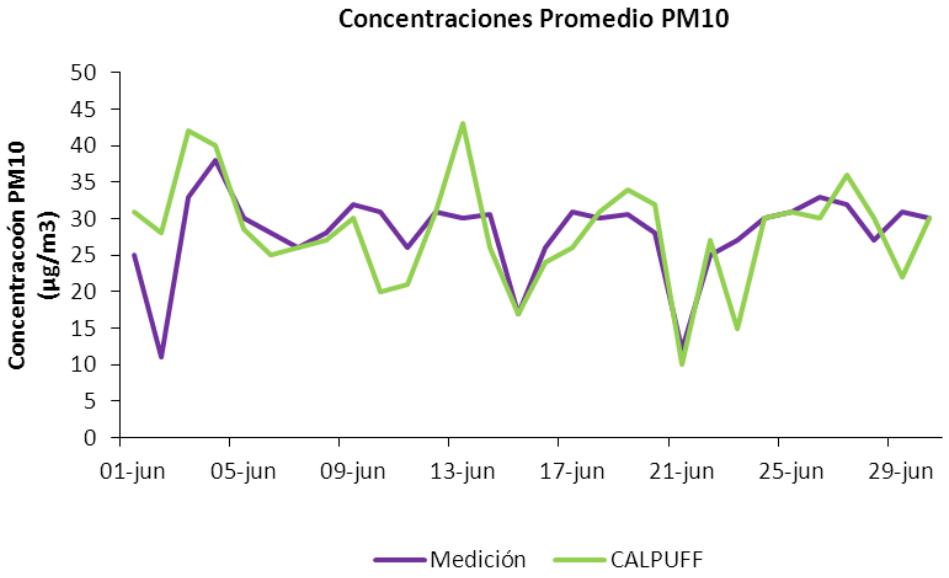


Figura 48: Concentraciones promedio diarias de PM10 medidas y simuladas en el sitio donde se halla ubicada la Estación de Monitoreo.

En la **Figura 49** se puede observar la contribución de cada una de las fuentes consideradas. Las fuentes móviles son las principales generadoras de PM10 si se tienen en cuenta sus emisiones directas e indirectas (61%).

Se observa que el PM10 producido por los vehículos en la re-suspensión es notablemente mayor al generado en la combustión. Las industrias aportan el porcentaje restante de material particulado en la región.

Se destacan como grandes contribuyentes una central térmica, una fábrica de ferroaleaciones en el sur de la ciudad y una planta productora de cemento en el norte. Las emisiones fugitivas son prácticamente despreciables dado que dependen fuertemente de la velocidad del viento y en Mendoza esta es baja.

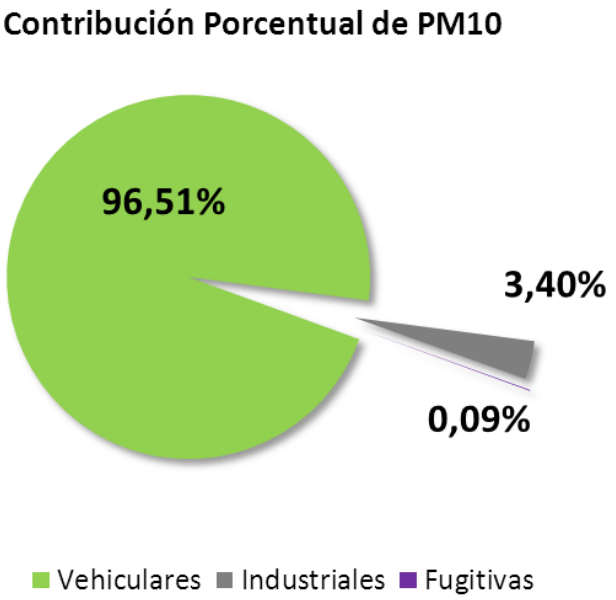


Figura 49: Contribución de fuentes a las concentraciones de PM10 simuladas en el sitio donde se halla la estación de monitoreo

4.1.6.8 Niveles de calidad de aire en el sitio de implantación

A los efectos de tener una línea de base, en cuanto a Calidad de Aire en el sitio de implantación del proyecto, se analizaron los datos provenientes del *Programa de Vigilancia Ambiental* previsto en el Contrato de *Concesión para la Gestión de Residuos Patogénicos y Farmacéuticos de la Provincia de Mendoza*, celebrado entre el Gobierno de la Provincia y la Empresa TYSA LAMCEF, debido a que las instalaciones de dicho emprendimiento se encuentran cercanas al sitio en donde se construirá el Centro Ambiental.

Actualmente se cuenta con los valores de las últimas campañas de Calidad de aire, tanto de la *Planta de Tratamiento de Residuos Patogénicos*, ubicada a 4,33 km hacia el NO del emprendimiento y de la *Celda de Disposición Final de los residuos tratados*, provenientes de la Planta, ubicada 3,28 km hacia el Sur.

En la **Figura 50** se puede observar la distancia relativa desde los sitios que poseen datos de monitoreos y el futuro sitio de implantación del proyecto.

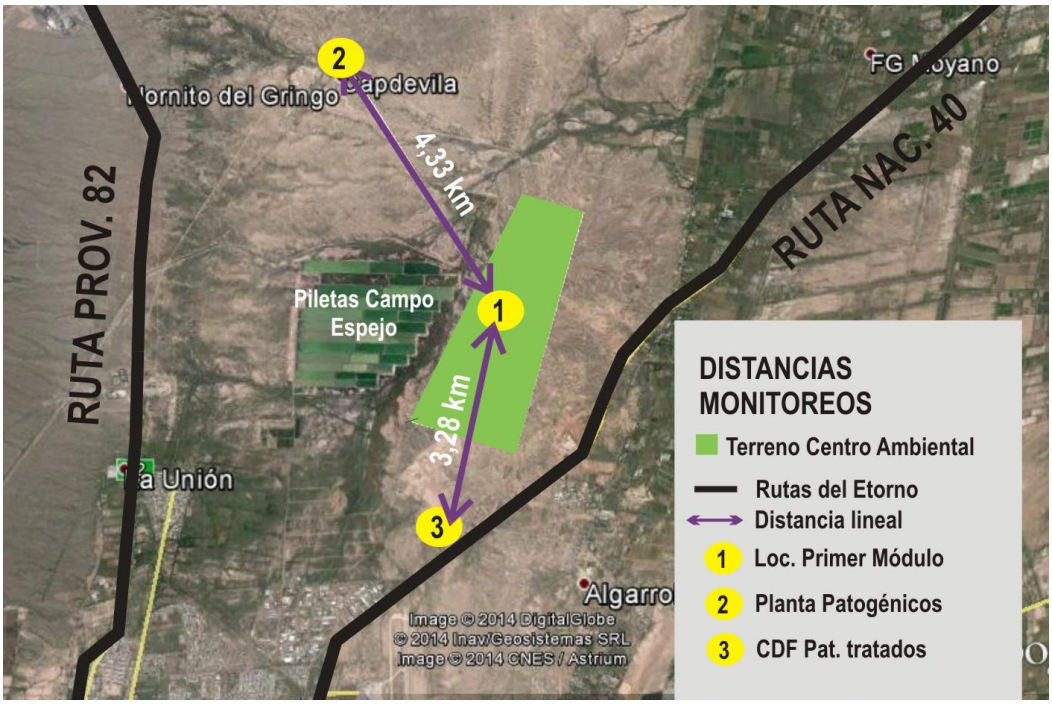


Figura 50: Ubicación terreno respecto Planta Patogénicos y CDF residuos tratados

Monitoreo de calidad de aire en la Celda de DF de residuos tratados

Las últimas campañas realizadas, incluyen el análisis de **Calidad de Aire** a Barlovento y a Sotavento del Módulo de Disposición Final, y son de fecha 30 de mayo de 2014. Durante esta campaña se llevó a cabo la determinación de los parámetros vinculados a calidad de aire, variables meteorológicas y PM10. Y para la determinación de los puntos de monitoreo, se consideró la dirección del viento reinante al momento de la ubicación de los equipos. Las **Tablas 24** y **25** muestran los valores obtenidos en la campaña mencionada, a sotavento y a barlovento del módulo.

TABLA 24: Monitoreo Barlovento CDF – residuos patogénicos tratados

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantif.	Metodolog. de Muestreo	Metodolog. de Análisis	Valor	Unid.	Matriz
Fecha inicio	---	---	---	---	29/05/2014	d	aire
Fecha final	---	---	---	---	30/05/2014	d	aire
Hora inicio	---	---	---	---	11:00	h	aire
Hora final	---	---	---	---	11:00	h	aire
Tiempo Total	---	---	---	---	1.440	min	aire
Peso inicial	10	10	Balanza analítica	Balanza analítica	162.600	µg	aire
Peso final	10	10	Balanza analítica	Balanza analítica	166.720	µg	aire

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantif.	Metodolog. de Muestreo	Metodolog. de Análisis	Valor	Unid.	Matriz
Presión atmosf. promedio		0,1	Datos Meteorol.(*)	Datos Meteorol.(*)	706,0	hPa	aire
Temperatura atmosf. promedio	0,1	0,1	Datos Meteorol.(*)	Datos Meteorol.(*)	11,7	ºC	aire
Caudal	0,005	0,005	Caudalímetro	Caudalímetro	0,017	m3/min	aire
Volumen corregido (STD)					17,54	m3	aire
Concentración PM-10	0,06	0,06	EPA IO2.3	EPA IO2.3	**243,91**	**µg/m3**	aire

FUENTE: Plan de Monitoreo Ambiental – Residuos Patogénicos – TYSA-LAMCEF UTE

TABLA 25: Monitoreo Sotavento CDF – residuos patogénicos tratados

Parámetro	Límite de detección	Límite de cuantif.	Metodolog. de Muestreo	Metodolog. de Análisis	Valor	Unid.	Matriz
Fecha inicio	---	---	---	---	29/05/2014	d	aire
Fecha final	---	---	---	---	30/05/2014	d	aire
Hora inicio	---	---	---	---	10:00	h	aire
Hora final	---	---	---	---	10:00	h	aire
Tiempo Total	---	---	---	---	1.440	min	aire
Peso inicial	10	10	Balanza analítica	Balanza analítica	162.600	µg	aire
Peso final	10	10	Balanza analítica	Balanza analítica	166.840	µg	aire
Presión atmosf. promedio		0,1	Datos Meteorol.(*)	Datos Meteorol.(*)	706,0	hPa	aire
Temperatura atmosf. promedio	0,1	0,1	Datos Meteorol.(*)	Datos Meteorol.(*)	11,7	ºC	aire
Caudal	0,005	0,005	Caudalímetro	Caudalímetro	0,017	m3/min	aire
Volumen corregido (STD)					17,54	m3	aire
Concentración PM-10	0,06	0,06	EPA IO2.3	EPA IO2.3	**241,75**	**µg/m3**	aire

FUENTE: Plan de Monitoreo Ambiental – Residuos Patogénicos – TYSA-LAMCEF UTE

Los datos precedentes ponen en evidencia que en el sitio de implantación, actualmente se registran altas concentraciones de PM10 (superiores a los 200 µg/m3), en comparación con los promedios medidos por las estaciones fijas de la zona metropolitana que arrojan valores hasta 50 µg/m3. En ***Anexo 13: Monitoreo Calidad del Aire – CDF residuos patogénicos tratados,*** se agregan datos originales de laboratorio.

Esto se debe, a los trabajo de movimiento se suelos que se realizan en forma diaria, tanto en el Vertedero Controlado de RSU de la Municipalidad de Las Heras, como en la celda de disposición final de residuos patogénicos tratados. Esto acompañado de un tipo de suelo muy volátil.

Por lo tanto, y partiendo de esta base, en el emprendimiento a construir, se deberán prever las medidas de mitigación necesarias para no superar estos valores y de ser posible bajarlos con el desarrollo de las metodologías adecuadas.

Monitoreo de emisión de contaminantes en la Planta de Patogénicos

En la campaña realizada en la Planta de Tratamiento de Residuos Patogénicos, con fecha 30 de mayo de 2014, se colocaron dos estaciones de calidad de aire (SOTAVENTO y BARLOVENTO). Y los contaminantes estudiados fueron: 1) Óxidos de Nitrógeno (NOx), 2) Monóxido de Carbono (CO), 3) Dióxido de Azufre (SO2), 4) Ozono (O3), y 5) Hidrocarburos Totales (TPH).
Los datos meteorológicos registrados en esa fecha que se realizó la campaña de medición se pueden ver en la **Tabla 26**

TABLA 26: Datos Meteorológicos Planta Patogénicos

Datos Meteorológicos	
Temperatura Media (ºC)	14
Velocidad del viento (Km/h)	12
Viento predominante	SE
Humedad (%)	51
Presión (hPa)	1014,55

FUENTE: Plan de Monitoreo Ambiental Residuos Patogénicos – TYSA-LAMCEF UTE

En el período comprendido entre las 11:00 y las 11:40 horas del día 30 de mayo de 2014, se realizaron en dos puntos, mediciones de calidad d aire para evaluar las concentraciones de hidrocarburos totales, ozono, así también de CO, NOx, SO2 capturados en los puntos de muestreo en cada caso.
Los valores obtenidos están normalizados a 25ºC y 1ATM de presión, y se pueden observar en la **Tabla 27** de donde se concluye que ninguno de los componentes estudiados supera los niveles establecidos como de alerta en la legislación vigente en la Provincia. En ***Anexo 14: Monitoreo Contaminantes Atmosféricos Planta de Tratamiento de residuos patogénicos y farmacéuticos*** se agrega datos originales de laboratorio.

TABLA 27: Monitoreo contaminantes atmosféricos Planta Patogénicos (30/05/2014)

Parámetro	Unidad	Sotavento	Barlovento	Legislación Provincial (Nivel de alerta)
Óxidos de Nitrógeno (NOx)	mg/m3	**<0,04**	**<0,04**	0,1
Monóxido de Carbono (CO)	mg/m3	**<0,2**	**<0,2**	0,04
Dióxido de Azufre (SO2)	mg/m3	**<0,02**	**<0,02**	0,08
Ozono	mg/m3	**<0,1**	**<0,1**	---
Hidrocarburos Totales	mg/m3	**<0,02**	**<0,02**	---

FUENTE: Plan de Monitoreo Ambiental – Residuos Patogénicos – TYSA-LAMCEF UTE

De los resultados obtenidos surge que los valores se encuentran por debajo de los parámetros máximos establecidos por la legislación vigente, salvo en el caso del Monóxido de Carbono.

4.1.6.9 Conclusiones

Del análisis de los antecedentes disponibles: 1) Mediciones realizadas en forma sistemática por la Dirección de Protección Ambiental en el Microcentro de la ciudad de Mendoza, y 2) Datos del Programa de Monitoreo del Sistema de Gestión de Residuos Patogénicos, en las infraestructuras existentes, vecinas al sitio de implantación, surgen las siguientes conclusiones:

- De las mediciones registradas en las estaciones fijas de la DPA, se resumen los siguientes valores:
    - Para dióxido de azufre (SO_2), se han registrado en la zona urbana valores máximos entre **100 a 200 µg/m3** y medios entre **20 a 40 µg/m3.** Siendo el límite máximo de 80 µg/m3.
    - Para Óxidos de Nitrógeno se registraron valores máximos entre **20 a 40 µg/m3**, en cercanías de la central eléctrica. Siendo el límite máximo de 100 µg/m3.
    - Para PM10 se observaron valores de hasta **80 µg/m3**, en el Microcentro. Siendo el límite máximo de 200 µg/m3

- Las mediciones de **PM10**, llevadas a cabo dentro del Programa de Monitoreo del CDF de residuos patogénicos tratados, se registraron valores altos **(> 200 µg/m3**), en comparación con las mediciones del Microcentro de 80 µg/m3 y siendo el límite máximo establecido por la legislación de 200 µg/m3. Esto se debe fundamentalmente a los movimientos de suelo realizados en el sector y al tránsito automotor de la Ruta Nacional Nº40.

- Con relación al control de emisiones realizado en la Planta de Tratamiento de Residuos Patogénicos, se observa que sólo la concentración de **Monóxido de Carbono**, supera los valores establecidos por la legislación

provincial, registrándose un valor de **200 µg/m3**, siendo el límite establecido de 40 µg/m3.

En función de todo esto, se puede concluir que en las distintas mediciones realizadas en la región, se han excedido los límites establecidos en la legislación para SO_2, y en el entorno de proyecto se superaron los límites de PM10 y CO.
Por lo tanto, se deberá dar estricto cumplimiento a las normas operativas previstas para el Centro Ambiental El Borbollón, a los efectos de no incrementar los valores registrados en el entorno de PM10, y de ser posible reducirlos. Y con respecto a las emisiones, valen las mismas observaciones, teniendo en cuenta que como nivel de base se han registrado valores en exceso de Monóxido de Carbono. Además del cumplimiento de las correspondientes medidas de mitigación previstas en el Plan de Manejo Ambiental desarrollado para las instalaciones, se deberá dar cumplimiento al correspondiente Programa de Monitoreo a los efectos de la detección temprana de cualquier valor fuera de parámetros para proceder al desarrollo de las acciones previstas para la remediación de la situación.

4.2 MEDIO BIOLÓGICO

4.2.1 Flora

4.2.1.1 Introducción

La existencia de una cobertura vegetal en general, y de las masas forestales en particular, son fundamentales para el bienestar ecológico de la tierra. La vegetación aporta beneficios sumamente importantes al equilibrio natural ya que:

- Reduce el escurrimiento superficial, permitiendo que el agua se infiltre hacia los acuíferos subterráneos.
- Fija el carbono mediante el proceso conocido como fotosíntesis y regula la presencia de dióxido de carbono en la atmósfera, evitando que llegue a concentraciones nocivas; además este proceso libera oxígeno. Por esta doble acción podemos afirmar que la vegetación actúa como "purificadora del aire".
- Sirve de barrera contra los vientos, reduciendo así la erosión eólica.
- Contribuye a disminuir las inundaciones.
- Protege al suelo del lavado ocasionado por las lluvias torrenciales y el calcinamiento de la materia orgánica por la acción de la energía solar, conservando y manteniendo la fertilidad de los suelos.
- Es la base de las pirámides tróficas. Sustentan al resto de los organismos consumidores.
- Proporciona un hábitat para la fauna, permitiendo el mantenimiento de la biodiversidad.
- Desempeña un papel vital para la regulación del clima.
- Es una fuente de recursos, brindando productos maderables (leña y madera) y no maderables (fruta, fibra, polen para las abejas, hongos, pasturas).
- Mantiene la calidad del agua, actuando como filtro natural.

Por todo esto resulta de vital importancia ante la realización de todo nuevo emprendimiento, en un sitio no explotado realizar los estudios correspondientes, a los efectos de mantener el equilibrio original del sitio, compensando de alguna forma los impactos a producirse sobre la flora del sitio.

4.2.1.2 Características generales de la Flora de Mendoza

Para referirnos a la flora de la provincia, diferenciaremos los conceptos de *flora* y *vegetación*, entendiendo por **Flora** al conjunto de especies vegetales que conforman la vegetación de la región, y **Vegetación** como el conjunto de plantas que pueblan un área y forman una comunidad.

Los ambientes áridos o semiáridos como la Provincia de Mendoza tienen características que determinan y condicionan su flora autóctona:

- **Escasas precipitaciones (déficit hídrico):** promedio de lluvias de 250 mm por año. De esta cantidad el 80% cae en verano, a veces en forma de granizo.
- **Alto grado de insolación en verano:** lo que aumenta la temperatura del follaje y por lo tanto la transpiración de las plantas.
- **Suelos pobres en materia orgánica (restos de vegetales):** en todos los suelos, llanura, piedemonte y montaña.
- **Alta amplitud térmica diaria (diferencia de temperatura entre el día y la noche),** y estacional (entre el verano y el invierno).

Todas estas características han modelado un paisaje con predominio de plantas resistentes a la sequedad, conocidas como xerófilas, que presentan adaptaciones morfológicas y fisiológicas que les permite sobrevivir a las condiciones extremas del ambiente.

4.2.1.3 Adaptaciones de la Flora a las zonas áridas

Para disminuir la pérdida de agua

- Engrosamiento de la epidermis (cactus).
- Presencia de cobertura cerosa (retamo) o resinosa (jarilla), pelos (zampa) o escamas.
- Estomas (poros) solo en el envés (partes inferior de la hoja), o hundidos en concavidades (cactus).
- Orientación de las ramas y hojas para evitar la incidencia de rayos solares del medio día (*Larrea cuneifolia*).
- Apertura de las estomas en la noche y cierre en el día (cactus).
- Costillas para contracción o dilatación (cactus).
- Oxalatos (sales) debajo de epidermis.

Para reducir la superficie de evapotranspiración

- Transformación de las hojas en espinas (algarrobo, cactus, molle).
- Disminución de superficie foliar (algarrobos y jarillas); ausencia de hojas (pichana); pérdida temporaria de hojas (chañar) o enrollamiento de las hojas (albaricoque).
- Reducción del tamaño de la planta: plantas rastreras para protegerse de los vientos y conservar la humedad (yareta, retortuño).
- Adelgazamiento de la pared celular.
- Formación de acodos, plantas que entierran sus ramas y forman una nueva planta (llaullín).
- Hojas caducas (retamo).

- Uso de tejidos externos como el tallo y las ramas para la fotosíntesis (chañares y breas que tienen corteza con clorofila).

Para aprovechar el agua disponible en el suelo

- Raíces amplias y superficiales (cactus) o profundas, buscando el agua subterránea de las napas freáticas (algarrobo).

Para acumular agua

- Desarrollo de tejidos carnosos en zonas aéreas (carnosas y suculentas como las portulacas y los cactus) y subterráneas (cactus de alta montaña).

Para defenderse de los herbívoros

- Espinas como los cactus y los algarrobos.
- Sustancias tóxicas, poco digeribles o desagradables, (resina en las jarillas, o sal en las hojas de zampa).
- Hojas duras y punzantes (piquillín, albaricoque).
- Estructuras urticantes (ortiga de la sierra).

4.2.1.4 Clasificación de la flora según sus adaptaciones

Xerófilas: Son aquellas que resisten la sequedad. El término deriva de xeros (seco) y filos (amante de o amiga de). En general, son hierbas, leñosas y arbustos espinosos que poseen hojas pequeñas y espinas. Ejemplo: las tres especies de jarilla, el alpataco, el algarrobo y el chañar.

Halófilas: Son los vegetales resistentes a la salinidad (halos significa salino). Se presentan en suelos bajos, inundables y salinizados por acción antrópica o natural. En los bordes lagunares como Llancanelo (Malargüe), Guanacache (Lavalle) o La Salina (San Rafael), podemos observar estas especies: el jume, la vidriera, el vinagrillo, el apen, la zampa, retortuño, entre otros.

Samófilas: Son aquellas que prosperan en suelos muy arenosos, son fijadoras de médanos, especialmente en los de Lavalle y las Travesías del Este, como el junquillo, el tupe, el retamo, el albaricoque y el parrón, entre otros.

Hidrófilas: son las resistentes al exceso de humedad. Se presentan a orilla de los humedales o dentro del agua. Entre otros podemos citar como ejemplo: el junco, la totora, la chilca y otras.

Plantas efímeras: Cumplen su ciclo vital en una temporada o en una época de lluvias. Esto significa que pueden germinar, desarrollarse y reproducirse en sólo tres o cuatro meses, y generalmente viven en comunidades (flechilla anual).

4.2.1.5 Provincias fitogeográficas de Mendoza

La Fitogeografía es la rama de la Geografía que estudia el origen, distribución, adaptación y asociación de los vegetales, de acuerdo con la localización geográfica y su evolución, como así también la relación que hay entre las condiciones del medio terrestre (suelo, humedad, radiación solar, altitud) con la distribución de las formaciones vegetales (bosques, matorrales, praderas). Describe el tipo de plantas que hay en cada región. Esta disciplina nos permite ordenar el recurso natural flora, en función de las especies más representativas.

En Argentina la clasificación fitogeográfica más extendida es la presentada por Ángel Lulio Cabrera, en su trabajo publicado en 1976: *Regiones Fitogeográficas Argentina,* reeditada en 1994 y basada en sus ensayos previos presentados en 1951, 1953, 1958 y 1971.

La vegetación autóctona en Argentina es el resultado de una larga evolución y una manera de comprenderla es analizar su distribución geográfica. De acuerdo a la clasificación realizada por Adolf Engler en 1936, Argentina se encuentra entre las *ecozonas* o reinos geográficos (llamados *regiones* por Cabrera) *Neotropical* y *Antártica*, de los siete en que Engler dividió la vegetación del planeta. Éstas a su vez fueron divididas por Cabrera en el territorio argentino en *dominios*, *provincias* y *distritos fitogeográficos*.

Considerando las áreas de dispersión de las especies en nuestro país, en la Provincia de Mendoza existen dos de esos grandes dominios: *el Chaqueño* con especies resistentes a las altas temperaturas y el *Andino Patagónico* con plantas resistentes tanto al frío y al congelamiento como a la sequía. En algunos sitios de montaña con clima muy frío aparecen algunas especies de otro gran dominio, como el *Subantártico*.

En la **Figura 51,** se pueden observar las Provincias Fitogeográficas que atraviesan la Provincia de Mendoza, y que son las siguientes: 1) Andina, 2) Del Monte, 3) Del Monte Chaqueña, 4) Del Monte del Espinal, 5) Patagónica, 6) Prepuneña y 7) Puneña.

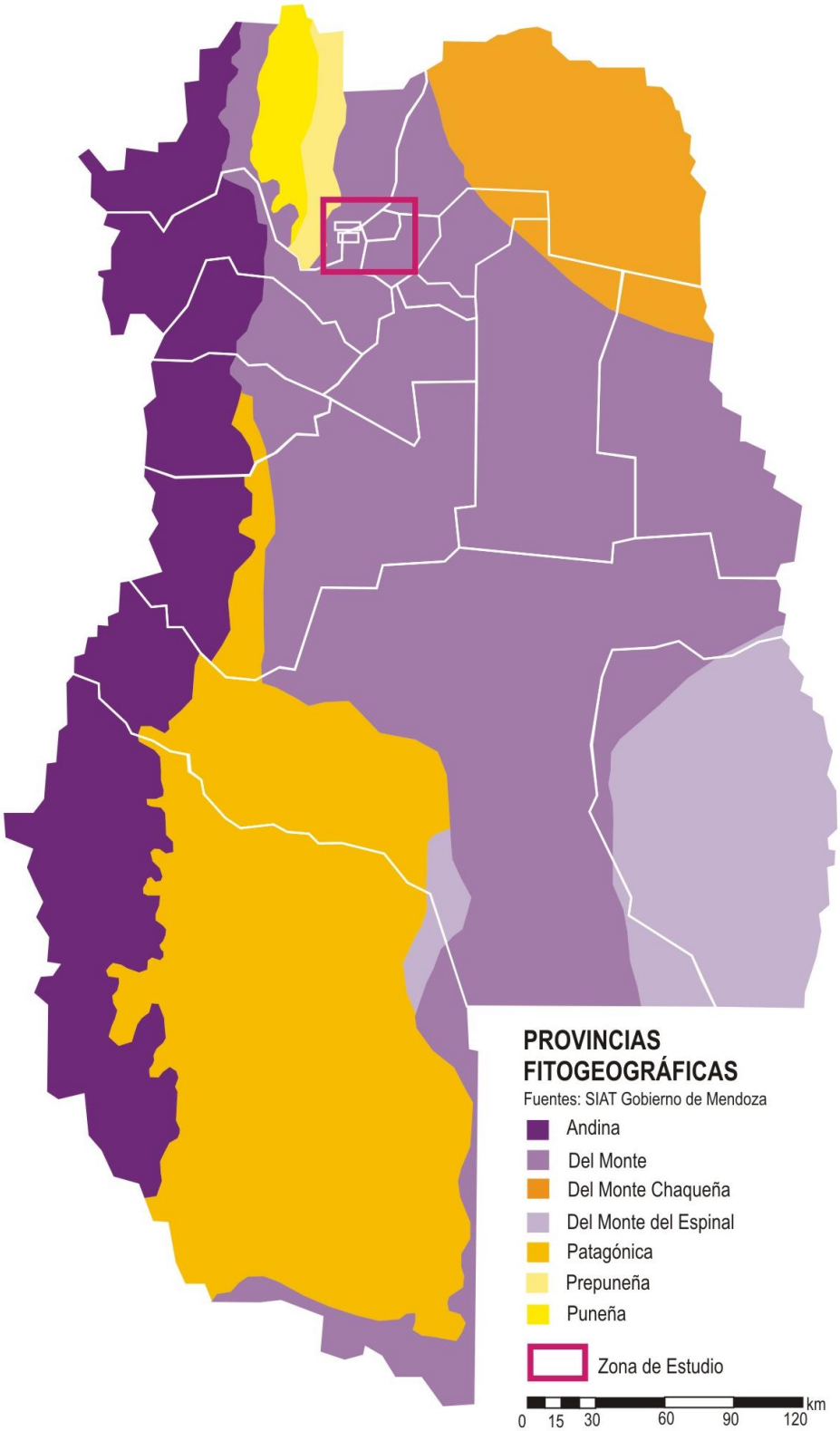


Figura 51: Fitogeografía de la Provincia de Mendoza

De la **Figura 51,** se desprende que la Zona de Estudio se ubica en la Provincia Fitogeográfica del Monte, por lo cual analizaremos en particular la característica de esta región florística.

Provincia Fitogeográfica del Monte

Esta provincia fitogeográfica, ocupa en Mendoza toda la llanura entre el río Desaguadero y el piedemonte ubicado en la cota 1000 msnm. Limita al sur con la Estepa Patagónica y las cotas 1500-2000 msnm, en donde se superpone con la Prepuna, a la altura de Villavicencio. Sus precipitaciones son estivales y al año oscilan entre un rango de 200 a 400 mm. El estrato arbóreo está representado por el algarrobo, que forma comunidades denominadas algarrobales. Estos bosques de algarrobo han sido degradados por la extracción de madera para el ferrocarril y para leña en gran parte del secano o desierto mendocino.

En el estrato arbustivo son característicos la jarilla, el chañar y el retamo. El Monte posee numerosas especies aromáticas y de uso medicinal. Como característica principal se puede mencionar la predominancia de especies arbóreas bajas y de jarillas de no más de 3 metros de altura, siendo su fisonomía la de un matorral formado por arbustos de tronco muy corto y ramificado desde la base y que asimilan energía con su follaje estacional o perenne, estando muy separados entre sí, dejando grandes superficies de suelo desnudo, proporcionando de este modo al paisaje un tono grisáceo.

En su estrato inferior, lo acompañan plantas suculentas con bulbos o tubérculos y efímeras que se adaptan de otra manera a la aridez.

Esta provincia abarca unidades geomorfológicas, con predominio de formas planas y relieves de erosión. De este a oeste se ubican: la Llanura de la Travesía, las Huayquerías y la Cerrillada Pedemontana. Dentro de Mendoza comprende todas las grandes llanuras, ascendiendo por los macizos montañosos hasta los 2300-2500 msnm. Sobre los valles de Potrerillos y Uspallata, en el área de influencia directa del Embalse Potrerillos, se encuentra fraccionada en angostas fajas.

El relieve corresponde a llanuras, bolsones, laderas de montañas y mesetas. El suelo es generalmente arenoso, profundo y muy permeable, aunque también se los encuentra con rocosidades y salinos. El clima es seco y fresco, con escasas precipitaciones.

El tipo de vegetación predominante es la estepa arbustiva xerófila, samófila y halófila. En las márgenes de los ríos se presenta vegetación del tipo hidrófila, debido a la mayor disponibilidad de agua. Otras clases de vegetación que también se desarrollan son bosques marginales de sauces.

La vegetación dominante en la *Provincia del Monte* se distingue por su carácter predominantemente arbustivo, aunque también se encuentran especies arbóreas

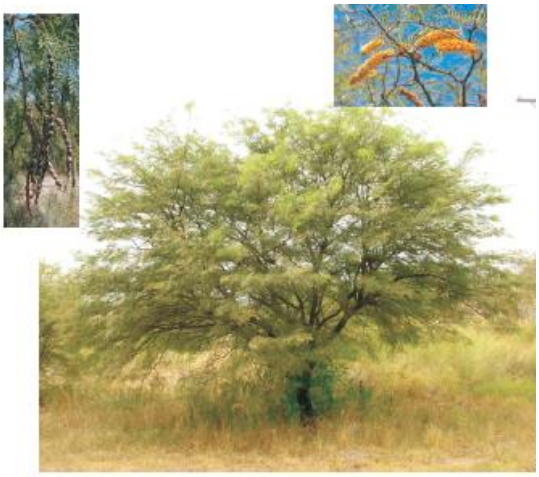
bajas. Es característico el dominio de la familia de zigofiláceas arbustivas, especialmente del género *Larrea* (jarillas) asociadas con *Prosopis* arbustivos. Existen en Mendoza tres especies de jarillas:

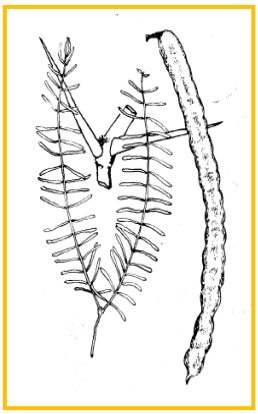
- *Larrea cuneifolia*: Con sus ramas siempre orientadas mirando al oeste-este, se desarrolla en suelos de textura fina. Es considerada flora provincial.
- *Larrea divaricata:* De ramas difusas y adaptadas a suelos arenosos y profundos.
- *Larrea nítida:* De hojas resinosas y brillantes, extrae agua de capas freáticas.

En la Provincia del Monte mendocina abundan los algarrobos, como el algarrobo dulce (*Prosopis flexuosa*), el chañar (*Geoffroea decorticans*), el chañar brea (*Cercidium praecox*) y el atamisque (*Capparis atamisquea*). También son comunes de junquillo (*Sporobolus rigens*) y diversas especies de cactáceas del género *Opuntia.* Las cactáceas son muy comunes en el Norte de la provincia y su número disminuye hacia el Sur. En la **Tabla 28**, se presenta un listado de las especies más características de la Flora de Mendoza.

TABLA 28: Especies características Flora de Mendoza

Algarrobo dulce
Prosopis Flexuosa





Árbol de hasta 8 m de alto, con ramas espinosas y abiertas que le dan una forma aparasolada. Las ramas inferiores van muriendo, produciéndose un desrame natural. Tiene hojas compuestas que caen en invierno. Resistente al frío, sequía y salinidad. Con su fruto (legumbre o chaucha) de sabor dulce, tostado y molido se hace harina con la que se elaboran tortas llamadas "patay", machacado y sumergido en agua se obtiene la "añapa" (bebida refrescante y además diurética y estomacal). Con la añapa fermentada se elabora una bebida alcohólica: "chicha o aloja", también se hace "arrope".

La madera de los algarrobos es pesada y dura, posee gran durabilidad y es excelente combustible. Es muy utilizada para postes, carbón y muebles. Se trata de una planta freófita, es decir que sus raíces son muy profundas, llegando a los 25 metros en busca de la napa freática o acuífero. Es capaz de incorporar nitrógeno al suelo aumentando su fertilidad beneficiando no sólo al algarrobo, sino también a las demás plantas del medio.

Atamisque
Capparis atamisquea

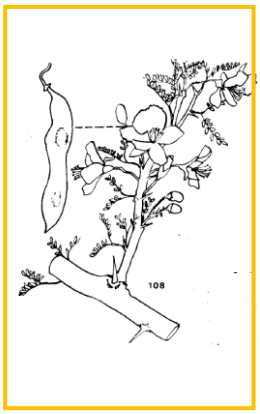
Árbol o arbusto de 2 a 3 m de alto, leñoso; de ramas rígidas, alternas, cilíndricas y lisas. Con hojas alternas verde oscuro brillante, densamente cubiertas de pelos peltados. Inflorescencias terminales racimosas.
Las hojas masticadas tienen un sabor cáustico y gusto a mostaza.

Chañar
Geoffroea decorticans

Arbusto hasta árbol, que puede llegar a medir de 4 a 5 metros de altura, caducifolio, espinoso, con raíces gemíferas que forman matorrales, a veces muy bajos que resultan impenetrables por su enmarañamiento (chañar patero). Su corteza se desprende en bandas y deja expuesto su tallo verde, el cual tiene la particularidad de hacer la fotosíntesis. Sus ramas son espinosas, su flor es amarilla con estrías rojas y su fruto carnoso es comestible. Su madera es de gran dureza, útil en la construcción de viviendas rústicas de quincha y enseres domésticos, se utiliza también en postes y barretas para alambrados, para lo cual se sacrifican plantas muy jóvenes que tienen troncos de no más de 3 a 5 cm de diámetro, con lo que se produce una verdadera devastación. Su distribución llega hasta los 1100 msnm.

Chañar Brea

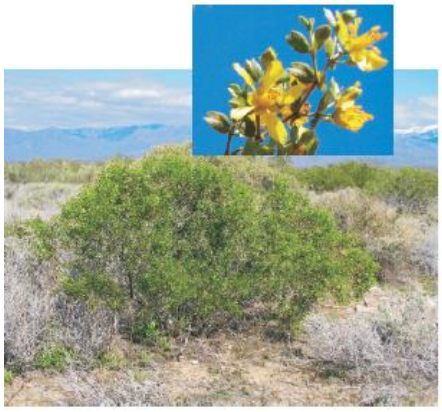
Cercidium praecox spp.Glaucum



Arbusto de 1,50 a 4 m de alto, tronco de corteza verde y lustrosa, ramas tortuosas con espinas, hojas pequeñas y caducas agrupadas de 2 a 6, con abundantes flores amarillas en racimo y fruto en vainas aplanadas y secas de 6 cm. Su nombre vulgar alude a la goma que exuda naturalmente y es excelente para pegar. Extremadamente xerófilo, ampliamente difundido en la provincia, es recomendable para los lugares más difíciles de suelo y humedad. Aunque no da sombra intensa, es apto para las rutas.
Es común en los departamentos de Las Heras, Maipú, Luján, Santa Rosa y San Rafael. Su madera se descompone pronto, por lo que no tiene aplicación, usándose poco como combustible.

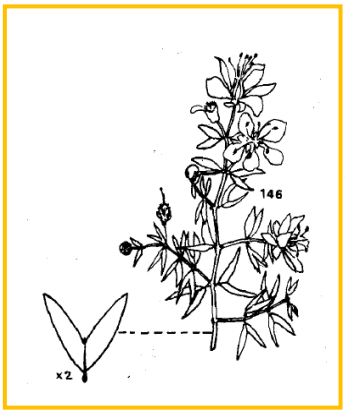
Jarilla

Larrea cuneifolia



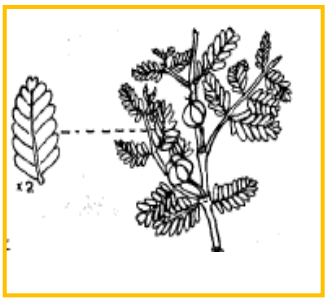
Arbusto de ramas avarilladas de hasta 3 m de altura. Hojas resinosas y fragantes, con los foliolos separados desde el peciolo. Flores pequeñas de color amarillo. Frutos con pilosidad. Es utilizada comúnmente como combustible.

Jarilla
Larrea divaricata



Arbusto de hasta 5 m de altura, con copa difusa, verde amarillenta de tallos leñosos, cilíndricos y resinosos., ramas abiertas y tortuosas. Hojas con dos foliolos poco soldados y divergentes. Sus flores son amarillas, florece desde octubre hasta fines de noviembre. Fruto con pelos blanco-grisáseos (como un copo de algodón), tiene 5 semillas lisas. Habita desde Mendoza y sur de Buenos Aires hasta Chubut. Fue usada por los indios calchaquíes como vegetal tintóreo. El color de tinción es el amarillo.

Jarilla
Larrea nítida



Arbusto ramoso y resinoso de hasta 3 m de altura. Con flores de color amarillo. Florece en primavera, verano y otoño. Sus frutos son marrones, con 5 semillas lisas en forma de riñón. Hojas con 5 a 8 foliolos, sin pelos, o con muy pocos. Habita desde Salta a Chubut.

Las tres especies de jarilla que hemos visto son elementos conspicuos de la Provincia Fitogeográfica del Monte y ofrecen valiosos recursos como combustible, debido a lo cual, han sido intensamente castigadas, en algunos casos hasta su desaparición. Su explotación dio origen a un oficio, el del llamado jarillero, que es la persona que reúne la leña en haces en el campo y la lleva hasta los pueblos vendiéndola al menudeo.

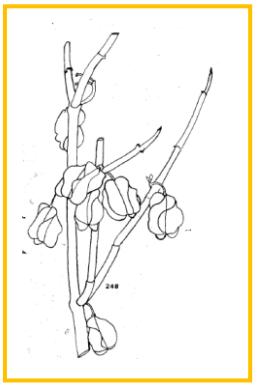
Las tres especies mencionadas son fácilmente reconocibles por la forma de sus hojas principalmente, aunque existen especies intermedias.

Junquillo
Juncus acutus

Planta densamente espinosa, matas vigorosas, de color verde pálido, tallos erguidos de 25 a 150 cm de altura y 2 a 4 mm de diámetro, con hojas en la base. Con algunas vainas áfilas y vainas foliares de color herrumbroso, lustrosas. Lámina redonda, rígida, punzante, poco más corta que el tallo. Inflorescencia lateral grande y fruto oval cónico.

Se encuentra en Grecia y Sicilia en Europa. Los únicos ejemplares referidos a esta variedad para la Argentina, proceden de Mendoza en El Borbollón (Las Heras) y en el Paso Angosto (Maipú).

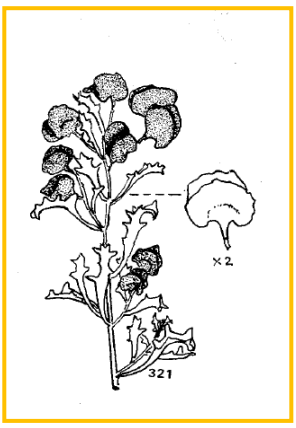
Retamo
Bulnesia Retama



Árbol o arbusto de hasta 5 metros de alto y áfilo (sin hojas o que las pierde tempranamente). Tiene ramas verde-grisáseas y flores amarillas. Es un excelente productor de cera y ha sufrido una excesiva extracción para uso industrial.

El Retamo, representa un valiosísimo recurso natural renovable, a causa de la riqueza de sus ramas en una cera muy fina, usada en sustitución de la de Carnauba importada de Brasil. Esto ocasionó una intensa explotación de la planta.

Zampa
Atriplex lampa



Arbusto de hasta 1,5 m de alto, de copa densa, tallo estriado y quebradizo. Hojas pequeñas de coloración verde ceniciento, de 2 a 5 dientes. Es una especie diclina diodica, es decir que tiene los sexos separados (hay plantas "machos" y plantas "hembras").

Es una especie perenne, con período de crecimiento inverno-primaveral. La floración es poco vistosa y fructifica a fines de noviembre y diciembre. Es una forrajera (comida para animales) de gran valor proteico. Presenta pelos (las protegen de los parásitos y la desecación) en sus ramas y hojas, éstas algo carnosas conservan sales lo que les permite reflejar la luz incidente, siendo útil como arbusto de uso vial.

Argentina, Mendoza, de donde probablemente procede el tipo. Es una de las plantas más comunes en la provincia, donde a veces cubre enormes extensiones, formando comunidades puras, conocidas como Zampales.

FUENTE: Elaboración Propia

Otras especies relevantes son: Ala de Loro (*Monttea aphylla),* Albaricoque (*Ximenia americana argentinensis*), Piquillín (*Condalia microphylla)*.

4.2.1.6 Especies de interés comercial y científico

Los recursos fitogeográficos de toda la región aún no han sido suficientemente explorados desde el punto de vista de la utilización como recurso de interés industrial y/o medicinal.

Sin embargo muchas de las especies de esta zona fitogeográfica son mencionadas en la literatura como plantas con algún tipo de principio activo que las sindicaría como especies potenciales de ser explotadas con fines comerciales, o bien son mencionadas como plantas curativas en la medicina empírica popular.

En la **Tabla 29** se indican usos medicinales y otros usos conocidos de la flora nativa y también su utilización como indicadores de tipo de suelos, presencia de napas o altitudes.

TABLA 29: Usos de la flora nativa

Importancia y usos de la flora nativa

Plantas medicinales	
Aguaribay	Emenagogo, anticatarral
Ajenjo	Digestivo, vermífugo, emenagogo, carminativo
Alfilerillo	Digestivo, vías urinarias, lumbago, reuma, ciática
Atamisque	Digestivo, acidez estomacal, miásico
Arrayán	Resfrío, dolores de estómago
Berro	Atianémico, debilidad, dispepsias
Boldo	Colagogo
Bolsa de pasto	Antidiarreico, cistitis
Carqueja	Hígado, fertilidad, impotencia
Ceibo	Excitaciones nerviosas, histéricos, neurasténicos
Chañar	Bronquitis, asma
Chil – Chil	Vermes, afrodisíaco, estomacal
Cola de Quirquincho	Afrodisíaco
Granadilla	Gusto al mate, diurético
Jarilla	Depurativo, hemorroides, inflamaciones
Piquillín	Laxante suave
Quebracho blanco	Tónico antifebril, antiasmático
Retortuño	Hepáticos, diuréticos
Tamarindo	Laxante
Solupe	Depurativo, herpes, eczemas, forúnculos

Significado de los términos	
Aperitivo	Estimula el apetito
Astringente	Contrae fibras y tejidos
Carminativo	Antiflatulento
Colagogo	Bilis
Depurativo	Toxinas
Diaforético	Orina
Diurético	Orina
Emenagogo	Menstruación
Emético	Vómitos
Emoliente	Inflamatorio
Expectorante	Alivia tos y catarro
Febrífugo	Fiebre
Hepático	Hígado
Sedante	Calmante
Tónico	Reconstituyente

Otros Usos	
Para Lavar	*Quillo (Solarium), quillay (Bredemellera), cachiyuyo blanco (Atriplex), zampa (Atriplex), jume (Allemolfia) y tupe.*
Industriales	*Junquillo, totora, jarilla, melosa, chañar y jume.*
Ornamentales	*Verdolaga, melosa y algarrobos*
Cestería	*Junquillo, mimbre y caña*
Alimentarios	*Algarrobo y prosopanche*
Tintóreos	*Retortuño: marrón - rosado* *Tintitaco. Marrón - rosado* *Algarrobo (Prosopis chilensis): marrón* Jume: gris Tusca: gris (frutos) Jarilla macho (*Zuccagnia punctata*): anaranjado (hojas) Jarillas: amarillo – naranja Chilca: amarillo Aguaribay: amarillo Pichana: amarillo Retamo: amarillo verdoso Palque: celeste

Indicadores	De napas freáticas: algarrobos De suelos arenosos y/o sueltos: chañar brea y jarilla *(L. divaricata)* De suelos arcillosos: chañar común y jarilla (L. cuneifolia) De sobrepastoreo: melosa, olivillo y cactáceas (Gen. Opuntias y Tephrocatus) De vientos fuertes: algarrobos rastreros De suelos salinos: pájaro bobo, vidriera, jume, manca potrillo, apen y zampa De altura: coronillo (1500 – 1800 msnm) Chañar brea (hasta 1300 msnm) Garabato (800 – 1000 msnm y piedemonte) Pichanilla (1200 – 1600 msnm) Jarilla (1000 – 1200 msnm) Jarilla cuneifolia (hasta 1200 msnm) Jarilla divaricata (hasta 1500 msnm) Jarilla nítida (desde 1500 msnm) Coliguay (desde 1500 msnm) Llareta (hasta 4000 msnm) Superando los 4000 msnm, la vegetación es nula

FUENTE: Curso de Educación Ambiental – Subsecretaría de Medio Ambiente – MayOP (2006)

4.2.1.7 Vegetación en el sitio de implantación

A los efectos de conocer la situación de la flora en el sitio de implantación del proyecto, se seleccionó el método de análisis de la cobertura vegetal a través de la observación de imágenes satelitales y determinación de especies existentes en recorridos de campo.

Para el procesamiento de las imágenes se utilizó un software desarrollado por la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA), denominado SO.P.I, que permitirá obtener una clasificación de las imágenes y algunos datos estadísticos para poder determinar con mayor grado de precisión el tipo de cobertura vegetal que posee el sitio de implantación del proyecto.

Se partió de la utilización de imágenes obtenidas de capturas de Google Earth, con distintos grados de acercamiento. En la **Figura 52,** se puede observar la imagen satelital en la cual se aprecia el terreno de implantación del proyecto, las lagunas de Campo Espejo, parte de la Ruta Nº 40, y sectores del Parque Industrial Eje Norte, en el Departamento de Las Heras.

Antes de llevar adelante el procesamiento de la imagen satelital, es importante realizar una primera lectura de la imagen a los efectos de identificar, de acuerdo al conocimiento del sector, sectores con suelo desnudo, sectores con vegetación abundante y sectores con cobertura intermedia, que permitan una mejor interpretación de los mapas que resulten de la clasificación realizada por el software a utilizar.

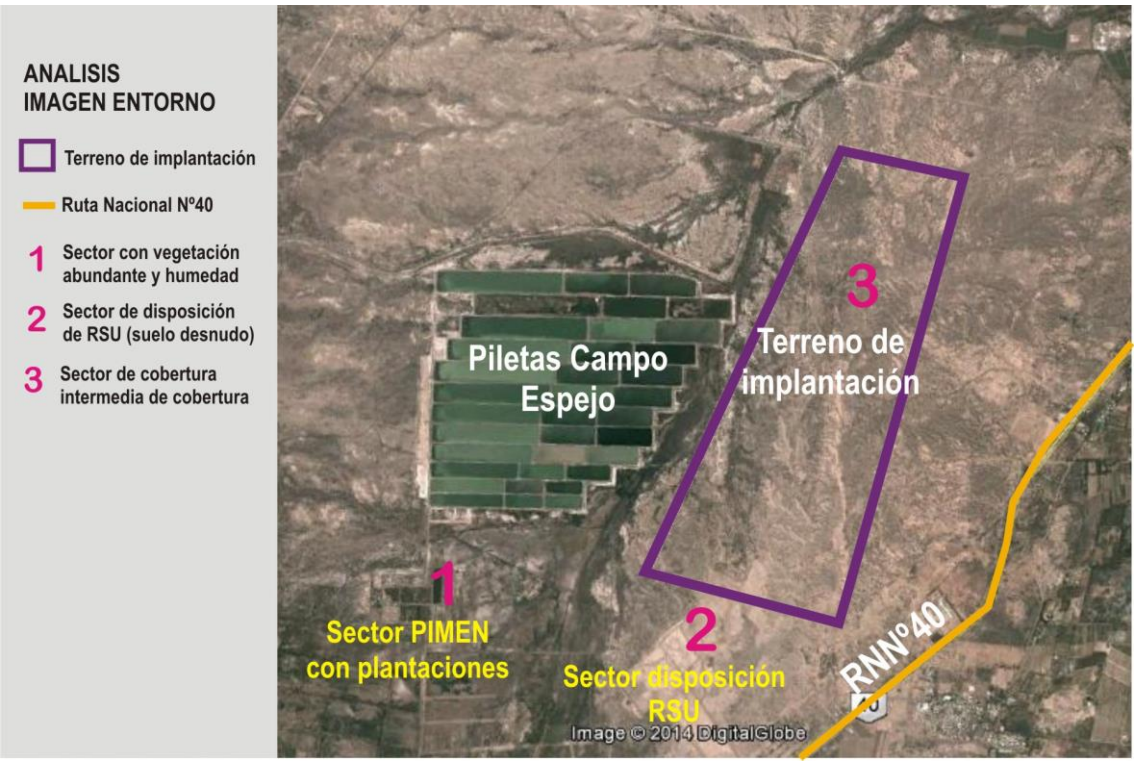


Figura 52: Imagen con localización de tipos de cobertura vegetal

Con este primer análisis visual, se identificaron en la imagen tres clases distintas de suelo, las que se interpretan como: sectores con mayor cobertura vegetal y más humedad, sectores de suelo desnudo y sectores de cobertura vegetal intermedia.

En la **Figura 53,** se puede observar la clasificación supervisada realizada por el software sobre la imagen de la **Figura 52.** Del análisis de esta clasificación, se estableció que la CLASE 1 correspondía a suelo sin vegetación, debido al conocimiento previo de que el sector 1 es donde se realiza la actual disposición de RSU del Municipio de Las Heras, y por lo tanto el suelo no tiene ninguna cobertura vegetal. La CLASE 3 se asumió como la zona con cobertura vegetal abundante, ya corresponde al sector de plantaciones del Parque Industrial y al sector de las piletas de Campo Espejo, lo que indica fundamentalmente mayores niveles de humedad. Por lo tanto la CLASE 2, deberá corresponder a una situación de cobertura intermedia.

Si se observa el sector de la imagen que corresponde al terreno, se identifica un predominio de la Clase 2 (cobertura intermedia), con algunos sectores de suelo desnudo (Clase 1) y otros de cobertura vegetal abundante (Clase 3).

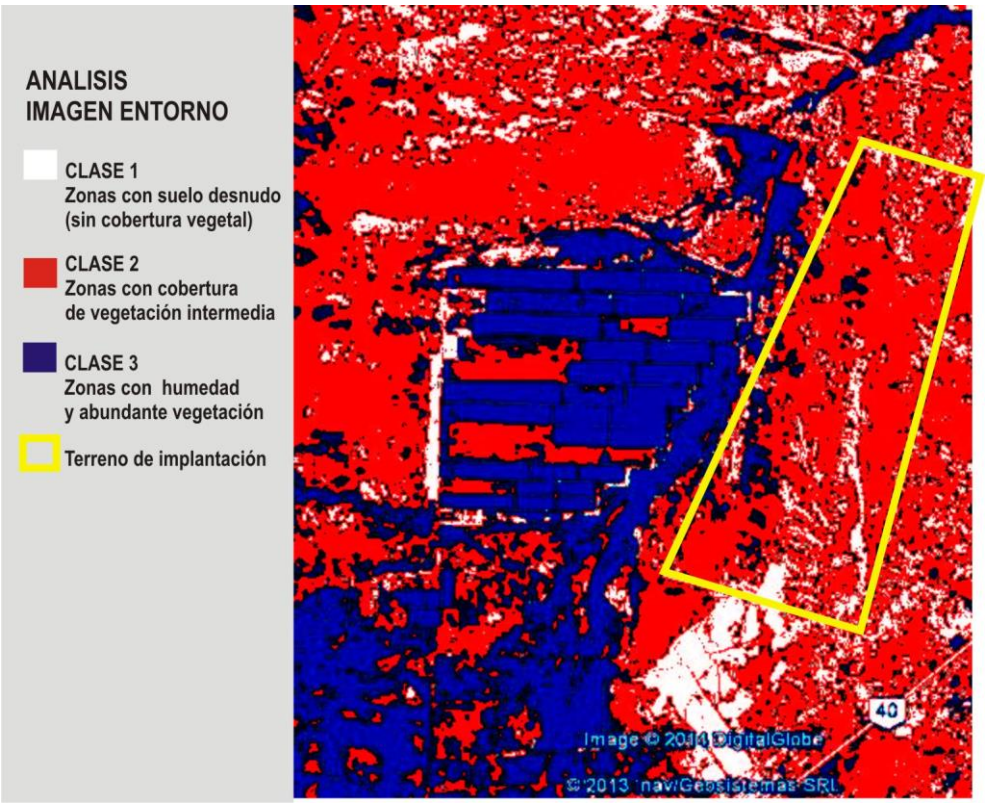


Figura 53: Clasificación supervisada imagen satelital terreno
Software SOPI-CONAE

Los datos estadísticos calculados por el software, arrojan información sobre la cantidad de pixeles (unidad mínima de procesamiento) contenidas en cada clase, de la cual se calcula un porcentaje con respecto al total, lo cual da como resultado el histograma que se puede observar en la **Figura 54.** De este histograma surge que la clase predominante en la imagen completa es la CLASE 2, es decir, la que implica una cobertura intermedia de vegetación. Al observar la **Figura 53** se puede apreciar claramente, que en el terreno de implantación la predominancia de la Clase 2 es de aproximadamente el 90%.

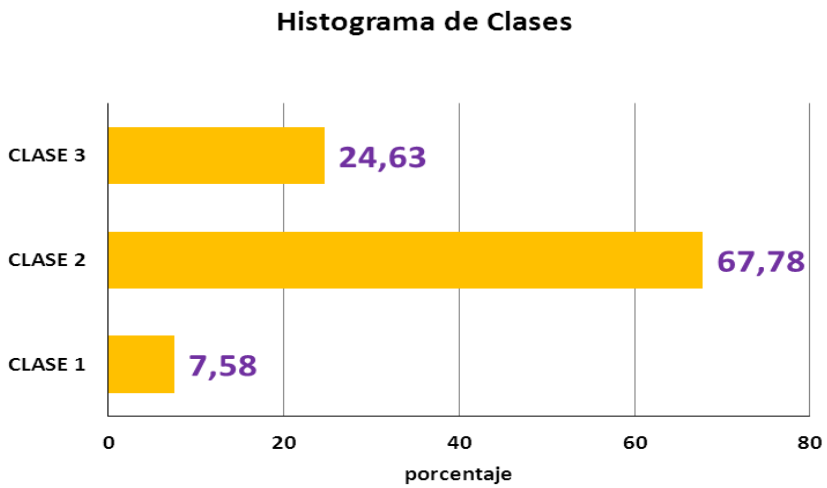


Figura 54: Histograma clasificación supervisada terreno

Principales asociaciones vegetacionales y distribución

Como ya se mencionó la cobertura vegetal en el predio de implantación, corresponde a un nivel intermedio de cobertura en un porcentaje de alrededor del 90%, distribuyéndose el 10% restante, entre suelo desnudo y un sector de vegetación más densa. El suelo desnudo corresponde a un sector donde existió previamente una cantera de áridos y que coincide con el sector donde se implantarán los Edificios Complementarios, y sector de caminos, previstos en el proyecto del Centro Ambiental.

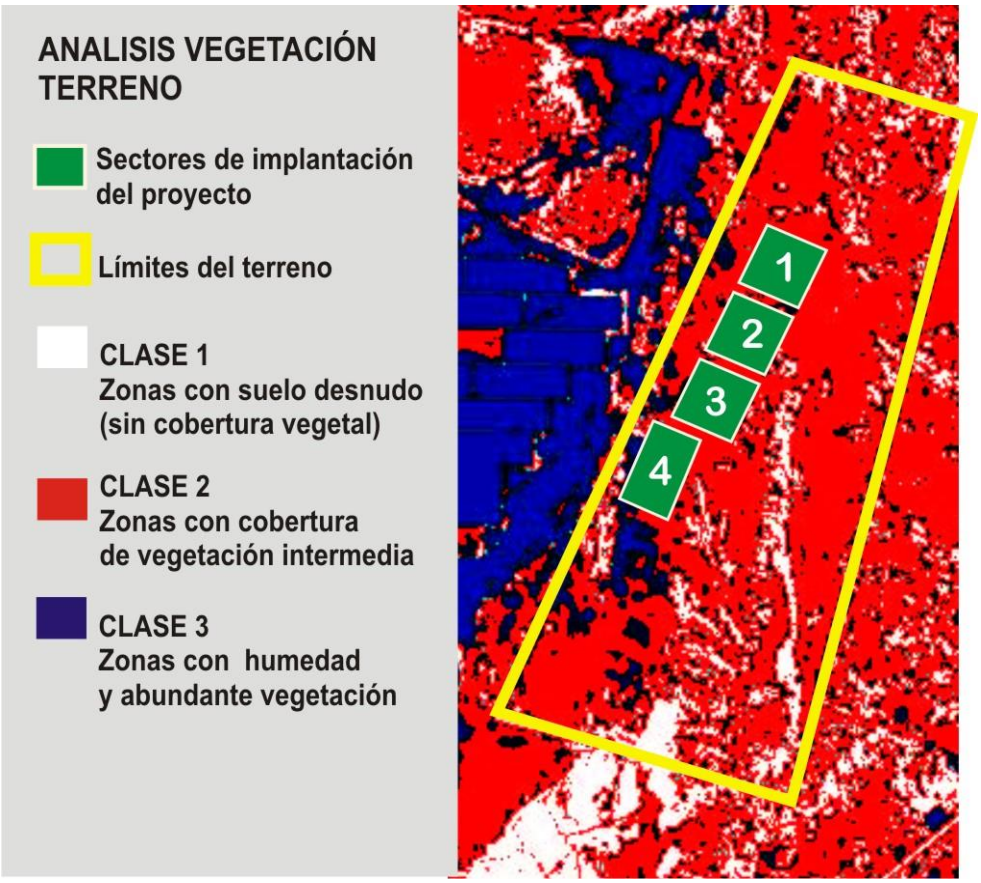


Figura 55: Proyecto sobre imagen con análisis de cobertura

Como se puede observar en la **Figura 55,** la implantación del proyecto coincide casi en su totalidad (excepto el último módulo), con la cobertura indicada por la Clase 2 (cobertura vegetal intermedia).

En la **Figura 56,** se agregan fotografías del predio, en el sector de implantación del proyecto, donde se puede observar que la cobertura vegetal denominada intermedia correspondería a una cobertura del suelo al 50% aproximadamente. También se observa el sector del suelo sin cobertura, y una fotografía donde se pueden ver diferentes estratos, con claro predominio de un estrato arbustivo bajo (de 30 a 40 cm de altura).

Cobertura vegetal intermedia (al 50%)

Suelo desnudo sector cantera

Identificación de Estratos

Figura 56: Fotografías reconocimiento cobertura vegetal

En la recorrida de campo se pudieron identificar las siguientes unidades: 1) Estrato más alto (hasta 2 metros) constituido por ejemplares aislados de Zampa (*Atriplex lampa*), Chañar (*Geoffroea decorticans*) y Jarilla (*Larrea Divaricata*), con 2% de cobertura, 2) Estrato medio entre 50 a 80 cm, constituido por ejemplares aislados de Atamisque (*Capparis atamisquea*), chañar brea (*Cercidium praecox*), y en su gran mayoría por jarilla (larrea cuneifolia) con una cobertura aproximada del 40% y, 3) Estrato bajo, con presencia de junquillo (*Juncus acutus)* y una cobertura aproximada del 2%. En la siguiente figura se pueden observar algunos ejemplares existentes en el predio con el número de identificación del estrato al que pertenecen.

Jarilla (Larrea cuneifolia)

Jarilla (Larrea divaricata)

Algarrobo dulce (en segundo plano)

Chañar brea

Zampa (en segundo plano)

Jarilla (Larrea cuneifolia)

Atamisque

Jarilla (Larrea cuneifolia)

Figura 57: Fotografías especies vegetales en el predio

Conclusión

Por lo visto en la evaluación precedente sobre la cobertura vegetal del sitio, se puede concluir que el terreno presenta una cobertura vegetal de aproximadamente el 50%, integrada en su mayor parte por un estrato arbustivo medio (entre 1 metro y 50 cm), y que en la zona de implantación también se presentan sectores con suelo sin cobertura vegetal, lo cual indica que en general el impacto no será significativo. Pero a los efectos de compensar las acciones de proyecto a producirse, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Recuperar y reimplantar en otros sectores del terreno, aquellas especies de mayor tamaño y/o bien conservadas, a los efectos de tener un reservorio de especies vegetales para el momento de la cobertura final de celdas y restauración del sitio.

- Compensar la superficie desmontada con implantación de forestación de acuerdo al Plan de Forestación presentado a los efectos de no favorecer escorrentías mayores, y conservar las características del suelo.

4.2.2 Fauna

Se entiende por fauna al conjunto de animales que ocupan una región geográfica o que son propios de un período geológico determinado. De acuerdo a su origen la fauna se clasifica en:

Especies nativas o autóctonas: son las especies propias del lugar, hábitat o ecorregión, con el que han compartido un largo tiempo evolutivo.

Especies exóticas, introducidas, alóctonas: son las especies foráneas o no originarias del lugar donde se encuentran. Generalmente han sido transportadas intencional o accidentalmente por el hombre. Pueden estar en cautiverio y bajo el control humano (por ejemplo los animales del zoológico, los animales domésticos del hogar) o vivir libres (por ejemplo la liebre europea, el jabalí, el gorrión, la rata).

Las especies que viven libres pueden ser invasoras cuando sus poblaciones se propagan sin control ocasionando perturbaciones ambientales (por ejemplo, el castor introducido en Tierra del Fuego). Con el paso del tiempo, puede llegar un punto en que las especies exóticas se adapten al ambiente y se reproduzcan con éxito independientemente del ser humano; en este caso las especies son naturalizadas.

En el tiempo geológico, todas las especies tienen un período finito de existencia. La extinción de especies es, por lo tanto, un proceso natural que ocurre sin la intervención humana. Sin embargo, las extinciones ocasionadas ocurren con un coeficiente que excede cualquier estimación razonable de los antecedentes de extinción. Según informes de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), 15.500 especies de animales y vegetales están en peligro de extinción en el mundo.

Son muchos los factores involucrados en la pérdida de biodiversidad en general y de la fauna en particular. La diversidad biológica es afectada por: actividades humanas que provocan pérdida y fragmentación de hábitats (avance de fronteras agropecuarias con el uso masivo de fertilizantes y pesticidas, contaminación, deforestación, minería, sobrepastoreo, urbanización, construcción de caminos, etc.), la introducción de especies exóticas (que pueden desplazar a las especies nativas por competencia o depredación, transmitir enfermedades o modificar el ambiente natural) y el comercio o uso no sustentable de las especies.

Actualmente, el cambio climático está produciendo importantes cambios en la composición de especies de los ecosistemas.

4.2.2.1 Adaptaciones de animales a zona áridas

Teniendo en cuenta que la Provincia de Mendoza, presenta un clima de características áridas, resulta importante conocer las estrategias de adaptación de la fauna en estos ambientes.
Considerando las características de los ambientes áridos (poca agua disponible, temperaturas extremas, baja productividad), las respuestas evolutivas de los animales constituyen un complejo de estrategias que permiten mantener el balance de agua, regular la temperatura y protegerse ante el riesgo de depredación.

La temperatura del cuerpo de un animal puede regularse a través de reacciones internas propias del metabolismo (en animales **endotermos**, como invertebrados, reptiles y anfibios) o por el intercambio de calor con el ambiente (en animales **ectotermos**, como mamíferos y aves).

Adaptación de animales ectotermos

Los ectotermos poseen adaptaciones relacionadas con:

- ***Variaciones de la postura u orientación del cuerpo:*** Los lagartos, por ejemplo, cambian de postura corporal dependiendo de la necesidad de ganar o perder calor.

- ***Comportamientos de enfriamiento:*** Los animales buscan zonas apropiadas para la termorregulación, por ejemplo cuevas o sombra de arbustos en las horas de mayor radiación.

- ***Permeabilidad cutánea:*** Los reptiles poseen una piel seca y dura, cubierta por escamas que son totalmente impermeables. Esta adaptación evita la pérdida de agua a través de la piel y le permite a muchas especies ser diurnas, es decir, estar activas en horas de alta radiación solar. Otros, como los miembros de la familia *Gekkonidae* (lagartijas nocturnas) poseen ojos prominentes que les permiten alimentarse de noche y piel de coloración clara porque no se expone a la radiación solar. La coloración de la piel permite a los reptiles camuflarse con el ambiente (como la yarará o muchas lagartijas), aunque algunas especies tienen colores de advertencia que indican su peligrosidad a los depredadores (como la víbora coral).

- ***Selección de alimentos:*** Los reptiles, como las lagartijas elijen alimentos ricos en agua como hormigas, escarabajos y otros insectos. Los anfibios son en su mayoría carnívoros y pueden consumir todo tipo de insectos, ya sean ponzoñosos o no.

- ***Reducción de la pérdida de agua por vía urinaria:*** Para beber agua, algunos reptiles utilizan la humedad que condensan en sus escamas,

mientras que otros obtienen el agua necesaria de sus presas. Excretan ácido úrico, el cual requiere menos agua para su eliminación.
Los invertebrados (por ejemplo arácnidos e insectos) del desierto explotan una gran diversidad de micro-hábitats y en general poseen adaptaciones que les permiten excavar. El cuerpo está cubierto por una epicutícula impermeable que constituye una capa aislante. La epicutícula, además, puede presentar ornamentaciones que permiten la condensación del agua durante la noche, la cual es almacenada y utilizada por el animal.

Adaptación de animales endotermos

Algunas de las estrategias utilizadas por los animales endotermos del desierto son:

- ***Refugio en madrigueras, cuevas, nidos o roquedades:*** Las cuevas son utilizadas como sitios donde se amortigua la temperatura. Las quebradas rocosas son utilizadas por muchas especies (como la rata cola de pincel *Octomys mimax* y el chinchillón *Lagidium viscacia*) y constituyen un refugio para las temperaturas extremas y los depredadores.

- ***Presencia de ventanas de flujo calorífico:*** Algunas partes peladas del cuerpo funcionan como ventanas que permiten la pérdida de calor (orejas finas, membranosas y poco peludas, cuernos de mamíferos, patas de aves, hocico y áreas con poco pelo o peladas).

- ***Jadeo:*** Este mecanismo produce el enfriamiento por evaporación de agua a nivel de los pulmones.

- ***Presencia de pelaje, grasa subcutánea y plumaje:*** Estos elementos funcionan como aislantes de las temperaturas extremas. La coloración con colores que permiten el camuflaje (gris, marrón), ayudan a reducir el riesgo de depredación.

- ***Hábitos nocturnos o disminución de la actividad durante el día:*** Los animales evitan la exposición en las horas de temperaturas más altas.

- ***Selección de alimentos ricos en agua*** (por ejemplo hojas, frutos, insectos, cactus) y almacenamiento de recursos (por ejemplo, reservas de frutos y semillas de algarrobo por roedores).

- ***Sopor:*** Este mecanismo consiste en un descenso de las actividades funcionales durante un período de duración variable. La hibernación es un estado de sopor que se realiza durante la época invernal y dura varias semanas o meses, durante los cuales los animales despiertan por cortos períodos. El sopor diario dura unas pocas horas y es característico de animales pequeños.

4.2.2.2 Algunas especies mendocinas

TABLA 30: Especies características Fauna de Mendoza

Cóndor ***Vultur griphus***	 *Tiene una longitud de 1,2 m y su envergadura puede superar los 3 m. No posee plumas en la cabeza y el cuello desnudo termina en un collar plumoso de color blanco. El resto del cuerpo es profundamente negro. Las alas tienen una gran zona blanca muy visible en el vuelo. El macho presenta una cresta prominente. La hembra se diferencia por su tamaño algo menor y por no tener cresta. Los juveniles son pardos hasta que adquieren el plumaje de adultos. Frecuenta la alta montaña mendocina. Planea en corrientes de aire, pudiendo llegar a más de 8.000 metros de altura. Puede alcanzar velocidades de hasta 50 km/h. En muchas ocasiones se les atribuye fama de ave rapaz. Sin embargo, su pico y sus garras no están adaptados para la captura de presas. Se alimenta de carroña y su cabeza y cuello desnudos le permiten introducir cabeza y cuello dentro de los cuerpos de animales muertos de los cuales se alimenta. Nidifica en huecos en las rocas y pone un solo huevo al año.*
Conejito del cerco, cuis ***Capparis atamisquea***	 *Es un roedor con cuerpo rechoncho, con cuello corto, orejas pequeñas, ojos grandes con un notable anillo ocular blanquecino, sin cola, con pelo corto y pelaje de coloración homogénea. Vive en una gran variedad de ambientes, desde estepas de altura, bordes de salares, bosques xerófilos, hasta campos de cultivo. El cuis habita en cuiseras, un complejo sistema de galerías con múltiples bocas y con corredores exteriores que las conectan. En las cuiseras habitadas (activas) las bocas muestran evidentes rastros de la presencia de cuises como excrementos, orina y pisadas. Son animales diurnos, terrestres y muy buenos trepadores. Se alimentan de distintas partes de las plantas, hojas, tallos, frutos, etc. Son muy cautos al atravesar zonas desprovistas de vegetación, ya que son depredados tantos por animales terrestres (pumas, gatos, lagartos, etc.) como por aéreos (aves rapaces). Suelen emitir vocalizaciones cuando se encuentran amenazados.*

Flamenco común o austral

Phoenicopterus chilensis

Es un ave acuática esbelta, de casi 1.000 mm de altura, con largas patas palmípedas muy finas y estilizadas. Tiene una coloración blanca rosácea, con plumas de las remeras alares negras y el dorso carmesí. El pico es muy característico, grande y quebrado hacia abajo. Las patas tienen un tono celeste y sus dedos, con membranas interdigitales son de un color rojo intenso. Se alimenta filtrando el alimento del barro con su pico especialmente adaptado, el cual posee laminillas ubicadas en sus costados internos, favoreciendo la retención de algas microscópicas, moluscos, larvas acuáticas y también huevos y larvas de peces. Es sociable y se alimenta en grupos. Construye su nido muy cerca uno de otro, en áreas resguardadas. Posee escasos depredadores naturales, pero los huevos y pichones son comidos por caranchos y gaviotas. En la Reserva Faunística Llancanelo, en el Departamento de Malargüe, viven aproximadamente unos 25.000.

Guanaco

Lama guanicoe

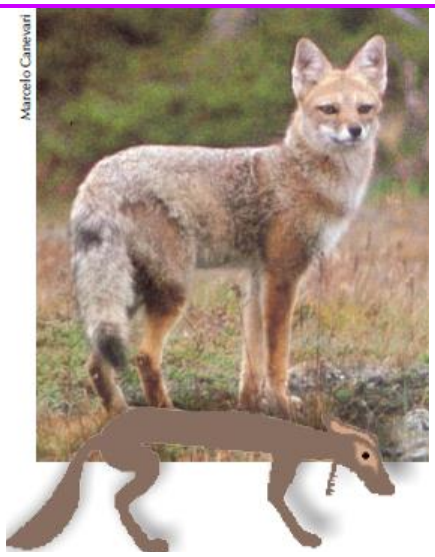
Es el mamífero más grande de nuestro desierto, muy parecido a la vicuña, pero más grande y robusto. Los adultos pesan entre 60 y 75 kg, y alcanzan una altura de 1,15 m en los hombros. Su cuerpo está cubierto por una capa de pelo largo, suave y de color castaño intenso, excepto en el vientre, que es completamente blanco. La cabeza es pequeña y tiene orejas puntiagudas; el cuello es largo y curvado. Las patas son largas y delgadas y están dotadas de fuertes almohadillas lo que le permite ascender por las laderas montañosas a gran velocidad. Además, estas almohadillas hacen que la compactación del suelo y la erosión sean mucho menores que las producidas por el pisoteo del ganado. Se alimenta de una gran variedad de especies vegetales y dispersa semillas de algarrobo y cactáceas a través de sus excrementos. La boca está provista de labios fuertes, lo que le permite alimentarse de las plantas sin provocar los daños que causa el ganado ya que corta las hojas y no arranca las plantas. Vive en grandes grupos con un "jefe" llamado relincho. Los guanacos pequeños se llaman "chulengos". Su mayor predador es el puma y las crías pueden ser también comidas por el zorro colorado.

Lagarto
Liolaemus ruibali

Es un lagarto pequeño o mediano de hasta 65 mm de largo y cola corta. Presenta un patrón dorsal con una serie longitudinal de manchitas negras breves, flanqueada por una ancha banda de manchas irregulares oscuras y azules. Se distribuye en la cordillera y precordillera del Centro Oeste de Argentina, en las Provincias de San Juan y Mendoza.
Es frecuente verlo en llanos y lomadas suaves. Utiliza como refugio las cuevas excavadas por los tundunques o tuco-tuco (Ctenomys sp.) y allí regula su temperatura y evade los depredadores. Es un depredador pasivo y omnívoro, que se alimenta principalmente de hemípteros y hormigas. La dieta está constituida además por plantas como *Lucium Ephedra.*

Mara o Liebre patagónica
Dolichotis patagonum

Es similar en apariencia a la liebre europea (Lepus europeus) o a un ciervo pequeño o antílope. Tiene orejas largas, cola corta y patas posteriores largas y musculosas. El pelaje es de color grisáceo y tiene un área clara en la región posterior. Es una especie endémica de Argentina. Vive en pastizales y estepas arbustivas. Prefiere los espacios abiertos y los hábitats perturbados, que le permiten una mayor visibilidad y posibilidad de escapar corriendo ante un ataque de predadores. En los sitios frecuentados por las maras es común encontrar "bosteaderos" con sus excrementos. Son de hábitos diurnos, aunque no es raro encontrarlas durante el crepúsculo y la noche, especialmente en los meses de verano. Viven en grupos o en parejas con sus crías y pasan gran parte de su tiempo alimentándose. Son monógamos y sólo se reemplaza un miembro de la pareja en caso de muerte. Son animales herbívoros y la dieta está constituida principalmente por hojas de gramíneas (*Pappophorum sp., Chloris sp. Y Trichloris sp.*), aunque también consumen arbustos (*Atriplex lampa y Lycium spp.)* y árboles (*Prosopis spp.).* Además de partes verdes, se alimentan de frutos de algarrobo siendo importantes dispersores de semillas. Sus poblaciones han disminuidos debido a la competencia con especies exóticas (como la liebre europea y el ganado) y la caza.

Pichiciego menor ***Chlamyphorus truncatus***	*Es una especie endémica de Argentina (es decir, su distribución geográfica se restringe a nuestro país). Es el más pequeño de los armadillos (mide entre 85 y 120 mm) y está adaptado a la vida subterránea. Tiene ojos y orejas minúsculos y sus uñas delanteras están muy desarrolladas. Presenta un denso y suave pelo blanco cubriendo todo su cuerpo, incluso por debajo de su caparazón de 24 bandas móviles. La cola es corta, rígida y espatulada en la parte final. Vive en suelos arenosos y sueltos. Son nocturnos, solitarios y tienen una dieta compuesta por insectos (principalmente hormigas y escarabajos), caracoles, raíces y partes de plantas. Sus poblaciones se ven reducidas debido a la caza por perros y a la extensión de las fronteras agrícolas que destruyen su hábitat.*
Zorro gris chico ***Pseudalopex griseus***	 *Es un zorro chico, llegando a medir de 73 a 110 cm, cola de 31 cm y alcanza a pesar 3 a 8 kg. Coloración general de cuerpo gris y orejas castaño claro al igual que las patas. La cola es más oscura que el cuerpo y la parte terminal de la cola, quijada y cara anterior de las patas posteriores es negra. Se encuentra en todas las provincia argentinas, desde la costa atlántica hasta la cordillera de los Andes, pasando por Chile. Suele ocupar una gran variedad de ambientes desde bosques hasta pastizales abiertos. Es solitario y de hábitos omnívoros, alimentándose principalmente de pequeños roedores y aves, insectos y frutos. Es nocturno aunque se los puede ver de día. Suele habitar cuevas, huecos y aberturas en rocas para descansar. En zonas cercanas a poblaciones humanas, es muy eficaz controlando especies perjudiciales, como pequeños roedores que se alimentan de cultivos o transmiten enfermedades.*

FUENTE: Elaboración Propia

4.2.2.3 Especies emblemáticas y endémicas

Las *especies emblemáticas* son aquellas que, por su valor biológico, ecológico, cultural o antropológico, pasan a formar parte del patrimonio ambiental, común a todos los habitantes de un determinado territorio. Mendoza cuenta con representantes emblemáticos de los grupos taxonómicos de aves, peces y reptiles. Son especies que gozan del favor público y tienen otros rasgos por lo que resultan apropiadas para dar a conocer sus problemas de la conservación.
La Ley Provincial Nº 6599/98 tiene por objeto establecer cuales especies de la fauna silvestre cuentan con el valor emblemático suficiente como para ser declaradas Monumento Natural Provincial. Entre ellas podemos encontrar las siguientes:

- Cóndor andino (*Vultur gryphus*).
- Choique (*Suri Pterocnemia penatta*).
- Guanaco (*Lama guanicoe*).
- Tortuga del Nevado de San Rafael (*Chelonoidis donosobarrosi*).
- Mara o liebre patagónica (*Dolichotus patagonum*).
- Pichiciego (*Chlamydophorus truncatus*).

Las *especies endémicas*, por su parte, son aquellas que se encuentran presentes o son características de una determinada región, nativas de un área restringida y no introducidas, las cuales podrían terminar por extinguirse debido a los impactos ambientales que se produzcan en sus ecosistemas.

Las especies endémicas son más susceptibles a los impactos originados por el hombre, por sus características ecológicas, y siempre se las encuentra entre las especies amenazadas o en peligro, por lo que su valor ecológico hace que sean prioritarias a la hora de tomarse medidas de conservación.

La Provincia de Mendoza, por ser muy diversa desde el punto de vista de sus diferentes ambientes o ecorregiones (como *Monte* en la gran región Este de la provincia, *Puna* en la altiplanicie de Paramillos y sus valles intermontanos y de la *Patagonia* al sur de ésta, abarcando casi la totalidad de Malargüe), cuenta con varias especies que son endémicas.

TABLA 31: Especies endémicas - Fauna

Algunas especies endémicas de Mendoza					
Peces					
Nombre científico	**Nombre vulgar**	**Endemismo**		**Distribución poblacional**	**Estado de conservación**
		Nacional	**Provincial**		
Silvinichthys mendozensis	Bagrecito	Si	Si	Ríos Mendoza y Blanco. Arroyos El Salto y El Gato	Vulnerable
Trichomycterus heterodontum	Bagre del torrente mendocino	Si	Si	Río Mendoza (Palmira)	Raro
Hatcheria macraei	Pique cuyano	Si	No	Ríos de toda Mendoza	Raro
Symbranchus mormoratus	Anguila cuyana	Si	No	Guanacache y Río San Juan	Raro
Diplomyster cuyanus	Otuno	Si	No	Ríos de toda Mendoza	Raro
Anfibios					
Pleutodema nebulosa	Ranita de cuatro ojos mendocina	Si	No	Sur de Mendoza	No evaluado
Aisodes pehuenche	Ranita del Pehuenche	Si	Si	Arroyo Pehuenche	No evaluado
Reptiles					
Centrura patagónica payuniae	Matuasto	Si	Si	Altiplanicie volcánica de La Payunia, sobre los 1800 msnm	Poblaciones protegidas por la Reserva La Payunia
Centrura patagónica nevadoi	Matuasto	Si	Si	Sierra del Nevado, entre 1700 y 2000 msnm	No evaluado
Liolaemus austromendocinus	Lagartija del escorial	Si	No	Desde San Carlos al norte, hasta Añelo en la Pcia. de Neuquén	No evaluado
Liolaemus flavipiceus	No posee nombre vulgar	Si	Si	Valle del Pehuenche (Malargüe), por sobre los 2500 msnm	No evaluado
Liolaemus termarum	Lagartija del azufre	Si	Si	Vegas del valle glacial de las Termas de Azufre (Malargüe)	No evaluado
Pymaturus adrianae	No posee nombre vulgar	Si	Si	Valle de Uspallata y Paramillos (Las Heras), sobre los 3.000 msnm	No evaluado
Pymaturus verdugo	Verdugo	Si	Si	Arroyo tributario del río Grande y volcán Peteroa (Malargüe)	No evaluado

FUENTE: Curso Educación Ambiental – Subsecretaría de Medio Ambiente – MayOP – Mendoza (2006)

4.2.2.4 Especies en peligro o extintas localmente

Para el estudio de la Fauna de un sitio, podemos distinguir tres tipos de extinción, una es la **extinción de fondo**, la cual refleja el hecho de que mientras los ecosistemas cambian, algunas especies desaparecen, y otras ocupan sus lugares. La **extinción masiva**, en cambio se refiere a la muerte de un gran número de especies como resultado de catástrofes naturales. Es el caso de erupciones volcánicas, huracanes e impactos de meteoros. La **extinción antropógena**, por su parte, es la causada por los seres humanos. Es similar a la extinción masiva en cuanto al número de taxones afectados, sus dimensiones globales y su naturaleza catastrófica. Sin embargo, la extinción masiva se diferencia de la antropógena en que las causas de ésta teóricamente se encuentran bajo nuestro control; de ahí la responsabilidad que cabe a la humanidad sobre este problema.

Las especies desaparecen cuando las tasas de natalidad son inferiores a las de mortalidad de la especie durante un largo período. Hay cuatro tipos generales de factores que pueden causar una declinación en la población: 1) el cambio del clima, 2) la reducción de la superficie del hábitat, 3) la disminución de la calidad del hábitat y 4) la sobreexplotación.

En el Libro Rojo de Mamíferos y Aves (1997) y de Mamíferos (2000) amenazados en la Argentina (IADIZA – SAREM), se definen distintas categorías de conservación para las especies según su riesgo de extinción:

- ***Especies extintas:*** cuando no queda duda alguna de que el último individuo existente ha muerto.
- ***Especies extintas en estado silvestre:*** cuando sólo sobreviven en cautiverio o como poblaciones naturalizadas completamente fuera de su distribución original.
- ***Especies en peligro crítico:*** cuando enfrentan un riesgo extremadamente alto de extinción en estado silvestre y en un futuro inmediato.
- ***Especies en peligro:*** cuando no están en peligro crítico, pero enfrentan un alto riego de extinción en estado silvestre y en el futuro cercano.
- ***Especies vulnerables:*** cuando enfrentan alto riesgo de extinción a mediano plazo.

En la **Tabla 32, s**e mencionan las especies de mamíferos, aves y reptiles incluidas en alguna categoría de riesgo en conservación.

Estas categorías se basan en el Libro Rojo (1997, 2000), Barquez y otros (2006) y Especies de Comercio Restringido (Categoría I: especies de comercio internacional prohibido; categoría II: comercio internacional regulado según CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre), para la provincia de Mendoza.

TABLA 32: Especies de fauna en peligro en la Provincia de Mendoza

Especies	Categoría de comercio restringido	Categoría de riesgo de conservación
Mamíferos		
Pseudalopex culpaeus ***zorro colorado***	II	Vulnerable (Libro Rojo, 1997); casi amenazado (Libro Rojo, 2000); potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
Pseudalopex griseus ***zorro gris***	II	En peligro (Barquez et al., 2006)
Herpailurus yaguaroundi ***gato eira o moro***	II	Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
Lynchailurus pajeros ***gato del pajonal***	II	Vulnerable (Barquez et al., 2006).
Onciferis geoffroyi ***gato montés***	I	Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
Oreailurus jacibita ***gato andino***	I	Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Galictis cuja ***hurón menor***		Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
Lyncodon patagonicus ***huroncito***		Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
Puma concolor ***puma***	II	Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
Lama guanicoe ***guanaco***	II	Potencialmente vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Ctenomy validus ***tuco-tuco de Guaymallén***		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Dolichotis patagonum ***mara o liebre criolla***		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Tympanoctomys barrerae ***rata vizcacha colorada o del salar***		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Octomys mimax ***rata cola de pincel, rata vizcacha***		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Lagidium viscacia chinchillón, vizcacha de la sierra		Vulnerable (Barquez et al; 2006).
Chlamidophorus truncatus ***pichi ciego***		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Aves		
Rhea americana ***ñandú o choique***	II	Riesgo bajo (Libro Rojo, 2000).
Pterocnemia pennata ***ñandú petiso***	II	Riesgo bajo (Libro Rojo, 2000).

Cignus melancoriphus **cisne cuello negro**	II	
Coscoroba coscoroba **cisne blanco**	I	
Vultur griphus **cóndor**	I	
Falco peregrinus **halcón peregrino**	I	
Gubernatrix cristata **cardenal amarillo**	II	Vulnerable (Libro Rojo, 2000).
Paroaria coronata **cardenal común**	II	
Myiopsita monachus **cotorra, cata**	II	
Harpyhaliaetus coronatus **águila coronada**		Vulnerable (Libro Rojo, 2000).
Knipolegus hudsoni **viudita chica**		Vulnerable (Libro Rojo, 2000).
Reptiles		
Geochelone chilensis **tortuga terrestre**	II	
Tupinambis rufescens **iguana colorada**	II	
Boa constrictor **boa de las vizcacheras**	I	

FUENTE: Curso Educación Ambiental – Subsecretaría de Medio Ambiente – MayOP – Mendoza (2006)

4.2.2.5 Fauna en la Zona de Estudio y sitio de implantación

En esta zona se encuentran predominantemente especies del ambiente del piedemonte, conocido también como de "tierras malas" o de Huayquerías. Tiene contacto directo con el oasis de cultivo y ha recibido influencia de la acción humana.

Dentro de las aves predominan especies como las viuditas, aguiluchos, cernícalos, palomas torcazas y chimangos. También existen caranchos (*Poliburos plancus*), que es un ave que posee alas largas y anchas, patas robustas, pico muy grande y fuerte, con un capuchón oscuro en la cabeza, el cual se alimenta de carroña y pasa mucho tiempo en el suelo buscando insectos, larvas, pequeños ratones y pájaros; y lechucitas de las vizcacheras (*Atiene cunicularia*).

Una especie característica de la zona, aun cuando su presencia se ha visto notablemente reducida por la acción incontrolada de la cacería, es la *Eudromia Elegans*, conocida vulgarmente como martineta.
Dentro de los mamíferos aparecen el zorro gris o chilla (*Dusicyon griseus*), el hurón chico, el cual es un carnívoro de cuerpo esbelto y alargado, cabeza chica y ovalada, de orejas cortas, movimientos ágiles, con alimentación insectívora – omnívora, las

vizcachas (*Lagostomus maximus*), las cuales son roedores de tamaño mediano, de pelaje largo y fino, de características gregarias formando colonias, siendo su dieta herbívora. También conviven en este ambiente maras o liebres patagónicas (*Dolichotis patabonum*) y los tundunques o tuco-tuco (*Ctenomys mendocinus*), roedores medianos, adaptados para la vida subterránea, de cabeza muy grande y ojos diminutos y cola corta, con pies y manos con uñas largas para cavar y de alimentación herbívora.

La mara ha sido declarada por medio de la Ley Provincial Nº 6599, modificada posteriormente por la Ley Nº 7066, como Monumento Natural Provincial, lo cual la convierte en una especie con algún tipo de protección especial.

Entre los anfibios y reptiles se encuentran el sapo común, la culebra ratonera, la yarará ñata y la yarará cola blanca (muy venenosa). También habita esta región la lagartija Darwini.

En los recorridos de campo realizados en el terreno de implantación del proyecto, no se observaron muchos signos de presencia de fauna. Pero, si es posible la presencia en el sector de culebras, lagartijas y roedores. Esto se produce por el tipo de ambiente que presenta el sitio, con vegetación de baja altura y escasa cobertura, sin presencia de agua en el lugar.

Por lo tanto, al realizar las obras, se deberá tener en cuenta la necesidad de contar con las correspondientes medidas de seguridad ante la presencia de ofidios venenosos, y establecer campañas de desratización y protección de la zona de proyecto frente a la aparición de estos animales.

4.2.3 Ecosistema y Paisaje

Metodología de Análisis

Al realizar un análisis de paisaje, se debe diferenciar entre *Paisaje Total* y *Paisaje Visual*, a los efectos de determinar la metodología de análisis a utilizar.

El *Paisaje Total*, es la identificación del paisaje con el medio, y abarca todo el conjunto del territorio, visto desde arriba y desde fuera de él; y el *Paisaje Visual*, es el enfoque estético o perceptivo, y abarca sólo la superficie observable al situarse dentro del propio territorio.

Los factores que determinan el paisaje son: 1) el relieve, 2) las rocas, cuya composición determinan su comportamiento frente a procesos formadores de relieve, 3) el agua, 4) los procesos geomorfológicos, 5) el clima, 6) la vegetación, 7) la fauna y 8) la incidencia humana: asentamientos y actividades.
En este caso realizaremos un análisis del *Paisaje Total*, es decir un análisis *Ecológico* del paisaje.

Para analizar un paisaje desde el punto de vista ecológico, es necesario considerar en forma conjunta los *componentes* y los *procesos* que tienen lugar en el paisaje, es decir, trabajar con una visión sistémica. Por ejemplo: la geomorfología, los suelos, el agua, la vegetación, el hombre; no se contemplan como partes diferenciadas sino en su conjunto y de forma interrelacionada.

Los *ecosistemas* son por definición unidades homogéneas, mientras la mayoría de los paisajes son notablemente heterogéneos.

La *unidad ambiental* es una porción del territorio que responde uniformemente ante una acción exterior, es decir, que es un concepto más amplio que el de ecosistema. Ya que mientras éste tiene homogeneidad intrínseca, aquella no tiene que ser necesariamente homogénea en su interior, hasta que lo sea hacia fuera en su forma de reaccionar frente a las acciones exteriores.

En la **Ecología del Paisaje**, se presentan 5 rasgos definidores del paisaje:

1) Existencia de una combinación determinada de ecosistemas.
2) Las interacciones entre estos ecosistemas.
3) La geomorfología y clima dominante.
4) Un conjunto de regímenes de perturbación que afecta a cada ecosistema.
5) La abundancia relativa de los ecosistemas combinados, que puede ser variable a través del paisaje.

Para su estudio se considera a los paisajes compuestos de ecosistemas diferentes, agrupados en configuraciones reconocibles, que se unen en un mosaico de: usos del suelo, tipos de relieve, distribución de agua superficial, etc.

La estructura de un paisaje estará dada por: la geomorfología, el clima, las perturbaciones naturales o no, que se han ido sucediendo. Como resultado de esta combinación de factores se produce una "verdadera síntesis" que determina la formación de un paisaje de características únicas. El estudio de esta *estructura espacial*, permite entender el funcionamiento del paisaje o su comportamiento frente a las modificaciones que puedan afectarle.

La perspectiva ecológica es fundamental para llegar a conocer las potencialidades (qué se puede hacer) y la problemática (qué no se debe hacer), en cada paisaje. La Planificación Física con base ecológica, persigue estos objetivos, debiendo concretarse en:

- Conservación y protección de áreas naturales inalteradas.

- Integración de los fundamentos del aprovechamiento de los recursos desde la primera fase del desarrollo de los proyectos. Por ejemplo mediante los procedimientos de EIA.

- Rehabilitación y restauración de un amplio espectro de superficie. Por ejemplo: explotaciones mineras a cielo abierto, márgenes alteradas de ríos y zonas costeras, aguas contaminadas, áreas urbanas abandonadas, etc.

Paisaje en el sitio de implantación

El ecosistema y paisaje de la Zona de Estudio se ubica dentro del Bioma del Monte con Intrusión Puneña - Ecosistema Pedemontano.

El **Bioma del Monte con Intrusión Puneña**, en la Provincia de Mendoza se extiende desde el bolsón de Uspallata hacia el este por las planicies, bolsones y mesetas escalonadas; y hacia el sur hasta aproximadamente los 34º de latitud sur, donde se comienza a vislumbrar la influencia morfológica de la región patagónica.

Constituye una región árida con amplia diversidad geológica, geomorfológica y altimétrica. El clima es semidesértico debido a que la humedad de la masa de aire atlántica no llega a la región por depositarse en los faldeos orientales de las sierras subandinas. Por ende, recibe escasas precipitaciones, en general entre 80 y 250 mm anuales. Las lluvias se concentran en los meses de verano. La radiación es intensa y la nubosidad baja. La temperatura de verano es relativamente cálida en las planicies, disminuyendo un poco la temperatura hacia el sur de las travesías. Los cambios de temperatura son muy marcados, tanto durante el día como entre estaciones. La aridez limita la evolución de los suelos, predominantemente arenosos, pobres en materia orgánica y salinos, siendo frecuentes los afloramientos rocosos.

Dentro de este Macrosistema, el sitio de implantación del proyecto se ubica dentro del *Mesosistema de las Planicies Agradacionales Precordilleranas y Cordilleranas*.
Este *Mesoecosistema* se localiza en el piedomente mendocino, desde los límites de la ciudad hasta aproximadamente los 1600 msnm y desde el norte de la provincia hasta el periclinal de Cacheuta. Y se caracteriza por tener dos pisos de vegetación arbustiva según la altura sobre el nivel del mar.
El sector de implantación del proyecto, se ubica dentro del segundo piso que abarca desde la planicie hasta la cota 1000 msnm (el terreno de implantación se ubica a aproximadamente 700 msnm). Tiene la característica de ser un ecosistema fuertemente degradado por la acción antrópica y presenta una estepa arbustiva baja con predominio de *Larrea cuneifolia* pero, con sectores donde la vegetación ha sido muy degradada, observándose sitios con suelo pelado y cubiertos de basura. El consumidor primario de la cadena trófica es la laucha casera (*Mus domesticus*), uno de los más comunes en los asentamientos humanos.

Bioma del Monte

Mesosistema Planicies Agradacionales

Finalmente y refiriéndonos al terreno de implantación, en el sitio se plantea un ecosistema pedemontano con presencia de huaycos, en donde predomina una estepa arbustiva xerófila, con dominancia de jarillales (*Larrea cuneifolia* y *Larrea divaricata*), con una altura promedio de 80 cm, y que constituye el estrato medio del sitio, con una cobertura de alrededor del 40%; un estrato superior con ejemplares aislados de *prosopis flexuosa* y Chañares, con un cobertura de alrededor del 5%, y un estrato inferior con una cobertura del 5%.
En el predio también hay presencia de huaycos por lo cual los suelos tienen características areno – arcillosos, debidas a los procesos de sedimentación recientes.
En función de este análisis surge que el paisaje analizado no presenta características de paisaje singular que implique un sistema especial de preservación, sólo la necesidad de tomar los recaudos necesarios para lograr la integración armónica del proyecto en el entorno. Esto implicará tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Cumplir las recomendaciones previstas en el análisis de la vegetación y de la fauna.
- Diseñar un Plan de Forestación adecuado que permita el mejoramiento paisajístico del predio, impidiendo la generación de visuales inadecuadas en la etapa de Operación y permita la recuperación de este sitio como espacio verde en la etapa de Clausura y Post-Clausura.

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICO

4.3.1 Centros poblacionales afectados por el proyecto

Este proyecto abarca a la población de los siete Departamentos de la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza, que son: 1) Departamento Capital, 2) Departamento de Godoy Cruz, 3) Departamento de Guaymallén, 4) Departamento de Las Heras, 5) Departamento de Luján de Cuyo, 6) Departamento de Maipú y 7) Departamento de Lavalle. Los que se verán favorecidos con la implementación de un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la región, que permitirá lograr las siguientes mejoras a la situación actual:

- Construcción de un Centro Ambiental en el Departamento de Las Heras, que incluirá la infraestructura necesaria para el tratamiento y disposición final de los residuos de la región, complementándose en su funcionamiento con la Planta de Separación de Residuos ya existente en el Departamento de Maipú.

- Cerrar y remediar los macrobasurales de la zona, donde actualmente se disponen los residuos municipales, como son: 1) Basural Campo Papa (Godoy Cruz), 2) Basural Puente de Hierro (Guaymallén), 3) Basural Campo Cacheuta (Luján de Cuyo) y 4) Basural de Uspallata (Las Heras).

- Conformar un organismo conjunto para la gestión de los RSU de la región, el *Consorcio Interjurisdiccional Zona Metropolitana*. Este organismo permitirá mejorar los distintos aspectos de la actual gestión, desde las diversas dimensiones que integran la problemática: técnica, ambiental, legal, institucional, social, económico-financiera y comunicacional.

4.3.2 Distancias a centros poblados. Vinculación. Infraestructura vial

El terreno de implantación del proyecto se localiza en el Departamento de Las Heras, Distrito Capdevila, con accesibilidad directa desde todos los Departamentos a través de la Ruta Nacional Nº 40. En la **Tabla 33,** se indican las distancias desde las cabeceras departamentales de los Municipios que integran la Zona de Estudio hasta el sitio donde se localizará el Centro Ambiental.

TABLA 33: Distancias al Centro Ambiental

Distancias al Terreno	Desde (cabecera dep.)	Distancia lineal (km)	Distancia por ruta (km)
	Las Heras	9,50	13,14
	Capital	14,00	17,70
	Guaymallén	12,70	20,90
	Godoy Cruz	17,00	19,70

	Maipú	22,00	31,40
	Luján	30,00	34,50
	Lavalle	18,00	26,80

FUENTE: Elaboración propia

4.3.3 Población

4.3.3.1 Datos de Población y proyecciones

Los datos de la población para la Zona Metropolitana de Mendoza, están referidos al Censo Nacional de Población 2010 (INDEC) y se efectuaron proyecciones para la población estable, utilizando distintos métodos. Dado que los distintos departamentos que integran el Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza, han presentado diferentes dinámicas de crecimiento para los últimos períodos intercensales, las proyecciones se realizaron de forma desagregada para cada uno de ellos.

Posteriormente, se realizaron los cálculos para las proyecciones de población turística en función de los datos aportados por el Ministerio de Turismo de la Provincia de Mendoza.
La Zona de Estudio (Zona Metropolitana de Mendoza), contaba en 2010 con 1.123.371 habitantes, presentando una Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) de 10,6 por mil habitantes para el período intercensal 2001/2010. La cual disminuyó con respecto al período 1991/2011, que fue de 12,7.

Proyecciones de la población estable

Tomando como base los datos aportados por el Censo Nacional de Población 2010, se realizaron proyecciones de la población estable según tres hipótesis de crecimiento, basadas en la relación con la proyección del total provincial, a fin de lograr el nivel de consolidación necesario de los datos estimados. Las proyecciones provinciales que se pueden observar en la **Tabla 34,** realizadas según las hipótesis mencionadas, arrojaron los siguientes resultados para el año 2035:

a) H1: Método Relación/Tendencia = 2.0088.876 hab.
b) H2: Proyecciones INDEC (2005-2015) = 2.127.514 hab.
c) H3: Método de Tasas Decrecientes = 2.386.917 hab.

Se aprecia la similitud de los resultados con los tres métodos utilizados. Para efectuar las proyecciones para la Zona Metropolitana de Mendoza, desagregada por Departamentos se adoptó la *Hipótesis 1*, correspondiente al *Método Relación/Tendencia*, ya que se adapta a áreas de crecimiento relativamente estable y sin grandes aportes migratorios como es la Zona de Estudio, además de ser similar a las estimaciones realizadas por el INDEC.

TABLA 34: Proyección de Población Provincia de Mendoza – Período 2010-2035

Provincia de Mendoza - Hipótesis Máxima, Mínima y Media de crecimiento futuro por quinquenios						
Período	Hipótesis 1: Método Relación Tendencia	TCMA ‰	Hipótesis 2: Proyección INDEC 2005-2012	TCMA ‰	Hipótesis 3 (Tasas Crecientes)	TCMA ‰
	(Mínima)		(Media)		(Máxima)	
	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰
2010	**1.738.929**	**10,1**	**1.738.929**	**10,1**	**1.738.929**	**10,1**
2015	1.810.225	8,2	1.831.092	10,6	1.844.134	12,1
2020	1.881.521	8,2	1.918.985	9,6	1.964.003	13,0
2025	1.952.817	6,9	1.998.623	8,3	2.091.663	13,0
2030	2.020.189	6,9	2.070.573	7,2	2.232.850	13,5
2035	**2.088.876**	6,8	**2.127.514**	5,5	**2.386.917**	13,8

FUENTE: Sistema de Gestión Integral de RSU – Zona Metropolitana –Ministerio de Tierras, Ambiente y Recursos Naturales (2013)

(1) Censo Nacional de Población 2010 INDEC y TCMA período 2001-2010

Fuente: Elaboración propia según distintos métodos e hipótesis

En base a estas proyecciones realizadas para la provincia, se realizaron los cálculos quinquenales por Departamento de la Zona de Estudios a los efectos de determinar las tasas de crecimiento por quinquenio y en función de las mismas se realizaron las proyecciones de población hasta el año 2035, para cada uno de los Departamentos y el Total Zona Metropolitana. Estos cálculos se pueden observar en la **Tabla 35** que se agrega.

TABLA 35: Proyecciones de Población – Zona Metropolitana de Mendoza (Años 2010-2035)

Método de proyección Relación/Tendencia – Zona Metropolitana por Departamento

Año	Provincia de Mendoza	TCMA %o	Capital	TCMA %o	Godoy Cruz	TCMA %o	Guaymallén	TCMA %o	Las Heras	TCMA %o	Maipú	TCMA %o	Luján de Cuyo	TCMA %o	Lavalle	TCMA %o	TOTAL ZONA METROPOLITANA MENDOZA	TCMA %o
	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o	(hab)	%o
1980(1)	1.196.228		119.088		142.408		164.670		101.579		49.778		35.254		24.063		**636.840**	
1991(1)	1.412.481	**16,0**	121.620	**2,0**	179.553	**22,3**	200.477	**18,9**	145.680	**34,9**	71.603	**35,2**	54.210	**41,8**	26.967	**10,9**	**800.110**	
2001(1)	1.579.651	11,2	110.993	-9,1	182.997	1,7	251.339	10,9	182.962	15,1	153.600	22,5	104.470	30,3	32.129	17,3	**1.018.490**	
2010(1)	**1.738.929**	**10,1**	**115.041**	**3,6**	**191.903**	**4,9**	**283.803**	**12,9**	**203.666**	**11,3**	**172.332**	**12,2**	**119.888**	**14,8**	**36.738**	**14,3**	**1.123.371**	**10,6**
2011	1.756.492		115.455		192.843		287.464		205.967		174.434		121.662		37.263		1.135.090	
2012	1.774.055		115.869		193.784		291.125		208.269		176.537		123.437		37.789		1.146.809	
2013	1.791.619		116.283		194.724		294.786		210.570		178.639		125.211		36.738		1.156.952	
2014	1.809.182		116.698		195.664		298.447		212.872		180.742		126.985		36.738		1.168.146	
2015	**1.810.225**	**8,2**	**120.793**	**10,0**	**196.509**	**4,8**	**298.135**	**10,1**	**213.849**	**10,0**	**180.862**	**9,9**	**128.700**	**14,7**	**38.226**	**8,1**	**1.177.074**	**9,7**
2016	1.824.484		121.943		197.430		301.001		215.886		182.569		130.462		38.523		1.187.815	
2017	1.838.744		123.094		198.351		303.868		217.923		184.275		132.224		38.821		1.198.555	
2018	1.853.003		123.209		199.272		322.224		219.959		185.981		133.987		39.119		1.223.751	
2019	1.867.262		131.664		200.193		309.601		221.996		187.687		135.749		39.416		1.226.306	
2020	**1.881.521**	**8,2**	**126.545**	**10,0**	**201.114**	**4,8**	**309.913**	**9,2**	**224.033**	**10,0**	**188.704**	**9,5**	**137.512**	**14,7**	**39.714**	**8,1**	**1.227.534**	**9,5**
2021	1.895.780		127.696		202.035		312.524		226.069		190.341		139.274		40.011		1.237.950	
2022	1.910.040		128.846		202.957		315.135		228.106		191.978		141.036		40.309		1.248.366	
2023	1.924.299		129.996		203.878		317.746		230.143		193.615		142.799		40.607		1.258.783	
2024	1.938.558		131.147		204.799		320.357		232.179		195.252		146.700		40.904		1.271.338	
2025	**1.952.817**	**6,9**	**131.952**	**9,8**	**205.432**	**4,7**	**320.839**	**8,7**	**233.910**	**9,9**	**195.597**	**9,0**	**146.143**	**14,6**	**41.036**	**7,8**	**1.274.911**	**9,2**

Método de proyección Relación/Tendencia – Zona Metropolitana por Departamento

Año	Provincia de Mendoza	TCMA ‰	Capital	TCMA ‰	Godoy Cruz	TCMA ‰	Guaymallén	TCMA ‰	Las Heras	TCMA ‰	Maipú	TCMA ‰	Luján de Cuyo	TCMA ‰	Lavalle	TCMA ‰	TOTAL ZONA METROPOLITANA MENDOZA	TCMA ‰
	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰	(hab)	‰
2026	1.966.292		133.079		206.334		323.308		235.927		197.148		147.894		41.323		1.285.013	
2027	1.979.766		134.207		207.592		325.777		237.943		198.699		149.644		41.609		1.295.471	
2028	1.993.241		135.334		208.515		328.247		239.959		200.250		151.395		41.896		1.305.596	
2029	2.006.715		136.462		209.439		330.716		241.976		201.801		153.145		42.183		1.315.720	
2030	**2.020.189**	**6,9**	**137.589**	**9,8**	**209.942**	**4,7**	**330.914**	**8,3**	**243.992**	**9,9**	**202.318**	**8,7**	**154.895**	**14,6**	**42.469**	**7,8**	**1.322.119**	**9,1**
2031	2.034.129		138.716		210.844		333.270		246.008		203.817		156.646		42.756		1.332.057	
2032	2.089.886		139.844		211.746		335.625		248.024		205.316		158.396		43.042		1.341.994	**2032**
2033	**2.062.007**		**140.971**		**212.648**		**337.981**		**250.041**		**206.816**		**160.146**		**43.329**		**1.351.932**	**9,1**
2034	2.075.947		142.099		213.550		340.337		252.057		208.315		161.897		43.615		1.361.869	
2035	**2.089.886**	**6,8**	**143.226**	**9,5**	**214.452**	**4,5**	**342.692**	**8,0**	**254.073**	**9,5**	**209.814**	**8,3**	**163.647**	**14,2**	**43.902**	**7,5**	**1.371.806**	**8,8**

(1) Datos 1980, 1991, 2001 y 2010: Censos Nacionales de Población INDEC
(2) Proyección Propia según Método R/T con H1 adoptada para la Provincia de Mendoza

FUENTE: Elaboración propia

Proyecciones de la población turística o flotante

En función de datos de cantidad de turistas ingresados a la Provincia de Mendoza en el período 2002-2012, aportados por el Ministerio de Turismo de la Provincia, a través de la publicación del *Anuario Estadístico de Turismo 2012*, se pudo elaborar una línea de tendencia de los últimos diez años, y posteriormente se utilizó la fórmula así obtenida, para realizar la proyección de la población flotante hasta el año 2035. En la **Figura 58** se puede observar la línea de tendencia para ingreso de turismo en el período 2002-2012.

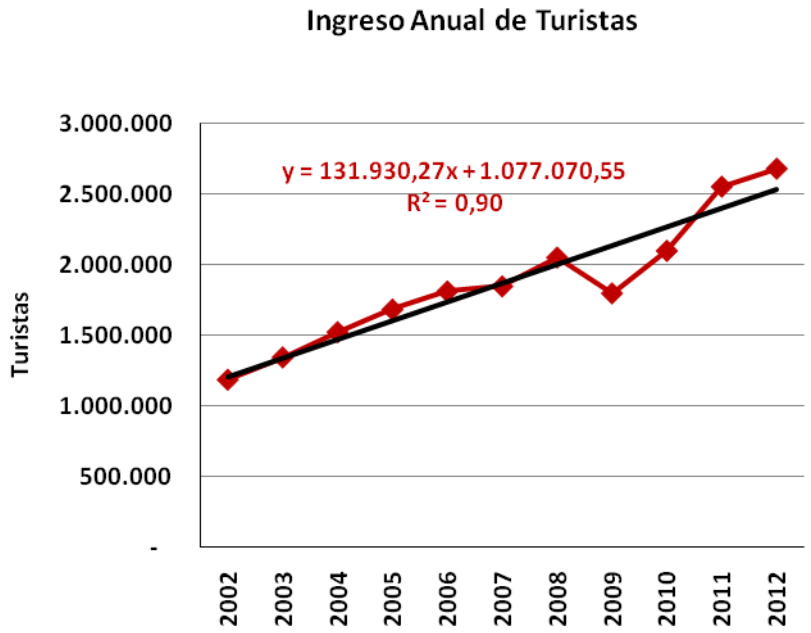


Figura 58: Línea de tendencia ingreso de turistas (2002-2012)
Anuario Estadísticos 2012 – Pcia. de Mendoza

Por otra parte, y en base a las publicaciones del Ministerio de Turismo, con relación a estadísticas de períodos de estadía, se calculó un promedio de **6,15 días de estadía anual**. Con este dato más la línea de tendencia de ingreso de turistas obtenida precedentemente, se calculó el porcentaje anual a nivel provincial de la población turística (o flotante) con relación a la población estable, proyectada hasta 2035. Los datos calculados se pueden observar en la **Tabla 36.**

TABLA 36: Proyección Anual ingreso de turistas 2002-2035 – Pcia. de Mendoza – Resultados por año

Año	Ingreso Anual de turistas a la Provincia (1)	Evolución Interanual	Estadía promedio (2)	Población Turística promedio diaria Provincial (3)	Población Total Provincial (4)	% Turistas respecto Población Total (5)
2002	1.183.732					
2003	1.342.202	13,39%				
2004	1.520.693	13,30%				
2005	1.681.047	10,54%				
2006	1.809.330	7,63%				
2007	1.845.145	1,98%				
2008	2.049.872	11,10%	6,15	34.539		
2009	1.795.603	-12,40%	5,79	28.484		
2010	**2.096.838**	**16,78%**	**6,53**	**37.513**	**1.738.929**	**2,16**
2011	2.551.851	21,70%	6,15	42.997	1.756.492	2,45
2012	2.678.861	4,98%	6,15	45.137	1.774.055	2,54
2013	2.792.161	4,23%	6,15	47.046	1.791.619	2,63
2014	2.924.091	4,73%	6,15	49.269	1.809.182	2,72
2015	3.056.021	4,51%	6,15	51.492	1.810.225	2,84
2016	3.187.951	4,32%	6,15	53.715	1.824.484	2,94
2017	3.319.881	4,14%	6,15	55.938	1.838.744	3,04
2018	3.451.811	3,97%	6,15	58.161	1.853.003	3,14
2019	3.583.741	3,82%	6,15	60.384	1.867.262	3,23
2020	3.715.671	3,68%	6,15	62.607	1.881.521	3,33
2021	3.847.601	3,55%	6,15	64.829	1.895.780	3,42
2022	3.979.531	3,43%	6,15	67.052	1.910.040	3,51
2023	4.111.461	3,32%	6,15	69.275	1.924.299	3,60
2024	4.243.391	3,21%	6,15	71.498	1.938.558	3,69
2025	4.375.321	3,11%	6,15	73.721	1.952.817	3,78
2026	4.507.251	3,02%	6,15	75.944	1.966.292	3,86
2027	4.639.181	2,93%	6,15	78.167	1.979.766	3,95
2028	4.771.111	2,84%	6,15	80.390	1.993.241	4,03
2029	4.903.041	2,77%	6,15	82.613	2.006.715	4,12
2030	5.034.971	2,69%	6,15	84.836	2.020.189	4,20
2031	5.166.901	2,62%	6,15	87.059	2.034.129	4,28
2032	5.298.831	2,55%	6,15	89.282	2.089.886	4,27
2033	5.430.761	2,49%	6,15	91.505	2.062.007	4,44
2034	5.562.691	2,43%	6,15	93.728	2.075.947	4,51
2035	5.694.621	2,37%	6,15	95.950	2.089.886	4,59

FUENTE: Elaboración Propia

En función de los datos obtenidos a nivel provincial, con relación al porcentaje de población flotante con respecto a la población estable, se realizó el cálculo para la Zona Metropolitana, el cual se puede observar en la **Tabla 37.**

TABLA 37: Proyección Anual Población Estable más Flotante (2010-2035) Zona Metropolitana de Mendoza – Resultado por año

Año	Población Estable	% Población Turística	Población Turística	TOTAL
	Proyección	Estimación		Anual
2010(1)	**1.123.371**	2,16%	24.234	**1.147.605**
2011	1.135.090	2,45%	27.786	1.162.876
2012	1.146.809	2,54%	29.178	1.175.987
2013	1.156.952	2,63%	30.380	1.187.332
2014	1.168.146	2,72%	31.812	1.199.958
2015	**1.177.074**	2,84%	33.482	1.210.556
2016	1.187.815	2,94%	34.971	1.222.786
2017	1.198.555	3,04%	36.462	1.235.017
2018	1.223.751	3,14%	38.410	1.262.161
2019	1.226.306	3,23%	39.656	1.265.962
2020	**1.227.534**	3,33%	40.845	1.268.379
2021	1.237.950	3,42%	42.334	1.280.284
2022	1.248.366	3,51%	43.824	1.292.190
2023	1.258.783	3,60%	45.317	1.304.100
2024	1.271.338	3,69%	46.890	1.318.228
2025	**1.274.911**	3,78%	48.129	1.323.040
2026	1.285.013	3,86%	49.631	1.334.644
2027	1.295.471	3,95%	51.149	1.346.620
2028	1.305.596	4,03%	52.656	1.358.252
2029	1.315.720	4,12%	54.166	1.369.886
2030	**1.322.119**	4,20%	55.521	1.377.640
2031	1.332.057	4,28%	57.011	1.389.068
2032	1.341.994	4,27%	57.331	1.399.325
2033	1.351.932	4,44%	59.994	1.411.926
2034	1.361.869	4,51%	61.487	1.423.356
2035	**1.371.806**	4,59%	62.982	1.434.788

(1) Censo Nacional de Población 2010 (INDEC)

Fuente: Elaboración propia según datos Ministerio de Turismo

Los datos obtenidos de este cálculo fueron los que se utilizarán para el dimensionamiento de las infraestructuras a construir en el Centro Ambiental El Borbollón.

4.3.3.2 Servicios en el sitio de implantación

La **Tabla 38,** enumera la cobertura de servicios al conjunto de poblaciones involucradas en el proyecto, con una columna de evaluación cualitativa (A: Alta; M: Media; B: Baja) del grado de cobertura de los mismos a la población representativa de las mismas.

TABLA 38: Servicios existentes en el sitio de implantación

Servicios		Grado de cobertura
Telefonía fija	X	A
Telefonía celular	X	A
Correo	X	A
Medios radiales	X	A
Medios televisivos	X	A
Medios de prensa	X	M
Transporte urbano	X	M
Transporte de media distancia terrestre	X	M
Transporte de larga distancia aéreo	X	A
Transporte de larga distancia terrestre	X	M
Agua potabilizada	X	B
Agua de riego re-tratada	X	A
Red eléctrica urbana	X	A
Red eléctrica rural	X	M
Recolección domiciliario de residuos	X	A
Cloacas	X	M
Red de drenaje agrícola	X	M

FUENTE: Elaboración Propia

4.3.3.3 Vivienda

Infraestructura y servicios

Las **Tablas 39** y **40** se refieren a indicadores publicados por la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de la Provincia de Mendoza, con relación a la cobertura de servicios sanitarios en las viviendas de la Zona de Estudio y también al tipo de vivienda predominante. En las tablas se aportan los valores en cantidades absolutas censadas. Los valores de servicios sanitarios son los provenientes del Censo 2001 (último dato) y los de tipo de vivienda corresponden a mediciones del Censo 2010. En la **Figura 59** se pueden ver los valores de las tablas por cada Municipio de la Zona Metropolitana, pero expresados en porcentajes.

TABLA 39: Tipo de servicio sanitario en vivienda – Zona Metropolitana

Departamento	Servicio sanitario en Vivienda Mendoza				
	Agua y Cloaca	Solo agua corriente	Solo cloaca	Sin agua y sin cloaca	Total
CAPITAL	31.139	2.347	266	240	33.992
GODOY CRUZ	44.036	4.666	89	298	49.089
GUAYMALLÉN	45.336	12.100	1.642	5.415	64.493
LAS HERAS	34.398	6.337	1.544	2.066	44.345
LAVALLE	1.374	3.283	8	2.677	7.342
LUJÁN DE CUYO	13.480	8.764	25	3.499	25.768
MAIPÚ	15.523	15.248	581	6.727	38.079
Zona Metropolitana	**185.286**	**52.745**	**4.155**	**20.922**	**263.108**

FUENTE: Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE) Mza.

TABLA 40: Tipo de vivienda – Zona Metropolitana

Departamento	Tipo de vivienda (2010)				
	Casa	Rancho	Dpto.	Otros	Total
CAPITAL	20.568	441	15.396	51	36.794
GODOY CRUZ	47.279	726	9.164	61	57.375
GUAYMALLÉN	68.432	1.198	9.530	138	79.770
LAS HERAS	47.954	1.706	4.158	60	53.978
LAVALLE	8.543	611	87	16	9.269
LUJÁN DE CUYO	29.585	939	1.575	60	32.233
MAIPÚ	43.398	936	1.980	66	46.569
Zona Metropolitana	**265.759**	**6.557**	**41.890**	**452**	**315.988**

FUENTE: Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE) Mza

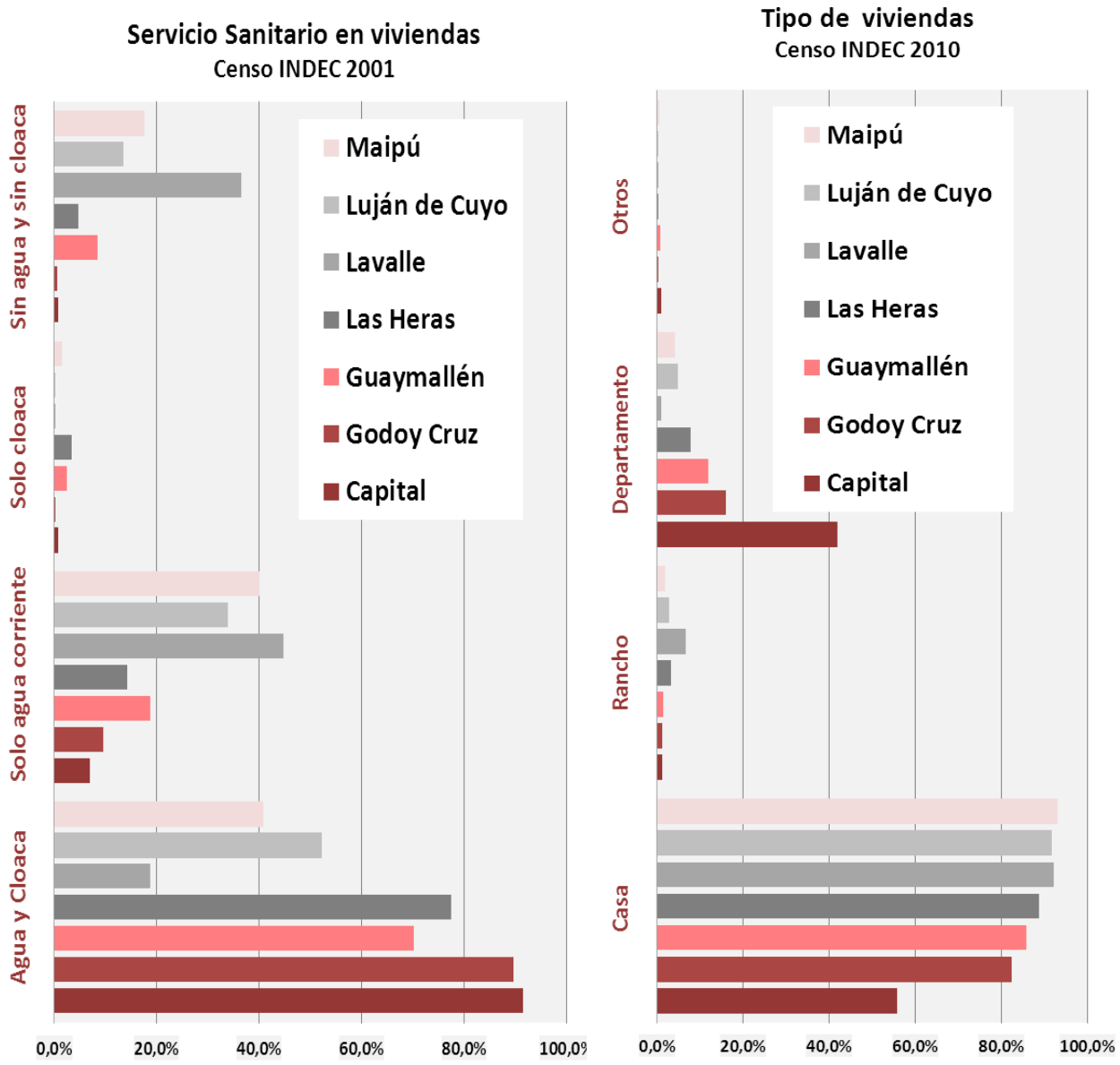


Figura 59: Tipo de Vivienda y Servicios Sanitarios por Departamento

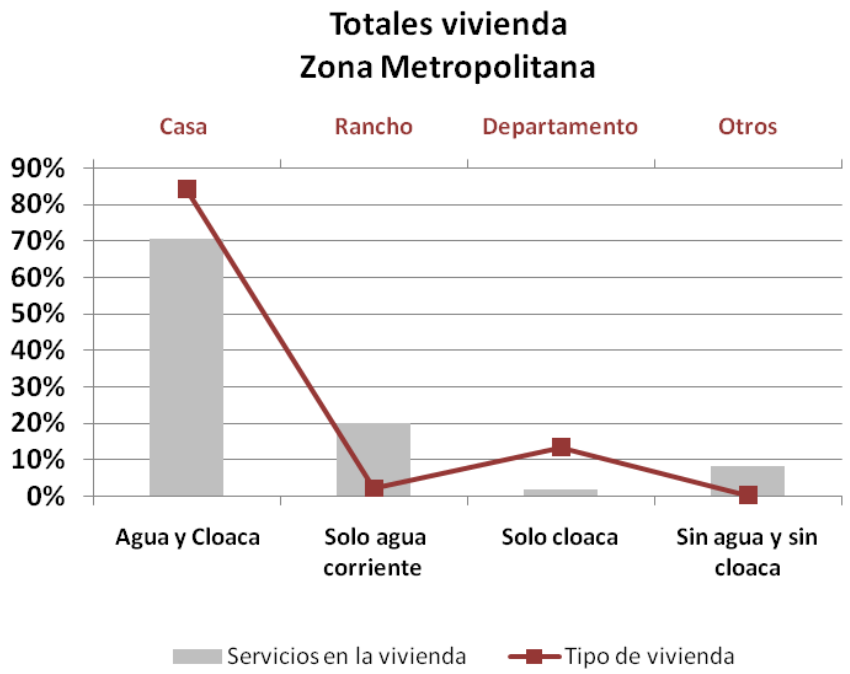


Figura 60: Tipo de vivienda y servicios sanitarios totales

De los datos evaluados se observa que existe un alto porcentaje de la población de la región que reside en la tipología "casa" y posee todos los servicios sanitarios; y en segundo término con porcentajes alrededor del 20% se marca la falta de servicio de cloacas (no así el de agua corriente). Y con respecto a la tipología, a la casa le sigue el departamento con un porcentaje promedio del 50%, y bajísimos porcentajes de ranchos y otras tipologías como inquilinatos o alquiles en hoteles.

Por todo esto se puede concluir que el promedio general de la zona indica buen nivel de habitabilidad con la tipología de *casa con todos los servicios*, como porcentaje mayoritario (superior al 80%), con un déficit del servicio de cloacas cercano al 20%.

Si se observa en particular el Departamento de Las Heras, que es donde se localizará el Centro Ambiental, se tiene que casi el 90% de población habita en casas, un 7% en departamentos y un 3% en ranchos; con una cobertura total de servicios sanitarios en un 80%, y un déficit de alrededor del 20% en el servicio de cloacas. Siendo todos estos valores similares a los obtenidos en promedio en la Zona de Estudio.

4.3.3.4 Educación e Infraestructura

Estructura por nivel y Analfabetismo

La **Tabla 41,** muestra la cantidad de establecimientos educativos, por nivel, sector y Municipio, con datos provenientes del Censo INDEC 2010.

TABLA 41: Establecimientos Educativos por nivel y sector – Zona Metropolitana Mendoza (2010)

Departamento	Nivel Inicial			Nivel Primario			Nivel Medio			Nivel Terciario (no universitario)		
	Pub.	Priv.	Total	Púb.	Priv.	Total	Púb.	Priv.	Total	Púb.	Priv.	Total
Capital	24	27	**51**	30	31	**61**	26	33	**59**	5	25	**30**
Godoy Cruz	44	16	**60**	46	16	**62**	15	15	**30**	2	4	**6**
Guaymallén	57	4	**61**	61	22	**83**	26	21	**47**	0	4	**4**
Las Heras	45	4	**49**	49	5	**54**	24	1	**25**	1	0	**1**
Lavalle	42	1	**43**	43	1	**44**	11	1	**12**	2	1	**3**
Luján de Cuyo	40	10	**50**	43	9	**52**	17	6	**23**	1	1	**2**
Maipú	47	9	**56**	52	9	**61**	17	9	**26**	30	3	**33**
Zona Metropolitana	299	71	**370**	324	93	**417**	136	86	**222**	41	38	**79**

FUENTE: Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas – Pcia. de Mendoza

Del análisis de la tabla anterior surge una importante disparidad a nivel Zona Metropolitana de la oferta pública y privada en los distintos niveles, con un alto predominio de lo público. Esta tendencia se repite en forma similar en casi todos los Municipios que integran la región, salvo en el Departamento de Capital, donde la oferta pública y privada están equilibradas. También a nivel regional se puede observar que aproximadamente el 70% de la totalidad de los establecimientos corresponden a los niveles inicial y primario, con un 20% de nivel medio y menos del 10% de nivel terciario, falencia que se repite en casi todos los Municipios, excepto Capital y Godoy Cruz. En las **Figuras 61** y **62** se pueden observar más claramente las tendencias mencionadas.

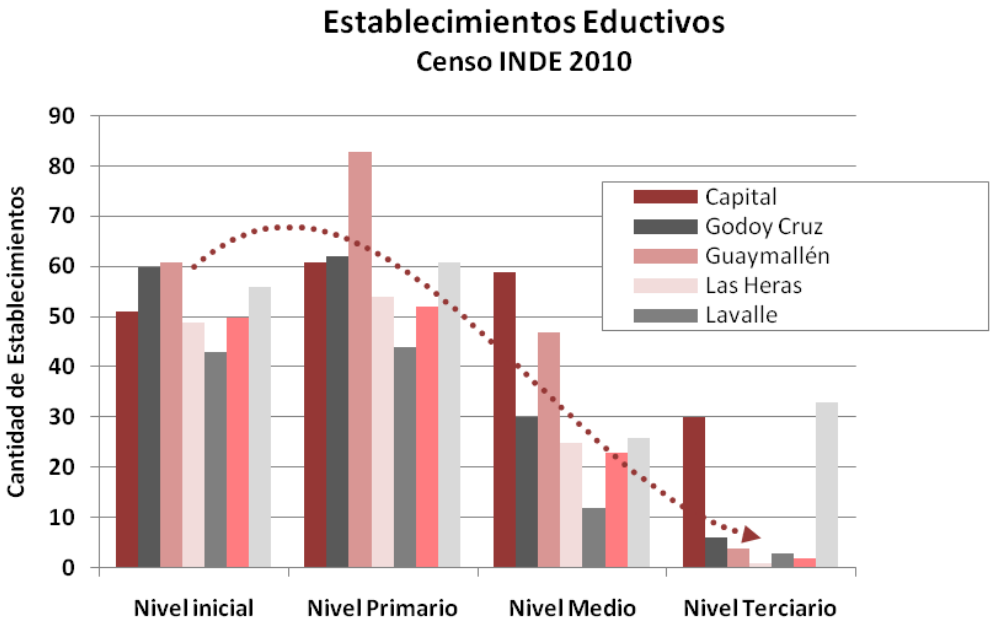


Figura 61: Total Establecimientos educativos por nivel y Departamento

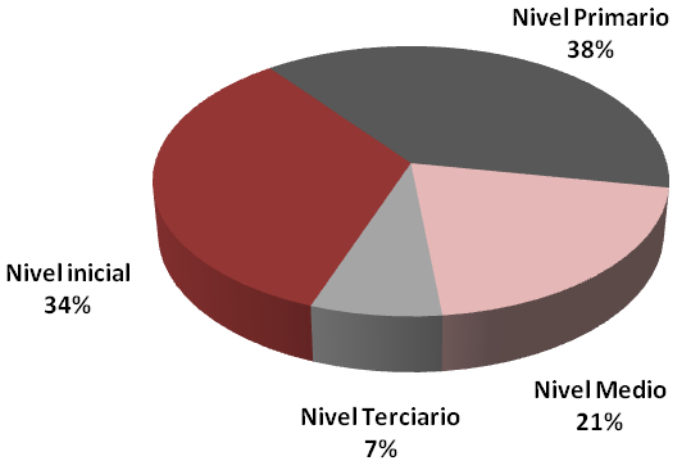


Figura 62: Porcentajes de establecimientos por niveles en la Zona Metropolitana

La **Tabla 42** muestra la **tasa de escolarización** por niveles para los distintos departamentos que integran la Zona de Estudio y los promedios metropolitanos. La tasa de escolarización se ha calculado como el porcentaje de personas escolarizadas, en cada nivel, con edad pertinente, con respecto al total de la población de ese grupo de edad: 1) Primario: 6 a 12 años, 2) Medio: 13 a 18 años, 3) Terciario: 19 a 29 años.

TABLA 42: Tasa de Escolarización – Zona Metropolitana

Departamento	TASA Y NIVEL		
	Escolarización primaria	Escolarización Media	Escolarización Terciaria y/o Universitaria
Capital	98,80%	72,00%	38,10%
Godoy Cruz	98,90%	69,70%	24,60%
Guaymallén	98,60%	66,00%	18,90%
Las Heras	98,50%	63,10%	13,70%
Lavalle	97,70%	49,40%	5,40%
Luján de Cuyo	94,10%	64,10%	17,60%
Maipú	98,30%	58,90%	11,70%
Zona Metropolitana	**97,84%**	**63,31%**	**18,57%**

FUENTE: Elaboración propia con datos de la D.E.I.E. – Mendoza

En general se observan altos niveles de escolarización primaria en todos los Municipios, y también niveles altos de escolarización media en casi todos los Municipios exceptuando Lavalle y Maipú (alrededor del 50%), debido probablemente a su características de departamentos rurales. Y bajos niveles en general de escolarización terciaria (alrededor del 20%) en casi todos los Municipios excepto Capital.

En la **Tabla 43** se puede observar la evolución de la tasa de analfabetismo, en el período que va de 1991 a 2010, en los distintos Departamentos de la Zona Metropolitana. En general los valores son similares entre los Municipios de Capital, Godoy Cruz y Guaymallén, con muy bajos índices de analfabetismo; también se observan similitudes entre los municipios de Las Heras y Luján de Cuyo, con índices un poco más elevados sin ser altos, y altos índices en Lavalle y Maipú (para el año 1991), que han descendido considerablemente en los últimos 20 años.

TABLA 43: Tasa de Analfabetismo – Zona Metropolitana

Departamento	Evolución		
	1991	2001	2010
Capital	1,62	1,30	1,10
Godoy Cruz	1,94	1,30	0,90
Guaymallén	2,99	2,20	1,60
Las Heras	3,11	2,30	1,60
Lavalle	11,89	8,20	5,10
Luján de Cuyo	4,90	3,00	2,20
Maipú	12,33	3,40	2,40
Zona Metropolitana	**5,54**	**3,10**	**2,13**

FUENTE: Elaboración propia con datos de la D.E.I.E. – Mendoza

En la **Figura 63,** se pueden observar en forma superpuesta los valores promedio de tasa de escolarización y tasa de analfabetismos para la Zona de Estudio.

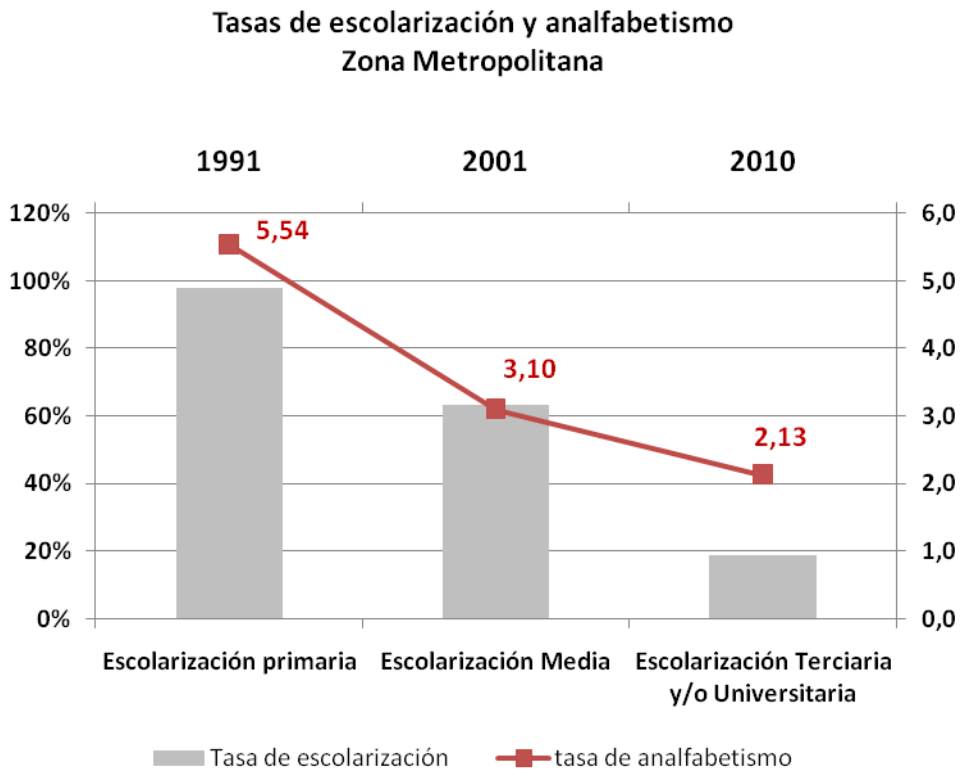


Figura 63: Tasas de escolarización y analfabetismo promedio para la Zona Metropolitana

4.3.3.5 Salud. Infraestructura e indicadores vitales

Las políticas de salud son coordinadas en la Zona de Estudio por el Ministerio de Salud del Poder Ejecutivo Provincial. Este Ministerio desarrolla actividades en las áreas de Prevención y Asistencia a Adicciones, Atención Integral a la Discapacidad, Salud Ambiental, Bromatología, Prevenciones de VIH-SIDA, Control de Tabaquismo, Prevención de Diabetes y Factores de Riesgo Cardiovascular, Salud Mental y Bucal.

Los Hospitales públicos más importantes de la región son: Hospital Central (Hospital regional ubicado en Capital), Hospital Lagomaggiore (Capital), Hospital Materno Infantil Humberto Notti (Guaymallén), Hospital Lencinas (Godoy Cruz), Hospital Gailac (Las Heras), Hospital Paroisien (Maipú) y Hospital Sícoli (Lavalle) entre otros.

Además la zona cuenta con Centros de Salud, que suman una *totalidad de 150 establecimientos*, entre prestadores provinciales y municipales.

En la **Tabla 144** se puede observar la infraestructura disponible y cantidad de camas diarias en la Zona de Estudio.

TABLA 44: Infraestructura de salud – Zona Metropolitana (2011)

Departamento	Hospitales Públicos		Centros de Salud		
	Cant.	Camas disponibles/día	Provinciales	Municipales	Total
Capital	3	709	2	5	**7**
Godoy Cruz	2	56	15	2	**17**
Guaymallén	2	401	21	1	**22**
Las Heras	3	110	16	5	**21**
Lavalle	1	34	28	0	**28**
Luján de Cuyo	0	0	19	1	**20**
Maipú	2	75	20	15	**35**
Zona Metropolitana	**13**	**1.385**	**121**	**29**	**150**

FUENTE: Elaboración propia con datos de la D.E.I.E. – Mendoza

Con relación a los hechos vitales en la Zona de Estudio, en la **Tabla 45** y **Figura 64,** se puede observar la evolución en los últimos 10 años de las tasas de natalidad y mortalidad por Departamento, donde se puede observar un leve crecimiento de las tasas de natalidad, excepto en el Departamento de Capital, donde se lee un descenso de esta tasa. Y con respecto a los índices de mortalidad, en general se han mantenido estables, descendiendo en el Departamento Capital.

TABLA 45: Tasas de Natalidad y Mortalidad

Departamento	Tasa Natalidad (por mil)		Tasa Mortalidad (por mil)	
	2001	2012	2001	2012
Capital	17,1	16,6	10,2	9,7
Godoy Cruz	16,8	17,4	8,3	8,3
Guaymallén	18,2	18,9	7,2	7,3
Las Heras	18,7	19,6	6,2	6,4
Lavalle	24,3	27,0	6,5	6,3
Luján de Cuyo	19,4	19,3	5,3	5,9
Maipú	19,7	20,0	6,0	6,0
Zona Metropolitana	**19,2**	**19,8**	**7,1**	**7,1**

FUENTE: Elaboración propia con datos de la D.E.I.E. – Mendoza

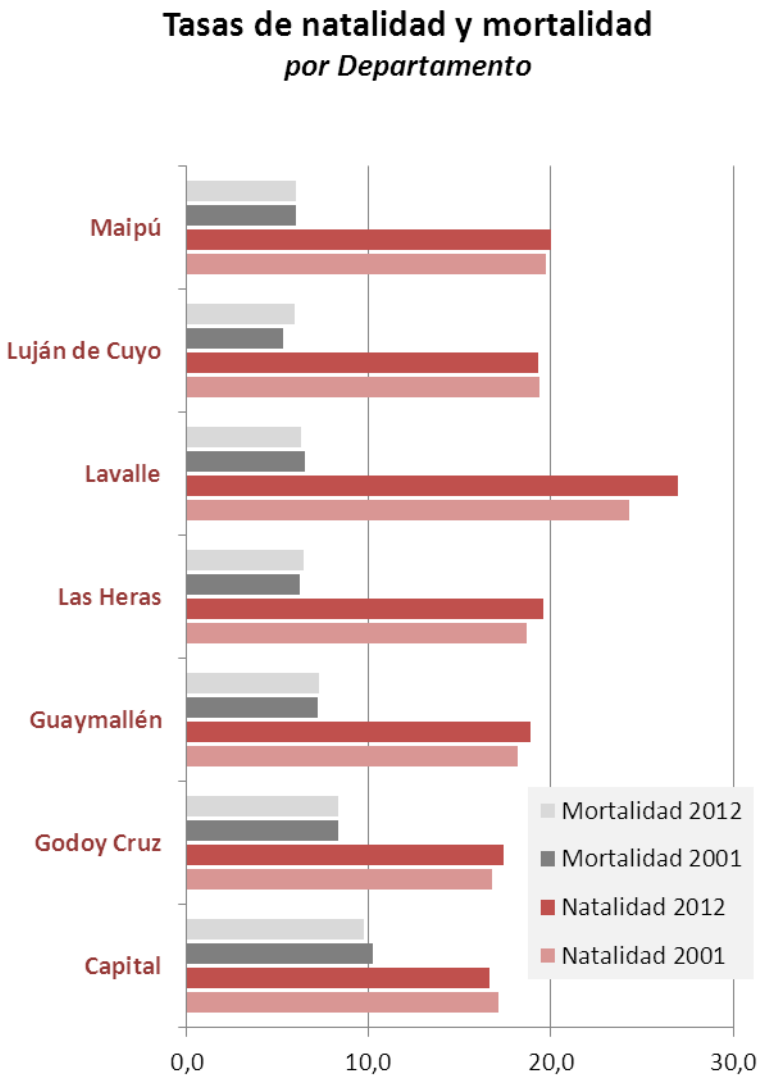


Figura 64: Evolución de las tasas de natalidad y mortalidad
Entre 2001 y 2010

Del análisis previo surge que la población de la Zona de Estudio presenta, en general índices de natalidad y mortalidad medios (entre un 15 y 30%). Con una tendencia a un leve crecimiento o estancamiento tanto de la tasa de natalidad como la de mortalidad, lo que habla de una población, con tendencia al estancamiento. Un ejemplo más claro de esta situación se puede observar en el Departamento de Capital.

4.3.3.6 Turismo

La Zona Metropolitana de Mendoza, se ha convertido en los últimos 20 años en un importante polo de atracción turística a nivel nacional, por lo cual resulta importante analizar su comportamiento en la región. En la Provincia de Mendoza, esta actividad se controla y gestiona a través del Ministerio de Turismo de la Provincia. Para conocer el impacto que el turismo provoca en la Zona de Estudio, es importante conocer la oferta de establecimientos y plazas disponibles.
Ya en el punto 4.2.3.1 se analizó el aporte realizado por el turismo (población flotante) a la población estable de la Zona de Estudio. Además del Estudio de Diagnóstico del Proyecto GIRSU para la Zona Metropolitana de Mendoza, surge que la estadía promedio es de 6,15 días y con relación a la estacionalidad se registra la mayor afluencia anual en los meses de enero y julio.

En las **Tablas 46 y 47** se pueden observar los establecimientos hoteleros, parahoteleros y de alquiler para turista que se encuentran registrados en el Ministerio de Turismo de la Provincia, desagregados por Municipios.

TABLA 46: Establecimientos Turísticos (Datos 2012)

Departamento	Hotelero(1)	Parahotelero (2)	Propiedades en alquiler	Total
Capital	104	66	60	230
Godoy Cruz	1	3	1	5
Guaymallén	14	21	8	43
Las Heras	11	50	7	68
Lavalle	0	3	0	3
Luján de Cuyo	23	63	21	107
Maipú	5	9	1	15
Zona Metropolitana	**158**	**215**	**98**	**471**

FUENTE. DEIE – Provincia de Mendoza
(1) Hoteles de 1 a 5 estrellas y Aparthoteles
(2) Moteles, hosterías, hosteling, cabañas, hospedajes, refugios, hostales, complejos turísticos y campamentos

TABLA 47: Plazas Turísticas (Datos 2012)

Departamento	Hotelero(1)	Parahotelero (2)	Propiedades en alquiler	Total
Capital	9.947	2.608	980	13.535
Godoy Cruz	80	44	12	136
Guaymallén	1.804	615	130	2.549
Las Heras	679	1.553	91	2.323
Lavalle	0	44	0	44
Luján de Cuyo	595	1.221	169	1.985
Maipú	270	78	0	348
Zona Metropolitana	**13.375**	**6.163**	**1.382**	**20.920**

FUENTE. DEIE – Provincia de Mendoza

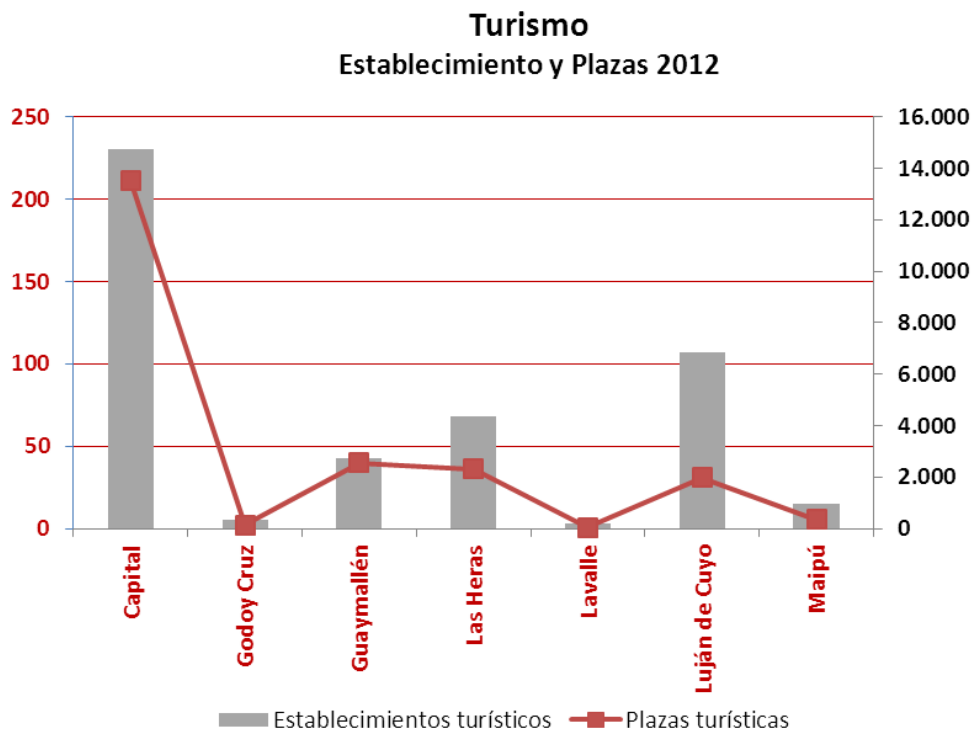


Figura 65: Establecimientos y plazas turísticas Zona Metropolitana

Claramente se observa un amplio predominio del Departamento de Capital en cuanto a establecimientos para alojamiento turístico, con relación al resto de los Municipios que integran la región, aunque los sitios de interés turístico se distribuyen entre todos los departamentos.

Algunos de estos sitios se pueden enumeran en la **Tabla 48** discriminados por Departamentos.

TABLA 48: Atractivos Turísticos por Departamento – Zona Metropolitana

Atractivos Turísticos	
DEPARTAMENTO CAPITAL	**MONUMENTOS HISTÓRICOS** Basílica de San Francisco y Camarín de la Virgen del Carmen de Cuyo. Ruinas de San Francisco. Casa de Francisco Civit Colegio Nacional Juan Agustin Alvarez
	SITIOS HISTÓRICOS Solar de San Martín en La Alameda (Predio de la Biblioteca San Martín y Museo Sanmartiniano). Área fundacional de Mendoza: Museo del Área fundacional, Plaza Pedro del Castillo – Cámara Subterránea, Sitio del Cabildo- Sitio de la Iglesia Matriz. Parque O'Higgins Solar de la Casa Natal de Mercedes de San Martín
	LUGARES DE INTERÉS Parque San Martín: Lago del Parque, Rosedal, Parque Aborigen, Jardín Zoológico, Cerro de la Gloria, Teatro Griego Frank Romero Day, CRICYT, Eureka – Parque de las Ciencias, Museo Mineralógico Manuel Tellechea, Estadio Mundialista Islas Malvinas, Museo de Ciencias Naturales Juan Cornelio Moyano. Ciudad Universitaria UNCuyo Predio Ferial de la UCIM Cristo gaucho de los Cerros Centro Cívico: Casa de Gobierno, Memorial de la Bandera, Auditorio Angel Bustelo, Enoteca, Terraza Mirador Palacio Municipal, Pinacoteca Sanmartiniana. Plaza Independencia: Museo Municipal de Arte Moderno, Teatro Quitanilla Teatro Independencia Casino Hyatt Regency Paseo Peatonal Sarmiento Espacio Contemporáneo de Arte Legislatura Provincial – Salón de los Pasos Perdidos
GODOY CRUZ	**LUGARES DE INTERÉS** Iglesia San Vicente Ferrer: Sepulcro histórico de Tomás Godoy Cruz, Gruta y Oratorio de la virgen de Lourdes, Sepulcro del Tropero Sosa. Plaza, Parque Anfiteatro Verde – Casa Concejo Deliberante Museo Histórico Policial Alguacil Cap. Mayor Gaspar Miguel Ruiz de Rojas. Museo Veterinario Eduardo Murta. Ruta Panamericana – San Martín Sur Gastronomía calificada – esparcimiento. Centro de Compras y Congresos Open Mall Palmares. Calvario de la Carrodilla Complejo Cervecería Andes – Quilmes Capilla de Nuestra Señora de Schoesstatt Aero Club La Puntilla Zona Industrial Carril Rodriguez Peña Caminos del Vino, Bodegas para visitar: Navarro Correas, Escorihuela, Caro y Bressia. Aguadas del Pedemonte – Turismo Aventura Hipódromo de Mendoza Parque San Vicente Hipermercados: Libertad, Jumbo. Casino de Mendoza (Plazoleta Barraquero).

GUAYMALLÉN	**LUGARES DE INTERÉS** Terminal de Omnibus – Terminal del Sol – Predio Ferial Museo Casa Histórica de los Molina Museo Lembo Monumento a Hilario Cuadros – Casa de Hilario Cuadros Centro Cultural Pascual Laurienti Predio de la Virgen e Información Turística Complejo y Paseo de Compras Mendoza Plaza Shopping Centro Cultural Leparc Capilla Histórica Ntra. Sra. Del Rosario. Caminos del Vino: Bodegas para visitar: Bodega Santa Ana, Los Toneles, Champagnera Reyter, Toso Cabaña Caprina Circuito turístico El Sauce – Bermejo
LAS HERAS	**MONUMENTOS HISTÓRICOS** Capilla Histórica El Plumerillo Bóvedas de Uspallata Casuchas de la Cordillera Monumento de Canota
	LUGARES HISTÓRICOS Campamento del Plumerillo (Campo de Instrucción del Ejército de Los Andes) Sitio del Batán de Tejeda. Puente Colonial Picheuta – Ruinas del Fortín de Picheuta Sitio del Combate de Potrerillos Paso de la Cumbre – Paramillo de Las Cuevas
	LUGARES DE INTERÉS Circuito Turístico El Challao: Santuario de la Virgen de Lourdes (turismo religioso), Cerro Arco (Parapente y Aladeltismo), San Isidro, Papagayos. Antigua Bodega González Videla de Panquehua Ruinas de la Finca de Monseñor Verdaguer Aeropuerto Internacional El Plumerillo Planta Moderna de Agua Villavicencio Quebrada de Villavicecio: Capilla – Parque y Antiguo Hotel, Fuentes de Agua Mineral. Cruz de Paramillos Complejo Minero de Paramillos (turismo minero) Sitio del Gaucho Cubillos Parque de araucarias petrificadas Darwin Petroglifos del Cerro Tundunqueral Valle de Uspallata Museo de las Bóvedas de Uspallata Guaytamarí – recreación cultura huarpe, crianza de llamas y guanacos. El camino del Inca – Ruinas de Ranchillos, Tambillos, Tambillitos Estancias San Alberto y Tambillos (turismo rural) Poblaciones de Polvareda y Punta de Vacas Museo del Mundo Perdido Villa Los Penitentes (Penitentes y Ayelén) – Centro de Esquí Centros Turísticos de Alta Montaña Minicentro de Esquí y Base de Turismo de Aventura – Los Puquios Cementerios de los Andinistas Puente del Inca – Aguas termales y Puente Natural Complejo Aduanero Los Horcones Parque Provincial Aconcagua: Laguna Horcones – Confluencia y Plaza de Mulas, Cerro Aconcagua. Villa Las Cuevas Túnel Internacional Cristo Redentor

	Paso La Cumbre Monumento del Cristo Redentor Margen Norte del Embalse Potrerillos – (San Ignacio) Turismo de Aventura – Ecológico Puente Colgante y Base de Turismo de Aventura de Cacheuta Vieja Usina de Cacheuta y antiguo pueblo de Aguas y Energía para recreación y turismo (parte en Las Heras) Villa Suiza Toma Colonial (Luján – Las Heras)
	PARQUES Y RESERVAS NATURALES Reserva Geológica de Divisadero Largo, circuito El Challao Parque Provincial ACONCAGUA Reserva Provincial Villavicencio Reserva Monumento Natural Puente de Inca
LAVALLE	**MONUMENTOS HISTÓRICOS** Capilla del Rosario
	LUGARES DE INTERÉS Museo Histórico y Natural Pueblo y Capilla de La Asunción Capilla San Judas Tadeo Oratorio del Cavadito Capilla San José Algarrobo Histórico Puesto San José de Gastronomía Típica Pueblo Histórico y Capilla del Rosario El Pozo Verde Puesto Cola Mora – Asentamientos Huarpes Puesto y laguna Soria – Gastronomía Típica Puesto Díaz – Gastronomía Típica Complejo Deportivo Lavalle Agroindustrias Molto Finca de Olivos Contalva Finca Caprina La Griselda Tres de Mayo – Industrias – Artesanías Apícola San Marino
	RESERVAS Y PARQUES PROVINCIALES Reserva Florística y Faunística Bosque Telteca Altos Limpios
LUJÁN DE CUYO	**MONUMENTOS HISTÓRICOS** Iglesia de Ntra. Sra. de la Carrodilla Casa de los Solanilla Toma de Los Españoles
	LUGARES DE INTERÉS Museo Emiliano Guiñazú – Casa de Fader Museo de Tallas Indígenas – Carrodilla Dique Cipolletti Bodegas INTA Complejo Industrial y Petroquímico Destilería YPF Chacras de Coria – Complejo de Alojamiento no tradicional y Gastronomía Calificada – Plaza de los Artesanos Centros bailables nocturnos – Vistalba

	Valle de Potrerillos: Centro Cívico – Núcleo Histórico – Camping, Nueva Villa de Potrerillos, Dique Embalse Potrerillos – Costa Sur, Zona residencial Veraniega Alto Potrerillos, Las Carditas, El Salto, Piedras Blancas, Los Manantiales, Fábrica Artesanal de Cerveza, Las Vegas, Valle del Sol, Vivero Pinar del Cerro. Centro de esquí y de Turismo de Aventura –Vallecitos Boca del río – Ruinas Usina Fader Pueblo y Usina de Cacheuta – Puente Colgante Dique El Carrizal - Costa Oeste Complejo Turístico El Carrizal Cabaña Caprina Los Cerros – Lunlunta La Vaccherie Museo de Tallas Indígenas Ntra. Sra. de la Carrodilla La Toma de los Españoles – toma Colonial Caminos del Vino Winne Lodge Alto Agrelo. Bodegas para visitar: Vistalba (alojamiento, restaurante, Sala de Convenciones), Bodega Chandon, Bodega Dolium, Bodega Wainert, Bodega Cabrini, Bodega Carmine Granata, Bodega Fabre Montayou, Bodega Familia Barberi, Bodega La Séptima, Bodega Lagarde. Bodega Leoncio Arizu, Bodega Navarro Correa Bodega Nieto Senetiner, Bodega Ruca Malen – Restaurant Bodega Tapiz, Viña Amalia
	PARQUES Y RESERVAS PROVINCIALES Sección Parque Provincial Tupungato
MAIPÚ	**MONUMENTOS HISTÓRICOS NACIONALES** Capilla de Nuestra Señora del Rosario de Las Barrancas
	LUGARES HISTÓRICOS NACIONALES Campo de batalla y posta de Rodeo del Medio Casa de Juan Cruz Videla
	LUGARES DE INTERÉS Museo Arqueológico Municipal Carlos Rusconi Casa de Ozamis Iglesia de Nuestra Sra. de la Merced Casa de Lucía Bombal Caminos del Vino Museo Nacional del Vino y la Vendimia Chalets de Giol y Gargantini, Bodegas para visitar: Antigua Bodega Giol – (Actual FECOVITA) Bodegas López, Peñaflor, San Telmo, Trapiche Museo Vinícola Reina Ruttini, Bodega San Felipe – La Rural Bodega Familia Zuccardi – Posada del Viajero (Restaurante) Bodega Carinae, Bodega Cecchin Bodega Don Bosco, Bodega Domaine San Diego Bodega Familia Di Tomasso – Museo Vitivinícola Bodega Finca Flichman, Bodega Viña del Cerro Bodega Viña Maipú, Bodega Trivento Bodega Baudrón, Bodega Tapaus – (destilados) Club Tapiz – Spa Parque Chachingo Parque Barrancas Club de Caza y Pesca Lagua del Vivorón Lunlunta – Cabañas Agrícolas Seminario de Lunlunta Fincas y Viveros Granjas

FUENTE: Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas (DEIE) – Mendoza

Con relación al gasto total directo que implica el turismo, según las publicaciones del Ministerio de Turismo, contamos con valores a nivel provincial que indican un valor de $6.807 millones (pesos argentinos), para el año 2012, de los cuales $4.248 millones provinieron de turistas argentinos, $1.817 millones del resto del mundo y $743 millones de residentes chilenos. Siendo el comportamiento creciente a ritmo decreciente (crece con respecto al año anterior pero el porcentaje de incremento en menor al del año previo), con un incremento de aproximadamente 24% comparado con los valores de 2010.

Siendo el peso de la Zona de Estudio de aproximadamente un 60% con respecto a las plazas disponibles a nivel provincial, se podría establecer entoces un valor aproximado de ingresos por esta actividad del orden del $4.000 millones de pesos.

La **Figura 66** muestra la evolución del gasto total directo del turismo en la Provincia de Mendoza.

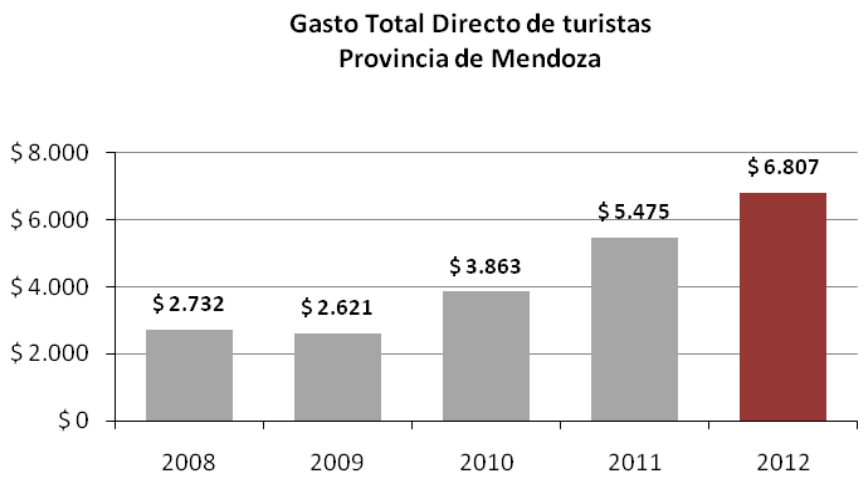


Figura 66: Gasto Total Turismo Provincia de Mendoza

4.3.3.7 Estructura económica y empleo

En este apartado nos referimos a los datos a nivel provincial de: *Producto Bruto Geográfico*, *Indicadores de los distintos Sectores Productivos*, *Indicadores de la Demanda*, *Indicadores de Exportación*, *Indicadores Fiscales*, *Indicadores de Empleo Registrado*, *Indicadores sociocupacionales*, *Indicadores de condiciones de vida* e *Indicadores Financieros*.

En la Provincia de Mendoza, los complejos productivos actuales son los siguientes: Frutícola (pepita y carozo); Ganadero (caprino); Hortícola; Metalmecánico; Olivícola; Petrolero – Petroquímico; Turismo y Vitivinícola, con diversos grados de participación en el producto.

Producto Bruto Geográfico Provincial

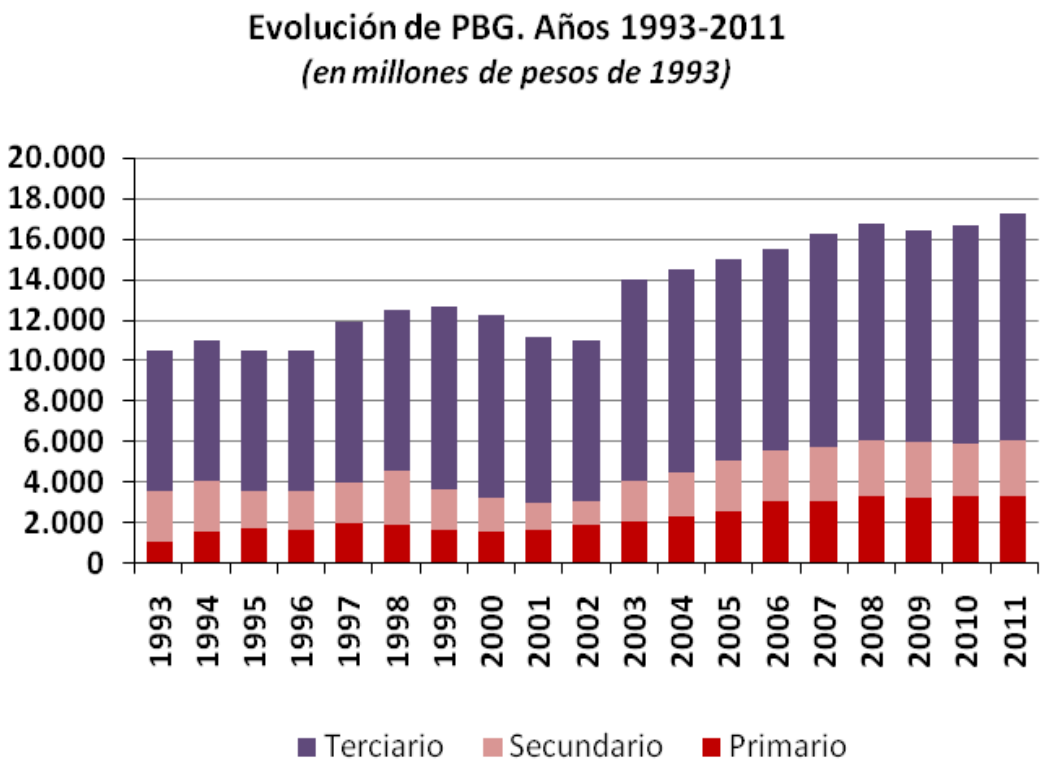


Figura 67: Evolución del PBG por sector Provincia de Mendoza

Como se puede observar en la **Figura 67,** en el período de 1993 a 2001 se ha producido un crecimiento sostenido de PBG a nivel provincial (salvo la caída de 2001 y 2002), de alrededor del 40% en valores totales, con un crecimiento del 70% en el sector primario, 10% en el sector secundario, y un incremento de casi un 40% en el sector terciario.

TABLA 49: Indicadores de Sectores Productivos

Producto	UM	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Particip. tot.nacional (en %)	Fuente
Stock caprino	miles de cab.	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	901	698	859	20,2	INTA - SENASA
Faena caprina	miles de cab.	97	78	67	48	76	56	48	47	27	17,6	ONCCA
Ajo	miles de tn	110	109	79	125	148	138	161	94	140	76,3	IDR
Ciruela para cons. en fresco	miles de tn	31	42	52	67	36	29	s/d	16	28	81,0	IDR
Ciruela para industria	miles de tn	93	58	70	156	111	101	203	49	181	81,0	IDR
Durazno para cons. en fresco	miles de tn	46	57	89	92	78	64	s/d	47	82	84,0	IDR
Durazno para industria	miles de tn	104	110	132	139	158	161	183	122	160	84,0	IDR
Aceitunas	miles de tn	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	25,0	INTA
Uva para vinificar	miles de tn	1.628	1.786	1.797	1.913	2.038	1.820	1.439	1.820	1.932	68,8	INV
Mostos	miles de hl	2.997	2.650	3.196	3.530	4.385	3.060	1.831	1.798	3.301	52,9	INV
Vinos	miles de hl	9.884	11.416	10.951	11.463	11.541	11.024	9.215	12.376	11.696	75,6	INV
Gas Natural	millones de m3	1.497	1.798	1.757	2.095	2.315	2.518	2.404	2.296	2.217	4,9	Sec. de Energía
Petróleo	millones de m4	6.479	5.725	5.343	5.333	5.593	5.806	2.270	5.358	4.951	14,9	Sec. de Energía
Ocupación hotelera	miles de pernoctaciones	s/d	990	1.202	1.332	1.441	1.401	1.418	1.624	1.717	4,4	INDEC

FUENTE: Ministerio de Economía de la Nación

TABLA 50: Indicadores de Demanda

Indicador	UM	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Part. Tot. Nac. (en %)	Fuente
Consumo cemento Portland	tn	374.411	433.670	481.840	454.446	423.582	477.915	552.057	4,8	AFCP
Distribución de energía eléctrica	GWh	4.236	4.451	4.588	4.687	4.755	5.070	5.431	4,7	CAMMESA
Distribución de gas	miles de m3	1.662.671	1.703.559	1.745.358	1.811.375	1.702.062	1.777.720	1.852.815	5,7	ENARGAS
Patentamiento	unid.	12.507	15.011	20.118	20.092	18.806	24.716	32.777	4,0	ACARA
Permisos de edificación	m2	1.122.124	1.044.941	1.064.207	866.376	874.932	770.229	942.860	s/d	DEIE
Venta de combustibles	m3	721.702	815.233	878.179	915.108	892.831	926.099	876.041	4,1	Sec. Energía

FUENTE: Ministerio de Economía de la Nación

En las **Tablas 49** y **50** se pueden observar los valores para los indicadores de los distintos sectores productivos y los indicadores de la demanda, en el período de 2003 a 2011.

Exportaciones de la Provincia de Mendoza

En la **Tabla 51** se muestran las exportaciones provinciales en el año 2001 comparadas con el total nacional, indicando la participación, ranking provincial y las tasas de crecimiento de 2003 a 2011.

TABLA 51: Datos Exportaciones – Provincia de Mendoza

	Mendoza	Total Nacional
Exportaciones 2011 (en millones de US$)	1.846	81.957
Participación en el total nacional (en %)	2,3	
Posición en ranking provincial	7	
Tasa de crecimiento 2003-2011 (en %)	104,0	177,2
Tasa de crecimiento 2010-2011 (en %)	8,9	20,3

FUENTE: Ministerio de Economía de la Nación

En la **Figura 68** se muestra la evolución de las exportaciones en el período (2003-2011), desagregada por grandes rubros (Primarios, Manufacturas de Origen Agropecurio, Manufacturas de Origen Industrial y Energía y Combustibles). Tambien aquí se observa un crecimiento sostenido, con preponderancia (59%) de las Manufacturas de Origen Agropecuario con un incremento de más de 200%, y caída de las exportaciones de energía y combustibles del orden del 50%; totalizando un crecimiento total de alrededor del 50%, para el período considerado.

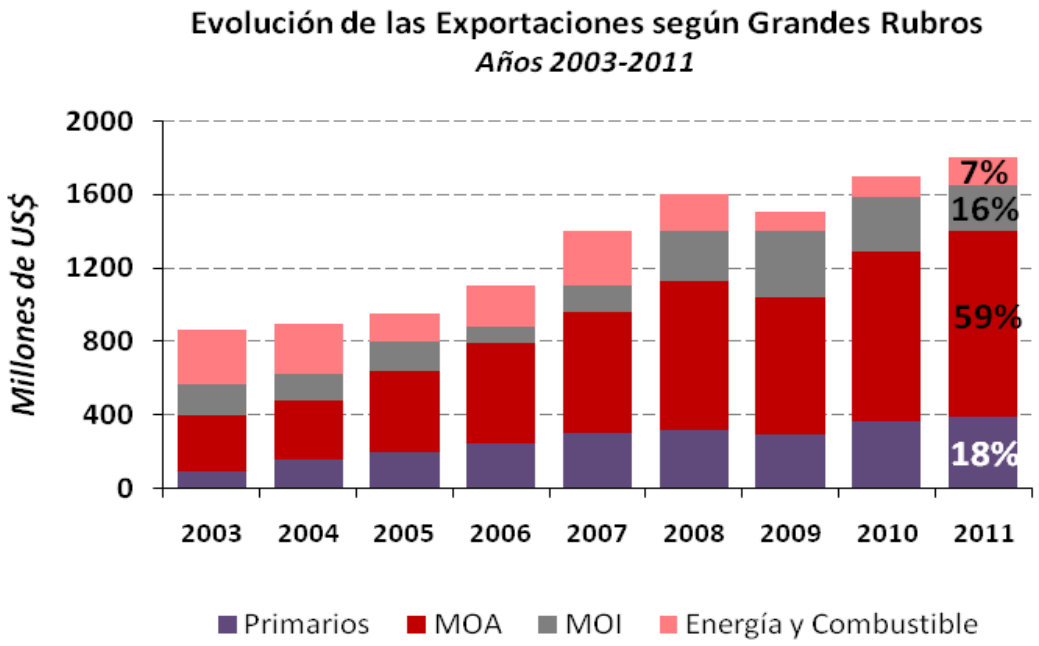


Figura 68: Evolución de las Exportaciones según Grandes Rubros Años 2003-2011

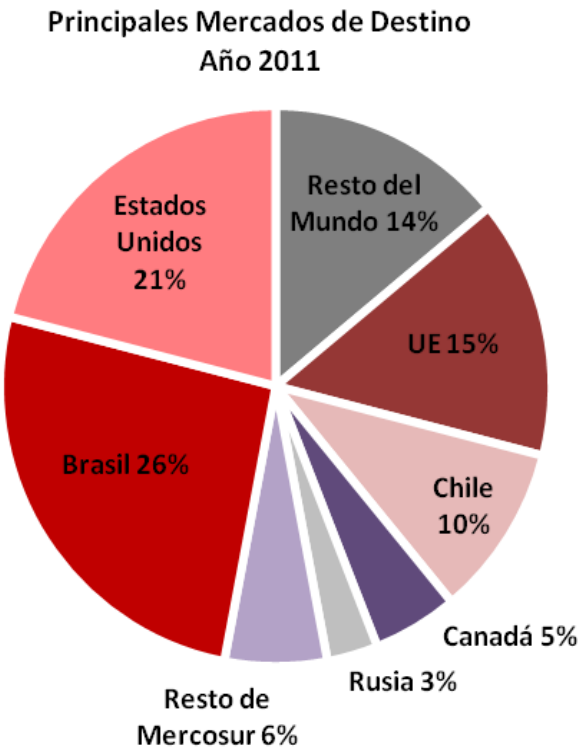


Figura 69: Mercado de destino exportaciones Mendoza Año 2011

Condiciones de Empleo

La **Tabla 52** muestra la evolución del empleo registrado para el total provincial, por sectores, con valores de 1996, 2003 y 2011; y la contribución provincial al total nacional, con un promedio de incremento desde 2003 a 2011 del 75%, destacándose el sector de la construcción como el de mayor aporte (198%).

TABLA 52: Empleo Registrado (en miles de puestos de trabajo) – Provincia de Mendoza

	1996	2003	2011	Part. 2011 (en %)	Variación 2003-2011 (en %)	Contribución al total Nac. 2011 (en %)
Agricultura, ganadería y pesca	19,4	17,7	29,4	11,7	66,7	7,9
Minería y petróleo	3,7	2,7	4,5	1,8	64,5	6,6
Industria	39,2	35,7	50,5	20,0	41,2	4,0
Comercio	23,4	24,9	42,9	17,0	72,5	3,8
Servicios	51,7	61,4	104,0	41,2	69,4	3,5
Elec, gas y agua	2,0	2,4	2,7	1,1	11,9	4,5
Construcción	8,4	6,3	18,8	7,4	198,1	4,1
Total	**147,8**	**151,1**	**252,8**	**100,2**	**74,9**	**4,9**

FUENTE: Ministerio de Economía de la Nación

TABLA 53: Proporción Empleo Público – Pcia. de Mendoza

Empleados públicos cada 1.000 habitantes (año 2009)(***)		
Mendoza	**Nuevo Cuyo (*)**	**País(***)**
44	49	45

FUENTE: Ministerio de Economía de la Nación
(*) Por falta de información no incluye San Luis
(**)Por falta de información no incluye San Luis, Chaco, La Pampa, CABA
(***) Último dato disponible

Del análisis de la **Figura 70** surge que, entre los años 1996 a 2004, se produce un amesetamiento en la evolución del empleo registrado, con un salto de crecimiento en 2006, a partir del cuál se ha ido dando un incremento de alrededor del 30% con respecto a los valores iniciales. En conclusión, y por sectores tenemos los siguientes valores del año 2011, tomados en forma comparativa con los valores de 1996:

- **Agricultura, ganadería y pesca :** incremento del 7%
- **Minería y Petróleo:** decrecimiento del 1%
- **Industria:** incremento del 14%
- **Comercio:** incremento del 35%
- **Servicios:** incremento del 25%
- **Electricidad, gas y agua:** sin incremento, ni decrecimiento.
- **Construcción:** incremento del 27%

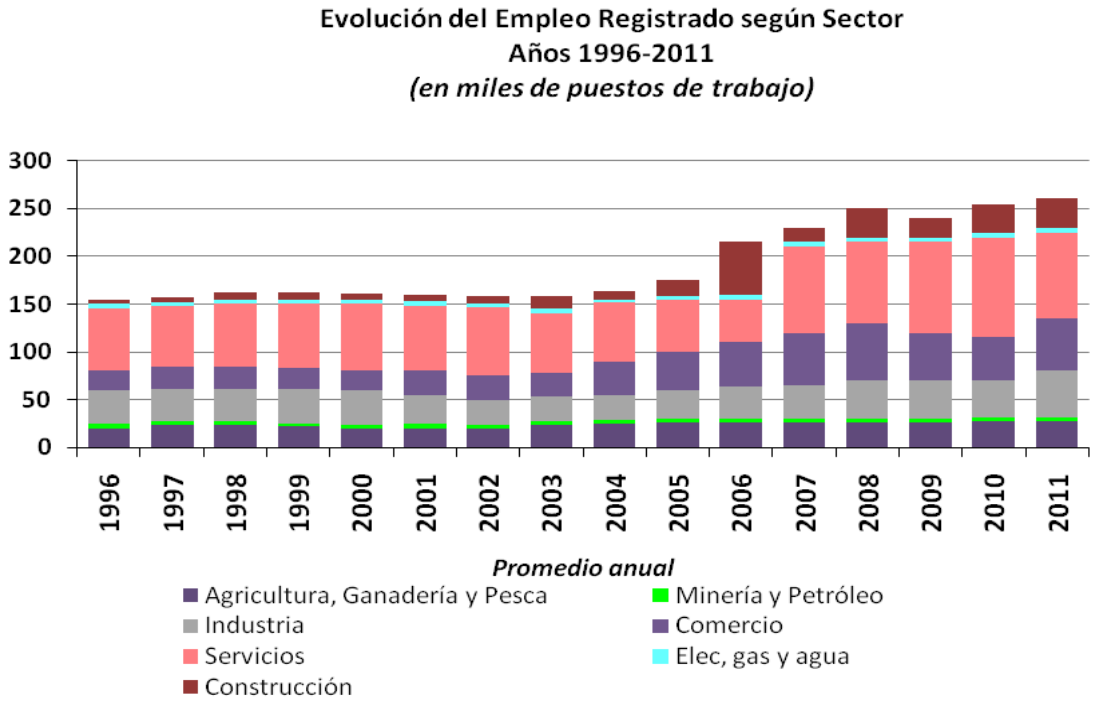


Figura 70: Evolución del empleo registrado por sector a nivel provincial

Y con relación a los indicadores socio-ocupacionales en la **Tabla 54** se muestra la evolución de los valores de actividad, empleo, desocupación, subocupación, pobreza e indigencia para la Zona de Estudio (Gran Mendoza), comparados con los valores para Cuyo y el país, en el período 2004-2011.

De la observación de estos valores para la Zona de Estudio, surge que se produjo un fuerte incremento de los niveles de empleo (más del 300%), manteniendose la desocupación casi en los mismos valores pero diminuyendo la subocupación en casi el 50%. También se observa un fuerte descenso de la pobreza y la indigencia.

TABLA 54: Indicadores Socio Ocupacionales – Gran Mendoza comparado con Cuyo y Nación

Indicadores Socio-Ocupacionales	Gran Mendoza	Total Región Nuevo Cuyo	Todo el País	Gran Mendoza	Total Región Nuevo Cuyo	Todo el País
	2004 - IV trimestre			2011 - IV trimestre		
Actividad (en %)	42,2	42,5	46,1	43,1	41,8	46,1
Empleo (en %)	13,1	25,7	42,1	41,8	40,6	43,0
Desocupación (en %)	3,2	5,0	8,7	3,1	3,1	6,7
Subocupación (en %)	12,6	11,6	10,8	7,4	5,4	8,5
	2004 -II Semestre			2011 - II Semestre		
Pobreza (% de personas debajo de la línea de pobreza)	39,7	41,6	26,9	3,9	6,0	6,5
Indigencia (% de personas debajo de la línea de indigencia)	14,0	14,0	8,7	1,6	1,7	1,7

FUENTE: Ministerio de Economía de Nación

En la **Tabla 55** se pueden observar los valores correspondientes a condiciones de vida, en lo referente a infraestructura de servicios.

TABLA 55: Indicadores de Condiciones de Vida - Infraestructura

1. Infraestructura	Gran Mendoza	Total Región Nuevo Cuyo	Todo el País	FUENTE
Agua de red 2010 (en % de hogares con acceso)	90,5	78,0	83,9	INDEC
Desagüe a red 2010 (en % de hogares con acceso)	63,1	54,8	53,2	INDEC
Energía eléctrica de red 2010 (en % de hogares con acceso)	98,7	93,3	82,7	INDEC
Red de gas 2010 (en % de hogares con acceso)	66,6	56,1	56,1	INDEC
Internet conexión a banda ancha dic. 2011 (en %, cada 100 habitantes)	12,3	11,9	19,9	DINREP
Computadoras 2010 (en % de hogares con acceso)	43,4	43,8	47,0	INDEC

FUENTE: Ministerio de Economía de Nación

4.3.3.8 Conclusión del análisis Socioeconómico

De la caracterización socioeconómica realizada surge que la población de la Zona de Estudio se caracteriza fundamentalmente por una población con poco crecimiento, con porcentajes superiores al 80% de viviendas con todos los servicios (agua, cloaca, electricidad y gas).

La población presenta en promedio, altos niveles de escolarización primaria y secundaria, y bajos niveles de escolarización terciaria en casi todos los departamentos, excepto en Capital. Cabe mencionar también, un fuerte descenso de los índices de analfabetismo en los últimos 20 años.

Con respecto a la oferta turística, se puede observar que si bien los atractivos turísticos de distribuyen entre todos los departamentos de la Zona Metropolitana, la oferta de alojamiento se concentra mayoritariamente en el Departamento de Capital, siendo por tanto el mayor beneficiario económico del flujo turístico de la región.

Los valores para las exportaciones, tomados a nivel provincial indican un crecimiento sostenido en los últimos 10 años (alrededor del 50%), con un importante fortalecimiento de las Manufacturas de Origen Agropecuario y del sector de Servicios, siendo estas dos actividades, las preponderantes en la Zona de Estudio.

Finalmente, se puede constatar en la región un fuerte incremento de los niveles de empleo registrado, fundamentalmente por el descenso de los índices de subocupación.

4.3.4 Cambios sociales y económicos

Los análisis anteriores referidos a la estructura poblacional, la estructura edilicia de viviendas, niveles de educación, estructuras de servicios de salud, indicadores de empleo y actividades productivas, coinciden en señalar al ámbito local donde se desarrollará el proyecto como de condiciones de calida de vida, en general superiores a la media provincial.

Las obras a realizar en el marco de este proyecto, demandarán mano de obra de la industria de la construcción en una medida similar a la requerida por metro cuadrado construido en las obras civiles. No se prevén cambios demográficos de magnitud, estando estos limitados posiblemente a estadías temporarias de instaladores especialistas de partes de equipamiento específicas, que normalmente son atendidas por personal de los contratistas proveedores. No se prevén aislamientos de núcleos poblacionales.

La operación del proyecto del Centro Ambiental El Borbollón, generará un escenario de mejora de la infraestructura en el sitio de implantación, y además permitirá desarrollar programas adecuados de educación pública, destinados a

minimizar y clasificar sus residuos domiciliarios; ya que en las condiciones actuales, no es posible representar acciones consistentes en este sentido ya que actualmente la disposición de más del 50% de los residuos generados en la región se hace en basurales a cielo abierto, y el resto del porcentaje en condiciones semicontroladas.

En el marco del Programa para la Gestión Integral de RSU de la Zona Metropolitana de Mendoza, se prevé la comunicción frecuente con la comunidad alcanzada por el servicio que prestará el proyecto, acerca de las operatorias y las acciones de significancia social y ambiental del mismo, a través de visitas guiadas para establecimientos educativos y comunicaciones radiales e impresas en distintos medios de la región.

Es previsible un cambio en las condiciones laborales, sociales y habitacionales de las personas que actualmente trabajan en la separación de los residuos en los basurales a cielo abierto de la región, los cuales se cerrarán y remediarán. Algunas de estas personas serán incorporadas a las infraestructuras a construir, y el resto serán acompañadas para lograr nuevas y adecuadas condiciones de trabajo a través del Plan de Inclusión Social que se está desarrollando en paralelo a estas acciones dentro del Programa GIRSU.

4.3.5 Problemas Ambientales Actuales

En relación con el contexto de este proyecto, se identifica como problema ambiental de envergadura la generación de basurales a cielo abierto en toda la región, como consecuencia de la carencia de un sistema organizado de gestión de los RSU. La situación existente ha sido adecuadamente descripta en el *Informe de Diagnóstico del Proyecto para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos de la Zona Metropolitana de Mendoza*, presentado ante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, para el financiamiento de este proyecto.

El general, los actuales sitios de disposición final de RSU de la Zona de Estudio, como los basurales de: Campo Papa (Godoy Cruz), Puente de Hierro (Guaymallén), Campo Cacheuta (Luján de Cuyo), entre otros, en encuentran en malas condiciones sanitarias, con quema, alto impacto visual por la voladura de materiales livianos en las zonas periféricas al basural y situaciones extremas para las personas que allí realizan su trabajo informal. No se ejerce control de ingreso de las aguas de lluvia, ni de la percolación de líquidos lixiviados. Tampoco se dispone de sistemas de venteo de gases, por lo que el biogás generado migra sin control. Su estado y operatoria como “basurales a cielo abierto”, requieren del inmediato cese de ingreso de residuos y pronto inicio de las tareas de remediación.

A continuación se agrega información detallada de cada uno de los sitios antes mencionados.

4.3.5.1 Basural de Puente de Hierro (Guaymallén)

La disposición final de los residuos del Departamento de Guaymallén se realiza en un basural a cielo abierto, ubicado en el Distrito de Puente de Hierro, el cual es de propiedad privada. Existe un convenio entre los dueños del predio y las autoridades del Municipio, para que el mismo pueda realizar la disposición de su sus residuos en este sitio. Este basural se localiza en el extremo norte del Departamento de Guaymallén, casi en el límite con el Departamento de Lavalle, sobre la calle Severo del Castillo, del Distrito Puente de Hierro.

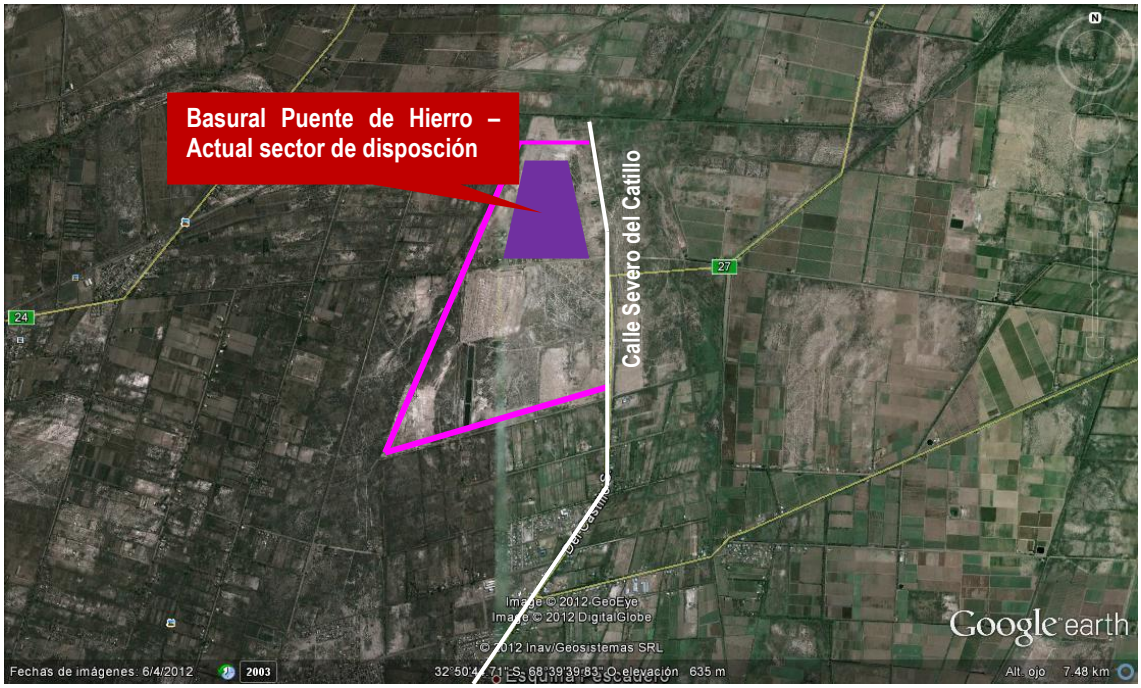


Figura 71: Localización Basura Puente de Hierro - Guaymallén

En este sitio de disposición final, se han ubicado tres (3) basurales a cielo abierto de los cuales *dos* de ellos se encuentran cerrados y el *tercero está activo*. Estos basurales se encuentran ubicados sobre la Calle Severo del Castillo y Roque Sáenz Peña. Son de propiedad privada, perteneciendo a la Sra. Nelly Marín (activo) y el Sr. Parisi (cerrado). Estos basurales tienen una extensión aproximada de 25,67 y 22,26 has, respectivamente.

Los residuos provenientes de la recolección domiciliaria y de la limpieza urbana, son depositados en el sector planizado del terreno, junto a cavas que se van construyendo, para su posterior enterramiento. Estas cavas, no poseen impermeabilización de fondo, las coberturas no se realizan a diario, y tampoco existe control de emanación de gases. Se comenzó a ejecutar un cierre perimetral, que aún no se ha finalizado.

En el sitio se encuentran aproximadamente *100 personas* realizando separación de residuos en forma permanente. Estos separadores recuperan materiales como:

papel, cartón, vidrio, textiles y plásticos, los cuales son acopiados por cada grupo de personas para su posterior comercialización.

La densidad de los RSU depositados, oscila entre 0,4 y 0,5 tn/m^3.

Las características generales del sitio se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Predio con control de acceso y cierre perimetral sin terminar.
- Ausencia de coberturas diarias. Enterramiento y coberturas semanales.
- Dispersión espacial de montículos de RSU.
- Dispersión espacial de residuos volados en todo el predio.
- No existe ningún tipo de impermeabilización inferior.
- Mínimo estado de compactación de los RSU.
- Ningún control de gases y lixiviados.
- Presencia de vectores (aves, roedores, moscas, etc.)
- Presencia de personas separando residuos.
- Presencia de animales domésticos.

4.3.5.2 Basural de Campo Papa (Godoy Cruz)

La disposición final de los residuos del Departamento de Godoy Cruz, se realiza en parte en este basural y un porcentaje del total de los residuos, desde 2013 es trasladado al Vertedero Controlado de RSU de Las Heras.

Los residuos que llegan al Basural a cielo abierto de Campo Papa, se disponen en una fosa, producto de la extracción de áridos (ex ripiera Iúdica), ubicada en la zona del piedemonte del Departamento, aguas abajo del Dique Maure y sobre la margen derecha del zanjón del mismo nombre. Este terreno es de propiedad privada y la comuna lo alquila para la disposición de residuos sólidos urbanos, actualmente se está desarrollando el trámite de expropiación correspondiente, para su posterior cierre como basural y remediación.

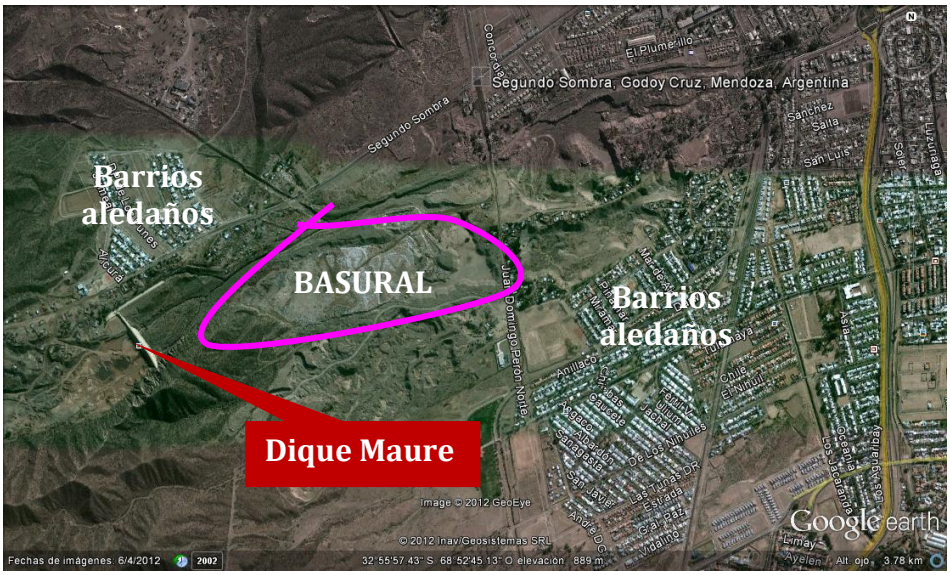


Figura 72: Localización Basural Campo Papa – Godoy Cruz

El sitio está ubicado en una zona de asentamientos inestables, en donde muchos de los pobladores de estos asentamientos, separan residuos en el basural como recurso de subsistencia.

El ingreso al basural se realiza desde la calle Juan Domingo Perón, mediante el franqueo de una barrera municipal donde se produce el control de ingreso de personas y vehículos. La disposición se realiza volcando los residuos en sectores playos del basural para que los separadores informales puedan extraer los materiales con valor económico. Durante el año 2012 y 2013, se realizó un importante trabajo social con los separadores que operaban en este sitio, logrando la reducción de una cantidad importante de separadores que fueron incorporados al circuito formal de trabajo.

Se resumen las características del sitio en los siguientes puntos:

- Ubicado en zona de villas inestables
- Control de acceso
- Sin cierre perimetral
- Disposición a modo de relleno de una fosa de ripiera inactiva
- Actividad de cirujeo
- Dispersión espacial de montículos de RSU
- Dispersión espacial de residuos volados

- No existe ningún tipo de impermeabilización inferior
- Sustrato permeable
- Sin control de gases y lixiviados
- Presencia de vectores (aves, roedores, moscas, etc.)
- Presencia de animales domésticos alimentándose (equinos)

4.3.5.3 Basural de Campo Cacheuta (Luján de Cuyo)

El basural actual del Departamento de Luján de Cuyo, se encuentra ubicado en el sitio denominado "Campo Cacheuta", con acceso desde la intersección de la Ruta Nacional Nº7 y la Ruta Provincial Nº 84.

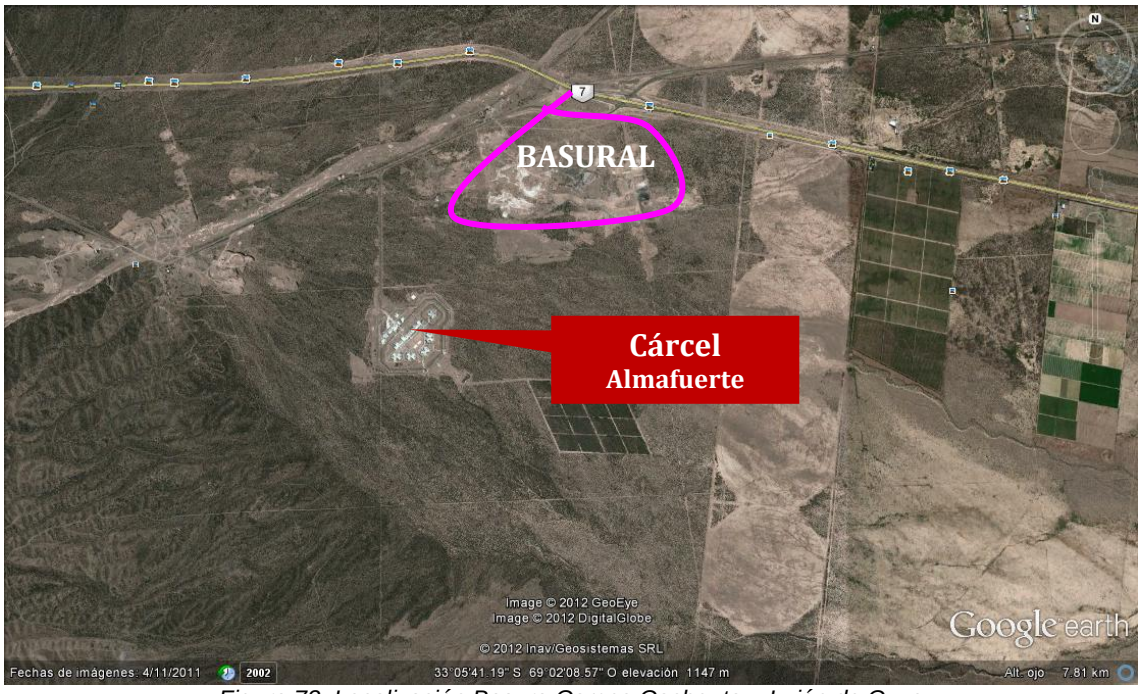


Figura 73: Localización Basura Campo Cacheuta – Luján de Cuyo

Los residuos sólidos provenientes de la recolección de residuos domiciliarios y de algunos circuitos de limpieza urbana, como así también ciertos residuos de origen industrial, están siendo depositados sobre un cauce aluvional, que ha sido desactivado por la construcción de la Defensa Urfalino.

El vertido de RSU se realiza desde la margen del cauce, ganando terreno al mismo. Además existen zonas con RSU enterrados y tapados con suelo del lugar.

Los RSU están siendo depositados en el sitio desde 1992 a la fecha, por lo que se supone que una gran parte de los mismos, ha sufrido una descomposición parcial, y que por esto la generación de gases y la potencial producción de lixiviados será menor, que para RSU de reciente data.

En este basural existe actividad de separación de residuos. El encargado del campo, cuenta con un grupo de personas que realizan la recuperación de los residuos valorizables, los cuales son acopiados en el predio, hasta su comercialización. La densidad de los RSU depositados tiene un escaso grado de compactación y una gran variabilidad de su densidad, oscilando ésta, entre 0,4 y 0,5 tn/m3. Este rango de densidades se determinó cubicando una cantidad conocida de residuos compactados.

Las características generales se pueden resumir en los siguientes puntos

- Ubicación de RSU a modo de relleno de márgenes del cauce aluvional desactivado.
- Sin cierre perimetral ni control de acceso.
- Disposición final de RSU a cielo abierto.
- Dispersión espacial de residuos volados en todo el predio.
- Sin impermeabilización inferior.
- Sin cobertura diaria o periódica.
- Mínimo estado de compactación de los RSU.
- Sin control de biogás y lixiviados.
- Presencia de vectores (aves, roedores, moscas, etc.).
- Presencia de personas realizando separación de residuos.
- Presencia de animales domésticos.

Conclusión de la situación actual

Los tres basurales mencionados son los más grandes, y de más alto riesgo de la región, por sus dimensiones y cantidad de tiempo que llevan activos, como así también por su localizaciones en sitios inadecuados: 1) el basural de Campo Papa en una zona de alto riesgo aluvional, aguas debajo de un dique y con un suelo básicamente gravoso, 2) el basural de Puente de Hierro en una zona con alto nivel freático (entre 2 y 3 metros de profundidad), con poblaciones cercanas que no tienen servicio de red de agua potable y se surten de pozos de extracción del lugar; 3) el basural de Campo Cacheuta ubicado en el sector más importante de recarga de acuíferos de la Cuenca del Río Mendoza, y con suelo tipo arenoso. Todo esto sumando a la importante actividad de los “separadores informales” que se han congregado a través de años de disposición inadecuada de residuos.

Pero, también es importante agregar que los tres macrobasurales mencionados no son los únicos sitios de disposición inadecuada de residuos de la zona de estudio, encontrándose además en cada uno de los Departamentos que conforman la región, muchos otros basurales de menores dimensiones y características variadas que deberán ser incluidos en un *Plan de Remediación de Basurales* a implementarse luego de la construcción del Centro Ambiental y posterior remediación de los macrobasurales mencionados.

Todo esto lleva a plantear una situación actual de altos impactos sobre la salud y ambiente provocados por la disposición inadecuada de residuos y la proliferación de basurales a cielo abierto. Los impactos se pueden resumir en:

- Niveles variables de contaminación de napas freáticas.
- Contaminación de cauces superficiales menores.
- Contaminación de suelos.
- Contaminación atmosférica por quema de residuos.
- Propagación de enfermedades en forma directa e indirecta
- Proliferación de vectores sanitarios
- Afectación al paisaje (en algunos casos en circuitos turísticos)
- Desarrollo de prácticas informales de separación de residuos que afectan a poblaciones importantes.

4.3.6 Áreas de Valor Patrimonial Natural y Cultural

No se han detectado valores patrimoniales naturales y/o culturales singulares, en el sitio de implantación del proyecto. No encontrándose este sector inscripto dentro de ninguna zona provincial o nacional protegida, ni dentro de ningún corredor de preservación. En las **Figuras 74** y **75,** se puede observar el mapa de las zonas naturales protegidas y bosques nativos de la provincia y su posición relativa con respecto al sitio de implantación del proyecto, estableciéndose claramente que el terreno de implantación no se encuentra dentro del territorio de ninguna de las reservas, áreas o bosques protegidos.

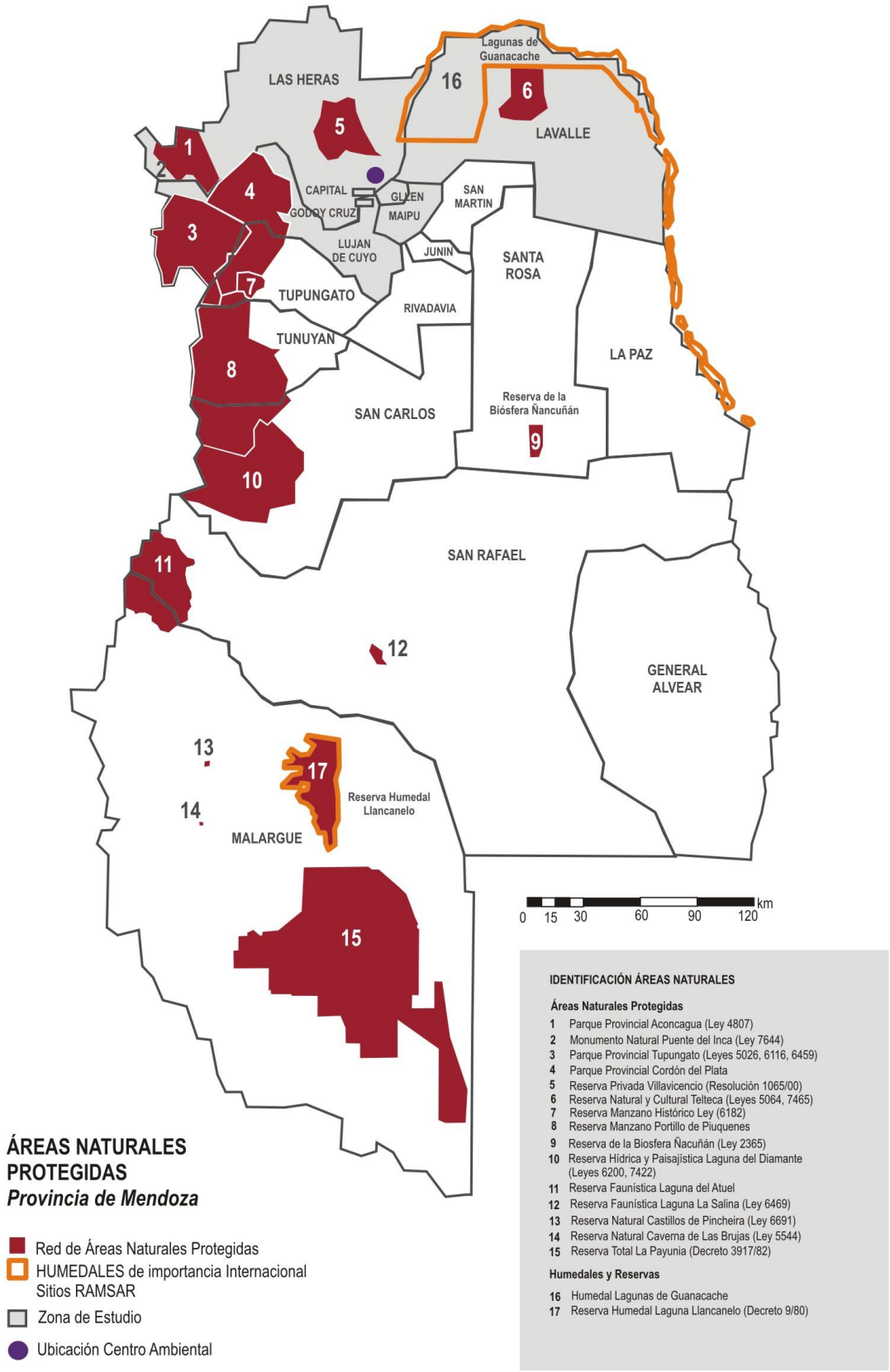


Figura 74: Red de Áreas Naturales Protegidas – Pcia. de Mendoza

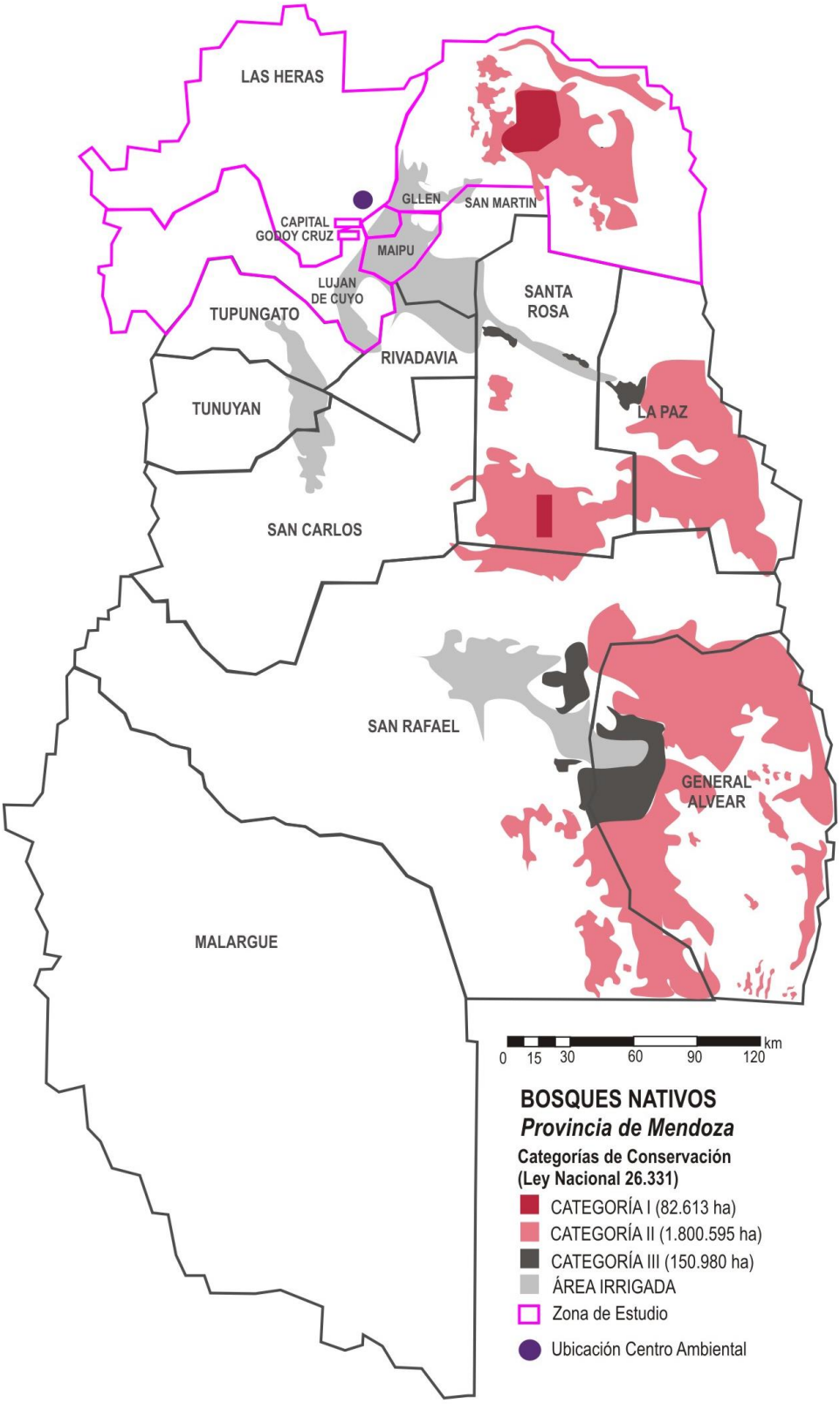


Figura 75: Mapas Bosques Nativos de la Provincia de Mendoza