

INFORME 1

DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN **Primera Parte**

**PROYECTO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
ZONA METROPOLITANA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA**

2017

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 OBJETIVOS.....	5
1.1.1. Objetivo General.....	5
1.1.2 Objetivos Específicos.....	6
2. METODOLOGÍA UTILIZADA	6
2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	6
3. TERRITORIO	7
3.1 CONTEXTO GENERAL.....	7
3.1.1 Información Zona Metropolitana.....	9
3.2.1 Departamento Capital.....	12
3.2.2 Departamento Godoy Cruz.....	12
3.2.3 Departamento Guaymallén.....	13
3.2.4 Departamento Las Heras.....	14
3.2.5 Departamento Lavalle.....	14
3.2.6 Departamento Luján de Cuyo.....	15
3.2.7 Departamento Maipú.....	16
3.3 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA.....	16
3.3.1 Área de Proyecto.....	17
3.3.3 Área de Influencia Indirecta (AII).....	18
3.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	20
3.4.1 Red vial provincial.....	20
3.4.2 Red vial de la Zona Metropolitana de Mendoza.....	21
3.4.2.1 Eje Norte-Sur.....	24
3.4.2.2 Eje Este-Oeste.....	25
3.4.2.3 Red de Vías Subsidiarias.....	25
3.4.3 Obras viales en proyecto.....	26
3.4.5 Distancias entre núcleos urbanos.....	27
3.4.6 Distancias al sitio preseleccionado y rutas de accesibilidad.....	29
3.5 USOS DEL SUELO ACTUALES.....	36
3.5.1 Área de zonificación.....	36
3.5.2 Criterios para la zonificación.....	36
3.5.3 Determinación de zonas.....	37
3.5.4 Usos del suelo en la Zona de Proyecto.....	39
3.5.5 Restricciones al Uso del Suelo.....	40
3.5.5.1 Normas de seguridad aeroportuarias y riesgo aviario.....	41
3.6 PLANIFICACIÓN URBANA.....	45
3.6.1 Plan de Ordenamiento Territorial Provincial.....	46
3.6.1.1 Problemas y Objetivos del Plan de Ordenamiento Territorial.....	48
3.7 ZONAS DE RESERVA.....	50

3.7.1 Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza	50
3.7.1.1 Parque Provincial Aconcagua (Ley N° 4807) – (1).....	52
3.7.1.2 Monumento Natural Puente del Inca	52
3.7.1.3 Reserva Privada Villavicencio	53
3.7.1.4 Reserva Natural Divisadero Largo	53
3.7.1.5 Reserva Natural y Cultural Telteca.....	54
3.8 ANÁLISIS DE IMPLICANCIAS PARA LA GIRSU	55

4. MEDIO AMBIENTE FÍSICO Y BIOLÓGICO56

4.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA.....	56
4.1.1 Tipo de clima	56
4.1.1.1 Temperatura	58
4.1.1.2 Humedad Relativa	62
4.1.1.3 Precipitación.....	64
4.1.1.4 Vientos	66
4.1.1.5 Nubosidad	71
4.1.1.6 Heliofanía	72
4.1.1.7 Evaporación y Evapotranspiración	73
4.1.1.8 Intemperismos severos	74
4.1.2 Tipo de Clima.....	79
4.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	87
4.2.1 Rasgos geológicos generales	87
4.2.2 Geomorfología General y Zona de Estudio	89
4.2.2.1 Precordillera	89
4.2.2.2 Cerrilladas Pedemontanas asociadas al Piedemonte de la Precordillera	91
4.2.2.3 Planicies Agradacionales Pedemontanas	92
4.2.2.4 Llanura Oriental Fluvioeólica (Depresión de La Travesía)	93
4.2.3 Fallas Cuaternarias	94
4.2.4 Sismicidad y Riesgos Asociados.....	97
4.2.4.1 Sismicidad histórica en Mendoza.....	97
4.2.5 Relación Tectónica – Sismicidad.....	101
4.2.6 Peligro sísmico y riesgo sísmico	102
4.2.7 Zonificación sísmica nacional y provincial.....	105
4.2.8 Microzonificación sísmica del Gran Mendoza.....	108
4.2.9 Fuentes Sísmicas Potenciales	110
4.2.9.1 Configuración Fisiográfica del Área Metropolitana de Mendoza	111
4.2.9.2 Perfiles Geotectónicos	113
4.2.9.3 Distribución y Características de los sedimentos aluviales.....	113
4.2.9.4 Exploración Geofísica	115
4.2.9.5 Espesor de los sedimentos cuaternarios.....	115
4.2.9.6 Perfiles estratigráficos característicos del subsuelo	116
4.2.9.7 Agua Subterránea.....	119
4.2.9.8 Zonificación del peligro sísmico	121
4.2.10 Situación específica en el sitio de implantación	127
4.3 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	130
4.3.1 Cuencas Hidrográficas de Mendoza.....	130
4.3.2 Usos del agua en Mendoza	133

4.3.3 Calidad del agua	134
4.3.4 Distribución del recurso	135
4.3.5 Balance Hídrico Provincial	136
4.3.6 Cuenca del Río Mendoza	138
4.3.7 Caracterización del fenómeno aluvional en la Zona de Estudio	143
4.3.8 Características aluvionales del sitio de implantación	147
4.3.8.1 Vaso Campo Espejo	149
4.3.9 Red de drenaje del predio	149
4.3.9.1 Líneas internas de drenaje	149
4.3.9.2 Precipitación efectiva	153
4.3.9.3 Análisis de la sensibilidad frente a un aumento de la impermeabilización	160
4.3.10 Marco Hidrogeológico Provincial	161
4.3.11 Hidrogeología de la Cuenca Norte	164
4.3.12 Características Hidroquímicas del recurso subterráneo de la Cuenca Norte	173
4.3.13 Aspectos Hidrológicos del recurso subterráneo	174
4.3.14 Afectaciones al recurso hídrico subterráneo	182
4.3.14.1 Contenido de nitratos en el agua subterránea	182
4.3.14.2 Contenido de metales contaminantes peligrosos en el agua subterránea	186
4.3.14.3 Efectos inducidos por la explotación	186
4.3.15 Hidrogeología en el sitio de implantación	191
4.4 BIOTA – FLORA Y FAUNA	200
4.4.1 Flora	200
4.4.1.1 Introducción	200
4.4.1.2 Características generales de la Flora de Mendoza	200
4.4.1.3 Adaptaciones de la Flora a las zonas áridas	201
4.4.1.4 Clasificación de la flora según sus adaptaciones	202
4.4.1.5 Provincias fitogeográficas de Mendoza	203
4.4.1.6 Especies de interés comercial y científico	211
4.4.2 Fauna	219
4.4.2.1 Adaptaciones de animales a zona áridas	220
4.4.2.2 Algunas especies mendocinas	223
4.4.2.3 Especies emblemáticas y endémicas	227
4.4.2.4 Especies en peligro o extintas localmente	228
4.4.2.5 Fauna en la Zona de Estudio y sitio de implantación	231
4.4.3 Ecosistema y Paisaje	232
4.5 ANÁLISIS DE RIESGOS POR FENÓMENOS NATURALES	235
4.5.1 Plan de acción ante Sismo o Terremoto (Riesgo 1)	237
4.5.2 Plan de acción ante Viento Zonda (Riesgo 2)	238
4.5.3 Plan de acción ante Aluviones y deslizamientos de suelo (Riesgo 3)	238
4.6 Análisis de las implicancias para la GIRSU	239
4.6.1 Geología y Geomorfología	239
4.6.2 Hidrología	239
4.6.3 Hidrogeología	240
4.6.4 Clima	241
4.6.5 Flora y Fauna	242

5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA..... 243

5.1 POBLACIÓN ACTUAL.....	243
5.2 DINÁMICA POBLACIONAL	244
5.2.1 Pirámides poblacionales de la Provincia de Mendoza (2001-2010)	245
5.2.2 Pirámides poblacionales de la Ciudad de Mendoza (2001-2010).....	246
5.2.3 Pirámides poblacionales del Departamento Godoy Cruz (2001-2010).....	247
5.2.4 Pirámides poblacionales del Departamento Guaymallén (2001-2010)	249
5.2.5 Pirámides poblacionales del Departamento Las Heras (2001-2010)	250
5.2.6 Pirámides poblacionales del Departamento Luján de Cuyo (2001-2010).....	251
5.2.7 Pirámides poblacionales del Departamento Maipú (2001-2010).....	252
5.2.8 Pirámides poblacionales del Departamento Lavalle (2001-2010)	253
5.2.9 Cálculo de aproximación de niveles socioeconómicos de la población beneficiaria	255
5.3 POBLACIÓN TURÍSTICA Y DINÁMICA ESTACIONAL.....	256
5.3.1 Oferta de alojamiento turístico.....	257
5.3.1.1 Habitaciones y Plazas – Evolución 2002/2014	258
5.3.1.2 Distribución geográfica de la oferta 2014.....	258
5.3.2 Ocupación.....	259
5.3.2.1 Gran Mendoza.....	259
5.3.2.2 Promedio de Ocupación por mes.....	260
5.3.2.3 Alta Montaña (Uspallata más Cacheuta)	261
5.3.3 Estacionalidad	261
5.3.4 Estadía	262
5.3.4.1 Evolución de la estadía de los turistas en la provincia.....	264
5.3.5 Ingreso de Turistas a la Provincia de Mendoza.....	264
5.4 PROYECCIÓN POBLACIONAL A 20 AÑOS	268
5.4.1 Cálculo de la población flotante.....	268
5.4.2 Cálculo proyección a 20 años de población total.....	270
5.5 Implicancias para la GIRSU	272

INFORME 1: DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN

PROYECTO GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS ZONA METROPOLITANA DE LA PROVINCIA DE MENDOZA

1. INTRODUCCIÓN

El manejo de los Residuos Sólidos Urbanos, constituye una preocupación prioritaria en distintos ámbitos sociales y políticos del país, debido a los potenciales efectos perjudiciales sobre la salud y calidad de vida de la población, como así también sobre la posible degradación del ambiente.

Para dar respuesta a esta situación, surge el concepto de *Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU)*, que implica una perspectiva sistémica e interdisciplinaria sobre la temática.

El enfoque GIRSU permite avanzar hacia una concepción multidimensional de la problemática de los RSU, planteando posibilidades de recuperación de materiales cuyo ciclo de vida aún no ha terminado; inclusión social de sectores sociales marginados integrados por los separadores informales de residuos; protección del ambiente y la salud pública mediante la implementación de una disposición controlada de residuos; involucramiento de la sociedad en una nueva cultura del consumo y cuidado de los recursos; y reducción de costos actuales por una mejor asignación de recursos.

En este sentido la Estrategia Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (ENGIRSU 2005), elaborada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, pone de manifiesto la necesidad de su implementación sistemática en las distintas provincias del país.

En función de esta premisa, la *Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial del Gobierno de la Provincia de Mendoza*, plantea la necesidad desarrollar un proyecto para la implementación de una “Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza”, enmarcado a su vez en el **Plan Provincial de Residuos Sólidos Urbanos - Mendoza**, a través del cual se vienen implementando acciones en otras regiones de la provincia.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

- Diseñar un Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza, que resulte sustentable desde los puntos de vista técnico, ambiental, social, institucional y económico financiero; tomando en consideración la situación de cada uno de los Municipios que conforman la región.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de la gestión de los RSU en cada uno de los Municipios que integran la Zona Metropolitana de Mendoza, desde los puntos de vista técnico, ambiental, social, institucional y económico financiero.
- Identificar factores críticos de la gestión municipal en cada caso, y desarrollar propuestas de mejora.
- Formular opciones para la implementación de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos en la Zona Metropolitana de Mendoza, que abarquen todos los aspectos que componen la misma.
- Diseñar un proyecto integral para la GIRSU de la región, en función de la mejor opción evaluada, y que sea sostenible en el tiempo.

2. METODOLOGÍA UTILIZADA

Este proyecto se desarrolla siguiendo los lineamientos establecidos en la “*Guía para la Formulación y Presentación de proyectos de obras GIRSU*”, elaborada por la Dirección Nacional de Gestión Integral de Residuos, dependiente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación.

Esta metodología divide el documento del proyecto, en 6 (seis) componentes principales:

- Diagnóstico y Caracterización
- Estudio de Alternativas
- Ingeniería de Proyecto
- Plan de Inclusión Social
- Plan de Comunicación Social y Ambiental
- Subproductos Asociados

2.1 FUENTES DE INFORMACIÓN

En el presente documento, se utilizarán como fuente de información para el desarrollo de las diversas temáticas requeridas, los Estudios realizados para el mismo proyecto por dos consultoría previas:

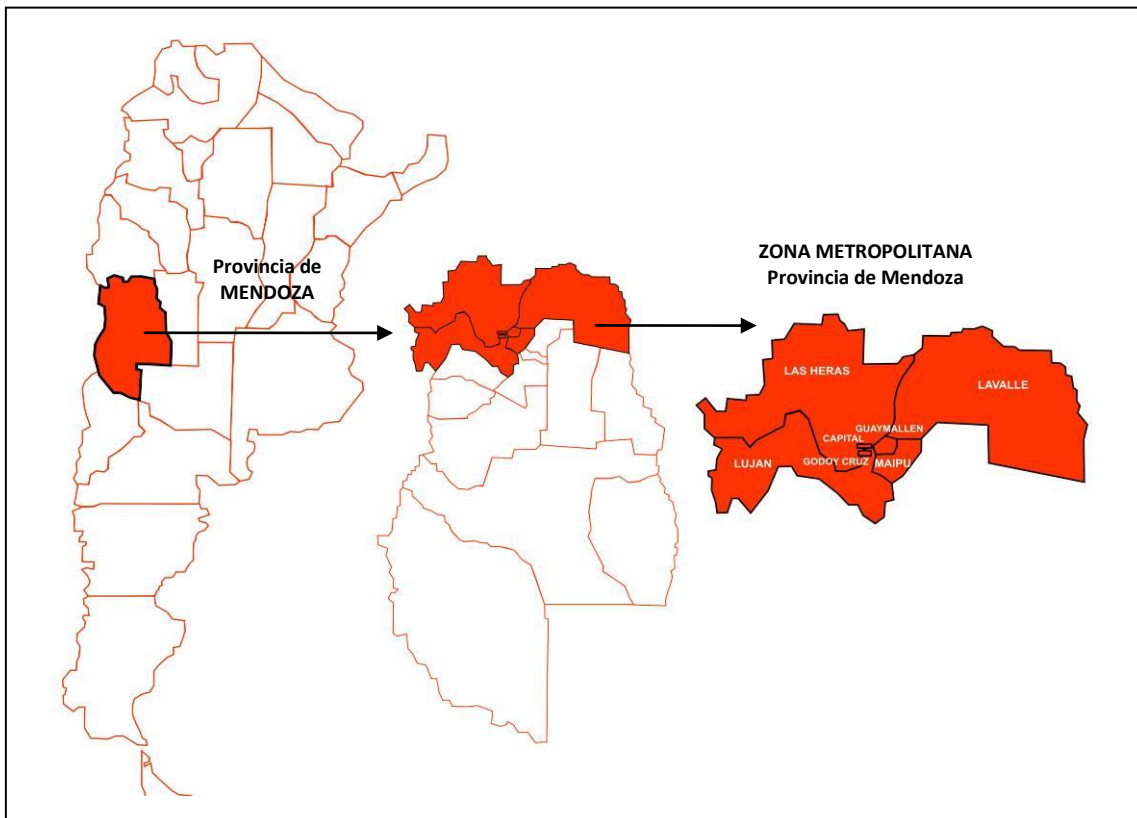
- *Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (SGIRSU), Área Metropolitana Mendoza, Proyecto Gestión de la Contaminación, Componente B: “Gestión Integral de Calidad Ambiental a nivel Provincial y/o Municipal, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, 2004. (Consultoría Contratada por la Ex – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación).*

- *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos – Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza*, IATASA Ingeniería, 2009. (Contratada por la Ex – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Nación, en el marco del Proyecto Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos – BIRF 7362-AR)

A la información contenida en los estudios mencionados, se incorporarán datos actualizados, sobre los distintos aspectos a analizar, que se solicitarán a los Municipios que integran la Zona Metropolitana de Mendoza.

3. TERRITORIO

El proyecto contiene la propuesta para dar solución a la gestión integral de los residuos sólidos de la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza. En la siguiente figura se presenta la ubicación del área de estudio dentro de la República Argentina y de la provincia de Mendoza.



3.1 CONTEXTO GENERAL

La Provincia de Mendoza se encuentra situada en la región cuyana, en el sector centro occidental de la República Argentina, limitando al norte con la provincia de San Juan; al este, con las provincias de San Luis y La Pampa; al sur, con La Pampa y Neuquén y, al oeste, con la República de Chile.

Esta provincia posee un territorio comprendido entre los paralelos 31° 58' y 37° 33 de latitud sur y los meridianos 66° 30'' y 70° 36; de longitud oeste. Su superficie es de 148.827 km², y representa el cuatro por ciento (4%) de la superficie total del país.

Existen en la Provincia de Mendoza zonas bien diferenciadas. Al oeste la cordillera y pre cordillera de los Andes, al este se extiende una región llana y árida, con serranías aisladas, de baja altura y las travesías con vastas áreas desérticas; y hacia el sur se encuentra la altiplanicie del Payún.



Figura 1: Regiones de la Provincia de Mendoza

El área de proyecto está constituida por la Zona Metropolitana de Mendoza. Se trata de un Aglomerado Urbano que comprende siete departamentos, a saber: Departamento de Capital, Departamento de Godoy Cruz, Departamento de Guaymallén, Departamento de Las Heras, Departamento de Luján de Cuyo, Departamento de Maipú y Departamento de Lavalle.

Esta región, totalizaba una población de 1.123.371, según Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 (INDEC), y según proyecciones realizadas, para 2017, la misma sería del orden del **1.209.174 habitantes**.

Los Departamentos que integran esta región presentan características disímiles desde el punto de vista de su población y la actual ocupación del territorio. Así los departamentos de Capital y Godoy Cruz son netamente urbanos, en tanto en los Departamentos de Luján de Cuyo, Maipú y Lavalle, la población rural varía desde valores del 15% (Luján) al 58% (Lavalle); presentando Guaymallén y Las Heras, una situación intermedia.

Esta zona metropolitana, se extiende a partir del Departamento Capital, de forma casi regular hacia el nordeste, este y sur; mientras que las estribaciones de la cordillera de Los Andes impiden el crecimiento en las direcciones Norte y Oeste.

3.1.1 Información Zona Metropolitana

La Unidad de Estudio del presente proyecto es la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza, integrada por los Departamentos de: Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras, Lavalle, Luján de Cuyo y Maipú. Este aglomerado tiene una superficie aproximada de 29.019 km² y una población estimada (2017) de 1.209.174 habitantes.

Esta región limita al Norte con la Provincia de San Juan, al oeste con la República de Chile, al este con la Provincia de San Luis y al sur con los Departamentos de: La Paz, Santa Rosa, San Martín, Junín, Rivadavia (Zona Este de la Provincia de Mendoza) y Tupungato (Departamento integrante de la Zona Centro de la Provincia de Mendoza).

Son diversas las causas que han ocasionado un crecimiento abrupto de la esta región. En cuanto a los factores exógenos, podemos señalar que este sector ha constituido la fuerza regional del oeste medio argentino, por ser la tradicional ciudad de paso hacia la vecina República de Chile. Este hecho es fundamental a la hora de hacer un análisis del crecimiento del lugar, ya que además de los factores vinculados a las comunicaciones y a servicios, como el turismo, es un paso estratégico para las relaciones comerciales entre Argentina y Chile pero también entre Chile y otros países como Uruguay y Brasil.

En cuanto a los factores endógenos, el capital humano inicial de la zona estuvo conformado por una población mayoritariamente dedicada a los servicios, en una región especializada, desde el siglo XVIII en una actividad económica agroindustrial: la vitivinicultura. Es válido destacar que esta población se radicó y creció en las proximidades del río Mendoza, como fuente natural de agua potable y riego para el oasis. El recurso hídrico es, por un lado, un factor de crecimiento pero, por otro lado, por ser un recurso escaso, es el principal limitante de desarrollo.

Mendoza, en el centro oeste de la República Argentina, ha constituido históricamente el centro político comercial de la región. En este sentido, ha sido un polo de atracción de la población desde sus orígenes generando nuevas fuentes de trabajo y una complejización de la zona.

La población de la zona metropolitana presenta una tasa de crecimiento sostenida hasta la actualidad. Este hecho estuvo acompañado por una mejora constante de la calidad de vida. Diversos factores, tanto endógenos como exógenos, explican la crisis producida en el área, fruto de políticas públicas atomizadas, como intentos individuales de cada Municipio de dar respuestas aisladas a problemáticas urgentes, sin una Planificación Estratégica que coordinara acciones públicas y privadas que permitieran organizar el desarrollo de la región.

Entre los aspectos intervinientes en la configuración de esta nueva realidad, podemos destacar:

- **Educación:** altos niveles de alfabetización alcanzados por la población de la región han generado importantes niveles de profesionalización y especialización de la misma. A esto se suma el aumento notable de la oferta educativa y la proliferación de establecimientos públicos y sobre todo privados. Esta realidad ha constituido un importante atractivo para habitantes de zonas rurales que se encontraron excluidos del sistema de producción por la caída de la actividad agrícola y la falta de capacitación en sus lugares de origen que los habilitara para nuevas oportunidades productivas de trabajo.
- **Actividad industrial:** la concentración de servicios financieros, de comunicaciones, de transportes, comerciales, administrativos, etc. en la capital de Mendoza, han favorecido el establecimiento de las industrias en la Zona Metropolitana, ya que desde esta localización, acceden con facilidad a todas estas prestaciones necesarias para su actividad y desarrollo.
- **Transporte:** la concentración de prestaciones ya mencionada (educación, salud, administración, finanzas, etc.) ha ocasionado una distribución radial del servicio de transportes. Esta situación facilita el acceso de los habitantes del cono urbano interesados en bienes y servicios.

3.2 JURISDICCIONES INVOLUCRADAS

A continuación se muestran los datos generales de población de la provincia de Mendoza (Censo INDEC 2010), y los datos por cada departamento del área metropolitana.

Tabla 1: Total de Población Provincial y por Departamento

Tabla 1: Total de Población provincial y por Departamentos				
Jurisdicción	2010			Índice de Masculinidad
	Total	Varones	Mujeres	
Total Pcia.	1.738.929	846.831	892.098	0,95
Zona Metropolitana Mendoza	1.123.371	544.275	579.096	0,95
Capital	115.041	54.058	60.983	0,89
Guaymallén(*)	283.803	137.238	146.565	0,94
Godoy Cruz	191.903	91.102	100.801	0,90
Las Heras(*)	203.666	99.305	104.361	0,95
Maipú(*)	172.332	84.907	87.425	0,97
Luján de Cuyo(*)	119.888	59.055	60.833	0,97
Lavalle(**)	36.738	18.610	18.128	1,02
(*) Población urbana de los Departamentos aglomerada en la Zona Metropolitana, inferior al total del Departamento				
(**) Este Departamento se agrega recientemente al aglomerado Área Metropolitana Mendoza				
Fuente: Elaboración Propia según INDEC: Censo Nacional de Población 2010.				

En las **Figura 2** y **Figura 3** se agrega la localización geográfica de los distintos Departamentos que conforman la Zona Metropolitana. Y en las tablas subsiguientes se acompañan datos de población y socioeconómicos de cada uno.



Figura 2: Ubicación de los departamentos en la Región Metropolitana

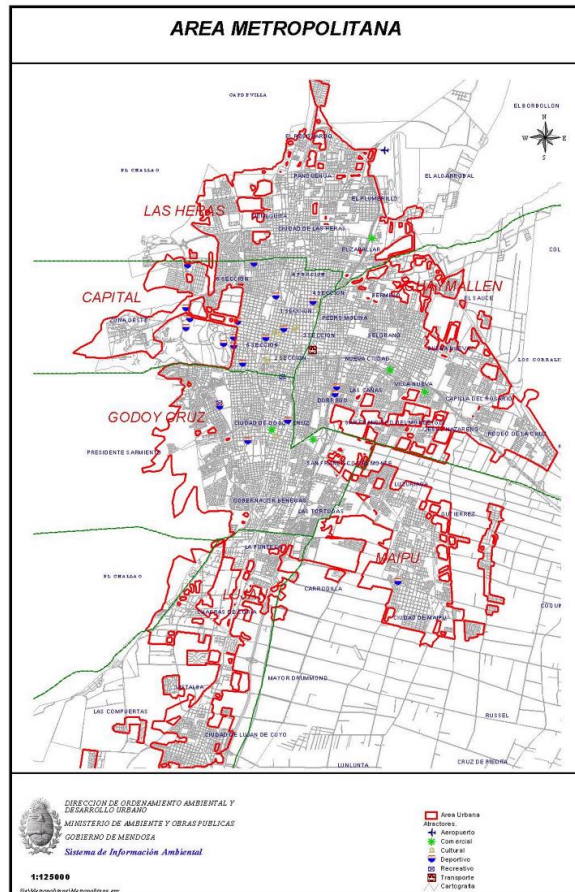


Figura 3: Zona Urbana Metropolitana de Mendoza

3.2.1 Departamento Capital



Tabla 2: Datos Departamento Capital

Tabla 2: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	115.041	Hab.
Población actualizada 2017	117.940	Hab.
Superficie Urbana	6.400	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	3,6	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	20,6	Hab/ha
Hogares Totales	48.039	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	2,31	Hab/hogar
Hogares NBI	6,34	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	18,34	%
Nivel Socioeconómico	33,39%	ALTO
	48,62%	MEDIO
	18,01%	BAJO

3.2.2 Departamento Godoy Cruz



Tabla 3: Datos Departamento de Godoy Cruz

Tabla 3: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	191.903	Hab.
Población actualizada 2015	198.485	Hab.
Superficie Urbana	7.500	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	4,9	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	24,3	Hab/ha
Hogares Totales	56.873	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	3,21	Hab/hogar
Hogares NBI	6,53	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	8,7	%
Nivel Socioeconómico	21,65%	ALTO
	57,58%	MEDIO
	20,77%	BAJO

3.2.3 Departamento Guaymallén



Tabla 4: Datos Departamento de Guaymallén

Tabla 4: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	283.803	Hab.
Población actualizada 2015	309.430	Hab.
Superficie Urbana	16.400	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	12,9	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	13,6	Hab/ha
Hogares Totales	66.084	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	3,38	Hab/hogar
Hogares NBI	9,8	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	6	%
Nivel Socioeconómico	9,92%	ALTO
	67,00%	MEDIO
	23,06%	BAJO

3.2.4 Departamento Las Heras



Tabla 5: Datos Departamento de Las Heras

Tabla 5: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	203.666	Hab.
Población actualizada 2015	224.766	Hab.
Superficie Urbana	895.500	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	11,3	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	0,19	Hab/ha
Hogares Totales	47.144	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	3,59	Hab/hogar
Hogares NBI	9,16	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	7	%
Nivel Socioeconómico	9,07%	ALTO
	57,43%	MEDIO
	33,49%	BAJO

3.2.5 Departamento Lavalle



Tabla 6: Datos Departamento de Lavalle

Tabla 6: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	36.738	Hab.
Población actualizada 2015	39.644	Hab.
Superficie Urbana	1.021.200	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	14,3	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	0,08	Hab/ha
Hogares Totales	8.941	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	3,58	Hab/hogar
Hogares NBI	23,72	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	1,3	%
Nivel Socioeconómico	10,84%	ALTO
	55,26%	MEDIO
	33,89%	BAJO

3.2.6 Departamento Luján de Cuyo



Tabla 7: Datos Departamento de Luján de Cuyo

Tabla 7: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	119.888	Hab.
Población actualizada 2015	130.126	Hab.
Superficie Urbana	484.700	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	14,8	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	0,15	Hab/ha
Hogares Totales	22.902	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	3,19	Hab/hogar
Hogares NBI	9,43	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	7	%
Nivel Socioeconómico	19,01%	ALTO
	56,38%	MEDIO
	24,62%	BAJO

3.2.7 Departamento Maipú



Tabla 8: Datos Departamento de Maipú

Tabla 8: Datos Demográficos y Socioeconómicos (INDEC Censo 2001-2010)		
Población CENSO 2010	172.332	Hab.
Población actualizada 2015	189.582	Hab.
Superficie Urbana	61.700	Has.
Crecimiento (Variación 2001-2010)	12,2	%
Densidad Bruta Promedio Urbana	1,45	Hab/ha
Hogares Totales	24.981	Hogares
Módulo de habitantes por hogar	3,58	Hab/hogar
Hogares NBI	12,21	%
Educación: Pob. c/nivel terciario o universitario completo	3,46	%
Nivel Socioeconómico	11,90%	ALTO
	61,57%	MEDIO
	26,54%	BAJO

3.3 DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA

El área de influencia de un proyecto, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará el proyecto en sectores aledaños y también en sectores más alejados, todo dependiendo de la naturaleza del proyecto y el tipo de impacto.

La delimitación del área de influencia se hace con base en una identificación previa de los probables impactos (positivos y negativos) y riesgos que pueda generar el proyecto en las etapas de construcción, operación y desmantelamiento o abandono.

Al delimitar esta área, se debe analizar la intensidad de los efectos producidos y si su afectación es directa o indirecta. De ahí surgen dos términos importantes: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

En función de estos conceptos se definieron en el presente proyecto, las siguientes áreas: 1) Área de Proyecto (AP), 2) Área de Influencia Directa (AID), y 3) Área de Influencia Indirecta (AI).

3.3.1 Área de Proyecto

Se considera Área de Proyecto a la superficie correspondiente a la totalidad del terreno preseleccionado para la implantación de las obras GRSU a proyectar.

3.3.2 Área de Influencia Directa (AID)

Se define el Área de Influencia Directa como el área donde puntualmente sucederán los impactos.

En el presente proyecto, el área de influencia directa, se definió como el sitio puntual donde se desarrollará el emprendimiento, es decir el terreno de implantación, y un área alrededor del mismo que varía entre 1.000 metros, hacia el sur y sureste, y 2.500 metros hacia el norte y noroeste alrededor del terreno. Este sector perimetral contiene una parte de las piletas de tratamiento de líquidos cloacales de Campo Espejo, el actual Vertedero Controlado de Residuos de Las Heras e instalaciones industriales, y una parte del sector aéreo del Aeropuerto El Plumerillo.

Los límites de esta zona se establecieron teniendo en cuenta los alcances e intensidad de los impactos que la afectarán, y tienen que ver con la posible afectación de factores físicos como aire, agua (superficial y subterránea) y suelo; factores bióticos como vegetación natural y fauna del lugar; y factores socioeconómicos como el valor de la tierra y el desarrollo de nuevas actividades económicas. El condicionante específico para la determinación de los límites, fue la distancia de la pluma de posibles emisiones, que teniendo en cuenta el viento de orientación SE, hace que hacia el norte se extiendan más los límites. En la **Figura 11** se puede observar la extensión del Área de Influencia Directa.

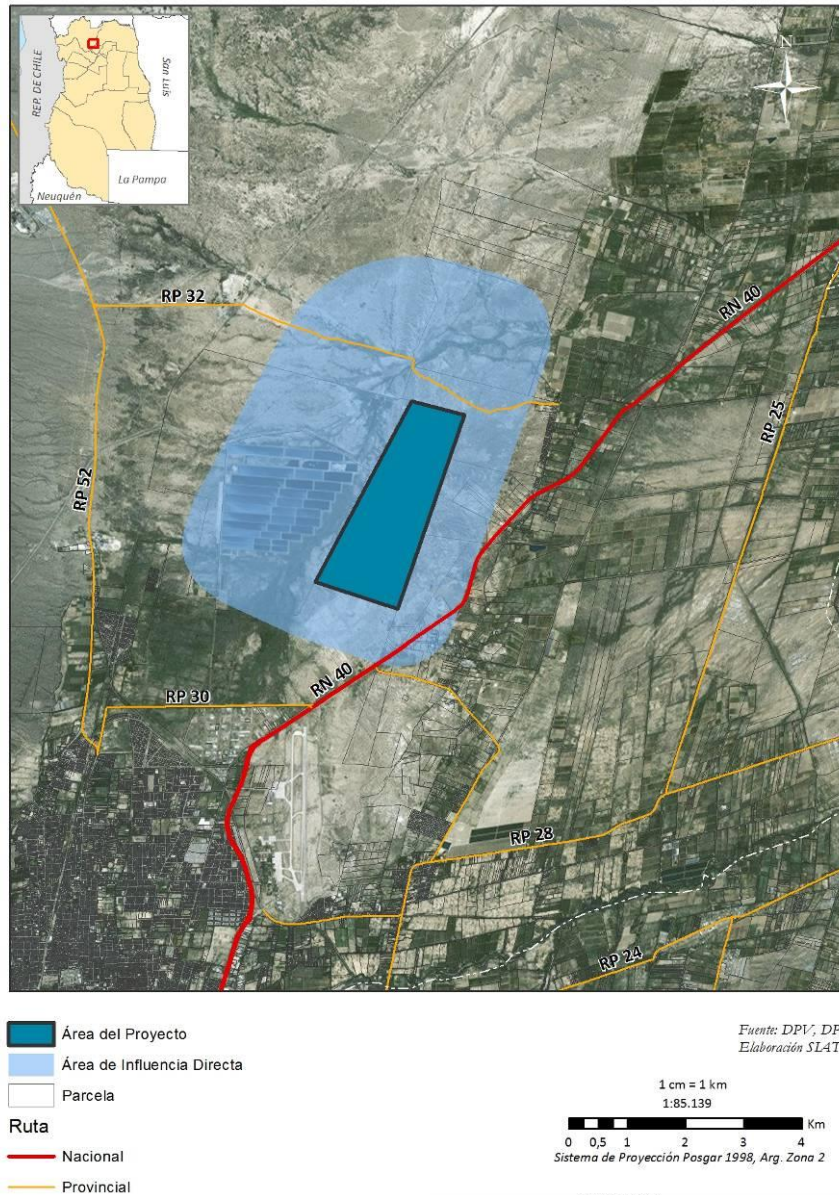
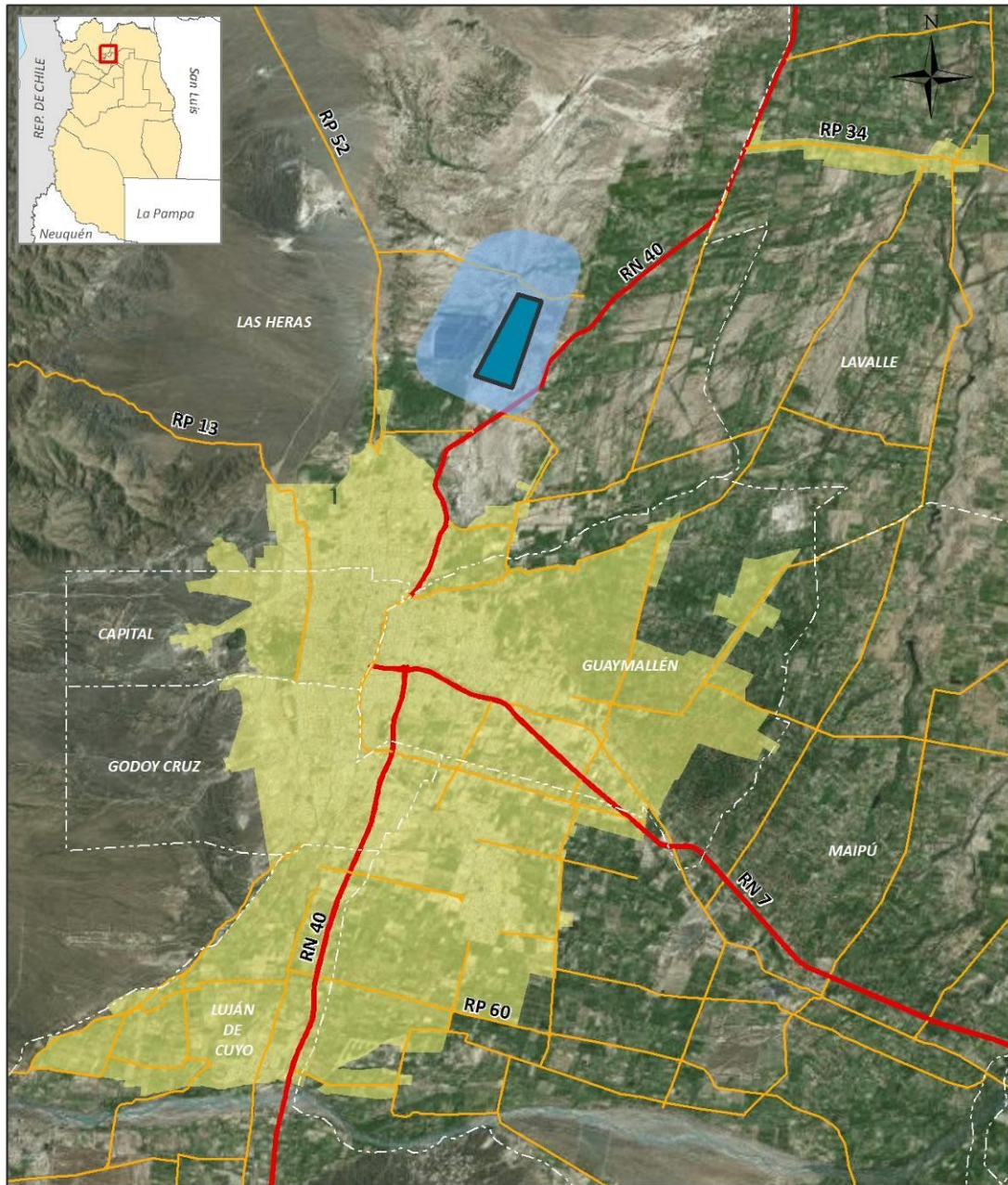


Figura 11: Área de Influencia Directa del proyecto

3.3.3 Área de Influencia Indirecta (AII)

El área de influencia indirecta se define como la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto del proyecto. Generalmente, se define en el contexto regional.

Para el presente proyecto el área de influencia indirecta se definió como las zonas urbanas de los Departamentos que conforman la Zona Metropolitana de Mendoza, ya que se considera que la misma se verá impactada positivamente por la obra a construir, la cual implicará una gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generan, lo cual también irá acompañado del cese de la disposición incontrolada de residuos y la futura remediación de los pasivos actuales.



Fuente: DPV, DPC
Elaboración SLAT



Figura 12: Áreas de Influencia Directa e Indirecta del proyecto

3.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

3.4.1 Red vial provincial

La Provincia de Mendoza posee alrededor de 20 mil kilómetros de rutas, tanto bajo jurisdicción nacional como provincial, que discurren por todo el territorio provincial.

De la totalidad de estas rutas, unos 2.196 kilómetros de rutas están bajo jurisdicción de la Dirección Nacional de Vialidad; mientras que 17.615 kilómetros se encuentran bajo la órbita provincial, administrados por la Dirección Provincial de Vialidad.

En el caso de las rutas nacionales, gran parte se encuentran pavimentada y sólo poco más de 250 kilómetros permanecen consolidados o de tierra (los tramos aún sin asfaltar de las Rutas Nacionales 40 y 145).

En las rutas provinciales, la situación es diferente. Se estima que poco más de la mitad de estas rutas son de tierra o huella natural, la gran mayoría de ellas se localizan en la zona del secano (zona este de la provincia) y en la montaña. A su vez un cuarto del total están consolidados y otro cuarto se hallan asfaltados. Estos últimos están principalmente en las ciudades y oasis.

En cuanto a los ejes viales, la provincia posee dos grupos: norte-sur y este-oeste. En el primero podemos hallar dos ejes centrales que comunican el norte con el sur de la Provincia: la Ruta Nacional 40-Ruta Nacional 143 (Gran Mendoza, Valle de Uco y Zona Sur) y la Ruta Provincial 153 (Las Catitas – Monte Comán)

En el caso del segundo grupo, también son dos: la Ruta Nacional 7 (Zona Este-Gran Mendoza – Alta Montaña) y la combinación de las Rutas Nacionales 188-143-144-145 y parte de la 40 (General Alvear – San Rafael – Malargüe – Paso Pehuenche).

En la siguiente figura, se puede observar la conectividad de la Provincia de Mendoza.

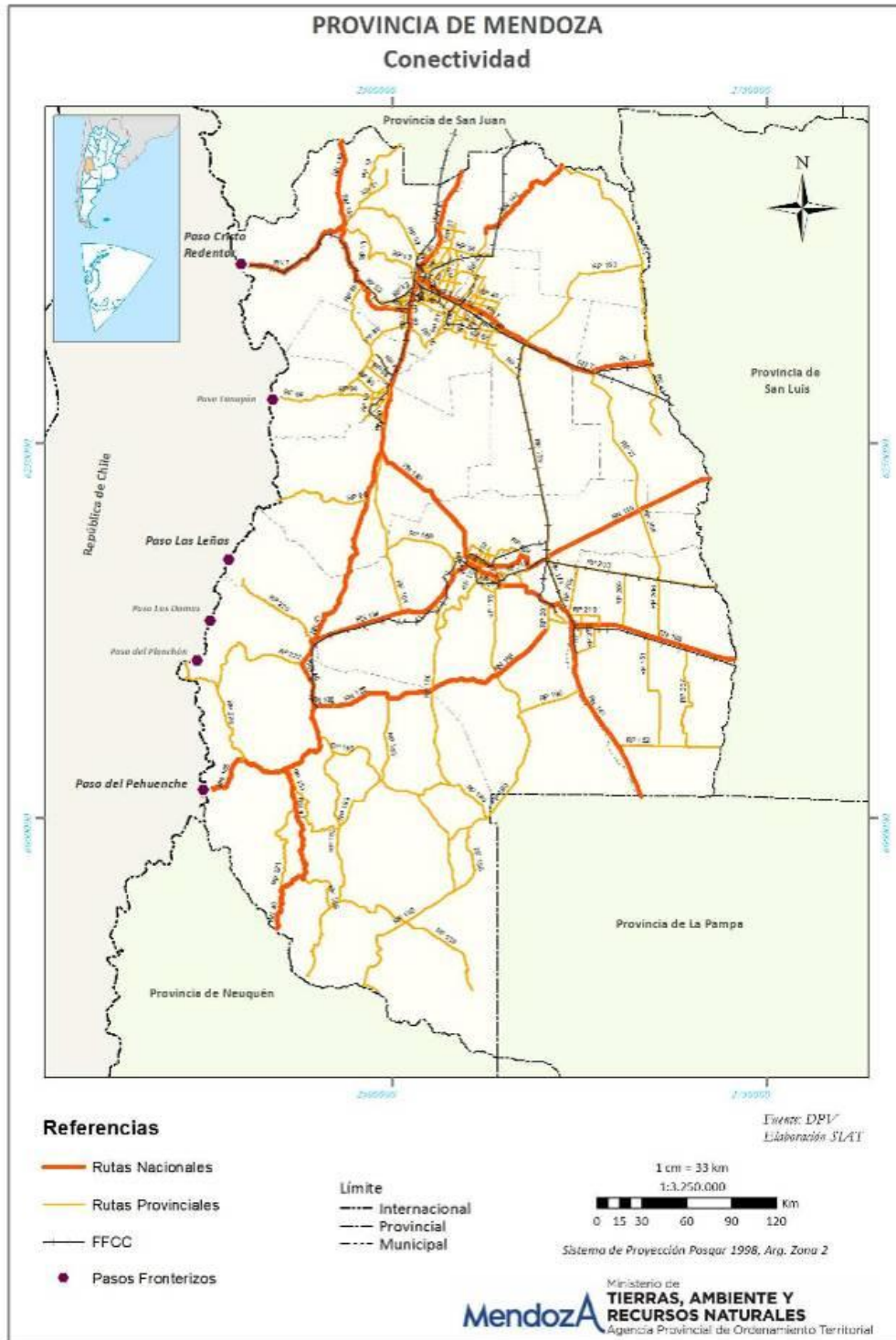


Figura 13: Red vial de la Provincia de Mendoza

3.4.2 Red vial de la Zona Metropolitana de Mendoza

La red vial del área está constituida por dos Rutas Nacionales: RN 40 que recorre la provincia de Norte a Sur, vinculando a todos los departamentos del área, y RN 7 eje Este – Oeste, atravesando los Departamentos de Maipú, Guaymallén, Godoy Cruz y Luján. La red, además, está compuesta por siete Rutas Provinciales principales: RP 60

(que vincula el Sur de área con la ciudad de Mendoza), RP 82 (recorre los departamentos de Luján de Cuyo y Godoy Cruz por el Oeste hasta la Ciudad de Mendoza), RP 10 (une a Maipú con Godoy Cruz), RP 50 (atraviesa el Norte del departamento de Maipú vinculándolo con Guaymallén), RP 24 (vinculación de Lavalle con Las Heras), RP 28 (une el Norte de Guaymallén y parte de Lavalle con Las Heras) y RP 52 (vincula el Oeste de Las Heras con Ciudad).

En tanto que las principales arterias de circulación son: Av. San Martín, Saenz Peña y Guardia Vieja (Luján de Cuyo), Carril Cervantes, San Martín Sur, Joaquín V. González (Godoy Cruz), Ozamis, Sarmiento (Maipú), Carril Rodríguez Peña, Mitre, Bandera de los Andes, Mathus Hoyos (Guaymallén), Paso de los Andes, San Martín, Perú, Colón, Las Heras, Boulogne Sur Mer (Ciudad), Dr. Moreno, Independencia (Las Heras).

La Zona Metropolitana cuenta con al menos cuatro accesos desde el exterior en forma de autopista o autovía: Acceso Este (Ruta Nacional 7), Acceso Sur (Ruta Nacional 40), Acceso Norte (Ruta Nacional 40) y el Corredor del Oeste. También posee autopistas o autovías de conexión interna: Ruta Provincial 10 Calle Paso (Maipú – Luján de Cuyo) y la llamada Costanera Sur o Avenida Rafael Videla.



Figura 14: Red vial de la Zona Metropolitana de Mendoza

A continuación se agregan imágenes de algunas de las rutas y accesos mencionados



Corredor del oeste



Ruta Nacional N°7



Ruta Nacional N°40



Acceso Sur

Figura 15: Imágenes rutas y accesos Zona Metropolitana

Para categorizar las vías de circulación del área de estudio se adoptó la siguiente clasificación:

- Rutas Nacionales (RNN°7 y RNN°40)
- Rutas Provinciales (RPN°60, 34, 52, etc.)
- Áreas Urbanas tipo Multicarril (Acceso Norte y Avenida Costanera, Acceso Este, etc.)
- Avenidas principales (Vicente Zapata, Colón, San Martín, etc.)
- Arterias principales (San Juan, Morón, etc.)
- Calles internas de zonas residenciales
- Calles suburbanas y huellas.

El área de estudio se encuentra localizada a lo largo de dos ejes principales de circulación y que han constituido los ejes de desarrollo de la región metropolitana:

- **Eje Norte-Sur:** Constituido por la Ruta Nacional N°40-Acceso Norte y Avenida Costanera y Acceso Sur.
- **Eje Este-Oeste:** Formado por la Ruta Nacional N°7

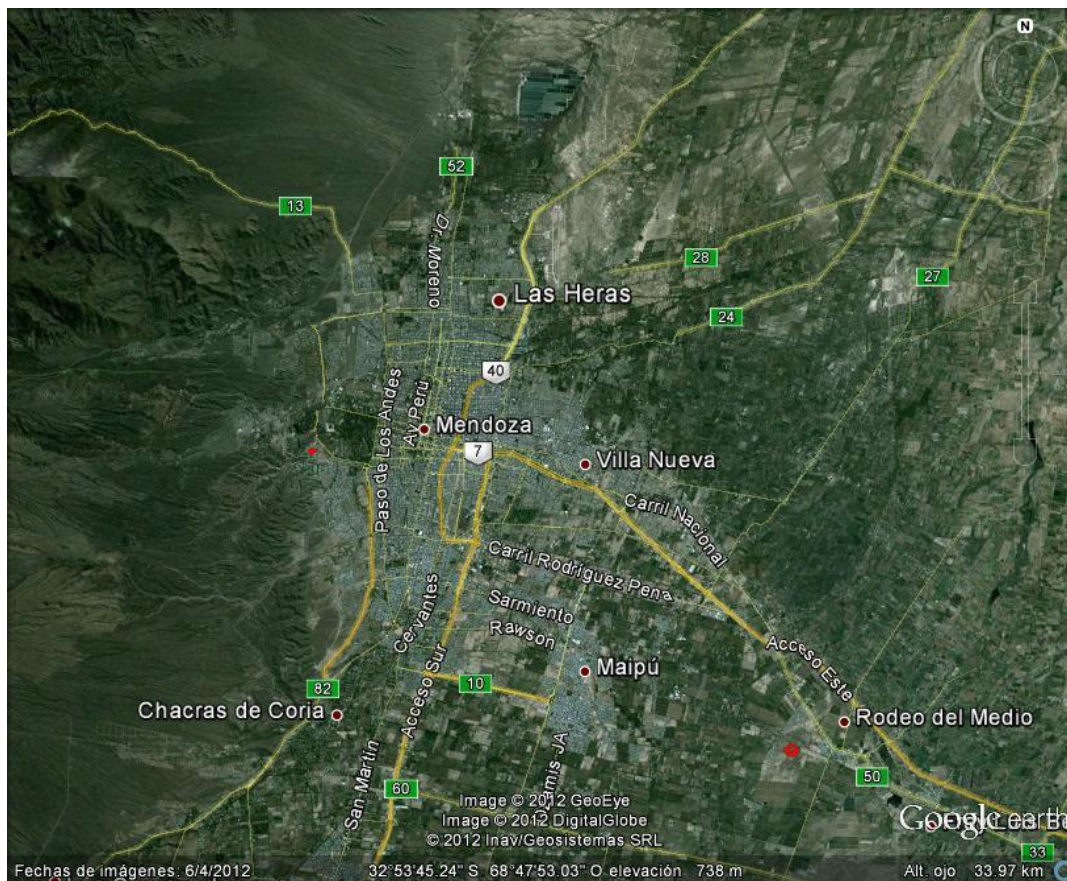


Figura 16: Principales redes de comunicación en la Zona Metropolitana

3.4.2.1 Eje Norte-Sur

Esta vía de circulación cambia de nombre en los distintos segmentos que la componen y que además poseen diferentes estructuras y capacidad de circulación.

En el extremo norte vincula los departamentos de Lavalle con Las Heras con una infraestructura correspondiente a una carretera de tipo rural con dos trochas (7,30 m) una en cada sentido de circulación y con banquetas sin tratar. Al ingresar al área de estudio esta carretera cambia de nombre y se llama Acceso Norte (Las Heras), con una infraestructura de tipo multi carril con dos trochas por sentido de circulación y con intersecciones a nivel (rotondas semaforizadas).

Después de la rotonda del Avión, su nombre cambia y pasa a llamarse Avenida Costanera. Esta vía se transforma para seguir siendo multi carril pero con más trochas de circulación (sectores con 4 trochas por sentido), las intersecciones son a desnivel y algunas a nivel, semaforizadas y con una onda verde de circulación de 50 km/h. Esta vía transcurre entre los departamentos de Capital y Guaymallén (límite jurisdiccional) y al llegar a la zona de Godoy Cruz (calle Brasil), se transforma en una autopista urbana con intersecciones a desnivel y con sectores en viaductos hasta empalmar con el Acceso Sur, otra vez Ruta Nacional N°40, y que forma el tramo que vincula el área metropolitana con la Zona Centro y Sur de la Provincia, atravesando los Departamentos de Godoy Cruz, Maipú y Luján de Cuyo.

3.4.2.2 Eje Este-Oeste

Esta vía de circulación es la Ruta Nacional N°7, que desde la ciudad de San Martín hasta el ingreso al área de estudio, es una autopista de 2 carriles por sentido de circulación, con banquetas tratadas y con intersecciones a desnivel. Esta vía al transcurrir por el Departamento de Guaymallén es conocida como Avenida de Acceso Este.

Esta vía tiene continuidad hacia el oeste a partir del nudo vial (intersección de ambos ejes) a través de calles urbanas tales como Avenida José Vicente Zapata – Avda. Colón – Avenida Arístides Villanueva.

Interceptan esta importante vía de comunicación, el Acceso Sur (Ruta Nacional N°40) y Avenida Costanera (Eje Norte-Sur).

3.4.2.3 Red de Vías Subsidiarias

A partir de esta especie de cruz (ejes cruzados) se generan una serie de vías de menor jerarquía y capacidad, que vinculan las distintas zonas del área de estudio.

Entre ellas mencionaremos la Avda. San Martín que transcurre en dirección Norte-Sur, a lo largo de gran parte de la zona de estudio, en forma de columna vertebral de las zonas urbanizadas de los Departamentos de Las Heras, Capital y Godoy Cruz.

En forma paralela y más hacia el Oeste se destacan: el “Corredor del Oeste”, que vincula Las Heras con Chacras de Coria, pasando por Capital y Godoy Cruz, con una infraestructura predominante de multi carril con intersecciones a nivel y semaforizadas. El carril Cervantes (ex Ruta Nacional N° 40), vincula Godoy Cruz con Luján de Cuyo.

Las siguientes calles urbanas también constituyen vías importantes de circulación:

- Norte-Sur: Paso de Los Andes y Perú-Belgrano-Beltrán.
- En sentido Este-Oeste se destacan el carril Rodríguez Peña, como acceso alternativo para el área de estudio además de ser la arteria que vincula la zona industrial de Godoy Cruz y que termina prácticamente en el acceso sur. En este mismo sentido se destacan otras vías urbanas como: Bandera de Los Andes, Carril Godoy Cruz y Carril Sarmiento, calle Moyano (ingreso a Maipú), Carril Mathus Hoyos, Avda. Regalado Olguín, etc.

Esta amplia red de arterias urbanas de mayor o menor jerarquía que muchas veces no se encuentran vinculadas adecuadamente entre sí, formarán en muchos casos límite o barreras físicas para el diseño de los circuitos de recolección.

Sería deseable que el sitio de disposición final estuviera vinculado con las vías principales de circulación (ejes principales) a los efectos de optimizar los costos de transporte, los tiempos muertos, la congestión y la seguridad vial.

3.4.3 Obras viales en proyecto

La principal obra en proyecto dentro de la Zona Metropolitana es la construcción de la autovía sobre la Ruta Nacional N°40, en el tramo Mendoza – San Juan. El diseño de la obra fue realizado por la Dirección Provincial de Vialidad, y remitido en 2016 a Nación para su aprobación.

Esta obra está destinada a mejorar la comodidad y seguridad vial de los miles de usuarios que transitan diariamente a través de esta ruta.



Figura 17: Trabajos preliminares sobre la Ruta 40

3.4.4 Red Ferroviaria en la Zona Metropolitana

La Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza, está atravesada por los siguientes tendidos de ferrocarril:

- **Ferrocarril Gral. San Martín:** Actualmente, presta servicios de transporte de cargas (Empresa Argentino Cargas). Realiza el recorrido Mendoza – San Juan. La Estación principal se ubica en el Departamento de Capital.
- **Tendido Ferrocarril Gral. Belgrano:** Actualmente, presta servicios de transporte de cargas, hacia el norte argentino (Jujuy y Salta). La Estación principal se ubica en el Departamento de Guaymallén.

- **Metro tranvía urbano:** Utiliza el tendido del ferrocarril Gral. San Martín, haciendo el trayecto Capital-Maipú. El servicio es para transporte urbano de pasajeros.



Figura 18: Tendidos ferroviarios en la zona de estudio

3.4.5 Distancias entre núcleos urbanos

Los núcleos urbanos integrados en este proyecto son siete. En la **Tabla 9** se agregan las distancias entre los mismos, medidas en forma directa y por ruta.

Tabla 9: Distancias entre cabeceras municipales

Tabla 9: Distancias entre cabeceras municipales		
Zonas Urbanas Departamentales	Distancia al Centro Ambiental	
	Distancia Directa (km)	Distancia por Ruta (km)
CAPITAL-GODOY CRUZ	2,74	3,85
CAPITAL-LAS HERAS	4,36	5,29
CAPITAL - GUAYMALLÉN	6,00	6,30
CAPITAL-LAVALLE	29,9	35,4
CAPITAL-LUJÁN DE CUYO	16,5	21,4
CAPITAL -MAIPÚ	11,7	17,6
GODOY CRUZ-LAS HERAS	7,1	9,9
GODOY CRUZ-GUAYMALLÉN	6,1	9,8

Tabla 9: Distancias entre cabeceras municipales		
Zonas Urbanas Departamentales	Distancia al Centro Ambiental	
	Distancia Directa (km)	Distancia por Ruta (km)
GODOY CRUZ- LAVALLE	31,7	37,7
GODOY CRUZ-LUJÁN	13,6	16,3
GODOY CRUZ-MAIPÚ	9,7	12,6
GUAYMALLEN-LAS HERAS	7,7	9,8
GUAYMALLÉN-LAVALLE	26,4	34,9
GUAYMALLÉN-LUJAN	17,2	21,4
GUAYMALLÉN-MAIPU	9,4	17,3
LAS HERAS-LAVALLE	26,7	32,9
LAS HERAS-LUJAN	20,6	27,0
LAS HERAS-MAIPÚ	17,6	26,6
LUJAN-LAVALLE	43,5	51,0
LUJAN-MAIPÚ	10,5	15,0

Del análisis de las distancias de la tabla anterior surge lo siguiente:

- Las distancias entre las cabeceras municipales de Capital, Guaymallén, Godoy Cruz y Las Heras, se encuentran cercanas, en distancias que varían de 3 a 10 km. Estos Municipios se encuentran aglutinados en el área central de la Zona Metropolitana.
- Las mayores distancias se producen desde cada uno de estos Departamento al Departamento de Lavalle, con valores que oscilan de 33 a 51 km. Este Departamento se ubica en el área norte de la Zona Metropolitana
- También se observan mayores distancias desde los Departamentos del área central a las cabeceras Municipales de Luján de Cuyo y Maipú, con distancias que van de 13 a 24 km. Estos Municipios se ubican en el área sur de la Zona Metropolitana.

De esto surge, que si bien el Departamento de Lavalle es el más alejado, su población es mucho menor a la del resto de los departamentos que integran la región, por lo que pensar en alguna infraestructura propia no sería lo más recomendable desde el punto de vista financiero.

El Departamento de Las Heras, es el más cercano al Departamento de Lavalle, por lo cual resulta el lugar más apropiado para la localización de las obras GRSU a proyectar, en función de lo expuesto, y teniendo en cuenta también que las distancias de este Departamento a los otros departamentos ubicados en el área central es adecuada para el transporte diario de los residuos. Este justamente es el sitio preseleccionado para la localización de infraestructuras.

Y con respecto a los departamentos del área sur, también se observan distancias de alrededor de 30 km hasta la cabecera municipal del Departamento de Las Heras, por lo cual para estos dos Municipios sería conveniente prever una solución en el área sur.

Finalmente, de todo lo analizado surge que sería conveniente subdividir la Zona Metropolitana en un área norte, integrada por los departamentos de Capital, Godoy Cruz, Guaymallén, Las Heras y Lavalle; y un área sur conformada por los departamentos de Luján de Cuyo y Maipú.

Esta propuesta, se entiende posible, ya que la Municipalidad de Maipú, posee desde el año 2000, una Planta de Separación de Residuos, ubicado en el Distrito de Barrancas, y que actualmente se encuentra operando y posee capacidad ociosa, por lo cual podría recibir los residuos provenientes del Departamento de Luján de Cuyo.

3.4.6 Distancias al sitio preseleccionado y rutas de accesibilidad

El predio preseleccionado para la implantación se ubica en el Departamento de Las Heras, Distrito El Borbollón, con ingreso por la Ruta Nacional Nº 40.

Se agregan gráficos de localización en la **Figura 19** y **Figura 20** y en **Tabla 10**, indicando las distancias desde el predio hasta cada uno de los centros urbanos de los Municipios de la Zona de Estudio. Salvo en el caso del Municipio de Maipú que se tomó la distancia entre el predio preseleccionado en Las Heras y la localización de la Planta de Separación que posee ese Municipio.


Tabla 10: Distancias de los Departamentos hasta el Centro Ambiental

Tabla 10: Distancias de los Departamentos hasta el Centro Ambiental a localizarse en Las Heras		
Zonas Urbanas Departamentales	Distancia al Centro Ambiental	
	Distancia Directa (km)	Distancia por Ruta (km)
CAPITAL	10,60	12,70
GODOY CRUZ	14,00	16,17
GUAYMALLÉN	10,10	17,23
LUJÁN DE CUYO	26,50	31,80
LAS HERAS	7,10	9,98

Tabla 10: Distancias de los Departamentos hasta el Centro Ambiental a localizarse en Las Heras		
Zonas Urbanas Departamentales	Distancia al Centro Ambiental	
	Distancia Directa (km)	Distancia por Ruta (km)
MAIPÚ	32,40	49,10
LAVALLE	19,40	23,00



 Localización Terreno Centro Ambiental

 Cabecera Departamental

 Límite Departamental

Ruta
 Nacional
 Provincial

Fuente Rutas: DPV
Elaboración cartográfica: SLAT

0 1,25 2,5 5 7,5 10 Km

Sistema de Proyección Posgar 1998, Arg. Zona 2

Mendoza Ministerio de TIERRAS, AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial

Figura 19: Localización del sitio preseleccionado

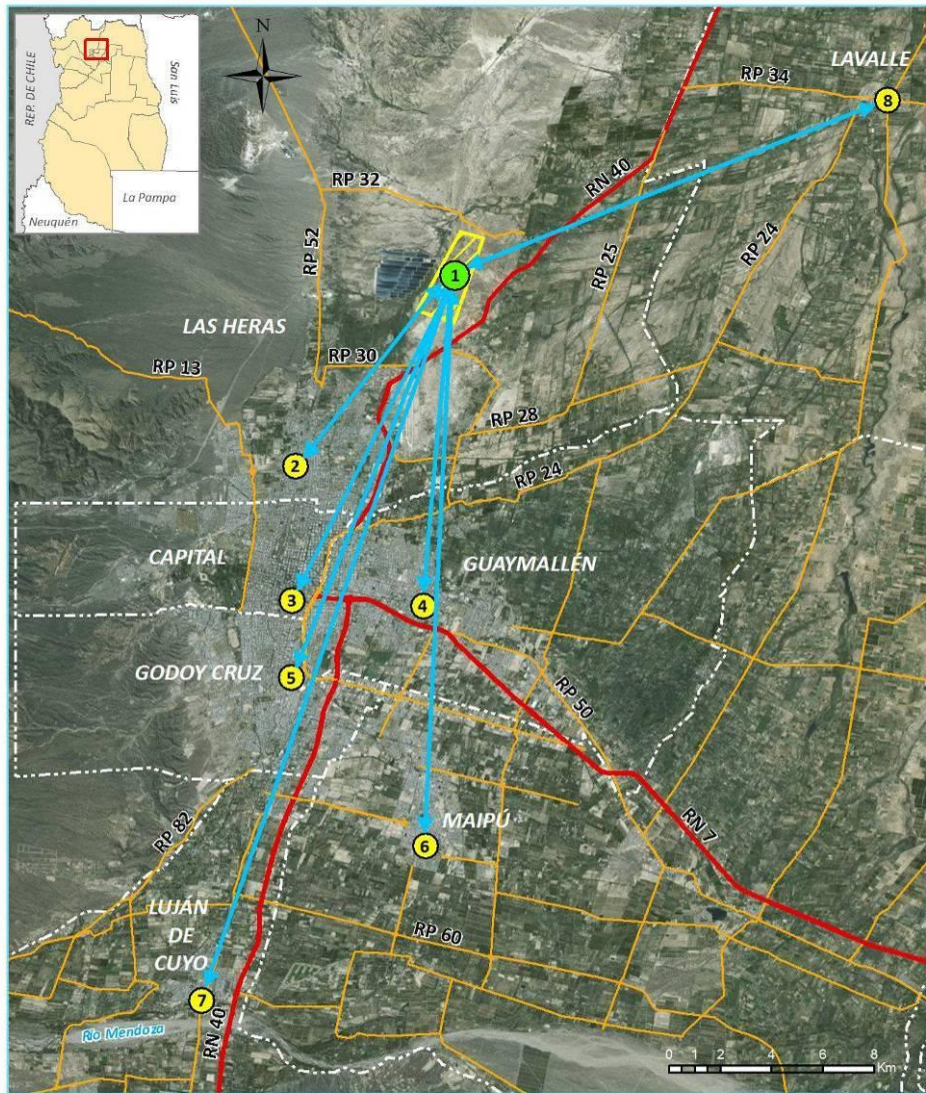


Figura 20: Distancias al predio preseleccionado

En la **Figura 20** se observa que se han tomado las distancias en línea recta y por ruta, desde cada una de las cabeceras municipales hasta el terreno preseleccionado para la localización de las infraestructuras.

Además, en figuras que se agregan a continuación, se muestran posibles rutas de acceso al sitio desde las distintas cabeceras municipales.

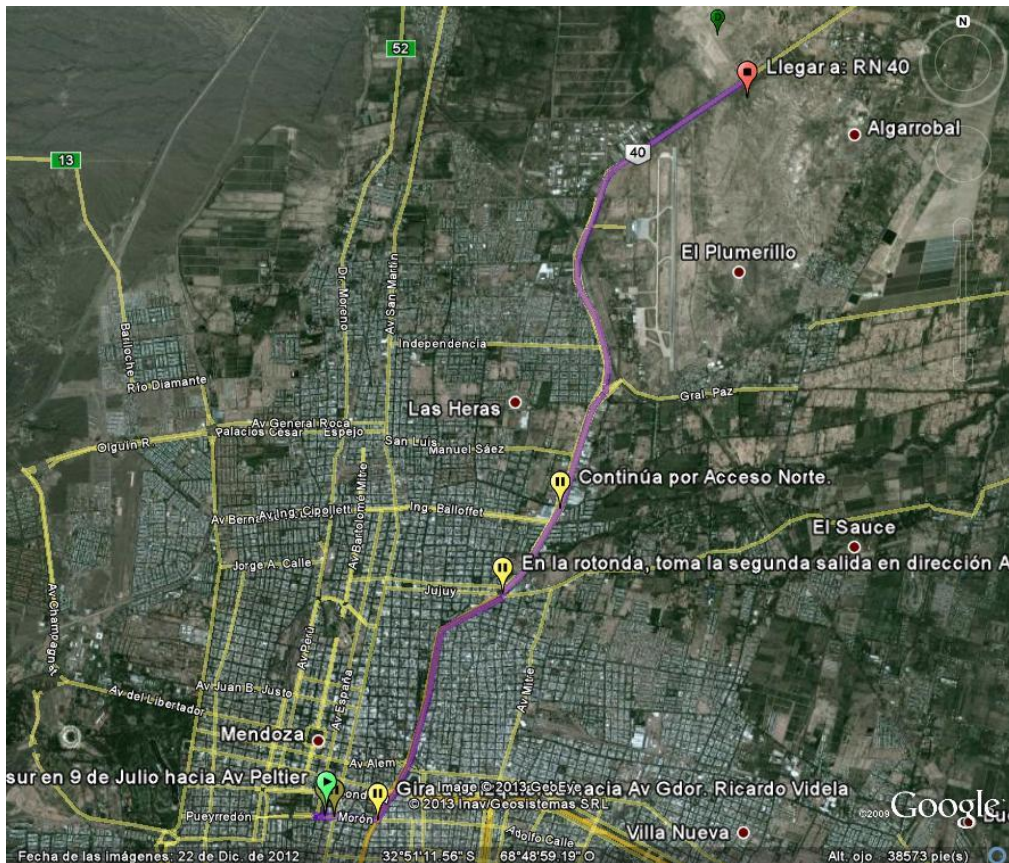


Figura 21: Ruta desde Capital hasta El Borbollón

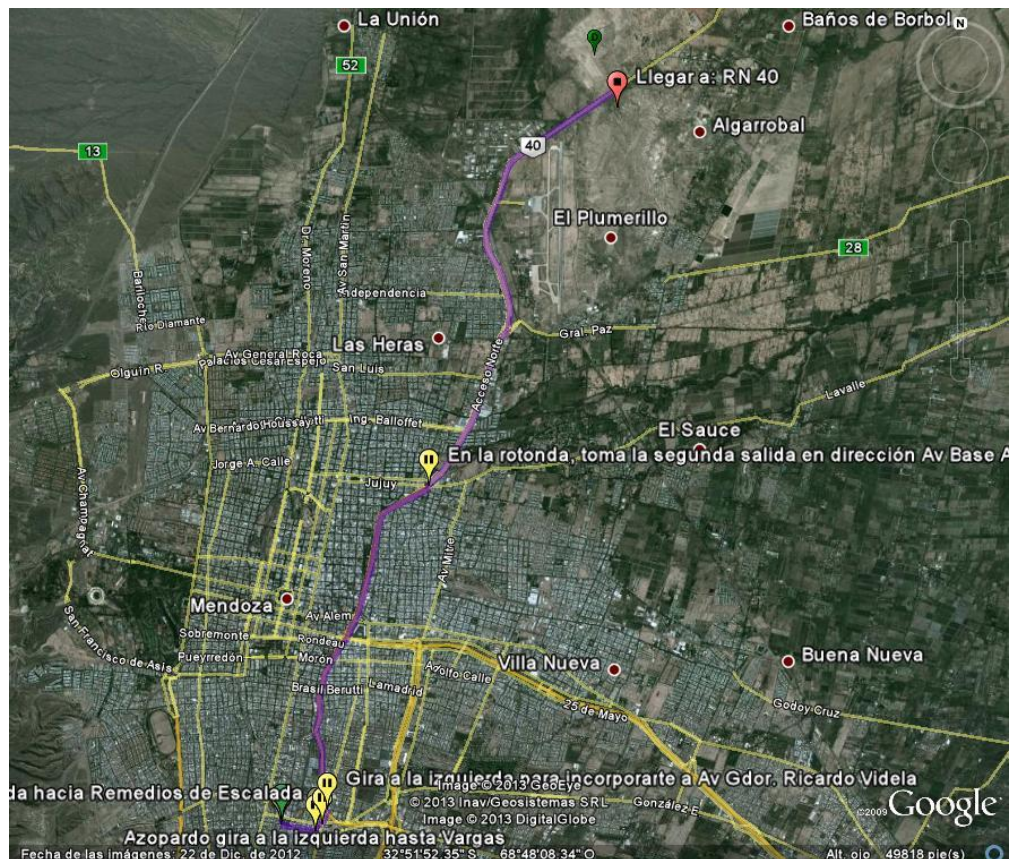


Figura 22: Ruta desde Godoy Cruz hasta El Borbollón

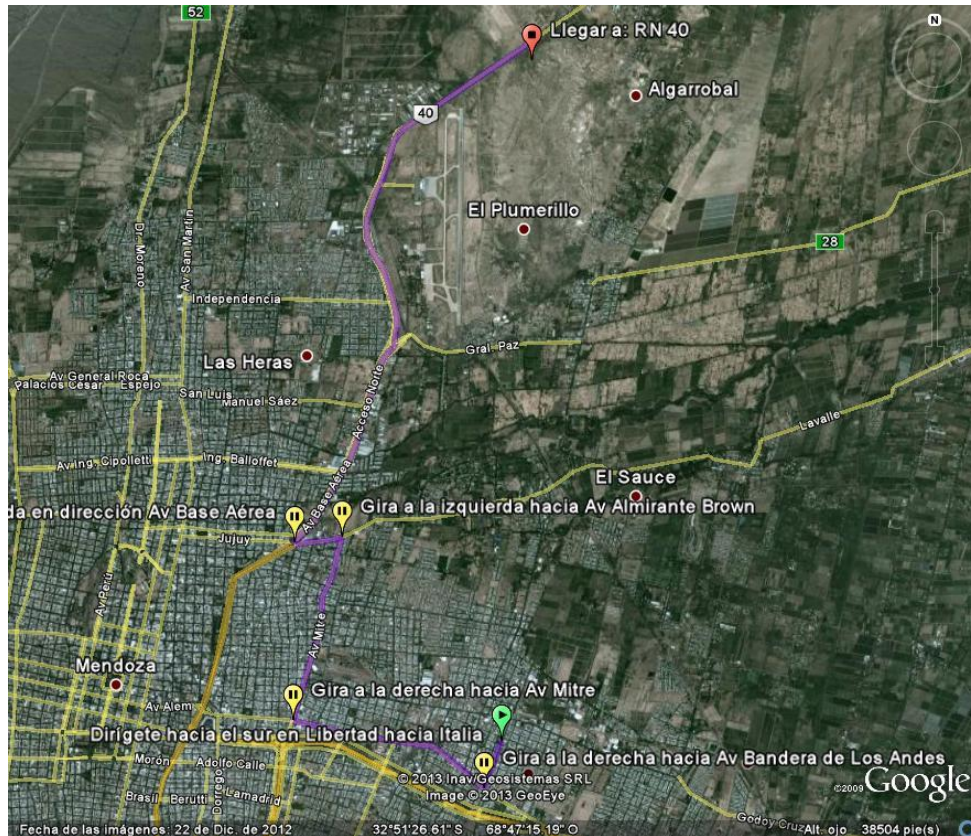


Figura 23: Ruta desde Guaymallén hasta El Borbollón

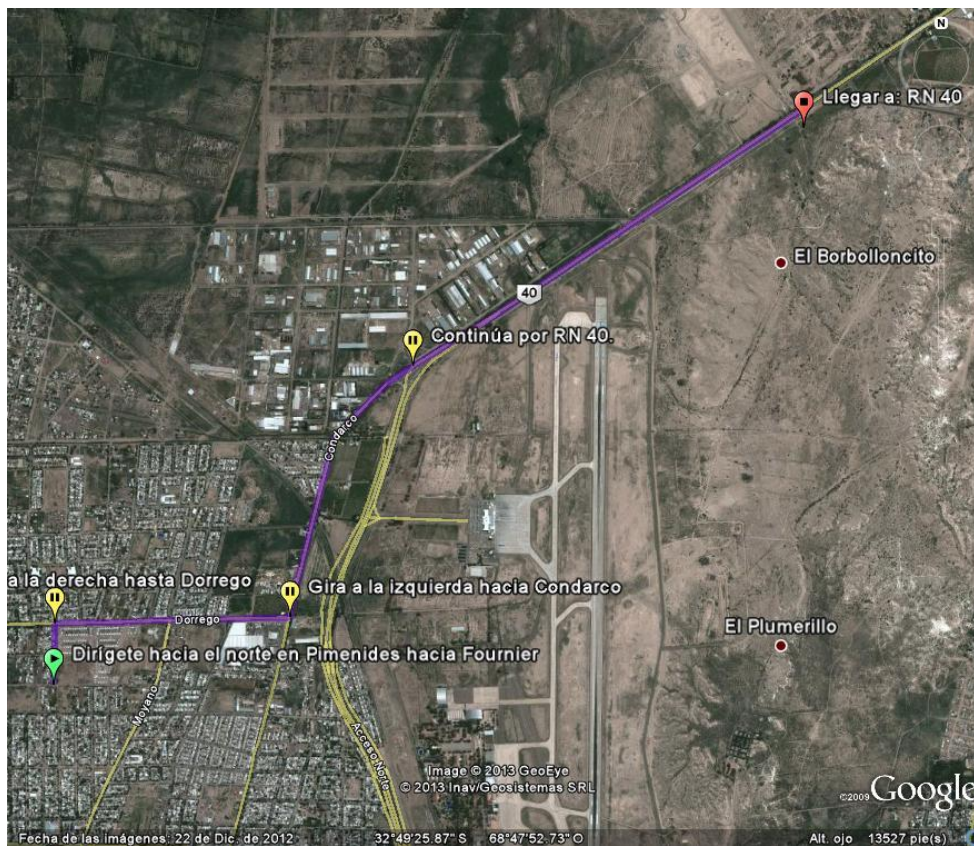


Figura 24: Ruta desde Las Heras hasta El Borbollón

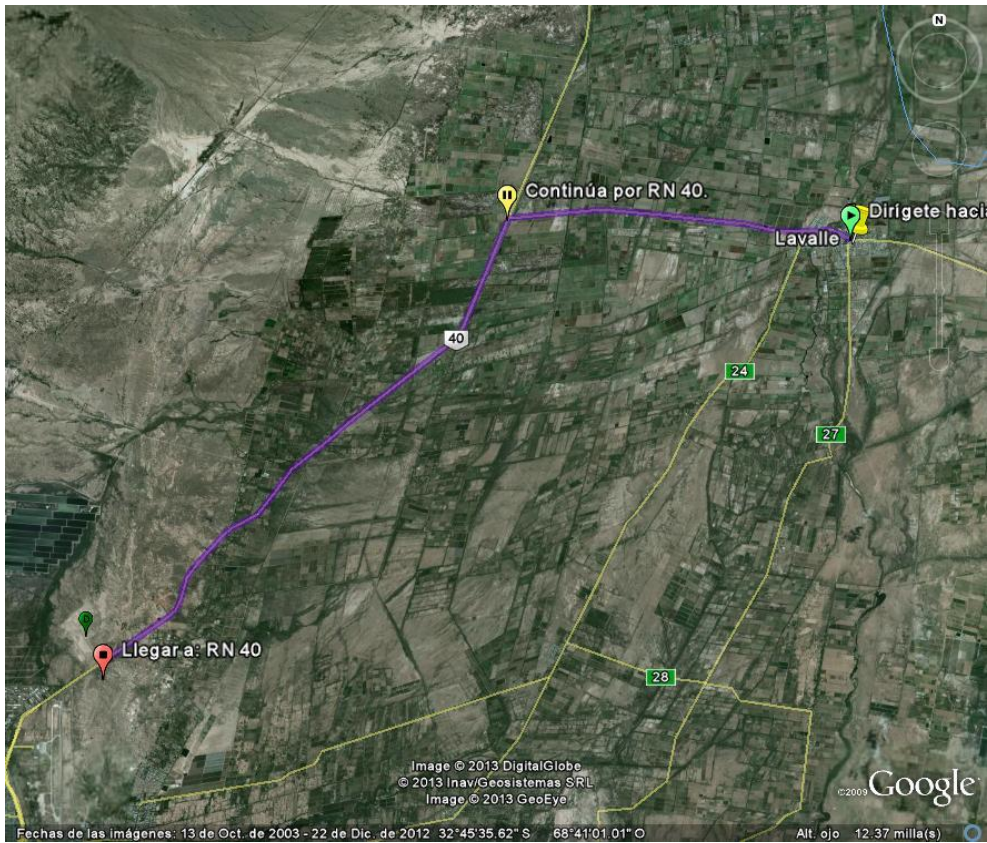


Figura 25: Ruta desde Lavalle hasta El Borbollón

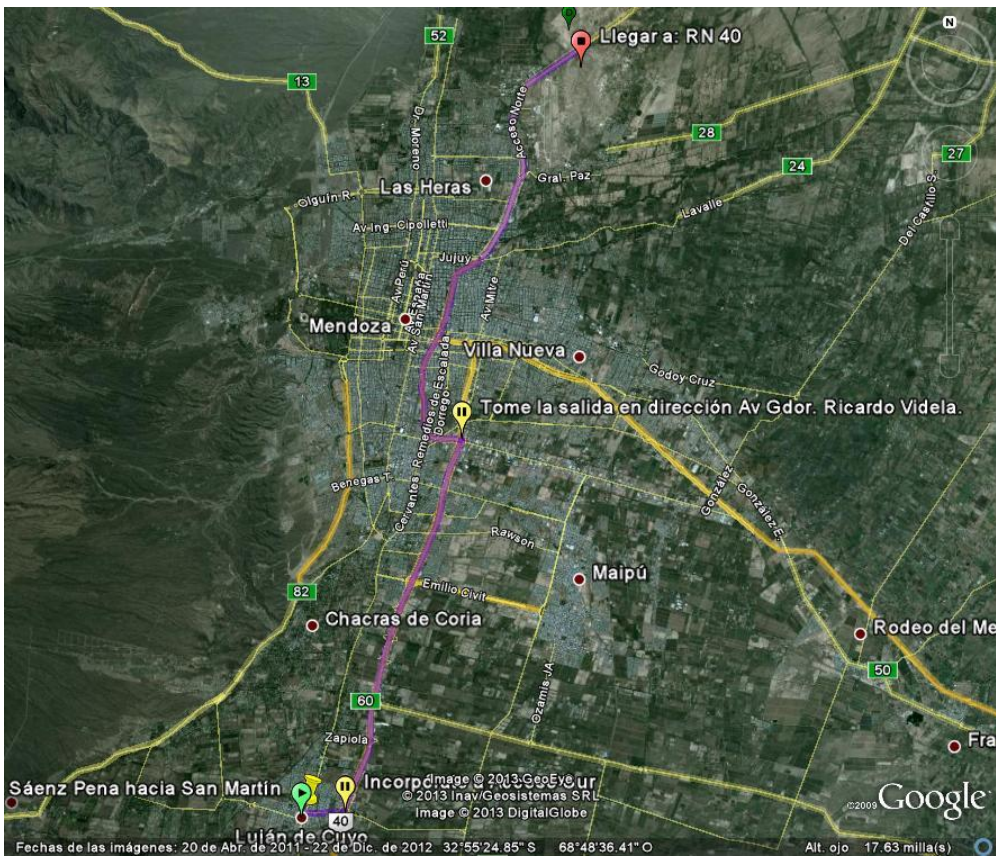


Figura 26: Ruta desde Luján hasta El Borbollón

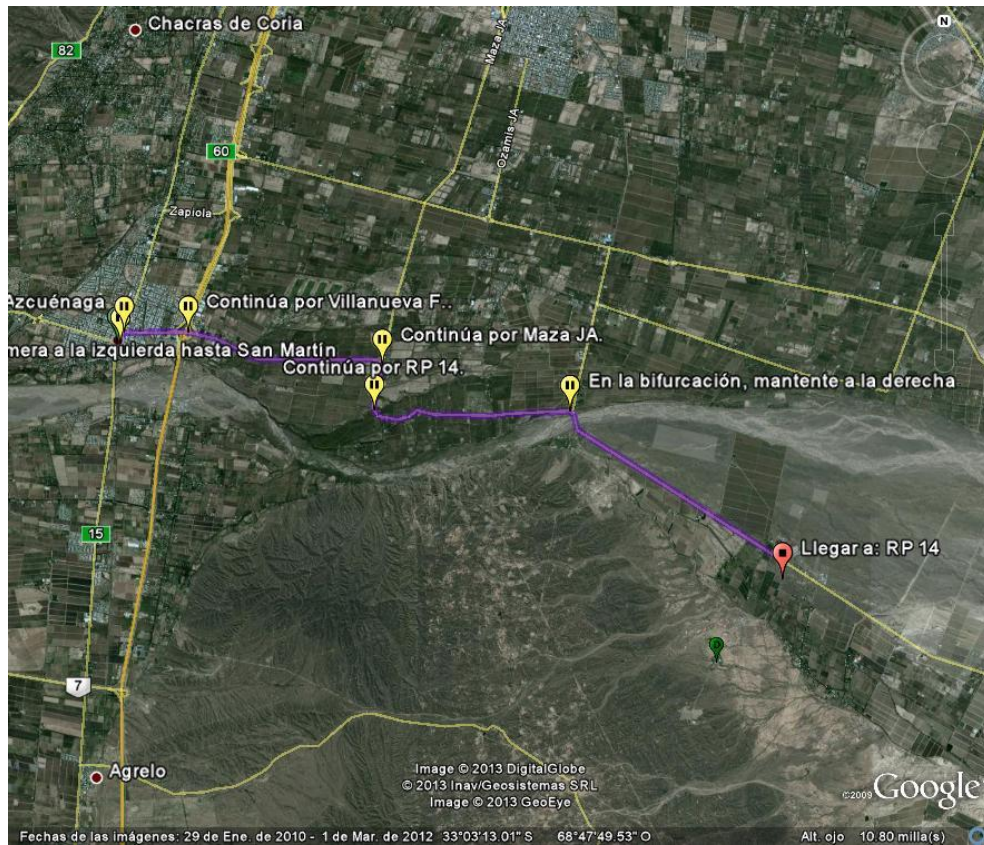


Figura 27: Ruta desde Luján hasta la Planta de Maipú (Distrito Barrancas)

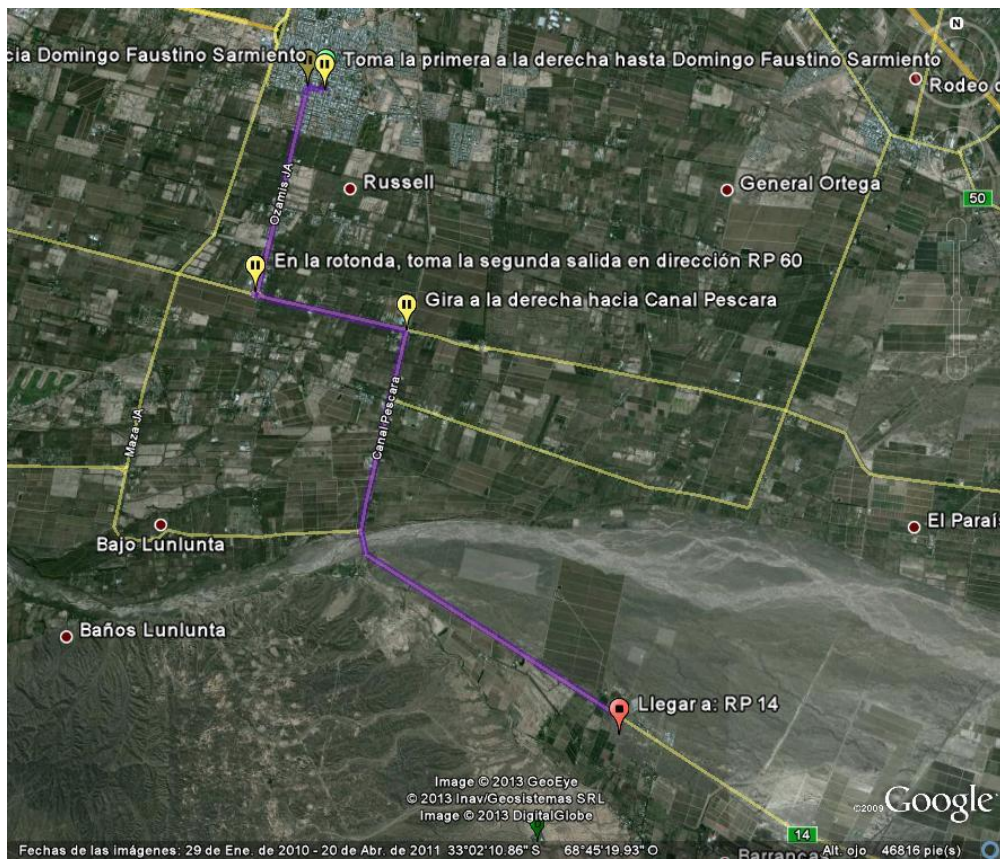


Figura 28: Ruta desde Maipú (centro) hasta la Planta de Maipú (Distrito de Barrancas)

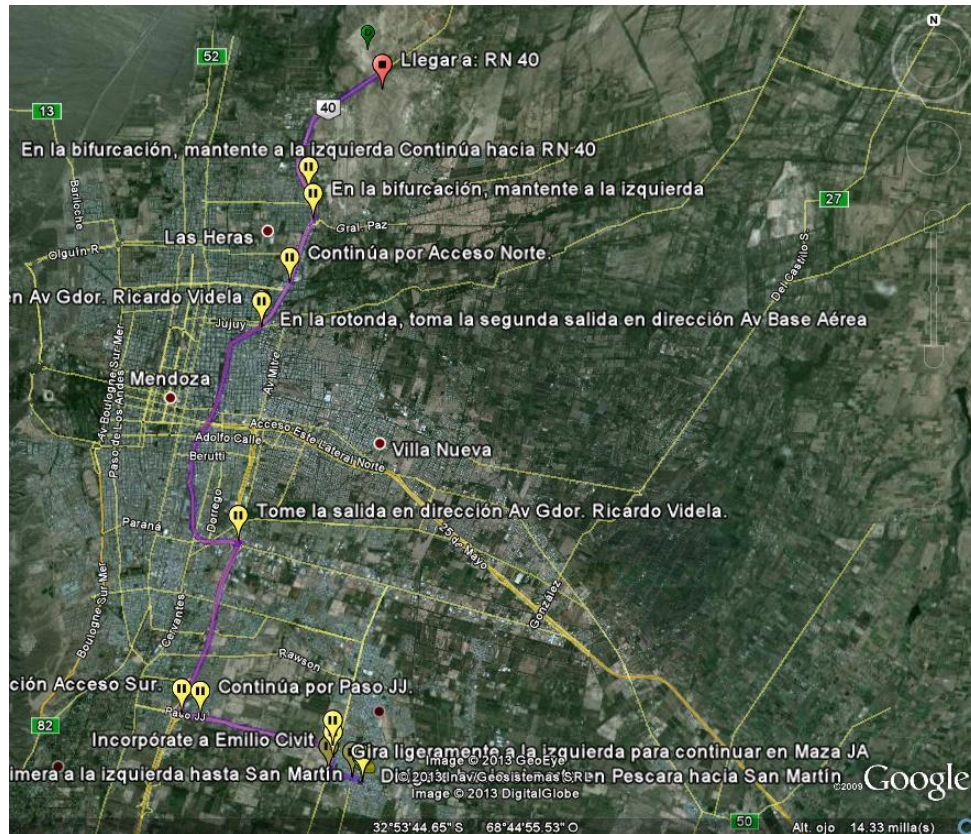


Figura 29: Ruta desde Maipú hasta El Borbollón

3.5 USOS DEL SUELO ACTUALES

Con el objeto de unificar los diferentes criterios de zonificación, por usos del suelo, que cada Municipio adoptó, se procedió a adoptar una clasificación uniforme para el área de estudio.

3.5.1 Área de zonificación

El estudio de zonificación abarca los departamentos de Capital, Guaymallén, Godoy Cruz, Las Heras, Luján de Cuyo, Maipú y Lavelle de la Provincia de Mendoza, teniendo en cuenta la traza urbana y los límites entre los diferentes departamentos y cada zonificación departamental.

3.5.2 Criterios para la zonificación

Los criterios para determinar la zonificación de los elementos de la zona metropolitana de la Provincia de Mendoza, ha sido en relación al uso del suelo y sus actividades.

Es necesario conocer los distintos usos del suelo del área de estudio porque la generación de residuos está vinculada directamente con las distintas actividades del hombre. El conocimiento de los distintos usos del suelo es una herramienta indispensable para la implementación de un sistema de gestión de residuos ya que los

residuos que se generan, desde el punto de vista de su calidad y composición como también de la cantidad, están directamente relacionados con sus actividades.

Además, conocer los usos del suelo permitirá diseñar un sistema de recolección de residuos que tenga en cuenta las diferentes actividades y su problemática particular.

La implementación de planes de separación en origen y de recolección diferenciada, en forma progresiva, deberá tener en cuenta el uso del suelo y el nivel socio económico de la población. La localización de las infraestructuras a construir, también estarán sujetos a los usos permitidos del suelo y su relación con la población.

3.5.3 Determinación de zonas

Por lo descripto en el punto anterior y a los fines de sintetizar las variadas y diferentes clasificaciones de las municipalidades, se ha procedido a determinar las zonas que se describen a continuación:

- **Zona residencial:** Esta zona se define por el destino final de la edificación mayoritaria.
- **Zona residencial mixta:** Aquí la zona tiene un porcentaje de aproximadamente el 70% de ocupación para el destino de habitación y un 30% destinado a comercios de diferentes categorías.
- **Zona comercial:** El porcentaje destinado a las actividades comerciales es de aproximadamente 95%. El 5% restante se ocupa en otras actividades.
- **Zona comercial mixta:** Aquí la zona tiene un porcentaje aproximadamente del 70% de ocupación para el destino comercial y un 30% destinado a viviendas de diferentes categorías.
- **Zona industrial:** Las actividades industriales están unificadas en forma general por cuanto se considera que las mismas deben cumplir las reglamentaciones vigentes en cuanto a los residuos especiales o peligrosos y a su tratamiento especial. Sólo se considera la zona como concentración menor o acotada.
- **Zona de espacios verdes y recreación:** Se han unificado las zonas de recreación, las zonas de espacios verdes, las zonas de protección ambiental, las zonas con valor histórico, las zonas destinadas a cementerios y toda otra que resulta con el fin de mantener la superficie indivisible y libre de ocupaciones edilicias.
- **Zona agropecuaria:** Esta zona es la destinada a las actividades agrícola ganaderas y cultivos en general, en estado de uso o abandono.
- **Zona de espacios públicos:** La zona se define por aquellas actividades especiales de uso público, tales como universidades, centros cívicos y otros, que demarcan

una concentración de personas en determinados horarios y que por su destino no pueden ser consideradas como residenciales o como comerciales.

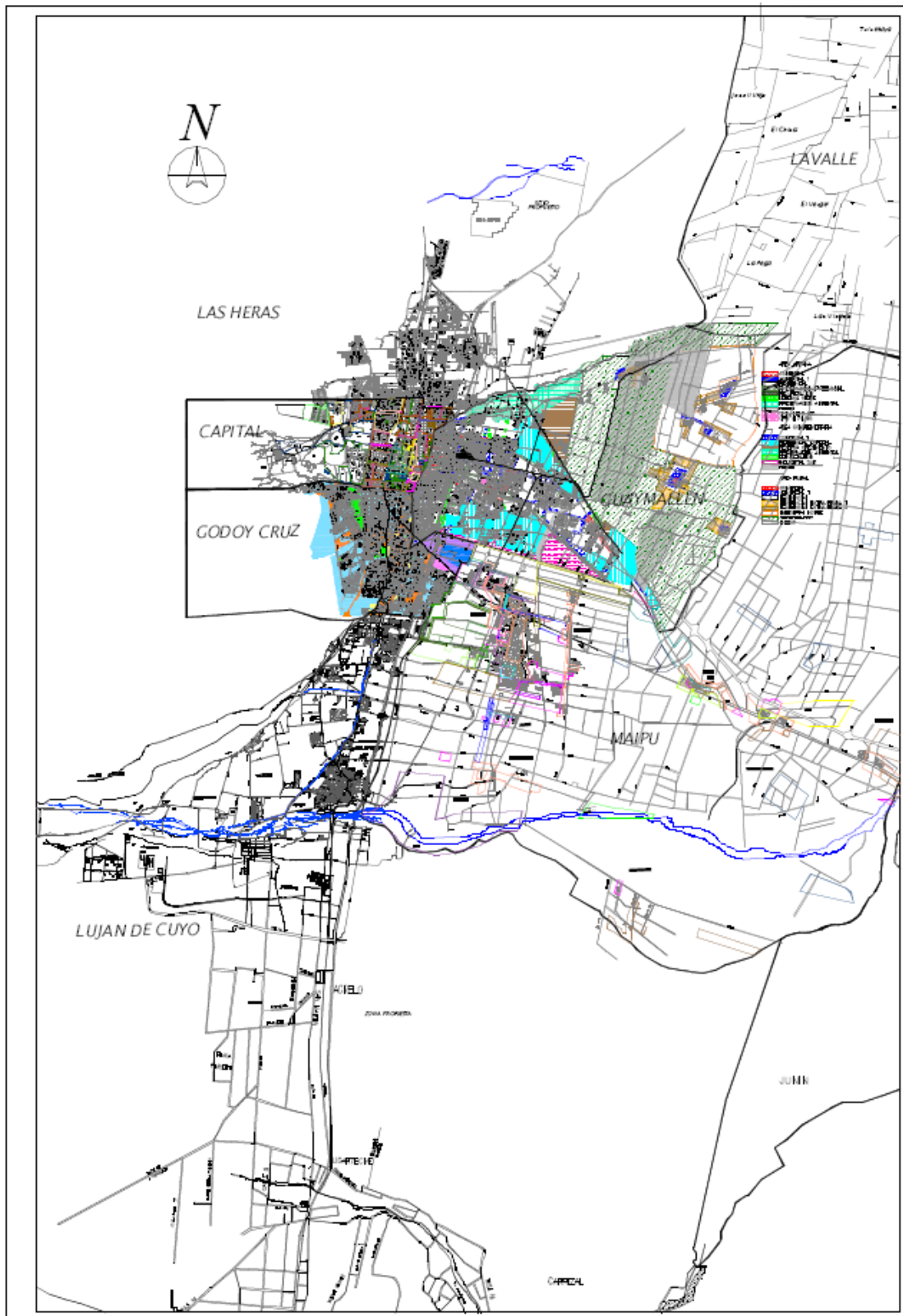


Figura 30: Plano Usos del Suelo Zona Metropolitana

3.5.4 Usos del suelo en la Zona de Proyecto

El sitio preseleccionado para la implantación de las obras a construirse, se ubica en el Departamento de Las Heras, Distrito El Borbollón, de la Provincia de Mendoza.

El terreno previsto para la de implantación de las obras, es una fracción de un predio mayor de propiedad fiscal, integrado por fracciones de propiedad provincial y fracciones de propiedad de la Municipalidad de Las Heras, con uso del suelo establecido por Ordenanza Municipal N° 104/88, como INDUSTRIAL NO NOCIVA y NOCIVA. Justamente sobre la fracción prevista para la construcción de las obras, pasa la línea límite entre dos zonas industriales: “industrial no nociva” para el sector sur del predio e “industrial nociva” para el sector norte.

En este predio actualmente se encuentran operando: 1) La Planta de Tratamiento de Efluentes Cloacales del Gran Mendoza denominada “Establecimiento Depurador Campo Espejo”, el cual opera desde el año 1976 ; 2) El Vertedero Controlado de disposición de RSU de la Municipalidad de Las Heras, el cual opera desde 2001 (anteriormente en el sitio se ubicaba un basural a cielo abierto donde el Municipio de Las Heras disponía sus residuos); 3) Celda de Seguridad de disposición final de residuos patogénicos tratados, provenientes del auto clavado de la Planta de Tratamiento de Residuos Patogénicos y Farmacéuticos de la Provincia de Mendoza, ubicada a aproximadamente 4 km de este emplazamiento, la cual opera desde 2011.

Por todo esto, el sector para la implantación de las obras de tratamiento y disposición final de RSU, que se proyectarán en el presente documento ya tiene un uso claramente industrial nocivo y no nocivo, como lo establece la correspondiente ordenanza municipal; por lo cual los futuros planes de desarrollo urbano, no pueden contemplarlo para otro uso que el que ya se viene desarrollando desde finales de los 70’.

En la **Figura 31** se agrega esquema de localización del predio y sus colindancias.



Figura 31: Ubicación terreno y detalles de colindancia

3.5.5 Restricciones al Uso del Suelo

Con respecto a las restricciones de los usos del suelo, se puede mencionar la presencia del Aeropuerto Internacional El Plumerillo. Este Aeropuerto se encuentra a 8 km de la Ciudad de Mendoza, en el Departamento de Las Heras, hacia el norte de la ciudad, localizado a 32° 49' 54" S y 68° 47' 34" O. Es uno de los más importantes que posee la Argentina, ya que sirve a la región de Cuyo y a países limítrofes. Sus características son las siguientes:

- Categoría de Referencia OACI: 4E
- Categoría de Sanidad: 3
- Horario de Operación: 24 hs- Aeropuerto Internacional
- Pista: 18/36 2.835 m x 54 m. Hormigón
- Superficie: 490 hectáreas
- Aeroestación: 10.600 m².
- Tipo de pista: vuelo por instrumentos.
Cabecera 36 – Sur: Para aproximaciones de precisión.

Cabecera 18 – Norte: Para aproximaciones que no sean de precisión.

Pistas con ayuda radioeléctrica para aeronavegación, aproximación y aterrizaje.

- Opera como aeropuerto de cabotaje e internacional en el transporte aéreo regular, no regular, en aviación general, en la actividad de escuela y trabajo aéreo.
- Registra una actividad de 35 movimientos diarios (un aterrizaje o despegue se considera movimiento).
- El 80% de los movimientos se realiza por Cabecera 36 (Sur), y el 20% restante por Cabecera 18 (Norte).

3.5.5.1 Normas de seguridad aeroportuarias y riesgo aviario

En este punto es importante evaluar la interacción posible entre las actividades del Aeropuerto y la infraestructura a implantar, debido a la posibilidad de riesgo aviario, entendiendo el mismo, como la presencia de aves en las cercanías del sector de operaciones del aeropuerto, que por sus características (tamaño o bandadas), puedan desencadenar accidentes aéreos.

A los efectos de esclarecer este punto, se tratarán dos aspectos. Uno es la posibilidad de atracción de aves que pudiera provocar la infraestructura a construir, y el otro es la localización relativa del emprendimiento con relación a las áreas de restricción establecidas por la normativa aeroportuaria.

En primer lugar comenzaremos diciendo que actualmente en el entorno del sitio de implantación del nuevo proyecto, se ubican las piletas de tratamiento de efluentes cloacales de Campo Espejo y el Vertedero Controlado de disposición de residuos sólidos urbanos de la Municipalidad de Las Heras; siendo estas dos actividades, potenciales atractores de aves. Esto implica, que el sitio ya se encuentra fuertemente impactado en lo que se refiere al “riesgo aviario”. La nueva infraestructura (Centro Ambiental El Borbollón), reemplazará al actual Vertedero de residuos de Las Heras, mejorando la gestión actual.

Actualmente, el vertido de RSU en el sitio, se realiza en condiciones semi controladas, es decir que no se cumple con todos los requerimientos de un relleno sanitario, en tanto las nuevas instalaciones cumplirán con todas las normativas nacionales e internacionales referidas a disposición final de residuos, ya que la técnica utilizada será la de relleno sanitario. Esto, operativamente implica la compactación y tapada diaria de residuos, lo que en sí evita la concurrencia de aves en busca de alimento, siendo ésta una de las diferencias fundamentales entre un relleno sanitario y un basural a cielo abierto, donde los residuos quedan totalmente expuestos.

Además, y en cumplimiento de los estándares internacionales que se establecerán para la operación de este sitio, se implementarán medidas de control de operaciones para el resguardo de la higiene y seguridad del sitio, que contribuirán a ahuyentar la presencia de aves.

Por otra parte, es importante destacar que la implementación de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos, implicará que una vez que se encuentre operativa la infraestructura destinada a la disposición final controlada de residuos, se procederá a la aplicación de un *Plan Regional de Remediación de basurales a cielo abierto*, eliminando de este modo las amenazas que actualmente existen en las inmediaciones del Aeropuerto El Plumerillo.

A los efectos de determinar la posición del emprendimiento con relación al aeropuerto, y sus zonas de restricción, se presenta una revisión de la normativa aeroportuaria. Esta información fue aportada por la Dirección de Desarrollo Territorial¹, en base a documentación presentada por el Comité de Seguridad Aviario dependiente de la Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC). En la **Figura 32**, se puede observar la localización del futuro Centro Ambiental, con relación a las zonas de seguridad del Aeropuerto. Se definen las zonas del siguiente modo:

El **Área de Aplicación** del Aeropuerto, comprende el Aeropuerto propiamente dicho y su entorno. Es el área adoptada para el relevamiento, identificación, evaluación y manejo de los factores de riesgo y gestión de la seguridad operacional, la preservación y armonización de los ámbitos concurrentes. Se divide en tres zonas diferenciadas y concéntricas con relación al centro geométrico de la pista. Estas son: Zona Interna, Entorno Inmediato y Entorno Distante.

- **Zona Interna:** Es el predio aeroportuario, denominada área de evaluación y ejecución. Los factores de peligro y las situaciones de riesgo en esta zona tienen carácter crítico, condicionando seriamente la seguridad aérea, por cuanto pueden producir efectos extremos inmediatos. Sus límites físicos no afectan la continuidad de los espacios aéreos y preservan esta área del ingreso de fauna terrestre y personas no autorizadas.
Las previsiones, medidas y acciones de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de esta zona son ejecutadas por sus responsables (concesionario, propietario, titular, etc.) de modo directo, y fiscalizadas por la Autoridad Aeronáutica del Aeropuerto.
- **Entorno Inmediato:** Es el sector inmediato a la Zona Interna, la contiene y la continúa, se define como área de evaluación y gestión. Su borde interior es el perímetro aeroportuario y su borde exterior sería de 4 km de radio, tomado desde el centro geométrico de la pista.
Todo aspecto adverso que suceda en este sector es crítico y se agrava con su cercanía a la pista, condiciona seriamente la seguridad aérea, y puede producir efectos inmediatos. Esto se debe a que la altura sobre el terreno durante las operaciones de despegue y aterrizaje es menor, siendo proporcionalmente menores el tiempo y espacio disponibles para corregir los efectos de incidentes

¹ Informe aportado por la Arq. Miriam Cumaodo, Agencia Provincial de Ordenamiento, en función de documento presentado por Sr. Hugo Irusta, Ex – Jefe del Área Aeródromo, Aeropuerto de Mendoza, ante la Ex - DOADU.

(aves, obstáculos, ocurrencias meteorológicas, operacionales, tecnológicas, etc.).

En esa misma proporción son mayores las restricciones y el carácter crítico del uso y ocupación del entorno de los aeródromos, y en la medida que las trayectorias de las aeronaves y el sistema de superficies limitadoras de obstáculos (base del espacio operacional aéreo del aeródromo y/o de los procedimientos), convergen hacia la pista, restringiendo progresivamente la proyección vertical y el uso del suelo adyacente (limitaciones al dominio, planificación).

La prevención del riesgo, adecuación y compatibilización de esta zona se lleva a cabo, gestionando ante los responsables que corresponda, la corrección de las causas o factores de riesgo que se constaten.

- **Entorno Distante:** Es la parte externa del entorno Aeroportuario, y se designa como área de Estudio, Relevamiento y Gestión. Su perímetro circunscribe el ámbito de aplicación de toda medida, proceso o gestión que se adopte con relación a la seguridad, regularidad y eficiencia del sistema aeroportuario, su sustentabilidad y desarrollo. Se extiende más allá del entorno inmediato, con perímetro irregular aproximado a los 20 km, tomados desde el centro de la pista, y comprende existencias relativamente alejadas, cuyas características, contenidos y dinámica, aporten factores que prefiguren y caractericen aspectos de la problemática aeroportuaria (peligro aviario, crecimiento urbano, industrias, residuos, etc.).

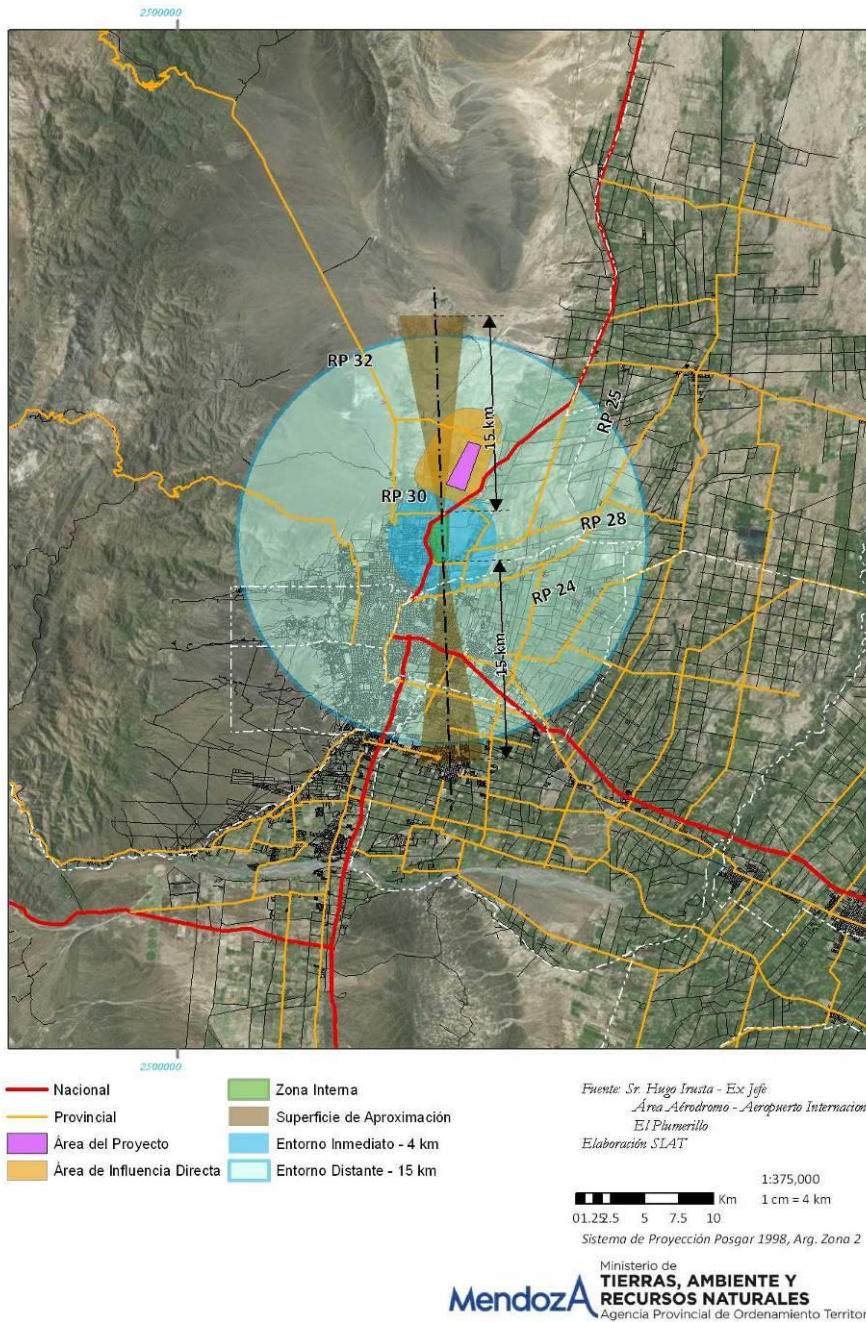


Figura 32: Áreas de Aplicación del Aeropuerto El Plumerillo

Del análisis de la gráfica realizada surge que el terreno donde se ubicará el Centro Ambiental, se encuentra dentro del denominado Entorno Distante, lo cual se entiende no implicaría riesgos de carácter crítico, quedando a su vez fuera del cono de superficie de aproximación de aeronaves.

3.6 PLANIFICACIÓN URBANA

Con respecto a la planificación de ordenamiento territorial de la Zona Metropolitana de Mendoza, a futuro, es importante informar que en mayo de 2009, se promulgó la Ley Provincial de Usos del Suelo N° 8051, la cual tiene por objeto *“establecer el Ordenamiento Territorial como procedimiento político-administrativo del Estado en todo el territorio provincial, entendido éste como Política de Estado para el Gobierno Provincial y el de los municipios. Es de carácter preventivo y prospectivo a corto, mediano y largo plazo, utilizando a la planificación como instrumento básico para conciliar el proceso de desarrollo económico, social y ambiental como formas equilibradas y eficientes de ocupación territorial”* (Artículo 1º).

Una vez aprobada la Leyº 8051 sobre Ordenamiento Territorial y Usos del suelo en el año 2009 se inicia la elaboración del Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de Mendoza (PED) (art. N°9). Durante dos años en el Consejo de Estado creado al efecto, se debatieron aquellos temas que preocupan a la sociedad, lo que permitió establecer una visión estratégica para la Provincia de Mendoza.

El paso siguiente fue proceder, por parte de la autoridad de aplicación provincial, actualmente la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Mendoza (2011), a la conformación del Consejo Provincial de Ordenamiento Territorial (CPOT) órgano consultor y asesor compuesto por el ejecutivo provincial, municipios, universidades, organismos de ciencia y técnica y organizaciones de la sociedad civil, y finalmente la Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial (APOT), en 2013.

Con el objetivo de fortalecer el Estado a través de la propuesta de metodologías y tecnologías blandas que permitan la implementación de estrategias de Ordenamiento Territorial, el Gobierno de Mendoza suscribió con la Universidad Nacional de Cuyo y el CCT-CONICET Mendoza un proyecto de investigación y desarrollo titulado “Ordenamiento Territorial para un Desarrollo Sustentable” que adopta un enfoque de sistemas complejos adaptativos, el que fue financiado por el Gobierno de la Provincia de Mendoza y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica (ANPCyT), PID 08/09.

Este trabajo se realizó con alta participación social durante los años que comprendió dicho proceso, a través de foros, talleres departamentales, regionales, reuniones sectoriales, etc.

El esquema de funcionamiento de estos organismos colegiados y su interrelación con los municipios se puede observar en el esquema que se agrega en la **Figura 33**.

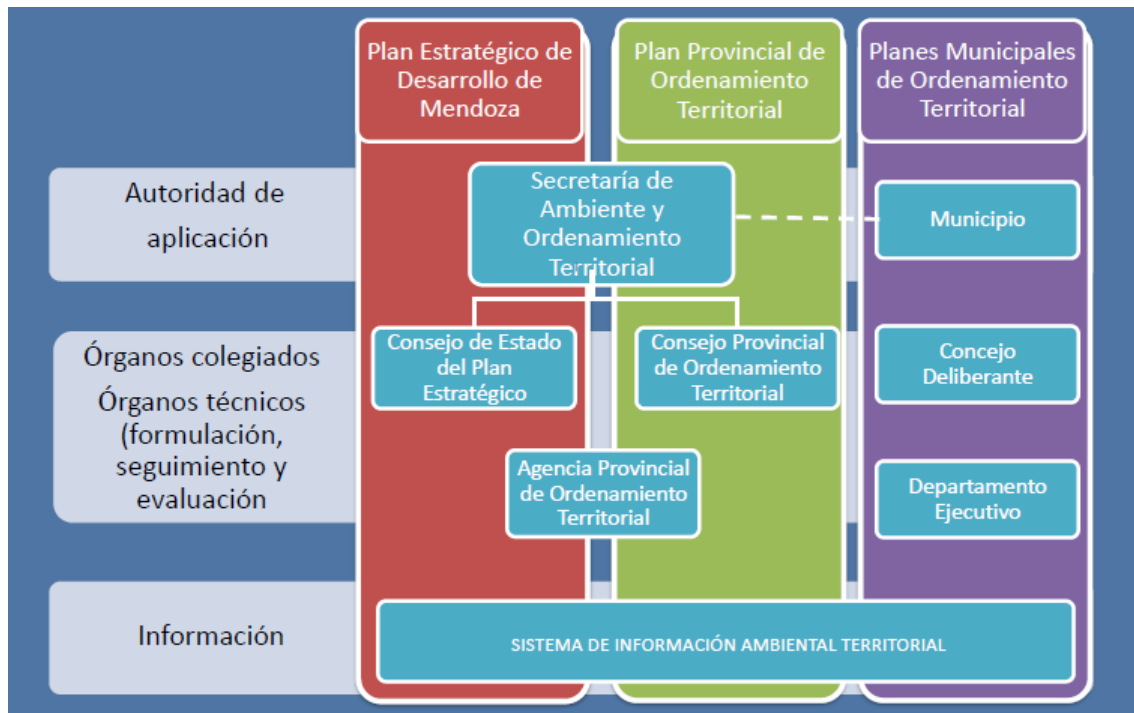


Figura 33: Esquema del proceso de institucionalización de la Ley N°8051

La APOT con el apoyo del equipo consultor conformado, definieron la metodología para la elaboración del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, la que fue aprobada por la VII Sesión Ordinaria Plenaria del Consejo Provincial de Ordenamiento Territorial. Luego se propuso el modelo de Reglamento para la elaboración y aprobación del Plan de Ordenamiento Territorial, el que fue validado en sesión Plenaria del CPOT en marzo de 2014.

3.6.1 Plan de Ordenamiento Territorial Provincial

El Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, el cual fue presentado ante la Legislatura Provincial en abril de 2017, se desarrolló en las siguientes etapas:

- 1) Elaboración del diagnóstico de la situación actual.
- 2) Elaboración de modelos de ordenamiento territorial, planteando distintos escenarios para arribar al Modelo Deseado.
- 3) Redacción del Plan de Ordenamiento territorial propiamente dicho, conteniendo:
 - Lineamientos: programas y proyectos.
 - Criterios: a escala provincial y municipal
 - Instrumentos: normativos, de gestión, ambientales territoriales y económicos.

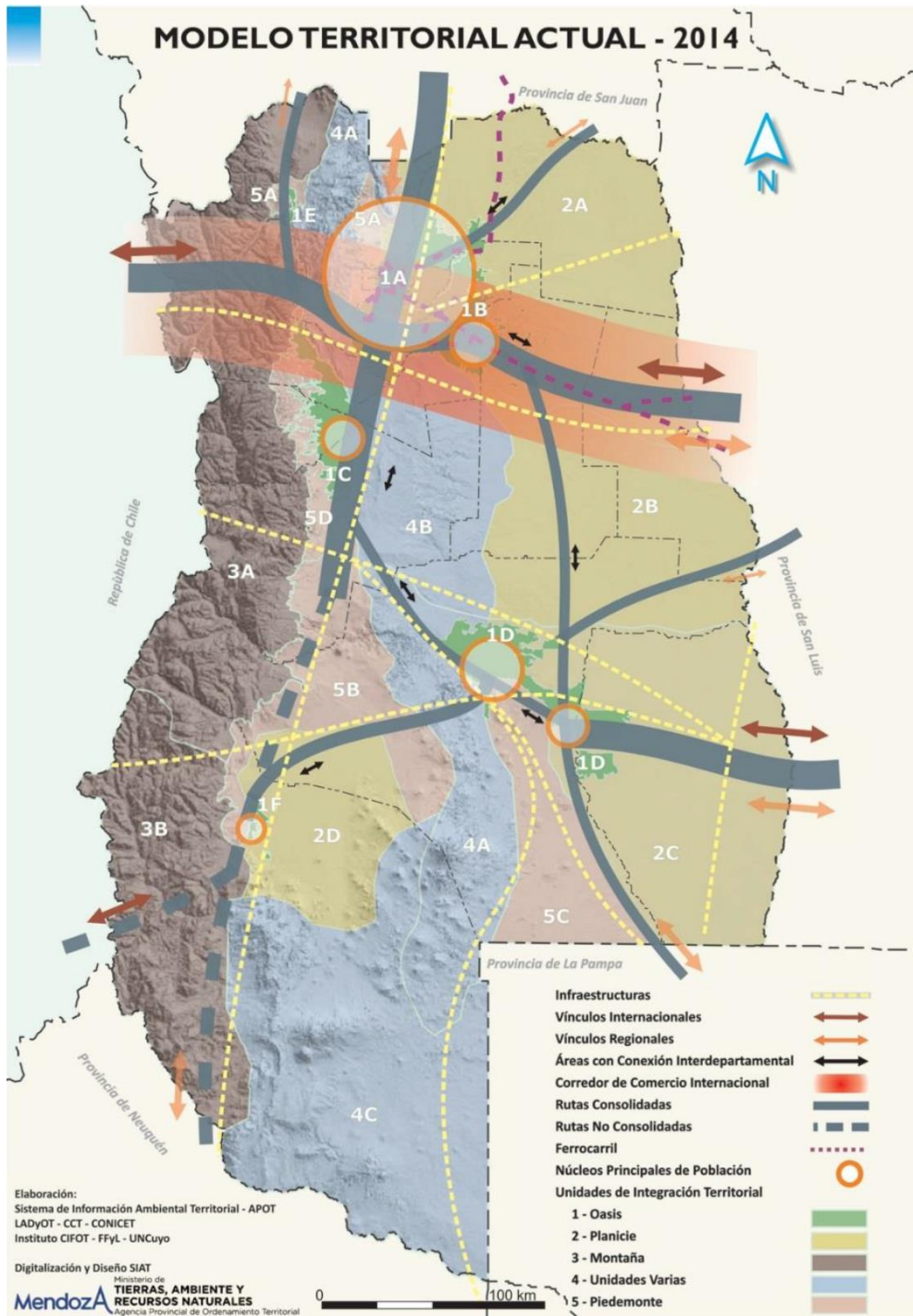


Figura 34: Modelo Territorial Actual

3.6.1.1 Problemas y Objetivos del Plan de Ordenamiento Territorial

- **La inercia en la gestión del territorio**

OBJETIVO 1: Coordinar políticas públicas que aseguren la puesta en marcha de otros planes: municipales, especiales, etc.

- **Los desequilibrios territoriales**

OBJETIVO 2: Promover la integración territorial, mediante nodos estructurantes y polos de desarrollo.

- **La inequidad social**

OBJETIVO 3: Disminuir las inequidades Socio-Territoriales.

- **Deterioro de las condiciones ambientales**

OBJETIVO 4: Mitigar el deterioro y prevenir riesgos, mediante la conservación de la biodiversidad, paisaje, patrimonio natural y cultural.

- **Falencias en conectividad, movilidad y accesibilidad**

OBJETIVO 5: Integrar Mendoza al contexto nacional e internacional

- **Dualismo productivo**

OBJETIVO 6: Diversificar la Matriz Productiva y Energética.

- **La gestión no integrada del recurso hídrico**

OBJETIVO 7: Impulsar la gestión integrada del Recurso Hídrico.

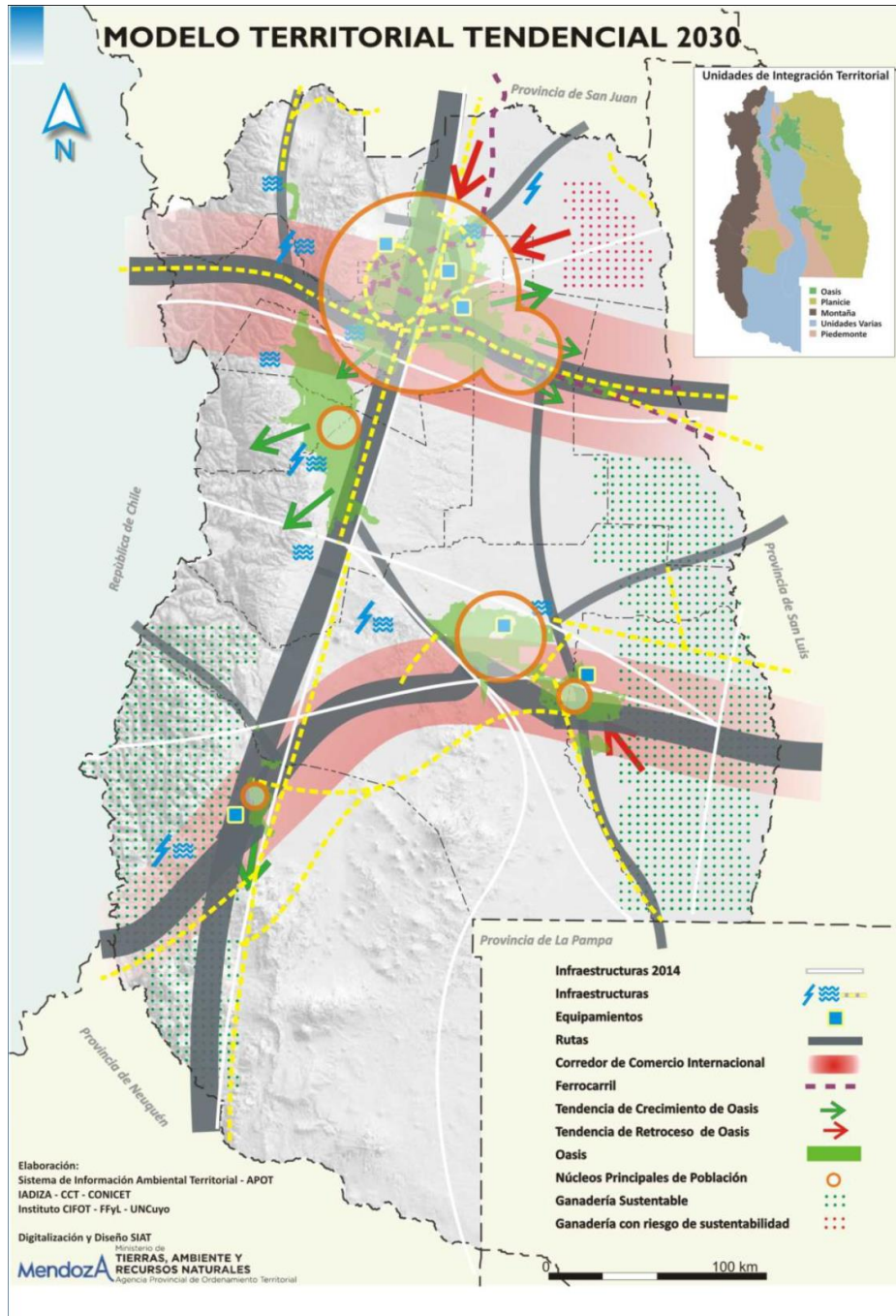


Figura 35: Modelo Territorial Tendencial 2030

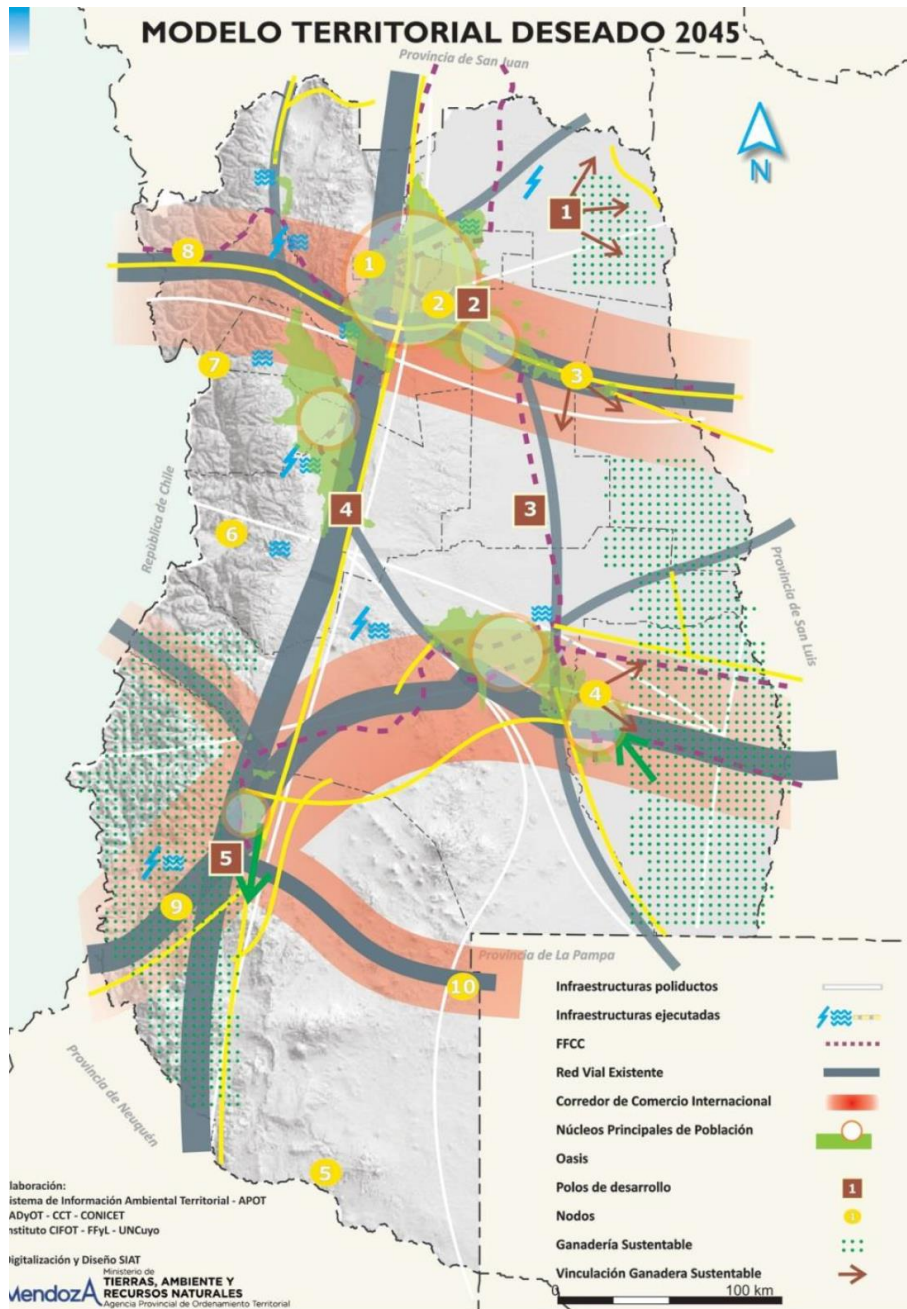


Figura 36: Modelo Territorial Deseado 2045

3.7 ZONAS DE RESERVA

3.7.1 Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza

En el mapa que se agrega se puede visualizar la localización de las Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Mendoza, observándose en color gris, los Departamentos que integran la Zona Metropolitana.

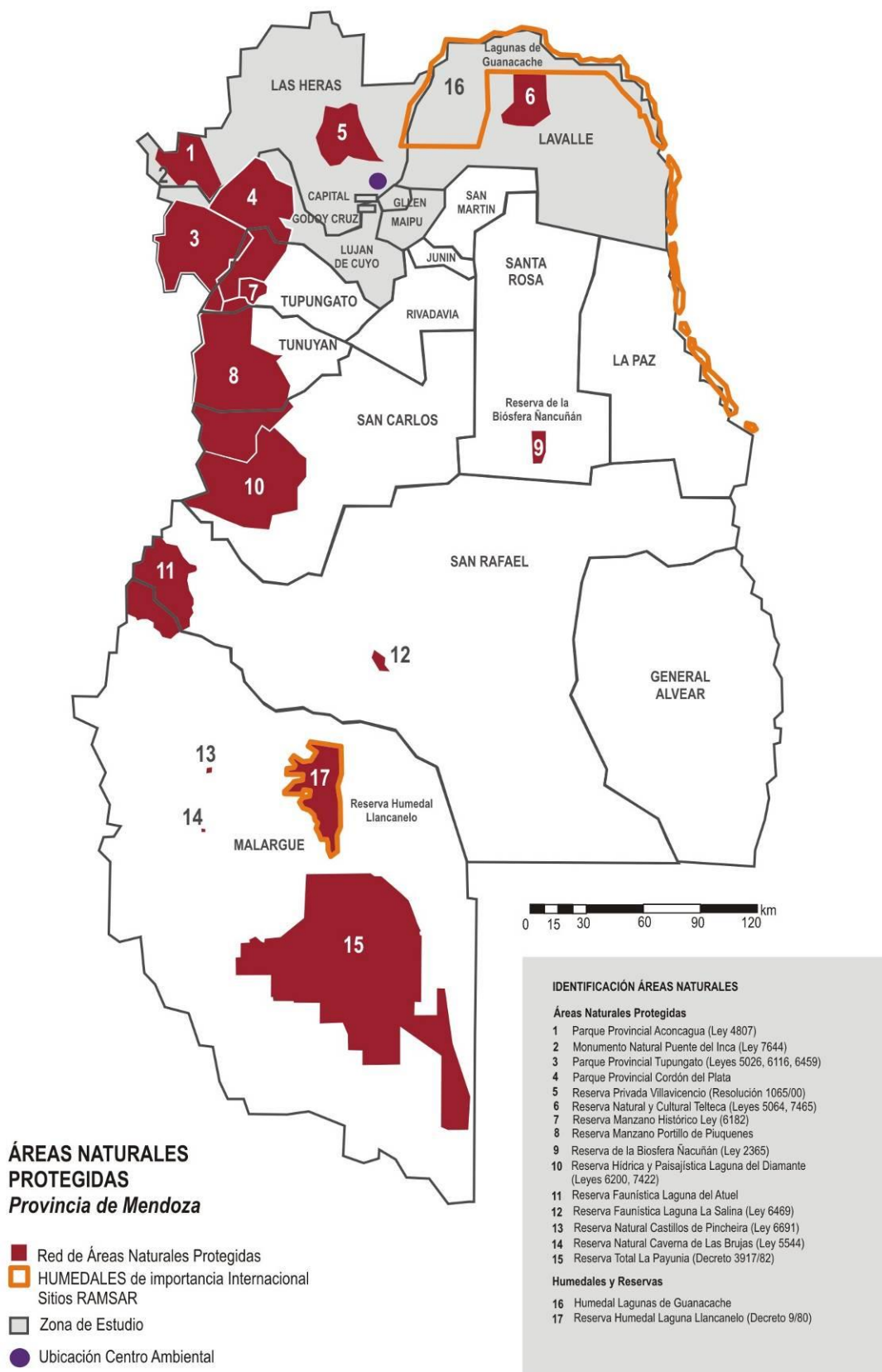


Figura 37: Red de Áreas Naturales Protegidas – Pcia. de Mendoza

Las Áreas Naturales Protegidas ubicadas dentro de los Departamentos que componen la Zona Metropolitana son las siguientes:

3.7.1.1 Parque Provincial Aconcagua (Ley Nº 4807) – (1)



Está ANP se ubica en el Departamento de Las Heras, y protege el sector donde los Andes Centrales alcanzan su máxima altura con el Cerro Aconcagua (6.959 metros). El parque se encuentra en el Cordillera Principal o del Límite. La zona se destaca por sus glaciares como reservorios de agua dulce, las vegas alto andinas como islas de biodiversidad y por sus restos arqueológicos.

El parque está comprendido dentro de la eco región alto andina. Al tratarse de un área de clima riguroso, la biodiversidad es baja. Las comunidades vegetales que predominan son los pastizales abiertos de altura de huecú y coirones, con áreas limitadas de matorrales arbustivos bajos, como la leña amarilla, la yareta y el cuerno de cabra. En sitios donde se concentra el agua que escurre por las laderas hay suelos hidromórficos que forman vegas, que son aglomeraciones de plantas hidrófilas que concentran más del 90% de la biodiversidad de los Altos Andes. Esta vegetación soporta largos períodos de congelamiento del suelo.

3.7.1.2 Monumento Natural Puente del Inca (Ley Nº 7644) – (2):



Está ANP se ubica en el Departamento de Las Heras. Puente del Inca es un monumento natural situado en la villa homónima, a 193 kilómetros de la Ciudad de Mendoza y a una altitud de 2.719 msnm. Se trata de un puente en arco sobre el Río Cuevas, afluente del Río Mendoza. Tiene un alto valor paisajístico e histórico.

Los trabajos de observaciones y mediciones realizadas a la fecha indican que en la elaboración de puente participaron tanto componentes minerales como biológicos: numerosas colonias de algas verdes, rojas y azules, macro y microscópicas, y aguas termales de elevada salinidad.

3.7.1.3 Reserva Privada Villavicencio (Resolución N° 1068/00) – (4):



Está ANP se ubica en el Departamento de Las Heras, y comprende ecosistemas sin protección dentro de la Red de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia, como son la puna y el cardonal. El área presenta una interesante diversidad floro-faunística a pesar de hallarse en una región con rigurosas condiciones ambientales.

Las aguas surgentes de la región presentan una alta calidad físico-química, ya que se trata de fuentes termo minerales sin ningún tipo de contaminación patógena.

Existe en el área un importante acervo patrimonial ligado a sitios arqueológicos y antecedentes históricos. En el primer caso se han localizado nueve puntos donde se asentaron primitivos pobladores de diferentes períodos de ocupación. Además de estos sitios, se ha localizado un conjunto de petroglifos en la Quebrada del Manzano, cerca de Canota.

La reserva fue creada en el 2000 e incorporada a la Red Provincial de Áreas Naturales Protegidas a pesar de ser de propiedad privada, ya que fue creada por resolución en cumplimiento de un decreto del Gobierno Provincial. Su plan de manejo fue realizado por el Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas (IADIZA) aprobado por la Dirección de Recursos Naturales Renovables de la Provincia. Constituye el primer caso de un área natural protegida ubicada en terrenos privados, cuyos propietarios manejan los recursos naturales sometidos al control del Estado.

3.7.1.4 Reserva Natural Divisadero Largo (Ley N° 4902) – (5):



Esta ANP se ubica en el Departamento de Capital. Su nombre hace referencia al Cerro Divisadero Largo, un punto panorámico que para los indígenas quizás haya constituido un sitio de avistaje de animales, como guanacos y choiques, a los cuales les daban cacería.

La reserva posee diversos valores ambientales, como la presencia de una falla geológica y las evidencias de su desplazamiento, que han conformado el afloramiento de diferentes niveles de rocas de origen sedimentario que representan un intervalo de tiempo mayor de 200 millones de años; el hallazgo de numerosos y variados fósiles en estas rocas, el estudio de procesos de erosión, escurrimiento y sedimentación, por hallarse en una zona de fuerte incidencia de estos factores de modelado terrestre; la presencia de una alta biodiversidad en flora y fauna, por hallarse enclavada dentro de un eco tono y zona de transición entre dos eco regiones: el monte y el cardonal; el hallazgo de sitios arqueológicos ocupados por los primitivos habitantes de Mendoza en

distintos períodos de tiempo, que van desde hace 8.000 años hasta los tiempos precolombinos; la existencia de restos de una antigua explotación minera que está íntimamente ligada a la historia y al progreso de la ciudad de Mendoza.

3.7.1.5 Reserva Natural y Cultural Telteca (Ley Nº 5064 y Nº 7465) – (6):



Esta ANP se ubica en el Departamento de Lavalle y protege uno de los bosques nativos más importantes que aún quedan en la Provincia. Se ubica en la planicie nororiental de Mendoza, denominada Travesía de Guanacache. El clima es desértico, con amplias variaciones de la temperatura que se traducen en veranos muy cálidos e inviernos fríos. Las temperaturas varían entre 48°C en verano y los -10°C en invierno. La región posee una gran diversidad biológica, a pesar de estar ubicada en la zona más árida de Mendoza, la cual recibe por año, en promedio, 150 milímetros de lluvias.

El nombre de la reserva deriva de la lengua huarpe *chrein* o *teñc* (maduro) y *chreca* o *teca* (fruto o semilla), interpretado como “fruto maduro”. Éste posiblemente es el algarrobo, que constituía un alimento base de los primitivos habitantes.

Desde el punto de vista biológico, la reserva está situada en la Ecorregión del Monte, con influencia de especies chaqueñas, entre las que se destaca el algarrobo dulce, un árbol que forma bosques abiertos de ejemplares dispersos. La existencia de esta especie depende del agua subterránea, que en la zona se encuentra a una profundidad aproximada de 10 metros (primer nivel freático), por lo que domina en los sitios bajos o en médanos de escasa altura. Por eso se lo llama “bosque freatófito”.

Su fauna está representada por una gran diversidad de especies herbívoras como la mara, la vizcacha, el cuis y los ratones de campo, entre otras. Entre los predadores aparecen zorros grises, hurones, gatos monteses, zorrinos y pumas. En la zona nidifican más de 40 especies de aves y en los médanos se encuentra una importante diversidad de reptiles.

Los pobladores actuales, descendientes de los Huarpes, utilizan este ambiente aprovechando la leña, las plantas forrajeras y el junquillo. Se abastecen de agua a través de jagüeles (precarios pozos cavados en la arena) de donde extraen agua, cuya calidad no es la óptima.

Existen en la Zona Metropolitana también, Áreas Naturales Protegidas proyectadas que son:

- **El Parque Provincial Polvaredas**
- **La Reserva Hídrica y Paisajística Cordón del Plata**

3.8 ANÁLISIS DE IMPLICANCIAS PARA LA GIRSU

De los aspectos evaluados en el territorio de implantación del proyecto surge que el área de intervención para el desarrollo de una Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos es una región metropolitana, con una población que supera el millón de habitantes, concentrados en el Oasis Norte de la Provincia de Mendoza. Esta región cuenta con altos niveles de alfabetización, concentración de servicios financieros, administrativos, comerciales e industriales y amplia oferta de transporte.

Por todo esto, las cantidades de residuos que se generan en el área son considerables, calculando un valor actual de alrededor de 1.400 Tn/día. Estos residuos están siendo dispuestos en forma incontrolada (basurales a cielo abierto), en cantidades mayores al 50% de lo generado.

En función de esta necesidad es que se desarrolla este proyecto, identificando un sitio para la construcción de las infraestructuras a proyectar, que cumpla con los requisitos de localización establecidos para este tipo de obras, concluyéndose lo siguiente:

No existen barreras identificadas en el sector preseleccionado que puedan obstaculizar el normal funcionamiento de las obras a construir, ya que:

- La accesibilidad es buena, a través de vías de comunicación rápida, como avenidas y rutas, como así también la posibilidad de utilizar rutas alternativas, desde los distintos centros urbanos.
- Desde el punto de vista de los usos del suelo, el sitio preseleccionado para la implantación de las obras, tiene una regulación municipal de usos del suelo (zona industrial nociva y no nociva), que resulta compatible con el emprendimiento a desarrollar.
- Existe una restricción de uso por la localización cercana del Aeropuerto El Plumerillo. Pero del análisis de la situación específica surge que la construcción de la nueva infraestructura viene a mejorar la situación en el lugar, donde actualmente opera un vertedero semi controlado de residuos. Por otra parte, el emprendimiento se ubicaría en el denominado “entorno distante” definido por la legislación aeroportuaria; por lo cual, desarrollando tareas específicas en la operación del sitio, para el control de atracción de aves, se concluye que el emprendimiento no generará factores de riesgo para el Aeropuerto.
- No existen en el sitio ninguna interferencia con las Áreas Naturales Protegidas de la Provincia.

4. MEDIO AMBIENTE FÍSICO Y BIOLÓGICO

4.1 CLIMA Y METEOROLOGÍA

4.1.1 Tipo de clima

El término ambiente abarca por un lado, el equilibrio de los recursos naturales identificados e identificables, existentes en cantidades finitas en la tierra; y del otro lado, la calidad del medio; estas cualidades constituyen elementos importantes del nivel de vida y condiciona a la disponibilidad y calidad de los recursos renovables.

De la enorme variedad de definiciones propuestas para el ambiente, se elige la que propone el Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente, que habla del hábitat total del hombre. Esta definición ecológica del ambiente humano aunque puede ser demasiado abarcativa, evidencia la necesidad de descripción y conocimiento de todos los componentes ambientales de modo de estudiar el efecto del presente proyecto sobre las mismas. Entre los componentes ambientales, se hace indispensable la descripción de las variables meteorológicas a fin de describir y clasificar el clima en el sitio de emplazamiento del proyecto, e identificar posibles impactos que puedan devenir del mismo, y las correspondientes acciones que deberán preverse para mitigarlos.

Para poder llegar a datos más precisos, y debido a la falta de información en algunos casos, se trabajó con los datos provenientes de distintas Estaciones Meteorológicas de la región, las cuales se listan a continuación:

Estación Meteorológica Aeropuerto (SMN): Esta estación dependiente del Servicio Meteorológico Nacional, está ubicada en el Aeropuerto Internacional El Plumerillo, del Departamento de Las Heras, Mendoza. Sus coordenadas son: 32° 50'S; 68° 47'O y altitud 704 msnm. Esta estación, presenta una importante información de largo período, disponiendo de datos diarios de las diferentes variables para el período comprendido entre los años 1956 y 2008. Los parámetros relevados por este organismo son: temperatura (media, máxima y mínima diaria); humedad relativa, velocidad y dirección del viento (media y máxima); precipitación y heliofanía.

Estación Meteorológica Mendoza Observatorio (Programa Regional de Meteorología IANIGLA-CONICET): La estación meteorológica denominada Mendoza Observatorio, está ubicada en el Parque General San Martín de la Ciudad de Mendoza y sus coordenadas de ubicación son: 32° 53'S; 68° 50' O y altitud 827 msnm. Esta estación presenta información desde el año 2000 a 2013, siendo los parámetros relevados: temperatura (media, máxima y mínima) y precipitaciones.

Estación Experimental Mendoza – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA): Esta estación meteorológica está ubicada en el Departamento de Luján de Cuyo, Mendoza. Sus coordenadas son: 33° 00'S; 68° 51'O, y una altitud de 925 msnm. Presenta información desde el año 2007 a 2013, siendo los parámetros relevados:

temperatura (media, mínima y máxima), Humedad relativa, humectación, precipitación, radiación (promedio y máxima), viento evapotranspiración y punto de rocío.

Se agrega mapa de localización de las tres Estaciones Meteorológicas utilizadas, donde se pone de manifiesto su ubicación relativa con respecto al sitio de implantación del proyecto.



Figura 38: Localización de Estaciones Meteorológicas

A continuación, se resumen estadísticas de los diferentes parámetros meteorológicos, que permiten una caracterización general del clima de la región, donde se localizará el

proyecto, y se analizan con mayor profundidad aquellos que tienen repercusión directa sobre la formación de escorrentías.

4.1.1.1 Temperatura

El estudio de la temperatura es importante por sus efectos directos e indirectos en los análisis del balance hidrológico, como así también a través de diferentes índices de clasificación del clima. Se estudia por tanto, la temperatura media mensual, media máxima y mínima; temperatura del mes más cálido y del mes más frío – de utilidad para algunos criterios de clasificación – máximas y mínimas extremas, número de días con heladas y período libre de heladas.

- **Temperatura media**

La temperatura media mensual varía desde 8,2°C a 25,2°C, en la Estación de Meteorológica del Aeropuerto El Plumerillo, que es la más cercana al predio de proyecto. Se puede observar entonces, que se da una apreciable gama de condiciones térmicas, pero siempre dentro de los valores típicos de climas templados. Los datos de temperatura media mensual se pueden observar en la **Tabla 11** y **Figura 39**, para las estaciones en estudio en las que se dispone de esta información.

En la marcha de las temperaturas medias se hacen evidentes las pequeñas variaciones entre las estaciones, que obedece por un lado, a los diferentes emplazamientos y por otro a la diferencia de longitud de los períodos de observación. Cabe señalar que realizados los estudios de correlación correspondientes, se verifica un buen coeficiente de correlación entre la información de las estaciones.

La temperatura media del mes más caluroso del año (enero) está en el orden de los 23°C a 26°C. Es decir el verano presenta las características del clima entre templado y cálido.

Observando los datos de las distintas Estaciones Meteorológicas, se puede decir que la región presenta características de verano cálido, ya que la temperatura media del mes más caluroso sobrepasa los 25°, y la temperatura media inferior (mes de julio) varía entre 6°C y 9°C, lo que indica un invierno frío, no llegando a las características de muy frío.

Tabla 11: Temperatura Media Mensual

Tabla 11: Temperatura Media Mensual														
Cº		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	25,2	23,5	21,1	16,6	11,6	9,1	8,2	10,4	13,9	18,4	21,3	24,5	17,0
Aeropuerto	2000-2012	26,5	25,0	22,3	17,1	12,3	9,4	8,8	11,0	14,8	19,6	22,9	25,4	17,9
INTA	2007-2012	23,0	21,6	19,5	14,9	10,2	7,2	6,3	8,5	12,6	16,5	20,1	22,0	15,2

Temperatura Media Mensual

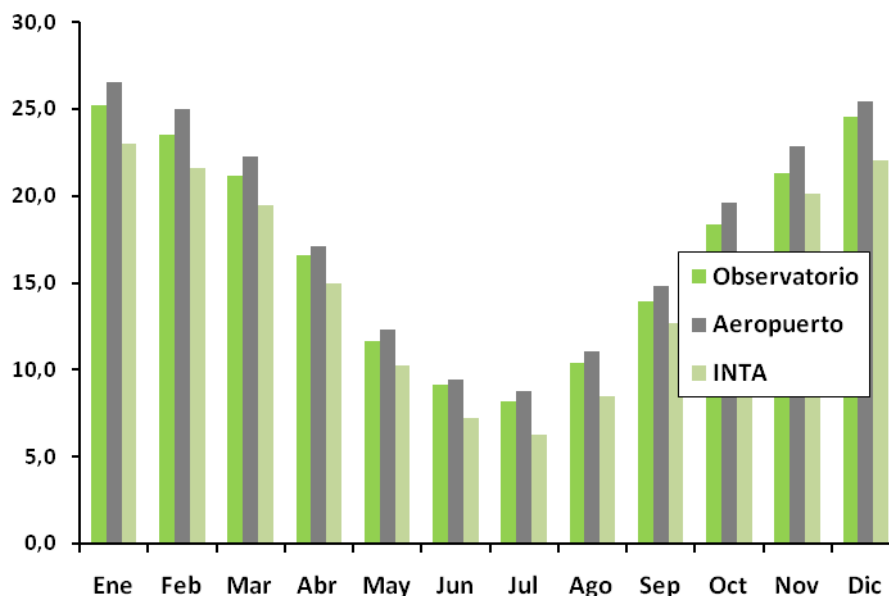


Figura 39: Temperatura Media Mensual

- **Temperaturas máximas extremas**

En cuanto a las más altas temperaturas que se han registrado, estas alcanzan valores de entre 40°C y 44°C. En la **Tabla 12** y la **Figura 40**, se observa la evolución de este parámetro durante el año. Los valores señalados indican que, en verano suelen presentarse días con temperaturas sumamente elevadas, durante las cuales la máxima diaria supera los 40°C. Esto se puede explicar porque a la inversa de las regiones ecuatoriales donde la radiación solar recibida por el suelo es intensa todo el año, pero la duración del día nunca es larga (12 horas), en el verano de las zonas de latitud media, en cambio, la radiación solar es intensa, y al mismo tiempo, los días son largos, lo que provoca un gran calentamiento del suelo y consiguientemente de la atmósfera.

Tabla 12: Temperatura Máxima Absoluta

Tabla 12: Temperatura Máxima Absoluta														
Cº		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	40,2	39,0	35,2	32,3	29,7	30,8	27,5	30,5	34,2	38,5	39,5	43,0	43,0
Aeropuerto	2000-2012	44,0	40,0	37,0	33,0	30,0	30,0	28,0	32,0	35,0	40,0	40,0	43,0	44,0
INTA	2007-2012	36,3	35,0	32,3	29,1	25,8	26,0	26,7	29,1	30,0	35,5	36,3	39,2	39,2

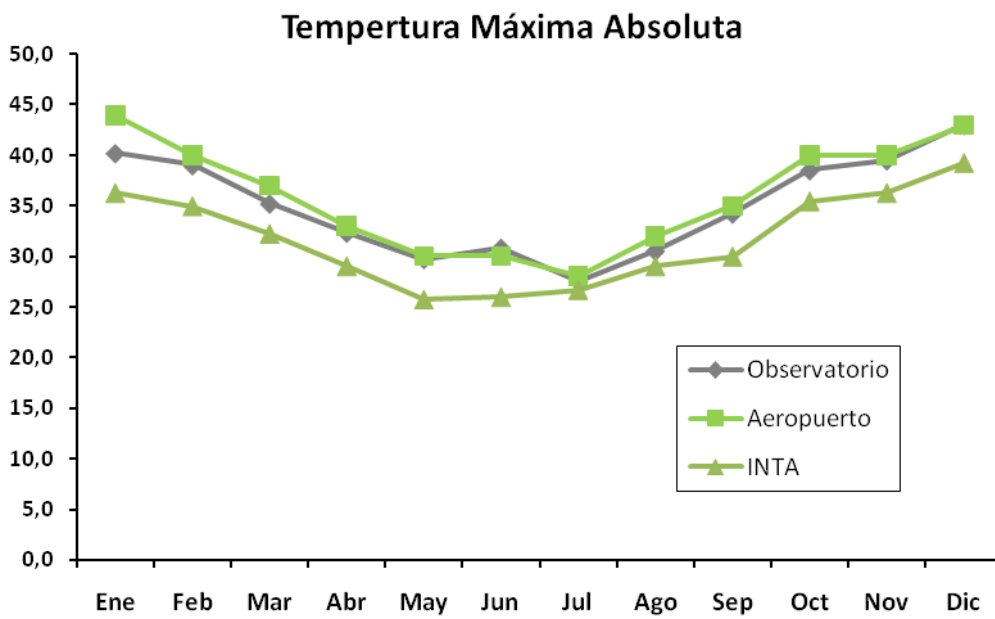


Figura 40: Temperatura Máxima Absoluta

- **Temperatura máxima media**

La media de las temperaturas máximas diarias, se puede observar en la tabla y gráfico que se agregan a continuación.

Tabla 13: Temperatura Máxima Media

Tabla 13: Temperatura Máxima Media														
Cº		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	31,2	29,4	26,6	22,2	17,0	14,7	14,3	16,3	19,7	24,3	27,8	30,7	22,8
Aeropuerto	2000-2012	33,8	31,9	28,9	23,9	18,8	16,6	16,3	18,5	22,1	27,1	30,4	32,8	25,1
INTA	2007-2012	28,8	27,2	25,5	21,2	16,6	13,4	12,8	14,7	18,4	22,2	26,0	27,9	21,2

Temperatura Máxima Media

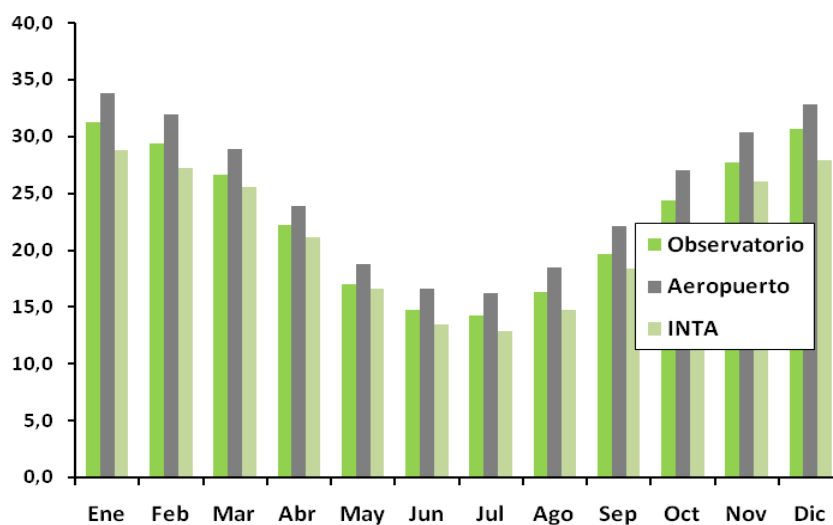


Figura 41: Temperatura Máxima Media

- **Temperaturas mínimas extremas**

Las temperaturas más bajas que se han registrado son de -8°C en el mes de julio, según los registros de la Estación Meteorológica del Aeropuerto de Mendoza. En la **Tabla 14** y **Figura 42**, se observa la evolución de este parámetro durante el año.

Tabla 14: Temperatura Mínima Absoluta

Tabla 14: Temperatura Mínima Absoluta														
Cº		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	8,5	7,2	5,5	-0,7	-4,7	-4,0	-6,0	-4,8	-2,0	2,0	2,5	5,0	-6,0
Aeropuerto	2000-2012	8,0	8,0	0,0	-1,0	-3,0	-5,0	-8,0	-5,0	-2,0	1,0	4,0	6,0	-8,0
INTA	2007-2012	10,5	7,1	4,9	-0,1	-4,4	-5,9	-7,3	-4,9	-1,1	0,8	4,2	4,0	-7,3

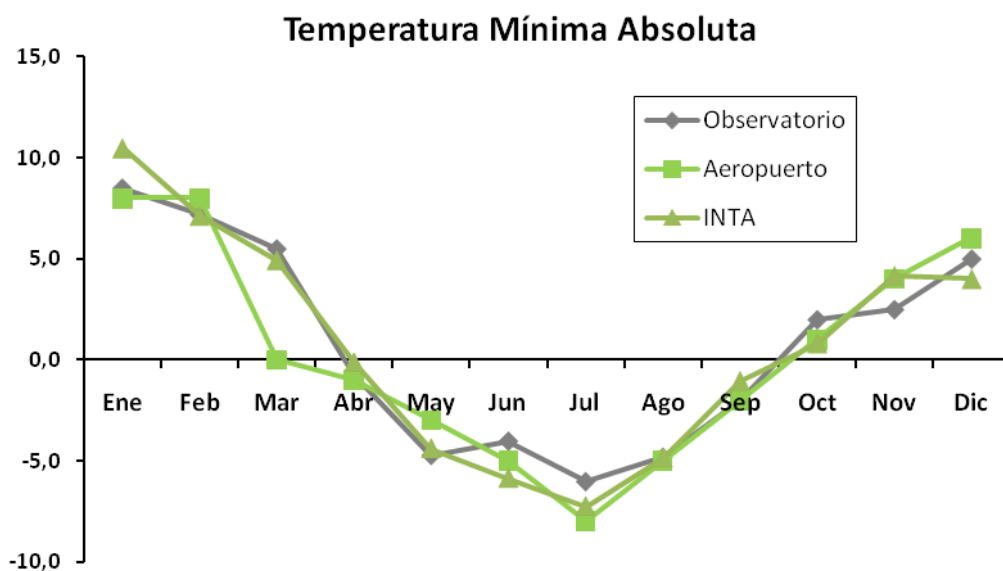


Figura 42: Temperatura Mínima Absoluta

- **Temperatura mínima media**

La media de temperaturas mínimas se puede observar en las tablas y figura que se adjunta.

Tabla 15: Temperatura Mínima Media

Tabla 15: Temperatura Mínima Media														
Cº		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	19,2	17,8	15,5	11,1	6,6	3,8	2,9	4,8	7,8	11,5	15,1	18,0	11,2
Aeropuerto	2000-2012	19,3	18,0	15,7	10,3	5,8	2,4	1,2	3,6	7,5	12,2	15,4	18,0	10,8
INTA	2007-2012	16,7	15,9	14,2	9,1	4,8	1,1	0,5	2,6	6,8	10,4	13,7	15,6	9,3

Temperatura Mínima Media

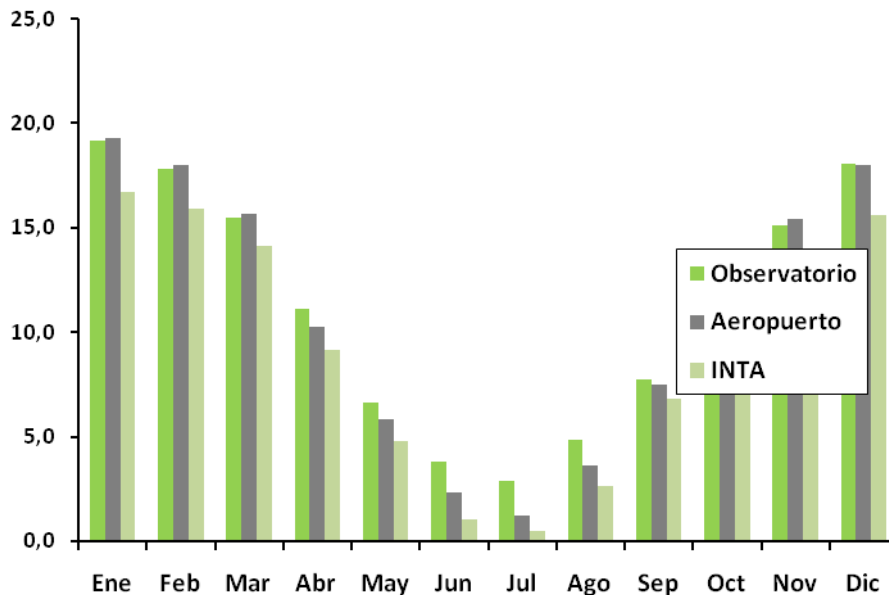


Figura 43: Temperatura Mínima Media

- **Amplitud anual de la temperatura**

Uno de los factores del clima que influyen más poderosamente en la determinación de las características climáticas, está dado por la llamada amplitud anual de la temperatura. Se entiende por tal la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido del año y la del mes más frío, que es de **aproximadamente 20°C**, tomando como temperatura media más alta 26,5°C (Estación Meteorológica Aeropuerto) y como temperatura media más baja 6,3°C (Estación Meteorológica INTA).

Las estaciones térmicas están bien diferenciadas, dado que la temperatura media del mes más cálido es indudablemente más elevada que la del mes más frío. No obstante, la amplitud anual, es moderada.

4.1.1.2 Humedad Relativa

La humedad del aire sufre en el curso del año, una variación bastante apreciable. Midiendo esa variación por la diferencia entre la humedad relativa media del mes más húmedo y la del mes más seco, se presentan valores del orden del (28%). En la **Tabla 16** y la **Figura 44** se observa la evolución de este parámetro durante el año.

Tabla 16: Humedad Relativa Media

Tabla 16: Humedad Relativa Media														
%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	51,0	54,0	62,0	65,0	68,0	66,0	54,0	53,0	45,0	44,0	46,0	45,0	54,4
INTA	2007-2012	47,5	52,8	58,0	56,8	63,1	56,5	50,7	50,1	45,2	41,0	40,0	46,0	50,6

Humedad Relativa Media

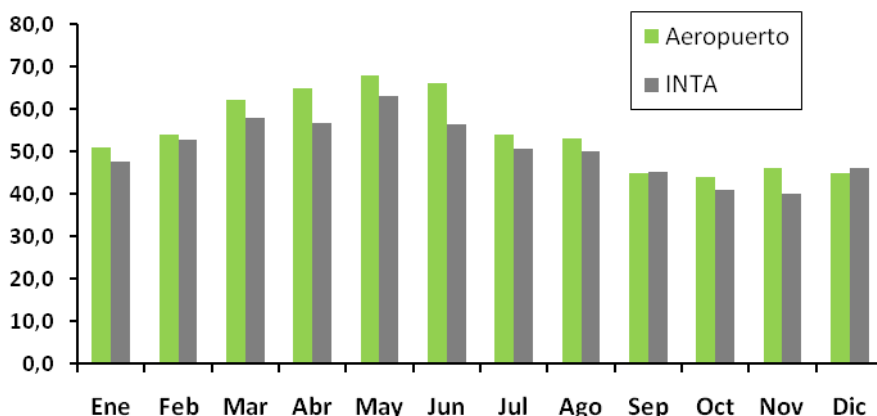


Figura 44: Humedad Relativa Media

- **Humedad Máxima y Mínima Media Anual**

Los valores de Humedad máxima y mínima media anual, se pueden observar en las siguientes tablas y figura que se agregan.

Tabla 17: Humedad Máxima Media Anual

Tabla 17: Humedad Máxima Media Anual														
%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	51,0	54,0	62,0	65,0	68,0	66,0	54,0	53,0	45,0	44,0	46,0	45,0	68,0
INTA	2007-2012	47,5	52,8	58,0	56,8	63,1	56,5	50,7	50,1	45,2	41,0	40,0	46,0	63,1

Tabla 18: Humedad Mínima Media Anual

Tabla 18: Humedad Mínima Media Anual														
%		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	51,0	54,0	62,0	65,0	68,0	66,0	54,0	53,0	45,0	44,0	46,0	45,0	44,0
INTA	2007-2012	47,5	52,8	58,0	56,8	63,1	56,5	50,7	50,1	45,2	41,0	40,0	46,0	40,0

Humedad Máxima y Mínima Media Anual

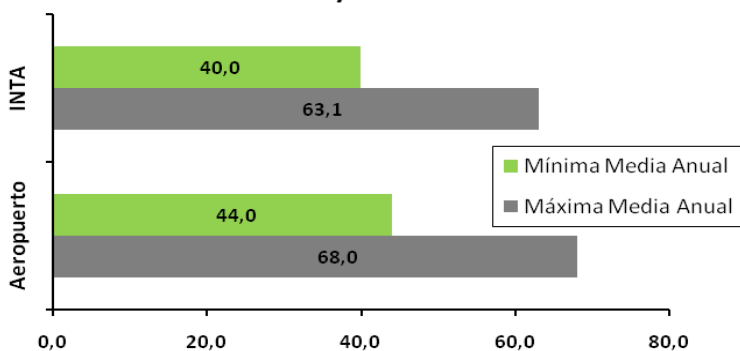


Figura 45: Humedad Máxima y Mínima Media Anual

4.1.1.3 Precipitación

Se da un tratamiento especial al tema precipitación, ya que es el factor principal de formación de escorrentías, incidiendo en forma directa en el balance hidrológico. Se engloba dentro del término “precipitaciones”, todas las aguas meteóricas que caen en superficie, tanto en forma líquida como sólida y son medidos sin discriminación por su “equivalente en agua” mediante los pluviómetros.

- **Precipitación Media**

El desarrollo de la precipitación media mensual se puede observar en la **Tabla 19** y **Figura 46** que se agregan. Se pueden observar en algunos meses que se presentan importantes diferencias entre los datos de las distintas Estaciones Meteorológicas, lo cual se debe por una parte a la distancia entre ellas, y por otra que en algunas estaciones sólo se consigna “lluvia” como precipitación. Es importante aclarar que los datos de mayor relevancia para el proyecto son los datos provenientes de la Estación Meteorológica Aeropuerto, ya que es la más cercana al sitio del proyecto.

Tabla 19: Precipitación Media Mensual

Tabla 19: Precipitación Media Mensual														
mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	34,9	33,1	36,9	19,4	18,7	8,9	8,6	14,0	16,8	16,6	13,3	20,3	241,6
Aeropuerto	2000-2012	49,0	39,4	39,4	15,3	22,0	14,6	9,3	15,9	30,7	31,0	24,6	48,2	339,2
INTA	2007-2012	54,6	24,0	41,5	5,0	8,0	6,3	4,1	11,5	13,5	32,7	29,3	29,9	260,2

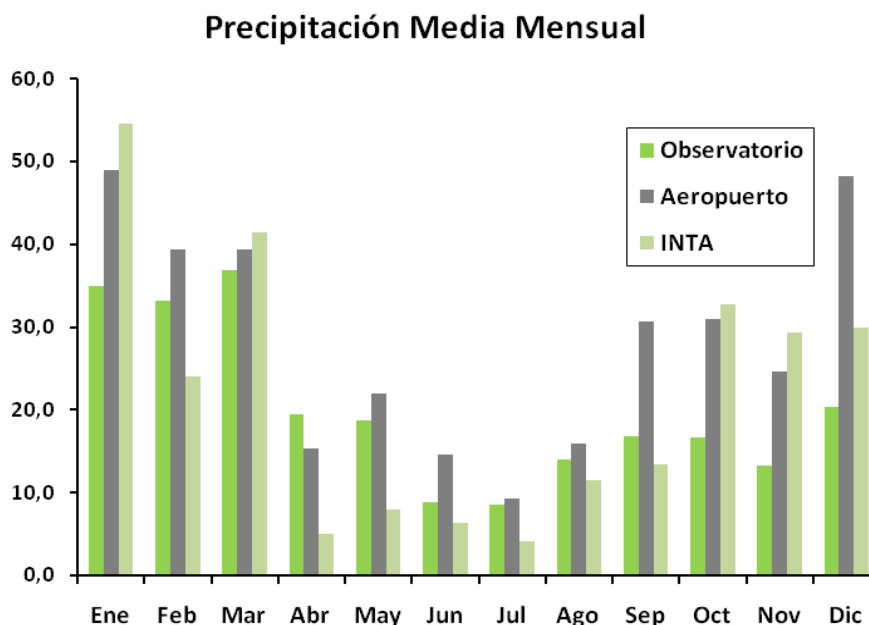


Figura 46: Precipitación Media Mensual

- **Precipitación Media Máxima**

La precipitación máxima mensual se puede observar en la **Tabla 20** y **Figura 47**.

Tabla 20: Precipitación Media Máxima

Tabla 20: Precipitación Media Máxima													
mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	100,6	61,8	109,0	80,6	77,0	36,9	22,6	41,0	44,8	70,8	60,8	38,4
Aeropuerto	2000-2012	113,5	138,5	84,2	63,4	96,5	89,4	45,8	108,2	119,9	116,0	161,8	153,8
INTA	2007-2012	77,8	72,4	106,4	17,4	27,2	32,6	11,4	21,8	33,4	119,0	86,2	42,8

Precipitación Media Máxima

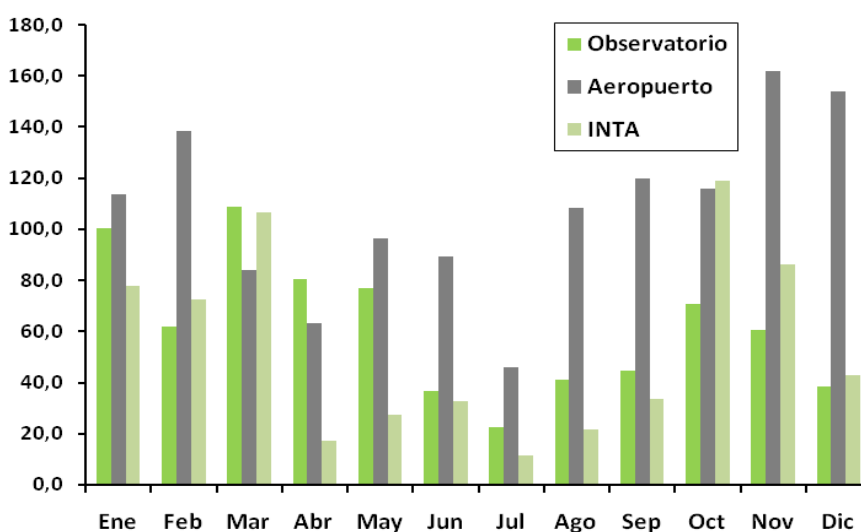


Figura 47: Precipitación Media Máxima

- **Precipitación Mínima Mensual**

La precipitación mínima mensual se agrega en la siguiente tabla, donde se puede observar la gran cantidad de meses sin precipitación.

Tabla 21: Precipitación Mínima Mensual

Tabla 21: Precipitación Mínima Mensual													
mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Observatorio	2000-2012	2,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	4,0
Aeropuerto	2000-2012	7,7	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
INTA	2007-2012	29,8	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,4	4,6	0,0	0,0	1,2	7,2

- **Número de días con lluvia**

Los datos del número de días de lluvia que se han registrado en las estaciones consideradas, corresponden a un total de entre 50 y 70 días, con la distribución anual indicada en la **Tabla 22**.

Tabla 22: Número de días con lluvia

		Tabla 22: Número de días con lluvia												
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	2000-2012	6	6	6	3	4	3	3	4	4	4	3	4	49
Aeropuerto	2000-2012	6	5	5	4	4	2	2	3	4	3	3	4	45
INTA	2007-2012	13	6	8	4	3	3	3	5	6	8	9	11	77

- **Precipitación Máxima diaria**

Se determinó la máxima precipitación diaria para cada mes de las series. Los valores de precipitación máxima diaria para cada estación, son los que se indican en la **Tabla 23**, donde puede observarse que se han podido registrar precipitaciones diarias entre 130 a 185 mm diarios, según los registros de las estaciones meteorológicas analizadas.

Tabla 23: Precipitación Diaria Máxima

		Tabla 23: Precipitación Diaria Máxima												
mm		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	66	99	52	46	90	89	40	97	109	116	131	115	131
INTA	2007-2012	30	27	184	5	138	19	5	20	10	26	41	49	184

4.1.1.4 Vientos

Los vientos pueden clasificarse de moderados a fuertes. La marcha anual de la variable es la que se observa en las tablas y figuras que se agregan a continuación, aunque se debe aclarar que las diferencias entre los valores registrados por la dos estaciones evaluadas se deben a que la Estación del INTA está ubicada en una zona semirural, y la Estación Aeropuerto en el área urbana.

- **Velocidad del Viento**

En la **Tabla 24** y **Figura 48** se puede observar la marcha anual de la velocidad media de esta variable.

Tabla 24: Velocidad Media del Viento

		Tabla 24: Velocidad Media del Viento												
Km/h		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2000-2012	18,4	16,1	14,9	12,1	11,3	11,8	12,9	13,8	15,1	16,8	16,4	16,8	14,7
INTA	2007-2012	3,5	2,7	2,4	2,3	2,2	2,5	2,8	3,2	5,5	4,4	3,9	3,6	3,3

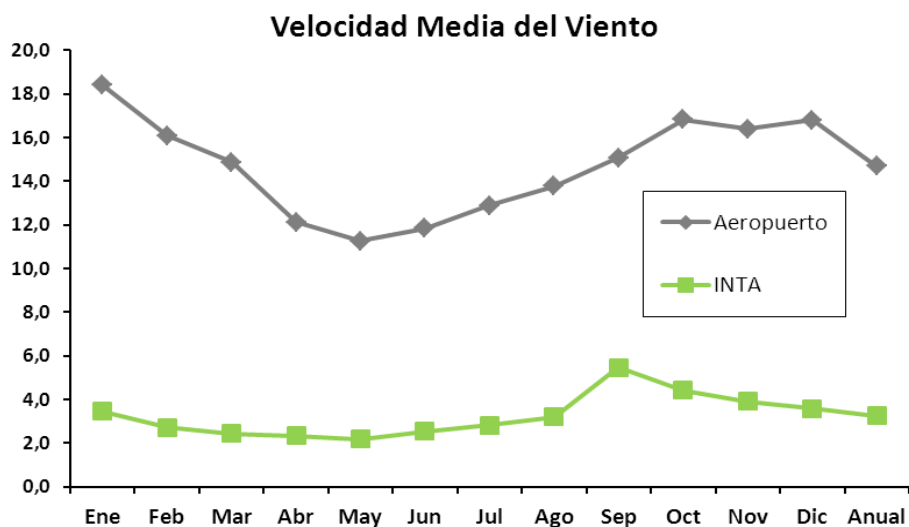


Figura 48: Velocidad Media del Viento

En la **Tabla 25** y **Figura 49** se puede observar la marcha anual de la velocidad máxima del viento.

Tabla 25: Velocidad Máxima del Viento

Tabla 25: Velocidad Máxima del Viento													
km/h	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto 2000-2012	20,6	18,8	17,6	14,5	13,4	17,4	15,4	16,4	18,2	19,5	20,8	18,6	20,8
INTA 2007-2012	4,6	4,3	3,7	3,7	3,2	4,0	4,1	5,3	5,8	6,0	5,2	4,9	6,0

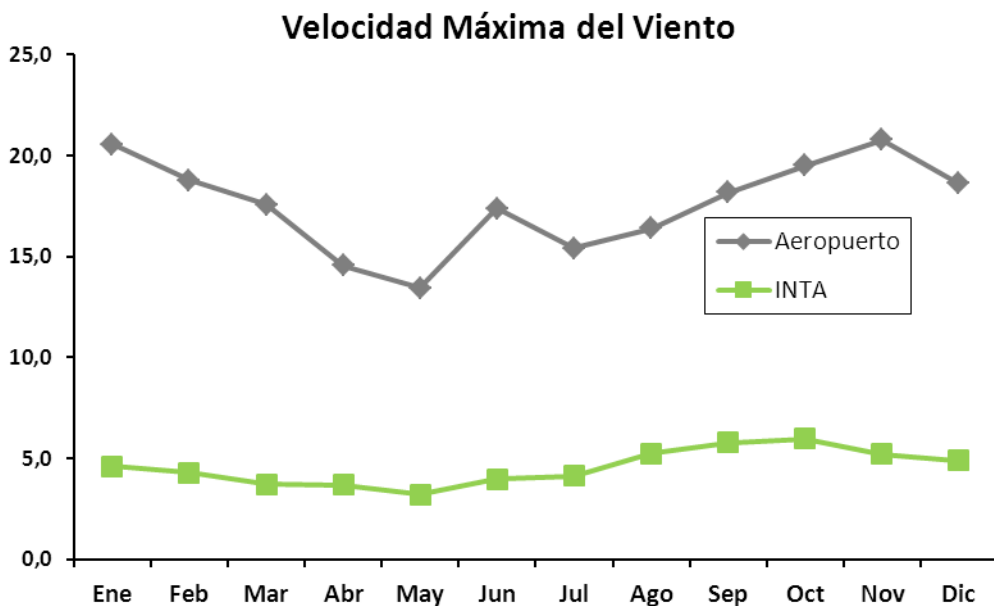


Figura 49: Velocidad Máxima del Viento

- **Análisis de frecuencia de direcciones**

Se realizó un análisis de la frecuencia de vientos en cada dirección, con los resultados que se adjuntan en la **Tabla 26** y **Figura 50** con datos obtenidos de la Estación Meteorológica Aeropuerto, que es la más cercana al sitio de implantación del proyecto. Es una información importante en cuanto a su incidencia en los valores de evaporación en reservorios, según la dirección prevalente de los vientos coincida o no con la mayor dimensión del cuerpo de agua.

Cabe mencionar que la información de la EM Aeropuerto, proviene de reportes de un período de 7 años (2007-2014) con valores tomados diariamente entre las 7am y 7pm.

Tabla 26: Dirección de los vientos

Tabla 26: Dirección de los vientos													
Dirección Dominante	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Aeropuerto	2007-2014	SE	SE	SE	SE	NE	NE	SE	SE	SE	SE	SE	SE

Promedio Anual de dirección de los vientos

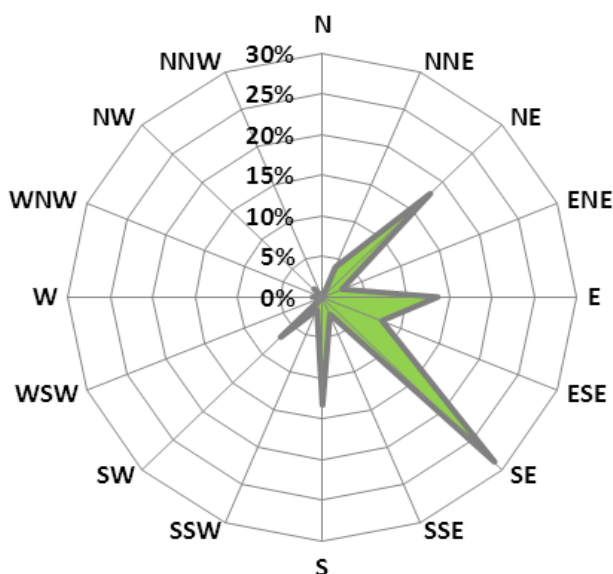


Figura 50: Promedio Anual de dirección de vientos

- **Altura de la capa de mezclado de aire**

La altura de la capa de mezcla constituye un parámetro básico en la modelación de la dispersión de contaminantes atmosféricos, por cuanto es la zona inferior de la atmósfera donde ocurre fundamentalmente el transporte turbulento de masa y energía y donde los contaminantes se trasladan e interaccionan. Para el cálculo de la capa de mezcla existen varias alternativas que pueden ser empleadas en dependencia de los datos de que se disponen, algunas extremadamente sencillas y otras mucho más

complejas que necesitan mediciones de diferentes variables meteorológicas en la altura de la atmósfera (sondeos de aire superior).

La altura **Z** de la capa de mezcla es un parámetro importante para los modelos de contaminación atmosférica, por cuanto determina el volumen disponible para la dispersión de contaminantes y está involucrada en muchos métodos y/o modelos predictivos y de diagnóstico para evaluar las concentraciones de contaminantes; también es un parámetro importante en los modelos de flujo atmosférico. **Z** no es medido por las prácticas meteorológicas normales; al contrario, es a menudo un parámetro cuya definición y estimación no resulta sencilla.

Los problemas prácticos y teóricos asociados con la determinación de **Z** se reflejan en las numerosas definiciones encontradas en la literatura. En ocasiones las diferentes definiciones tienen que ser vistas en el contexto de los datos disponibles para su estimación. La definición que se ha adoptado en este trabajo es: la altura de la capa de mezcla, es la altura de la capa adyacente a la tierra en la que los contaminantes se dispersan verticalmente por convección o por turbulencia mecánica en un período de aproximadamente una hora.

Para su determinación se emplean métodos paramétricos basados en la velocidad del viento y el grado de insolación. Se utiliza esta metodología porque no se cuenta con datos de sondeos de la alta atmósfera.

La **Tabla 27** señala los criterios simplificados para estimar la clase de estabilidad atmosférica y altura de la mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación. En base a ésta y las condiciones locales, resulta una altura de mezcla de *800 m para la zona alrededor del Aeropuerto* que es el sector más cercano al sitio de implantación del proyecto, y de *1600 para la zona suburbana* alrededor de la EM INTA.

Tabla 27: Criterios para estimación de estabilidad atmosférica

Tabla 27: Criterios para estimar la estabilidad atmosférica y la altura de mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación			
	Velocidad del Viento	Clase de Pasquill (Estabilidad Atmosférica)	Altura de mezcla (m)
Día (Alta Insolación)	0-2 m/s	A (muy inestable)	1600
	2-3 m/s	B (inestable)	1200
	3-5 m/s	C (ligeramente inestable)	800
	>5m/s	D (neutra)	560
Día (Baja Insolación)	0-2 m/s	B	1200
	2-3 m/s	C	800
	3-5 m/s	D	560
	>5m/s	D	560
Noche	0-2 m/s	F (estable)	200
	2-3 m/s	F	200
	3-5 m/s	E (ligera estabilidad)	320

Tabla 27: Criterios para estimar la estabilidad atmosférica y la altura de mezcla a partir de la velocidad del viento y el grado de insolación

	Velocidad del Viento	Clase de Pasquill (Estabilidad Atmosférica)	Altura de mezcla (m)
	>5m/s	D (neutra)	560
	Nublado	D	560

- **Estabilidad atmosférica (Pasquill)**

El componente de la baja atmósfera, donde discurren las emisiones de contaminantes procedentes de focos puntuales, está determinado por la capacidad de dispersión o dilución de los contaminantes. Esta capacidad es función de la turbulencia que, bien de origen térmico como mecánico, posibilita una mayor o menor dispersión. Para definir de manera operativa esta capacidad es útil trabajar con el concepto de estabilidad atmosférica y su definición cualitativa como es la de categoría de estabilidad. Las categorías de estabilidad son indicadores de turbulencia atmosférica.

La turbulencia de la atmósfera se caracteriza en base a un parámetro que se denomina “clase de estabilidad”, que es función de la turbulencia térmica y de la turbulencia mecánica. Las categorías de estabilidad en cualquier momento van a depender entonces de:

- a) La estabilidad estática (relacionada al cambio de la temperatura con la altura).
- b) La turbulencia térmica (causada por el calentamiento del aire a nivel del suelo).
- c) La turbulencia mecánica (una función de la velocidad del viento y la rugosidad de la superficie).

Es necesario tipificar las posibles infinitas situaciones de capacidad de dispersión de la atmósfera en un número discreto. Las categorías de estabilidad de Pasquill-Gifford (**Tabla 28**) aunque presentan las desventajas de cualquier tratamiento discontinuo de un fenómeno natural, siguen utilizándose profusamente dado que hay un gran número de correlaciones de parámetros atmosféricos basados en ellas, y son una solución de compromiso cuando no se dispone de sistemas de medidas que proporcionen información más concreta sobre estos parámetros (por ejemplo, la turbulencia atmosférica).

Tabla 28: Estabilidad de Pasquill

Tabla 28: Categorías de estabilidad de Pasquill	
Día	A: muy inestable
	B: inestable
	C: ligeramente inestable
Día/noche	D: Neutra
	E: ligeramente estable
Noche	F: estable

En la **Tabla 29**, se sintetiza la definición de las clases de estabilidad para condiciones diurnas y nocturnas, según la radiación solar incidente, para todos los rangos de velocidad de viento. En base a estos criterios y teniendo en cuenta las condiciones locales, resulta una **clase de estabilidad C (ligeramente inestable) para la Estación de Aeropuerto** y **B (inestable) para la Estación INTA**.

Tabla 29: Turbulencia de la atmósfera

Tabla 29: Turbulencia de la atmósfera. Clases de estabilidad					
Velocidad del viento (m/s) a 10 m de altura	Día			Noche (2)	
	Radiación solar incidente (1)			4/8 ≤ Nubosidad ≤ 7/8	Nubosidad ≤ 3/8
	Fuerte mayor que 50 cal/cm ² h	Moderada entre 25 y 50 cal/cm ² h	Débil menor que 25 cal/cm ² h		
<2	A	A-B	B	F	F
2 a 3	A-B	B	C	E	F
3 a 5	B	B-C	C	D	E
5 a 6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

4.1.1.5 Nubosidad

Del análisis de la nubosidad, medida en octas, sobre datos de la Estación Meteorológica Aeropuerto, se observa un cielo parcialmente nuboso a lo largo de todo el año, ya que los valores se manejan entre 3 y 5. Además, se agregan datos sobre condiciones del cielo, observándose en los meses de junio y julio una mayor cantidad de días con cielo cubierto, pero siendo en general muy inferior a los días con cielo claro.

Tabla 30: Nubosidad

Tabla 30: Nubosidad													
EM Aeropuerto 1961-1990	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Días con cielo claro	9	7	10	11	9	8	10	10	12	12	10	9	117
Días con cielo cubierto	3	5	1	5	5	6	7	5	6	5	4	4	56
Nubosidad total (octas)	3,4	3,7	3,6	3,3	3,6	3,6	3,7	3,4	3,4	3,2	3,2	3,4	3,5
Máximo valor medio	4,7	5,5	5,0	5,5	4,3	5,4	5,1	5,1	5,0	4,4	4,4	4,4	4,9
Mínimo valor medio	2,5	2,8	2,7	1,9	2,9	2,4	2,6	2,8	2,5	1,4	2,1	2,5	2,4

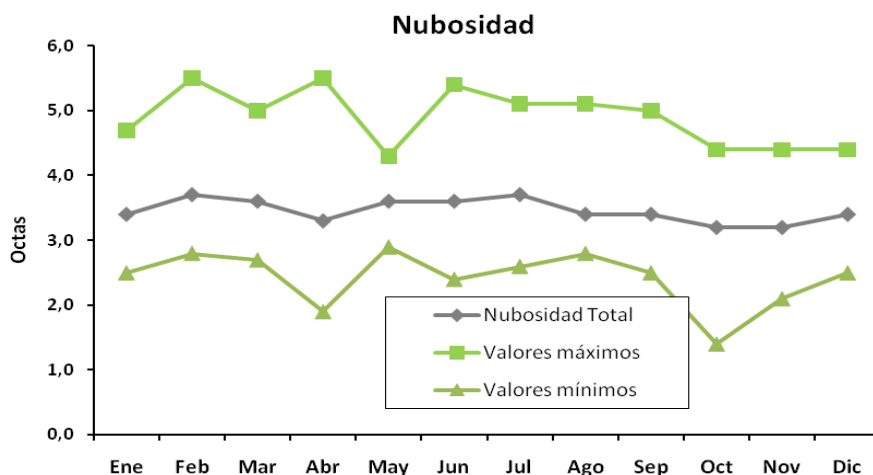


Figura 51: Nubosidad

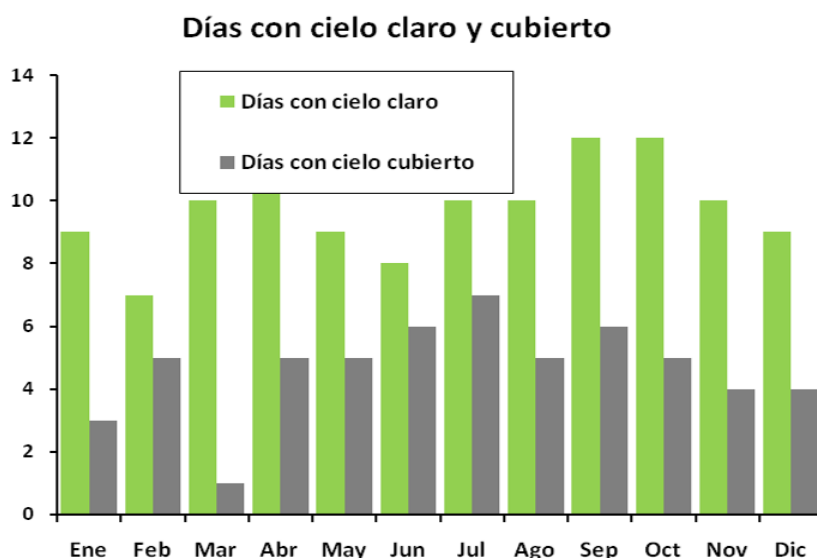


Figura 52: Cobertura del cielo

4.1.1.6 Heliofanía

En cuanto a la duración del día se puede afirmar que el lapso en horas en que cada día el disco solar se mantiene susceptible de ser visto (suponiendo la atmósfera transparente) varía en forma apreciable en el curso del año, registrándose muchas más horas diurnas en verano que en invierno. La duración del día y de la noche y su variación en el curso del año es un elemento del clima de suma importancia biológica, pues incide notablemente sobre las actividades humanas, la vida de los animales y el desarrollo de las plantas. Se indica también la duración teórica del día en función de la latitud y el mes del año, que será de utilidad en cálculos posteriores.

En la **Tabla 31** se observa la evolución de este parámetro durante el año, con valores medios, máximos y mínimos, medidos por la Estación Meteorológica Aeropuerto.

Tabla 31: Heliofanía Efectiva

Tabla 31: Heliofanía Efectiva												
EM Aeropuerto 1961-1990	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Heliofanía Efectiva (horas)	10,1	9,2	7,4	7,3	6,4	5,6	5,7	7,1	7,3	9,1	10,1	9,5
Máximo Valor Medio	11,9	10,2	8,4	9,3	7,2	6,4	7,1	7,9	8,4	11,7	11,7	10,8
Mínimo Valor Medio	7,1	7,1	6,2	5,0	5,6	3,7	4,4	6,3	4,8	6,4	8,6	8,1

4.1.1.7 Evaporación y Evapotranspiración

El estudio de la evaporación es importante por sus efectos directos e indirectos en los análisis del balance hidrológico, como así también a través de los diferentes índices de clasificación del clima. Como no existen registros de evaporación en las Estaciones Meteorológica analizadas, la misma se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{Rn}{Lv \times fw} = [mm / día]$$

Donde:

E = Evaporación (mm/día)

Rn= Radiación Neta (W/m²)

Lv= (2,501 x 10⁶-2.370 x temperatura) (kJ/kg)

fw = densidad del agua (997 kg/m³)

De los cálculos realizados se obtuvo la evaporación media, máxima y mínima y la probabilidad asociada a los diferentes valores de evaporación en cuerpos de agua.

La evaporación media mensual varía desde algo más de 114 mm en el mes de junio a aproximadamente 300 mm que promedian los valores de enero, siendo la media de los valores anuales de 213, 96 mm. En la **Tabla 32** se puede observar la marcha anual de la evaporación media y máxima.

Tabla 32: Evaporación

Tabla 32: Evaporación													
mm/día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Radiación promedio mensual (W/m ²)	286	251	209	168	116	110	120	144	193	242	289	301	202
Radiación max mensual (W/m ²)	1.186	1.155	1.035	880	682	619	685	800	963	1.064	1.196	1.190	955
Evaporación media mensual (mm/mes)	304	267	221	177	122	115	126	151	203	255	307	319	214

Tabla 32: Evaporación													
mm/día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evaporación máxima mensual (mm/mes)	1.260	1.225	1.096	928	716	648	717	839	1.013	1.124	1.268	1.263	1.008

Se denomina evapotranspiración a la evaporación en superficies cubiertas de vegetales, unida a la transpiración de estos vegetales. Este concepto unitario es necesario, ya que en suelos con cubierta vegetal, las relaciones entre ambos fenómenos son muy importantes.

Se adjuntan los valores obtenidos de la Estación Meteorológica INTA, los cuales se pueden observar en la **Tabla 33** y **Figura 53**, donde se pueden observar totales anuales de 7,1 mm de evaporación y 3,8 mm de evapotranspiración para totales diarios.

Tabla 33: Evapotranspiración

Tabla 33: Evapotranspiración													
mm/día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Evapotranspiración Promedio Diaria	5,6	4,6	3,7	2,9	1,8	1,8	2,0	2,5	3,4	4,8	5,7	6,2	3,8

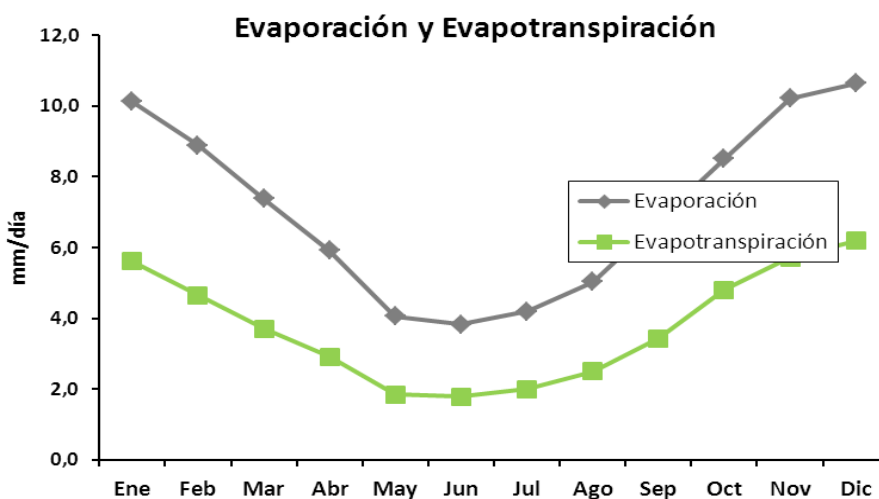


Figura 53: Evaporación y Evapotranspiración

4.1.1.8 Intemperismos severos

Se llama INTEMPERISMO o METEORIZACIÓN a la acción combinada de procesos (climáticos, biológicos, etc.) mediante los cuales la roca es descompuesta y desintegrada por la exposición continua a los agentes atmosféricos, transformando a las rocas masivas y duras en un manto residual finalmente fragmentado. Preparando a los materiales rocosos para ser transportados por los agentes de erosión terrestre

(agua corriente, hielo glaciario, olas y viento), y también son acarreados por la influencia de la gravedad para acumularse en otros lugares.

En este estudio se analizarán distintos intemperismos que se producen en la Zona de Estudio, entre ellos se encuentran los siguientes: nieve, granizo, heladas, tormentas, tempestad de polvo y viento zonda. Siendo este último fenómeno estudiado con mayor profundidad debido a su recurrencia y daños asociados.

Se agregaa **Tabla 34** y **Figura 54** donde se muestran registros de estos intemperismos tomados de la Estación Meteorológica Aeropuerto.

Tabla 34: Intemperismos

Tabla 34: Intemperismos													
Nº de días	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Nieve	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Granizo	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
Tormenta	7,0	6,0	3,0	1,0	0,2	0,0	0,3	0,0	0,7	1,0	3,0	6,0	2,4
Helada	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	7,0	7,0	3,0	0,7	0,0	0,0	0,0	1,6
Tempestad de polvo	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	1,0	0,4	1,0	0,8	0,3	0,5

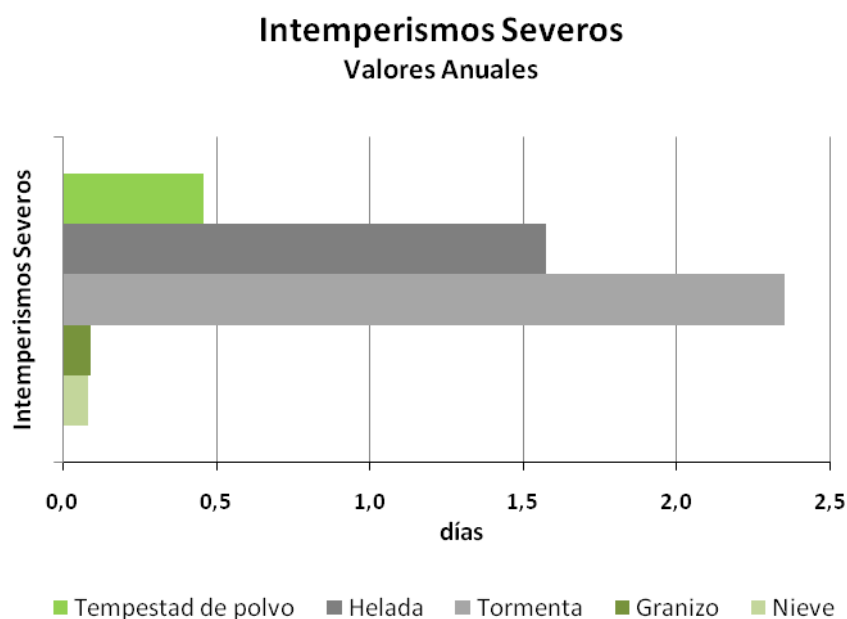


Figura 54: Intemperismos Severos – Valores Anuales

- **Viento Zonda**

El Viento Zonda es característico de varias zonas inmediatamente cercanas a cadenas montañosas. Debido a que los trabajos más antiguos referentes a este tipo de viento

se realizaron en la región alpina, donde se lo denomina “foehn”, este término se convirtió en el nombre genérico dado a todo viento descendente cálido y seco.

Dentro de los fenómenos en meso escala que se registran en la región de Cuyo, el Viento Zonda es de características singulares, no sólo por su notable variabilidad temporal y espacial, y el comportamiento complejo de los parámetros meteorológicos asociados (temperatura, humedad, presión, dirección, intensidad y rafagosidad del viento, nubosidad y precipitación) sino también por los diversos efectos que ocasiona.

Federico Norte explica que el Zonda “es un viento caliente y seco que sopla en el occidente de Argentina, a sotavento de la Cordillera de Los Andes, entre los 38ºS y el Sur de Bolivia, y pertenece al grupo de los vientos que descienden desde la cresta de la montaña al valle o el llano. Tiende a soplar con frecuencia de tarde, a la hora de la temperatura máxima, y con menor frecuencia de madrugada, con un mínimo a la hora de la salida del sol. El calentamiento diurno influye sobre el aire frío de capas bajas y disminuye su contraste térmico, permitiendo la irrupción del viento en el llano”².

En zonas pobladas produce daños de índole variada, según la intensidad de sus ráfagas, incluyendo: voladuras de techos, caídas de cables de alta tensión y árboles, interrumpe los servicios telefónicos y eléctricos y favorece la producción de incendios. Crea perjuicios en la agricultura por la fuerza del viento, por su extrema sequedad y por su alta temperatura que puede acelerar la floración de frutales al final del invierno los cuales quedan luego ante el riesgo de ser dañados por posteriores heladas.

En la alta montaña donde con suelo nevado su presencia acelera al proceso de fusión y evaporación de la nieve, provoca modificaciones en su acumulación, contribuyendo a la formación de aludes o avalanchas e influye en el comportamiento del ciclo hidrológico, e inversamente a lo que sucede en el llano, las horas con mayor frecuencia corresponden a los momentos posteriores a la salida del sol. Esto podría ser consecuencia del efecto de la brisa montaña/valle. En los niveles más altos, el viento presenta mayor rafagosidad.

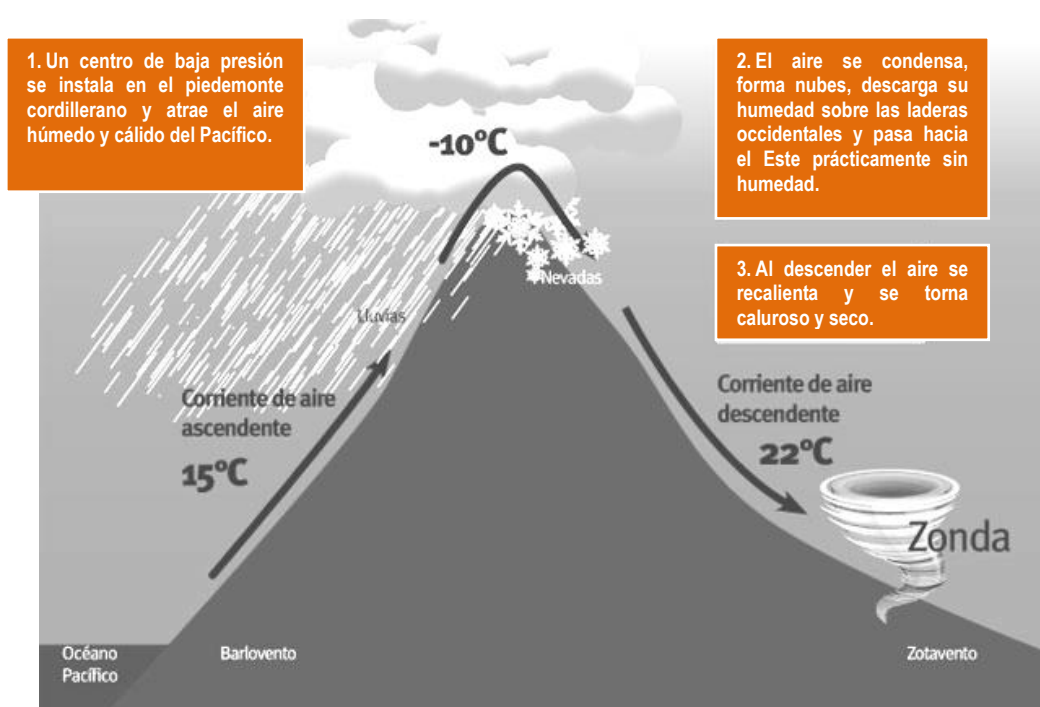
Son destacables los efectos biológicos que lo acompañan y que se reflejan en el estado psico-físico de los habitantes de la región tales como: alteración del ritmo cardíaco, irritabilidad, angustia, depresión, desganado. Es notable el incremento de los accidentes de tránsito, las muertes por infartos cardíacos, los actos de violencia, situaciones que no sólo se presentan cuando el Zonda aparece en superficie sino también cuando éste es detectado en estaciones de montaña o en la atmósfera libre mediante radio-sondeos.

Según explica Federico Norte, el Viento Zonda se produce por el ascenso de aire húmedo desde el Océano Pacífico a barlovento de la Cordillera de Los Andes y por el posterior descenso orográfico de una masa de aire pre-frontal, que en la cúspide de la cordillera se presenta como un viento frío que se fue calentando al descender. El

² **Norte, Federico**, Tesis Doctorado en Ciencias Meteorológicas: “Características del Viento Zona en la Región de Cuyo”, *Facultad de Ciencia Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 1988.*

viento Zonda en el llano arrastra gran cantidad de polvo, especialmente en agosto, al terminar la estación seca. Además detalla que existen muchos casos de viento Zonda en la montaña que no aparecen en el llano, al que se denomina “Zonda en altura”. La mayoría de los casos ocurren entre *mayo* y *noviembre* y más de la mitad de los eventos se registran entre *mayo* y *agosto*. La mayor o menor frecuencia está condicionada por la altura sobre el nivel del mar y la distancia de la localidad con respecto a la cordillera y pre cordillera.

Se agrega figura, con el esquema del proceso de formación del Viento Zonda.



En estudios realizados sobre datos meteorológicos de distintas Estaciones Meteorológicas de la región (en función de variaciones sobre otras variables meteorológicas que produce este fenómeno), entre las que se incluye la Estación Meteorológica Aeropuerto de Mendoza (El Plumerillo), se pudo determinar sus características y frecuencias a aparición, como así también los casos severos.

Los datos recabados en la Tesis Doctoral de Federico Norte, (1988), se muestran en las **Tabla 35, Tabla 36 y Figura 55**, que se agregan a continuación.

Tabla 35: Viento Zonda en Mendoza

Tabla 35: Viento Zonda en Mendoza						
Zonda	Nº Total de casos	Frecuencia anual media (días)	Porcentaje en el llano (%)	Meses de máxima frecuencia	Período Mayo- Noviembre	Período Mayo-Agosto
JACHAL (1162 msnm)	195	17,7	4,8	Junio	94,8%	62,0%

Tabla 35: Viento Zonda en Mendoza						
Zonda	Nº Total de casos	Frecuencia anual media (días)	Porcentaje en el llano (%)	Meses de máxima frecuencia	Período Mayo- Noviembre	Período Mayo-Agosto
SAN JUAN (598msm)	127	11,5	3,1	Julio y Oct.	81,0%	54,3%
EL PLUMERILLO (704 msnm)	86	7,8	2,1	Julio y Oct.	89,3%	52,3%
SAN CARLOS (943 msnm)	111	10,0	2,7	Sept. Y Oct.	83,7%	37,8%
SAN RAFAEL (746 msnm)	51	4,6	1,2	Mayo - Agosto	96,0%	64,7%
SAN MARTÍN (653 msnm)	50	4,3	1,1	Julio - Oct.	96,2%	56,6%

Tabla 36: Viento Zonda en el llano

Tabla 36: Viento Zonda – Casos Severos en el llano			
Zonda - Casos severos en el llano	Nº Total de casos	Mes más frecuente	Porcentaje con respecto al total (%)
SAN JUAN (598msm)	49	Julio	38,0%
EL PLUMERILLO (704 msnm)	18	Julio	20,0%
SAN CARLOS (943 msnm)	6	Julio-Sep.	5,4%
SAN RAFAEL (746 msnm)	9	Oct-Nov	17,6%
SAN MARTÍN (653 msnm)	10	Octubre	18,8%

Viento Zonda - Distribución Anual

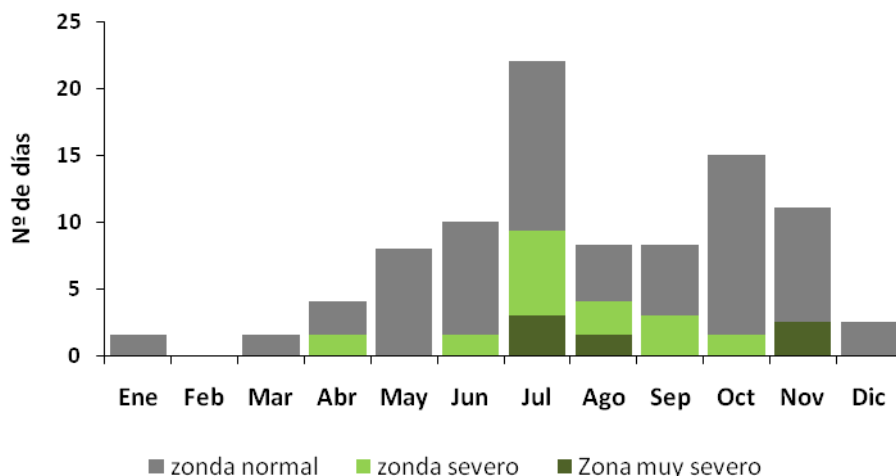


Figura 55: Viento Zonda – Distribución Anual

De los datos anteriores surge que la frecuencia de días con Viento Zonda en las estaciones del llano es relativamente baja, así en El Plumerillo la probabilidad climatológica que en un día se presente el Viento Zonda es de 2,1%, si bien las ráfagas máximas pueden alcanzar o superar los 120 km/h.

Se observa además que incide la altura de la estación, aumentando la frecuencia con la elevación, así Jáchal tiene probabilidad de 4,8%, mientras que San Martín tiene 1,1%, influyendo en esto también la distancia de la cordillera al lugar. Se agrega **Tabla 37** de categorización del viento Zonda, publicada por el Programa Regional de Meteorología/IANIGLA-CONICET.

Tabla 37: Categorización del viento Zonda

Tabla 37: Categorización del viento Zonda		
RAFAGAS (km/h)	ZONDA CATEGORÍA	
Raf ≤65	Z1 UNO	MODERADO
65<raf≤90	Z2 DOS	SEVERO
90<raf≤120	Z3 TRES	MUY SEVERO
Raf>120	Z4 CUATRO	EXTREMADAMENTE SEVERO O CATASTRÓFICO

4.1.2 Tipo de Clima

- **Clasificación de Köppen**

La clasificación climática de Köppen, es una de las más universalmente seguidas actualmente, divide al mundo en unas pocas zonas principales, que se designan con las letras siguientes (Sverre Petersen 1976):

- A = Climas Tropicales
- B = Climas Secos
- C = Climas templados lluviosos
- D = Climas fríos de los bosques nevados
- E = Climas polares

Además, cada una de las zonas principales se subdivide de acuerdo con la temperatura y la precipitación, sus variaciones estacionales y sus efectos sobre la vegetación natural. Las subdivisiones se indican añadiendo una letra al símbolo principal, y esto conduce a los once tipos climáticos principales. Las informaciones de las tres estaciones estudiadas para la Zona Metropolitana de Mendoza, indican que corresponde al clima Seco (B), semiárido (S), correspondiendo a la región un clima **BSk**, que significa seco, semiárido y con una temperatura media anual por debajo de 18°C.



Figura 56: Zonas Climáticas de Mendoza (Clasificación de Köppen)

El Clima Seco (B), según Köppen, se caracteriza porque las precipitaciones anuales son inferiores a la evaporación. Para el cálculo hay que multiplicar la temperatura media anual por los doce meses y duplicarla, pues se considera un mes húmedo aquel en el que la precipitación en mm es más del doble de la temperatura en °C, de modo que para un año habrá de multiplicarse la temperatura media anual por veinticuatro. Esta es la fórmula más utilizada aunque hay otras formas de calcular la aridez que resultan más complejas. Bajo estas condiciones se suelen dar las estepas y los desiertos.

En este tipo de climas, la segunda letra explica el grado de aridez:

- **S** = las lluvias medias anuales están entre un 50% y un 100% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro.
- **W** = las lluvias medias anuales están entre un 0% y un 50% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro.

La tercera letra explica las temperaturas:

- **h** = temperatura media anual igual o por encima a 18°C.
- **k** = temperatura media anual por debajo de 18°C.

En el clima Semiárido, las precipitaciones están entre 50% y 100% de la temperatura media anual multiplicada por veinticuatro. Bajo estas condiciones la vegetación es escasa. Este clima es conocido en algunas regiones como *mediterráneo seco* pues es, en muchas ocasiones, un clima de transición entre el *Csa* (mediterráneo) y el *BW* (desértico). Se da en zonas de estepas, semi-desiertos, o zonas previas a los desiertos, en todos los continentes salvo el Antártico.

En la **Tabla 38**, se observa el análisis de las estaciones en estudio.

Tabla 38: Clasificación climática de Köppen

Tabla 38: Clasificación climática de Köppen						
	Temp. media anual (T)	Precip. media anual (R)	Temp. media anual x 24	Clasificación (S ó W)	Clasificación (h ó k)	Clasificación climática de Köppen
Observatorio	17,0	241,6	408,0	S	k	BSk
Aeropuerto	17,9	339,2	430,2	S	k	BSk
INTA	15,2	260,2	364,9	S	k	BSk

En cuanto a los límites fundados en los valores de precipitación, son muy importantes puesto que éste, es el elemento de mayor influencia en el balance hidrológico, pero no se puede considerar sino en combinación con la temperatura del aire, pues una misma cantidad de agua que llegue al suelo se evapora en mayor o menor grado, según sea esa temperatura.

Por ello se han ideado muchos índices – arbitrarios todos ellos – que relacionan la precipitación y la temperatura (Lorente 1966). El primero que se propuso, fue el llamado factor de pluviosidad de Lang, que es igual al cociente entre la precipitación anual y la temperatura media anual:

$$I_L = \frac{\text{Precipitación}(mm)}{\text{Temperatura media}(^{\circ}C)}$$

Y se calcula con los valores medios de las tres estaciones, resultando un valor medio de 16 (Observatorio = 14,2; Aeropuerto = 18,5; INTA = 15,5). Con arreglo a él, Lang establece una clasificación correspondiendo la categoría de zona húmeda de desierto ($0 < I_L < 20$). El índice de Lang, considerado a nivel mensual, es un indicador de sequía, señalando que cuando toma valores inferiores a 2, se interrumpe el período vegetativo a causa de la sequía, resultando la marcha anual que se observa en la **Tabla 39**.

Tabla 39: Índice de Lang

Tabla 39: Índice de Lang													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Observatorio	1,4	1,4	1,7	1,2	1,6	1,0	1,0	1,3	1,2	0,9	0,6	0,8	14,2
Aeropuerto	1,8	1,6	1,8	0,9	1,8	1,5	1,1	1,4	2,1	1,6	1,1	1,9	18,5
INTA	2,4	1,1	2,1	0,3	0,8	0,9	0,7	1,4	1,1	2,0	1,5	1,4	15,5

Philips trabaja con la relación entre la precipitación caída durante los meses de verano y la temperatura del mes más cálido, de lo que resulta un indicador de aridez estival, del orden de 2 (Observatorio= 1,4; Aeropuerto = 1,8 ; INTA = 2,4).

El geógrafo francés Emanuel Martonne propuso el índice de aridez:

$$I_M = \frac{\text{Precipitación}(mm)}{\text{Temperatura media}(^{\circ}C) + 10}$$

O sea, el mismo de Lang, pero adicionando 10 unidades al denominador para evitar índices negativos. El índice de Martonne resulta $I_M = 9$ (Observatorio = 8,7; Aeropuerto = 11,6; INTA = 9,4) que corresponde a la clase entre 5 y 10, correspondiente a semi-desierto.

Como parece un contrasentido llamar índice de aridez a un número que es más pequeño cuanto más grande es la aridez misma, los geógrafos españoles J. Dantín Cereceda y A. Revenga Carbonell, propusieron el índice termo pluviométrico, que se calcula con la siguiente fórmula:

$$I_{TP} = 100 \frac{\text{Temperatura media}(^{\circ}C)}{\text{Precipitación}(mm)}$$

Con arreglo a este índice, los resultados obtenidos para las Estaciones en evaluación fueron del orden de 6 (Observatorio = 7; Aeropuerto= 5,3; INTA = 5,8) se clasifica como zona Árida (I_{TP} entre 3 y 6).

Otros índices que reiteran los resultados obtenidos hasta ahora, son el de Blair:

$$I_{BL} = \text{Precipitación (mm)}$$

Correspondiendo a clima semiárido (I_{BL} entre 225 y 500 mm), ya que los valores de las estaciones en estudio ascienden a: Observatorio = 242 MM; Aeropuerto = 339 mm e INTA = 260 mm.

El índice de Gasparín se utiliza como índice de humedad del suelo, y responde a la expresión:

$$I_G = \frac{\text{Precipitación (mm)}}{50 \cdot \text{Temperatura media (}^\circ\text{C)}}$$

Resultando suelo muy seco ($0 < I_G < 0.5$) ya que para las estaciones vale: Observatorio = 0,3; Aeropuerto = 0,4 e INTA = 0,3.

El índice de Knoche, expresa:

$$I_K = \frac{\text{Número días lluvia} \cdot \text{Precipitación (mm)}}{100 \cdot (\text{Temperatura media (}^\circ\text{C)} + 10)}$$

Correspondiendo a una aridez extrema ($0 < I_K < 25$) en cuanto a que los valores de las estaciones en estudio ascienden a: Observatorio = 4,4; Aeropuerto = 5,5 e INTA=7,9.

- **Clasificación de Thornthwaite**

El climatólogo C.W. Thornthwaite, juzgó que la eficacia de la lluvia para el desarrollo vegetal no depende de la cantidad de agua que precipita, sino principalmente, de la que queda en el suelo, pues la evaporación devuelve a la atmósfera una gran parte de esa agua recibida. Fundándose en esa idea, estableció en 1931 un método de clasificación de climas, basado en un índice de efectividad de la precipitación, índice que relaciona ésta con la evaporación, o si no se tiene el dato de esa evaporación, con la temperatura del aire (Lorente 1966). Con arreglo a él, señala límites de ese índice, entre los cuales quedan comprendidos los puntos que presentan clima: A, lluvioso (de selva); B, húmedo (de bosque); C, subhúmedo (de praderas); D, semiárido (de estepas); y E, árido (de desierto).

Posteriormente, el mismo autor presentó un nuevo método, en el que ya no trata de acomodar sus zonas climáticas a las de distribución vegetal, sino que toma como idea fundamental y básica de todo el sistema, la consideración de la evaporación. Para una

cierta temperatura, habría una evapotranspiración determinada, si el suelo estuviese saturado de agua. Ésta es la evapotranspiración potencial, a la que da importancia fundamental. Pero, como el suelo no siempre está saturado de agua, en cada momento habrá una determinada evapotranspiración. Realizadas muchas medidas, logró establecer la siguiente fórmula empírica que relaciona evaporación y temperatura.

$$e = 16 \left(\frac{t}{I} \right)^\alpha$$

Siendo:

e = evaporación potencial mensual, en milímetros de altura de agua;

t = temperatura media mensual en grados centígrados, siendo a su vez:

$$I = \sum \left(\frac{t}{5} \right)^{1.514}$$

$$\alpha = 0,0000006751^3 - 0,0000771 * I^2 + 0,01792 * I + 0,49239$$

Además, Thornthwaite tiene en cuenta la latitud del lugar y los días del mes, mediante un coeficiente K, obteniéndose de este modo, la evapotranspiración corregida para cada mes. La suma de los valores mensuales de la evapotranspiración corregida, proporciona el valor de evapotranspiración anual. Teniendo ya calculados estos valores básicos, procede Thornthwaite a establecer su clasificación de los climas con arreglo a los siguientes razonamientos. La diferencia entre la evapotranspiración potencial mensual, estacional o anual, y la respectiva precipitación media de un lugar puede ser positiva o negativa. Si es positiva, hay superávit o exceso (s) de agua; si es negativa, hay déficit o falta (d). Para las diferentes estaciones en estudio, resultan los valores indicados en las **Tabla 40**, **Tabla 41** y **Tabla 42**.

Tabla 40: Clasificación Thornthwaite-EM Observatorio

Tabla 40: Clasificación Thornthwaite – E.M. Observatorio													
Observatorio (Lat 32º)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P media (mm)	34,9	33,1	36,9	19,4	18,7	8,9	8,6	14,0	16,8	16,6	13,3	20,3	
Tmedia (mm)	25,2	23,5	21,1	16,6	11,6	9,1	8,2	10,4	13,9	18,4	21,3	24,5	17,0
I	11,6	10,4	8,9	6,2	3,6	2,5	2,1	3,0	4,7	7,2	9,0	11,1	80,3
Evapotransp (mm)	114,6	125,6	203,3	124,2	305,1	154,7	193,8	244,2	154,1	72,0	32,4	46,8	a= 1,8
K	0,88	0,86	1,03	1,09	1,20	1,19	1,22	1,15	1,03	0,97	0,87	0,86	
Evapotr. Corr. (mm)	101,1	107,8	209,4	134,9	365,5	184,8	236,0	281,3	158,7	70,1	28,2	40,3	1918,0
Déficit (cm)	66,2	74,6	172,5	115,5	346,7	175,9	227,4	267,4	141,9	53,5	14,9	20,0	1676,4
Exceso (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 41: Clasificación Thornthwaite – EM Aeropuerto

Tabla 41: Clasificación Thornthwaite – E.M. Aeropuerto													
Aeropuerto (Lat 32º)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P media (mm)	49,0	39,4	39,4	15,3	22,0	14,6	9,3	15,9	30,7	31,0	24,6	48,2	
Tmedia (mm)	26,5	25,0	22,3	17,1	12,3	9,4	8,8	11,0	14,8	19,6	22,9	25,4	17,9
I	12,5	11,4	9,6	6,4	3,9	2,6	2,3	3,3	5,2	7,9	10,0	11,7	86,9
Evapotransp (mm)	211,6	166,2	231,4	82,5	417,2	411,7	217,8	310,6	464,6	210,8	87,6	231,6	a=1,9
K	0,88	0,86	1,03	1,09	1,20	1,19	1,22	1,15	1,03	0,97	0,87	0,86	
Evapotr. Corr. (mm)	186,6	142,6	238,3	89,6	499,8	491,6	265,3	357,8	478,5	205,3	76,4	199,6	3231,5
Déficit (cm)	137,6	103,2	198,9	74,3	477,9	477,0	256,0	341,9	447,8	174,3	51,8	151,5	2892,3
Exceso (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 42: Clasificación Thornthwaite – EM INTA

Tabla 42: Clasificación Thornthwaite – E.M. INTA													
INTA (Lat 33º)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
P media (mm)	54,6	24,0	41,5	5,0	8,0	6,3	4,1	11,5	13,5	32,7	29,3	29,9	
Tmedia (mm)	23,0	21,6	19,5	14,9	10,2	7,2	6,3	8,5	12,6	16,5	20,1	22,0	15,2
I	10,1	9,2	7,8	5,2	3,0	1,7	1,4	2,2	4,1	6,1	8,2	9,5	68,5
Evapotransp (mm)	236,5	74,5	228,3	14,9	78,1	123,8	88,1	218,9	107,8	234,9	121,6	100,3	a=1,6
K	0,89	0,86	1,03	1,08	1,19	1,19	1,21	1,15	1,03	0,98	0,88	0,87	
Evapotr. Corr. (mm)	210,0	64,2	235,1	16,1	93,1	146,8	106,7	251,2	111,0	229,3	106,8	87,1	1657,4
Déficit (cm)	155,4	40,2	193,7	11,1	85,1	140,5	102,6	239,8	97,5	196,6	77,5	57,2	1397,2
Exceso (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

A partir de estos parámetros, Thornthwaite define los siguientes índices:

Índice de Humedad

$$I_h = 100 \cdot \frac{S}{n}$$

Índice de Aridez

$$I_a = 100 \cdot \frac{d}{n}$$

Índice hídrico anual:

$$I_m = I_h - 061_a$$

Para las estaciones en estudio, resultan:

	Observatorio	Aeropuerto	INTA
Índice de Humedad (Ih)	0,00	0,00	0,00
Índice de Aridez	87,40	89,50	84,30
Índice Hídrico Anual (Im)	-52,44	-53,70	-50,58

Basándose en estos índices, Thornthwaite clasifica el clima como **E Árido** ($-60 < I_m < -40$); con ningún exceso de agua **d** ($0 < I_h < 10$); Mesotérmico **A'** ($ETP < 1140$); **a'** por la relación existente entre la evaporación que se produce en verano, respecto a la del año (menor a 48%). La fórmula climática de la Zona Metropolitana de Mendoza resulta según Thornthwaite: **E A'da'**.

Thornthwaite, también define otros índices, como son el de precipitación efectiva y temperatura efectiva, con los que da indicadores de vegetación típica para cada conjunto (Heras 1983):

Precipitación Efectiva:

$$PE = \sum \left[\frac{2.82 \cdot P_i}{1.8 \cdot T_i + 22} \right]^{10/9}$$

Temperatura Efectiva:

$$TE = 5.4 \cdot T_{anual}$$

En base a la precipitación efectiva, que resulta de un valor aproximado de 15 (Observatorio = 12,7; Aeropuerto = 17,6; INTA = 14,1) resulta, en el límite de clima árido ($0 < PE < 15$) con semiárido ($15 < PE < 30$) con vegetación característica de desierto a estepa; en cuanto a la temperatura efectiva, resulta del orden de 90 (Observatorio = 91,8; Aeropuerto = 96,8; INTA = 92,1) se define como clima meso termal, con floresta media ($64 < TE < 127$).

4.2 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

4.2.1 Rasgos geológicos generales³

La Zona de Estudio presenta en su borde occidental, un estilo tectónico influido por la Precordillera. Por lo tanto, esta región se caracteriza por presentar un basamento fracturado, cubierto por un manto sedimentario de unos 5.000 metros de espesor, en la mayor parte de su extensión.

Las fallas que afectan el basamento, también han dislocado en la generalidad de los casos, a la cubierta sedimentaria, si bien localmente y cerca del límite occidental del área, han plegado levemente dicha cubierta. Estas fallas pueden ser normales o inversas. Las que son paralelas a los cordones montañosos de la Precordillera son inversas, de alto ángulo, de rumbos NNO – SSE, NNE – SSO y NS. Estas fallas pueden alcanzar rechazos (cantidad de movimiento en el plano de la falla) de varios kilómetros al tope de los terrenos terciarios, es decir, a la base de los terrenos portadores de acuíferos.

Existen también fracturas transversales a las nombradas, y corresponden a las fallas normales ya mencionadas, generalmente con rumbo ONO-ESE o EO.

Casi todas estas fracturas alcanzan la superficie. Su expresión superficial consiste en rupturas de pendiente o en “escalones” más o menos rectilíneos, de uno a tres metros de altura aproximadamente. El rechazo de las fallas disminuye con la edad de los terrenos afectados, lo que indica que han sido reactivadas por distintas fases tectónicas.

El estilo estructural precordillerano influye solamente en la base limítrofe occidental de la Zona de Estudio. Se caracteriza por el plegamiento intenso de los terrenos del basamento y la base impermeable, en anticlinales asimétricos, con un flanco tendido y el otro vertical o rebatido. Éste último generalmente coincide con una falla inversa de bajo ángulo, que suele consistir en una verdadera superficie de corrimiento. Estas fallas y zonas de corrimiento tienen rumbo N-S, NNE-SSO y localmente NE-SO, con frecuentes deflexiones de rumbo.

Al oeste de la capital mendocina, por ejemplo, estas fallas de bajo ángulo tienen tramos con rumbo E-O. Existen también fallas normales perpendiculares a las de corrimiento, o sea con rumbo predominante E-O o ENE-OSO.

Al este de la Precordillera existe la Cerrillada Pedemontana, integrada por lomadas con afloramientos terciarios, donde el plegamiento asimétrico de los estratos es menos intenso que en los terrenos Precordilleranos. Su estilo de deformación, por lo tanto, es menos intenso que el de la Precordillera y se suaviza hacia el este. Dicha cerrillada constituye el límite occidental de la Zona de Estudio. Al este de la misma, el estilo

³ Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Mendoza, 2004.

tectónico es de transición al de las Sierras Pampeanas, como lo demuestra la desaparición del plegamiento en los terrenos cenozoicos, salvo en zonas próximas a fallas importantes.

Para reseñar las condiciones geológicas de parte del área objeto de estudio, se ha dividido en dos sub zonas (Ver **Figura 57**), ya que revelan aspectos diferenciales, una en correspondencia con el sector noroeste, y la otra al sudoeste en la que aún no se han realizado tareas de corrección ni de contención de aluviones, razón por la que en ésta se detallan, con mayor precisión, las características de las diversas formaciones interesadas por futuras obras.

El sector noroeste abarca desde el arroyo San Isidro hasta inmediatamente al Sur del Zanjón Frías, la cual muestra una secuencia estratigráfica bien estudiada por Rodríguez y Barton (1990), quienes reconocen las diversas unidades e indican sus distintas características litológicas. Entre éstas se destacan los depósitos cuaternarios de la Formación Los Mesones, formados por gravas polimícticas poco consolidadas de origen fluvial y espesores variables y la Formación La Invernada con gravas polimícticas poco consolidadas, correspondientes al primer y segundo nivel de piedemonte.

Las condiciones estratigráficas y litológicas para el sector sudoeste, desde inmediatamente al sur del Zanjón Frías hasta el sur del río Seco Tejo; es decir, del sector oeste comprendido entre Godoy Cruz y Luján de Cuyo, han sido relevadas en ocasiones de realizarse los estudios para el proyecto del control de avenidas provenientes de dicho sector (Rimoldi, 1980 y Rimoldi y Mon, 1989) que afectan al Gran Mendoza. Los depósitos cuaternarios están nuevamente representados por las Formaciones Los Mesones y La Invernada. Se trata de depósitos aterrazados en los cuales se distinguen geomorfológicamente dos niveles claramente definidos. La composición litológica de ambos y sus características geotécnicas son muy similares, por lo cual pueden ser tratadas en forma conjunta. Están constituidas por gravas con escasa matriz arenosa o de materiales finos. En los taludes existentes se observa que, prácticamente, carecen de estratificación. Apoyan mediante una discordancia de erosión sobre las entidades terciarias de la Formación Mariño, mediante una superficie aproximadamente plana que inclina levemente hacia el naciente. Por la composición y granulometría de las gravas resultan similares a las de la Formación Mogotes.

Estos depósitos, que probablemente pertenecen a viejos conos están cortados por los cauces y zanjones de los ríos actuales.

Los depósitos aluvionales recientes están constituidos por gravas arenosas. Las primeras presentan una disposición similar a los depósitos psefíticos precitados. Revelan una matriz arenosa abundante e intercalaciones netas de este material. El espesor de estos rellenos tiende a aumentar hacia el este. La existencia de una tectónica tan reciente no resulta sorprendente, ya que el área es de alta sismicidad. Esta tectónica reciente tiene rechazos que no superan la decena de metros.

4.2.2 Geomorfología General y Zona de Estudio

De los cuatro sectores geomorfológicos principales en los que se divide la Provincia de Mendoza (Montaña, Piedemonte, Planicie y Payunia), sólo parcialmente la Montaña, el Piedemonte y la Planicie son abarcados por la Zona de Estudio (refiriéndonos a la extensión completa de los Departamentos de la Zona Metropolitana).

La Montaña, constituida exclusivamente por la Cordillera de Los Andes, se extiende en la Provincia de Mendoza en una franja de aproximadamente 180 km de ancho, ocupando una tercera parte del territorio provincial, y está conformada por tres unidades orográficas:

- **Cordillera Principal o del Límite:** en ella se encuentran los picos más elevados, tales como el Cerro Aconcagua de 6.956 m, o el Cerro Tupungato de 6.800 m, ubicándose también volcanes apagados o en estado de letargo.
- **Cordillera Frontal:** ubicada al Este de la anterior, presenta formaciones montañosas tales como el Cordón del Plata, con una altura promedio de 5.800m.
- **Precordillera:** es un macizo más bajo que el anterior, situado a continuación y hacia el Este, terminado a la altura de Cacheuta.

En el sector limitado al Oeste por las planicies conocidas como Depresión de Los Huarpes – Graven de Tunuyán (Polansky 1963) y al Este por la Depresión de la Travesía, y sin llegar a constituir una unidad orográfica en sí misma, existen las Cerrilladas Pedemontanas, integradas por lomadas con afloramientos terciarios.

La Zona de Estudio, como ya se mencionó, abarca sectores de algunas de las unidades morfoestructurales de la Provincia de Mendoza, que se pueden observar en la **Figura 58** Estas unidades son:

- Precordillera
- Cerrilladas Pedemontanas asociadas al Piedemonte de la Precordillera.
- Planicies Agradacionales Pedemontanas.
- Llanura Oriental Fluvioeólica (Depresión de la Travesía).

4.2.2.1 Precordillera

La Zona de Estudio incluye en su parte occidental a sectores reducidos del borde oriental de la Precordillera (Aparicio et al, 1955; Harrington, 1971), representada por afloramientos de formaciones del Paleozoico inferior y superior y del Triásico sobrepuestos a depósitos de edad terciaria superior mediante fallas inversas, con plano de falla inclinada hacia el oeste. Tales estructuras, originadas a fines del Terciario, y con evidencias de actividad tectónica, han generado un relieve abrupto, con alturas de entre 1500 a 2000 msnm que ha precipitado una activa erosión

retrocedente potenciada por la menor altitud de las Cerrilladas Pedemontanas (altitudes medias de 800 a 1000 msnm) y las Planicies Agradacionales Pedemontanas (altitudes medias de 600 a 900 msnm) ubicadas hacia el Este (aguas abajo).

Los procesos superficiales predominantes en esta zona son: A) Meteorización física, que genera importantes volúmenes de materiales residuales gruesos. B) Remoción en masa, potenciada por laderas empinadas, abundante material producido por meteorización física, lluvias torrenciales de verano y escasa vegetación. C) Erosión: es el factor más importante. La erosión fluvial es muy activa, ayudada por: I) El importante escurrimiento superficial resultante de las precipitaciones sobre rocas impermeables ubicadas en la cuenca hidrográfica de los arroyos que ingresan a la zona de estudio desde el oeste. II) La fuerte pendiente y las precipitaciones de tipo torrencial que favorecen el escurrimiento superficial. Atenúan a la acción erosiva fluvial, la dureza y cohesión de las rocas (principalmente las paleozoicas), la presencia de vegetación arbustiva, la infiltración de caudales no torrenciales en los abanicos intermontanos y el obstáculo topográfico que oponen las Cerrilladas Pedemontanas. La erosión eólica es poco significativa en el paisaje. D) Transporte de materiales por remoción en masa y por corrientes fluviales, muy importante por los factores ya mencionados de: pendiente, disponibilidad de materiales sueltos y caudales aluviales de los arroyos. E) Sedimentación escasa en terrazas y conos aluviales. La sedimentación eólica es escasa y subordinada, sin generación de geoformas propias.

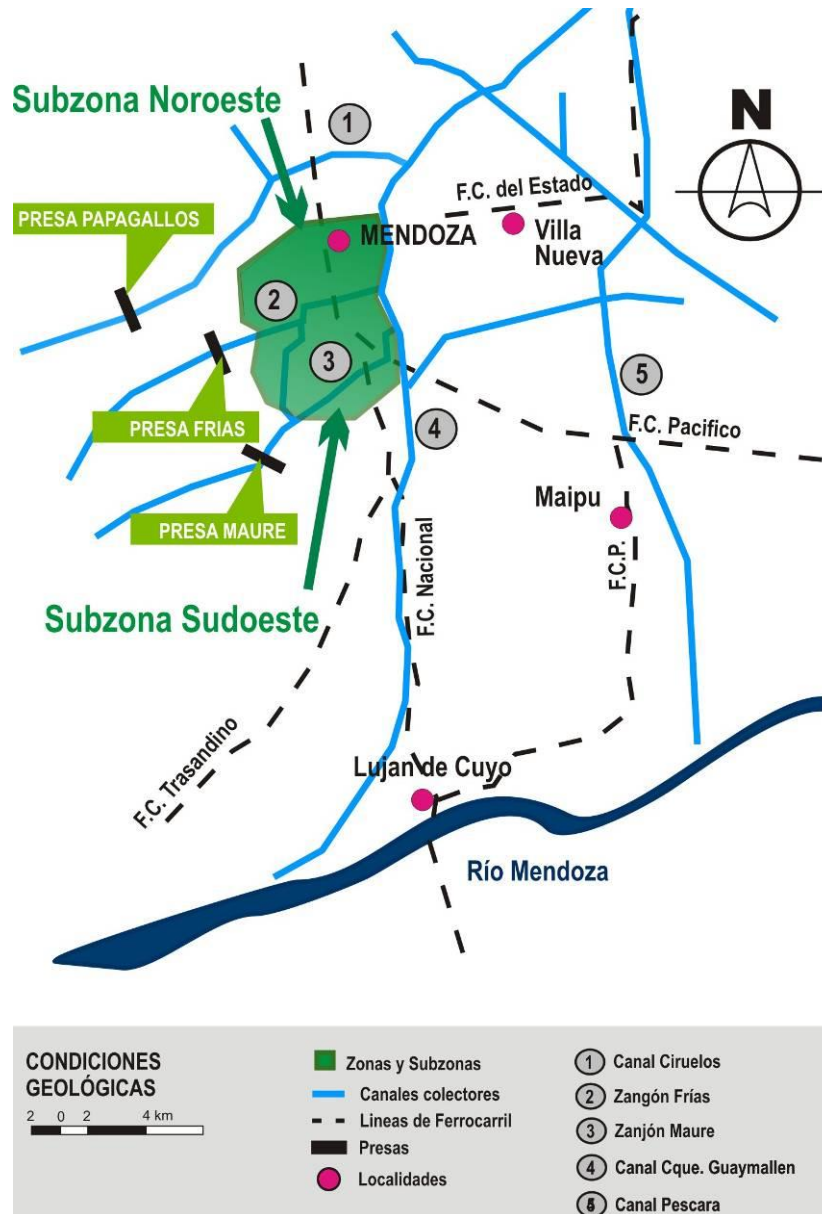


Figura 57: Rasgos geológicos de la Zona de Estudio

4.2.2.2 Cerrilladas Pedemontanas asociadas al Piedemonte de la Precordillera

Son cordones submeridionales bajos, que bordean a la Precordillera por el oriente, originados durante el Cuaternario por esfuerzos compresivos andinos. Permiten el afloramiento de sedimentitas plegadas del Terciario Superior (Mioceno). En el oeste de la Zona de Estudio constituyen el cordón de El Challao – Chacras de Coria, que está seccionado por la erosión fluvial provocada por los arroyos que bajan de la Precordillera y, en el límite sur, por el Río Mendoza. Este cordón está conformado por depósitos limo-arenosos y principalmente conglomerádicos de la Formación Mogotes (Plioceno) conglomerádicos de Pleistoceno inferior y en el norte de la Zona de Estudio se ubican las cerrilladas de El Borbollón, conformado por una estructura anticlinal, que constituiría un pliegue de crecimiento (Costa, 2003) que permite el afloramiento de sedimentitas limo-arenosas y arcillosas de edad miocena.

Los procesos superficiales observables son: A) Meteorización física, escasa. B) Remoción en masa, solo importante en las márgenes de arroyos principales, donde se generan mayores taludes. C) Erosión: es el factor más importante. La erosión fluvial es muy activa, ayudada por: I) El importante escurrimiento superficial resultante de las precipitaciones sobre las sedimentitas terciarias impermeables en la Zona del Borbollón. II) La baja compactación y cohesión de las sedimentitas. La acción erosiva fluvial se ve atenuada por la escasa pendiente (principalmente en El Borbollón), la presencia de vegetación arbustiva, la infiltración de caudales no torrenciales en los abanicos fluviales y otros depósitos permeables (solamente en el Cordón El Challao – Chacras de Coria). La erosión eólica es poco significativa en el paisaje. D) Transporte de materiales por remoción en masa y por corrientes fluviales, muy importante por disponibilidad de materiales sueltos y caudales aluvionales de los arroyos. E) Sedimentación escasa en terrazas y conos aluviales. La sedimentación eólica es escasa y subordinada, sin generación de geoformas propias. F) La actividad antrópica es importante, principalmente en el Cordón El Challao – Chacras de Coria, en la eliminación de vegetación y aumento del escurrimiento, lo que provoca erosión y aumenta los riesgos de corrientes de barro. También en la obstrucción de líneas de drenaje naturales que provocan sedimentación y embancamientos.

4.2.2.3 Planicies Agradacionales Pedemontanas

La Zona de Estudio está constituida principalmente por la coalescencia del cono aluvial del Río Mendoza y los conos aluviales de los arroyos procedentes de la vertiente oriental de la Precordillera, y constituyen el sustrato de la mayor parte del área urbana y suburbana del Gran Mendoza. Las mayores altitudes pertenecen a la parte alta del cono aluvial del Río Mendoza, aproximadamente 900 msnm y las menores, ubicadas en zonas distales de las bajadas en el este de Maipú y de Guaymallén (aproximadamente 600 msnm). Los depósitos de canto rodado grueso, disminuyen en granulometría y espesor hacia el Este y el Norte. Los sedimentos gruesos asociados al Río Mendoza, son redondeados y resistentes por su mayor distancia de transporte. En cambio los transportados por los arroyos precordilleranos son más angulosos y menos clasificados. Los sedimentos pertenecen a las Formaciones Los Mesones, La Invernada y depósitos modernos.

Los procesos superficiales observables son: A) Meteorización física, escasa. B) Remoción en masa escasa o nula. C) Erosión: es un factor muy subordinado. La erosión fluvial es poco activa, debido a la escasa pendiente y alta capacidad de infiltración de los sedimentos gruesos. La erosión eólica es poco significativa en el paisaje. D) Transporte de materiales por remoción en masa y por corrientes fluviales, llega a ser importante por caudales aluvionales de los arroyos y crecientes del Río Mendoza (catástrofes históricas). E) Sedimentación: es muy importante, en terrazas y conos aluviales. La sedimentación eólica es escasa y subordinada, sin generación de geoformas propias. F) La actividad antrópica es dominante en la eliminación de vegetación natural (pero sustitución con flora autóctona) y aumento del escurrimiento que provocan erosión y aumentan los riesgos de anegamientos. También en la

obstrucción de líneas de drenaje naturales que provocan sedimentación y embancamientos.

4.2.2.4 Llanura Oriental Fluvioeólica (Depresión de La Travesía)

Esta gran unidad es una llanura de acumulación fluvial levemente inclinada hacia el Este y Norte, cuyo colector principal es el Río Mendoza. En ella se observa en su parte occidental una zona de transición con los conos aluviales de las Planicies Agradacionales Pedemontanas. También son observables cauces abandonados del Río Mendoza en sus sucesivos desplazamientos hacia el Norte. Los depósitos son de materiales finos: arenas, limos y arcillas transportadas por el Río Mendoza y arroyos precordilleranos.

Los procesos superficiales observables son: A) Meteorización física, escasa. B) Remoción en masa, prácticamente nula. C) Erosión: La erosión fluvial es muy baja. La acción erosiva fluvial se ve atenuada por la escasa pendiente y la presencia de vegetación arbustiva (muchas de ellas halófila, debido a la cercanía del nivel freático). La erosión eólica es algo significativa debido a la abundancia de materiales sueltos de granulometría fina, generando pequeñas cuencas de deflación. D) Transporte: Por corrientes fluviales y caudales aluvionales de los arroyos, muy importante por disponibilidad de materiales sueltos de granulometría fina. El transporte de limos y arcillas por el viento habría provisto parte del material loésico que constituye el suelo agrícola del Oasis Norte. E) Sedimentación: la sedimentación eólica es importante, con generación de dunas. F) La actividad antrópica es importante, principalmente por la restricción casi total de los caudales del Río Mendoza. También en la obstrucción de líneas de drenaje naturales que provocan sedimentación y embancamientos. Además, los desmontes y laboreos agrícolas abandonados propician la erosión. Las prácticas de riego inapropiadas y los embalses propician la salinización de terrenos.

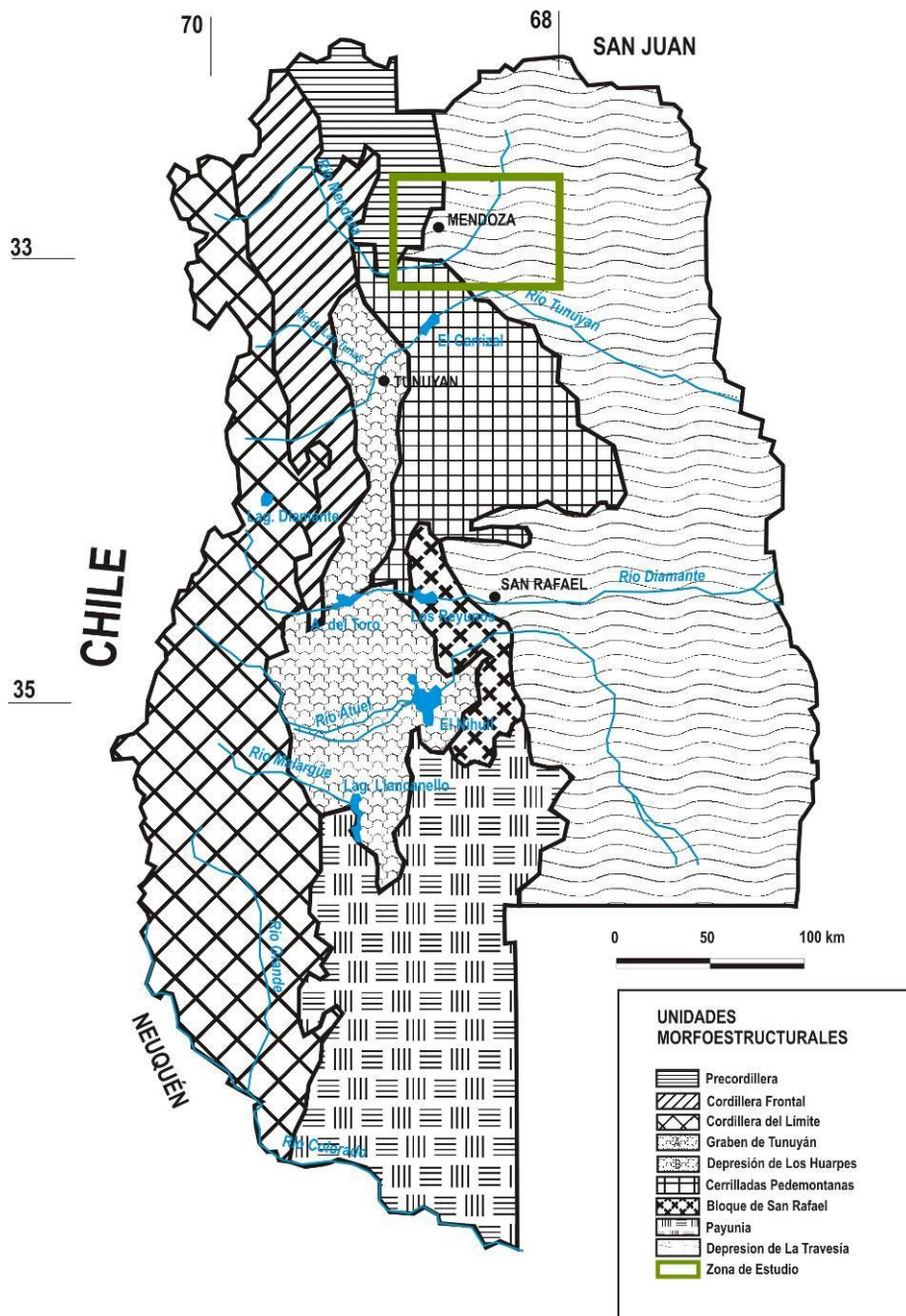


Figura 58: Unidades Morfo estructurales Provincia de Mendoza

4.2.3 Fallas Cuaternarias

El estado actual del conocimiento se resume en la **Figura 59**, donde las principales fallas con actividad en tiempos cuaternarios se han representado con sus segmentos activos, diferenciándolos de aquellos donde la actividad no ha sido comprobada. Asimismo se ubicaron los principales lineamientos regionales asociados a rasgos morfológicos de primer orden.

La finalización austral de la Precordillera se relaciona con tres importantes sistemas de fallamiento: Sistema de Precordillera Oriental (12); Sistema Maradona - Acequión - Cerro La Cal (11) y Sistema Tigre (13). Los tres presentan evidencias de actividad holocena y probablemente el área de falla Cerro Salinas, extremo austral de Precordillera oriental, se relacione con el sismo de 1917; y el extremo austral del sistema Maradona – Cerro La Cal, se relacione con los sismos de 1861, 1903, 1920 y 1927.

El dominio morfológico conocido con el nombre de Cerrilladas Pedemontanas, que agrupa un conjunto de estructuras plegadas con rumbo noroeste – sudeste, con participación de sedimentitas del Terciario superior Cuaternario, presenta un importante fallamiento en el borde occidental del eje anticlinal Lulunta (10); aparentemente este fallamiento habría tenido desplazamiento durante el terremoto del 26 de enero de 1985 (Triep, 1987).

Hacia el sur del Río Tunuyán, se han reconocido fallas de rumbo este – oeste y componentes laterales importantes que desplazan a cauces holocenos. Tal es el caso de la Falla Manantiales (8) en el borde norte de la Meseta del Guadal, y Falla Huayquerías (9).

Otro sistema importante por su ubicación tectónica, es el desarrollado desde las cercanías de Potrerillos, bordeando el faldeo oriental del Cordón del Plata, hasta Papagayos, y su probable continuación al sur del Río Diamante en el piedemonte de la estructura andina hasta la latitud de Malargüe, Falla Chalet (6), Falla Chupasangral (5) y Falla Malargüe (7). Este sistema al que se denominó piedemonte andino fue parcialmente analizado por Polanski (1963).

El lineamiento Vacas – Tupungato (1), asociado en parte al límite entre la Cordillera Frontal parece tener una prolongación en la planicie de la cuenca sur mendocina del Diamante (4) y Papagayos (3). Estas fallas afectan a unidades cuaternarias del piedemonte, reconociéndose fluencia en los desplazamientos siniéstrales Yaucha y sus terrazas.

El borde occidental del Bloque de San Rafael, principalmente al sur del Río Atuel, presenta un sistema de fallamiento activo con sucesivas reactivaciones y con una superficie nueva de rotura, producida en un segmento del mismo, durante el terremoto del 30 de mayo de 1939, denominado Villa Atuel – Las Malvinas. Este segmento, denominado localmente Falla Malvinas (2) presenta características de un desplazamiento izquierdo y normal, sugiriendo para este borde tectónico una cizalla siniestral en distensión.

La conexión del sistema Sanrafaelino con las fallas Diamante y Papagayos es un punto no estudiado en detalle, pero que de verificarse, comprobaría movimientos de rumbo para el lineamiento Vacas – Tupungato, de gran importancia geotectónica en la estructuración del cordón andino a esta latitud.

En el sur mendocino, limitando con la Provincia de Neuquén y La Pampa hacia el este, se ubica un extenso campo volcánico comúnmente denominado Payunia. En él se han reconocido dos sistemas de fallamiento cuya actividad cuaternaria no ha sido comprobada pero que se los considera basándose en su morfología como fallas potenciales. Uno de ellos de rumbo este-oeste se asocia a la posible estructura de caldera del colapso del Vn. Payún, y el otro a emisiones lávicas puntuales y alineadas con un rumbo noroeste paralelo al rumbo del sistema San Rafael. Probablemente este último, se relaciona al tren estructural Diamante – Papagayos⁴.

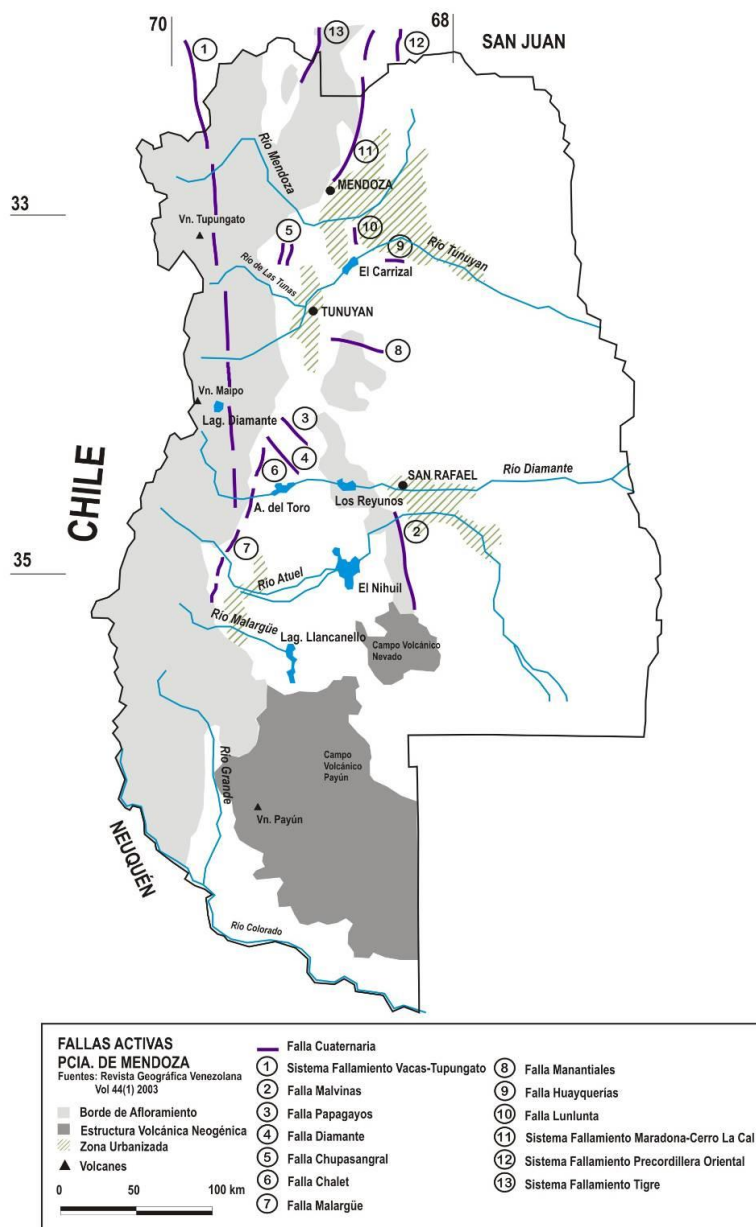


Figura 59: Fallas Cuaternarias de la Provincia de Mendoza

⁴ Sistema Integral de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Mendoza, 2004.

4.2.4 Sismicidad y Riesgos Asociados

En la Provincia de Mendoza, coexisten las provincias geológicas de la Cordillera Frontal, Cordillera Principal, Precordillera, Cerrilladas Pedemontanas y Bloque de San Rafael, separadas por depresiones y/o valles intermontanos.

En esta región se han analizado los datos históricos relacionados con movimientos sísmicos pasados, para poder determinar la historia e intensidad de terremotos para el período anterior al uso de instrumental y tratar de definir si hubo una superficie de rotura durante el sismo.

4.2.4.1 Sismicidad Histórica en Mendoza

El registro de sismos históricos comienza a principios del siglo XVII, pocas décadas después que llegaron los primeros colonizadores españoles. Debido a que la densidad poblacional en esa época era muy baja y los medios de comunicación prácticamente no existían, sólo se registraron aquellos eventos muy catastróficos.

La provincia de Mendoza, al igual que el resto de las ciudades australes ubicadas en la franja andina Argentina, tiene muy poca información histórica prehispánica y en los trescientos años posteriores a sus fundaciones. A pesar de que esta Provincia fue fundada por primera vez en el año 1561 y luego en 1562, los primeros planos oficiales datan de 1761. Con anterioridad a éstos sólo existen bosquejos y escritos bastante deficientes (Ponte, 1987). Este blanco de información histórica, característica común para las provincias de Cuyo, probablemente obedece a momentos políticos que movieron a las corrientes fundadoras del este cordillerano y a la ignorancia de la cultura y costumbres de los nativos de estas regiones por la teoría de construcción de la Nueva Europa.

Esta falta de información afecta al intervalo del registro sismológico histórico de la región. Para la ciudad de Mendoza el primer sismo bien registrado históricamente data del *20 de marzo de 1861*; con anterioridad a esta fecha sólo existen algunas menciones sobre las características de las construcciones de material crudo (muy bajas y de paredes anchas) y un relato indígena que explica la formación de los Baños del Borbollón luego de un gran movimiento sísmico. En San Juan el primer sismo histórico data de 1894, es decir 33 años después del evento mendocino.

Es poco probable que esta ausencia de datos sea representativa de un ciclo asísmico regional anterior al año 1800. La información neotectónica recopilada para San Juan y Mendoza indica que el rango de actividad ha sido continuo a través de gran parte del Cuaternario. Sin embargo, la escasez de dotaciones en terrenos cuaternarios impide la obtención precisa de rangos de movimiento para cada falla. Pero las evidencias Paleosismológicas indican reactivaciones periódicas de casi todas las fallas identificadas.

Los terremotos históricos que afectaron al territorio mendocino se pueden clasificar en dos grupos:

- Los producidos dentro del ámbito geográfico de la Provincia.
- Aquellos registrados en áreas cercanas que han afectado las construcciones del territorio mendocino, por lo tanto se deben considerar en la evaluación del riesgo sísmico de la provincia.

Este último punto introduce el concepto de porción sismotectónica que es un área donde la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico de importancia presenta valores estadísticos similares. Los límites de una región sismotectónica son por lo general rasgos morfoestructurales de primer orden y se asocian con la distribución de la sismicidad regional. En estas regiones, así determinadas, es muy probable que la liberación de esfuerzos a nivel cortical pueda estar señalada por las características de la fracturación cuaternaria y el sentido de las deformaciones recientes.

Con el conocimiento actual se puede considerar que el territorio mendocino presenta dos regiones sismotectónicas diferentes, entendiéndose como tal a una región caracterizada por una consistencia relativa de su historia sísmica y por rasgos estructurales, neotectónicos y sísmicos diferentes. Como es de suponer, sus límites no concuerdan con los límites políticos, pero guardan una gran relación con los grandes rasgos estructurales de la región. Las investigaciones sobre el fallamiento cuaternario de esas regiones indica que tanto las características, densidad y probablemente los rangos de actividad de las fallas en ambas son diferentes.

Históricamente, se pueden mencionar los siguientes movimientos destructivos en Mendoza, terremotos chilenos (1647-1880), el sismo de San Juan (1977), movimientos que fueron aparentemente ocasionados por fallas ubicadas en las cercanías de las áreas epicentrales. Así también, es muy probable que muchos de los sismos cuyos epicentros se ubicaron en Chile, pudieran haber ocurrido en territorio argentino.

Una característica de los grandes temblores mendocinos es su área de destrucción definida y localizada. Los mejores ejemplos de este tipo de movimiento son los terremotos de 1861 y 1920 de efectos devastadores y con un elevadísimo porcentaje de pérdidas en vidas humanas para los núcleos urbanos afectados.

Un parámetro que ha servido de efecto potenciador de esta destrucción ha sido el suelo arenoso, con una napa freática muy superficial, donde las evidencias de fenómenos de licuefacción con la presencia de grietas y volcanes de arena son comúnmente descriptas, en la reinterpretación de los datos sobre los terremotos que afectaron a la provincia. Los periódicos de la época, contribuyeron a obtener un panorama bastante coherente de las áreas afectadas, un ejemplo de ello, es el diario Los Andes, que envió una expedición de reconocimiento post-sismo de 1920.

Otro informe destacado es el trabajo de Lunkenheimer (1930), que detalla el sismo del sur mendocino con un excelente atlas fotográfico de los daños ocurridos. En todos los

casos, la cuidadosa descripción de los fenómenos, efectuada por estos hombres, permite que con los conocimientos actuales se reevalúen los datos y se interpreten nuevamente con criterios más modernos.

Mediante una intensa revisión de los sismos históricos de la Provincia de Mendoza, de la consulta en diarios, informes y referencias de la época, surge como evidencia que los de mayor importancia en los últimos 200 años (desde 1782 hasta la fecha). Estos sismos se detallan en la **Tabla 43**.

Tabla 43: Listado de sismos destructivos que afectaron a la Provincia de Mendoza

Tabla 43: Listado de sismos destructivos que afectaron a la Provincia de Mendoza							
Fecha	Nombre	Hora	Lat.	Long.	Prof. (km)	Magnitud	Imáx
22/05/1782	Santa Rita	16 hs 00'	32,7	69,2	30	6,7 – 7 Ms	VII-VIII
20/03/1861	Cerro La Cal	20 hs 36'	32,9	68,9	30	7,2 Ms	IX - X
12/08/1903	Las Heras	23 hs 00'	32,1	69,1	70	6.3 Ms	VII - VIII
26/07/1917	Panquehua	22 hs 38'	32,3	68,9	50	6,5 Ms	VII
17/12/1920	Costa de Araujo	15hs 04'	32,7	68,4	40	6,3 – 6,8 Ms	VIII
14/04/1927	Uspallata – Las Heras	2hs 35'	32,4	69,3	60 - 110	7,4 Ms	VIII
30/05/1929	Las Malvinas – Villa Atuel	5hs 45'	34,9	68,0	40	6,5	VII
25/04/1967	Paramillos	6hs 36'	32,7	69,1	45	5,4 Mb	VI
26/01/01985	Barrancas. Lunlunta	3hs 07'	33,1	68,5	12	5,7 ML	VIII

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

De la localización de los sismos surge que la mayor densidad de los mismos se da en el norte del territorio provincial. Es decir que, a partir del Río Mendoza, se pueden considerar zonas sísmicas, una situada al norte y otra al sur de éste.

En la zona sísmica septentrional (región sismotectónica de Precordillera) el registro de ocurrencia de sismos es mayor y se destaca, entre otros el del *22 de Mayo de 1782*, conocido como Santa Rita, el del *20 de Marzo de 1861* o del Cerro La Cal, el del *12 de agosto de 1903*, el del *26 de julio de 1917*, *17 de diciembre de 1920*, el del *14 de abril de 1927*, el del *25 de abril de 1967* y el del *26 de enero de 1985* o de Lomas de Lunlunta.

Tabla 44: Algunos datos de los sismos más importantes que afectaron Mendoza

Tabla 44: Algunos datos de los sismos más importantes que afectaron Mendoza				
Fecha	Nombre	Localidad	Daños Materiales	Víctimas
22/05/1782	Santa Rita	Capital	La Iglesia de San Agustín se agrietó en varias partes y el farol de la torre del campanario quedó inclinado.	Numerosas

Tabla 44: Algunos datos de los sismos más importantes que afectaron Mendoza

Fecha	Nombre	Localidad	Daños Materiales	Víctimas
20/03/1861	Cerro La Cal	Sector urbano de Mendoza (Panquehua, Godoy Cruz, Guaymallén, Luján y Maipú)	Destrucción de la ciudad de Mendoza. Agrietamiento del suelo, hundimiento del terreno y formación de vertientes. El templo de San Vicente (Godoy Cruz) fue totalmente destruido.	4.247 muertos y 747 heridos
12/08/1903	Las Heras	Las Heras	La torre derecha de la Iglesia de San Francisco, fue dividida en dos partes y una de ellas cayó sobre las galerías del templo hundiéndolas. Muchas casas destruidas. El edificio del correo quedó inhabitable.	Más de 10 muertos y numerosos heridos
26/07/1917	Panquehua	Panquehua Las Heras	La Iglesia de San Nicolás se agrietó. El segundo piso del Banco Francés quedó muy destruido. El segundo piso del Hotel Italia se cayó. La Iglesia de Las Heras sufrió considerables perjuicios.	2
17/12/1920	Costa de Araujo	Norte Dpto. San Martín (Tres Porteñas, La central y Araujo) Dpto. Lavalle.	No quedó una sola casa en pie. Destrucción parcial de casas. Destrucción de la Iglesia. El edificio de la Jefatura de Policía, de construcción moderna se ha agrietado completamente.	250
14/04/1927	Uspallata – Las Heras	Ciudad de Las Heras	Cornisas y casas destruidas. Se derrumbó la Iglesia de San Nicolás. El edificio del Diario Los Andes se cayó parcialmente hacia calle San Juan.	Pocas
30/05/1929	Las Malvinas – Villa Atuel	Las Malvinas. Villa Atuel	Casas agrietadas. Desnivelaciones y hundimientos parciales del suelo. Se cayeron casas de adobe.	31 muertos y 65 heridos
25/04/1967	Paramillos	Ciudad	En muchos edificios se produjeron grietas y caídas de revoques. En el hospital Central se produjo la rotura de un centenar de vidrios y la caída del contrapeso de uno de los ascensores.	Ninguna
26/01/1985	Barrancas – Lunlunta	Núcleo urbano Gran Mendoza (Capital, Las Heras, Godoy Cruz y Guaymallén)	Daños en construcciones convencionales (adobe o mampostería de ladrillo muy antiguas). El Hospital El Carmen colapsó parcialmente.	6 muertos y varios heridos

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

4.2.5 Relación Tectónica – Sismicidad

La necesidad de conocer más profundamente la relación entre la actividad tectónica y la sísmica, dio lugar a la neotectónica, que estudia los movimientos tectónicos de los tiempos recientes.

Si se representan los epicentros de terremotos en un determinado período de tiempo sobre una escala global se puede comprobar que la mayor parte de la actividad sísmica se concentra en unos cinturones relativamente estrechos que responden a los sistemas de fosa-arco-isla circunpacíficos, el cinturón Alpino-Himalayo y las crestas dorsales mes oceánicas. Esta distribución de sismicidad, se relaciona con la existencia de una serie de placas litosféricas, rígidas de 100 km de espesor medio, las cuales se desplazan horizontalmente sobre una capa dúctil, la astenosfera, e interaccionan unas con otras en sus límites, acumulando la energía elástica de deformación que, liberada en forma brusca produce los terremotos.

La teoría de la tectónica de placas es muy útil en el análisis de la relación tectónica-sismicidad y en la interpretación de origen de cordones montañosos.

Cuando la *Placa de Nazca* se hunde bajo la *Placa Sudamericana*, lo hace con un ángulo inicial de aproximadamente 25°. Sin embargo, a una profundidad de 100 km, reduce su inclinación quedando casi horizontal. Como consecuencia de ello los focos de los sismos se localizan a escasa profundidad (no superan los 50 km), y no hay evidencias de volcanismo activo. Mientras que al sur de los 33° Lat. Sur, el ángulo de inclinación de la zona de Benioff se incrementa a 30°, por lo que algunos sismos ahí originados pueden localizarse a mayor profundidad y así disminuir su efecto destructivo, en tanto que la manifestación del volcanismo cuaternario de retro arco aumenta.

Desde esta óptica las investigaciones dentro del territorio mendocino, se pueden considerar iniciadas con los trabajos de Foss Mancini (1937, 1939); en ellos se analizan diferentes terremotos mendocinos ocurridos hasta esa época y se detallan las estructuras entre el Río Mendoza y el sinclinal de Salagasta, recopilando documentos realizados por Keidel (1907) y Stappenheck (1910). Los tres autores concluyen que *la ciudad de Mendoza se encuentra en las cercanías de un campo de fallas activas, las más importantes de rumbo meridional con continuación en la provincia de San Juan y algunas transversales al rumbo andino.*

El detalle de las descripciones de Fossa Mancini (1937) y la utilización de fotos aéreas de bajo ángulo de iluminación por primera vez en el país, convierten a ésta en una de las literaturas obligadas para comprender el complejo problema estructural del piedemonte precordillerano al oeste de la ciudad mendocina. Dicho autor es uno de los precursores del estudio neotectónico aplicado. Sus diferentes informes sobre la temática utilizada para reconocer estructuras corresponden a una línea de investigación que fue descuidada a fines de 1950, dejándose casi sin desarrollo hasta 1977.

Groeber (1951), desde un punto de vista regional, agrupa lo que podría ser la fase orogénica póstuma o neotectónica, como fase principal III y IV movimiento, a todas aquellas manifestaciones de movimientos neógenos que destruyen la planicie pliocena generada por el movimiento orogénico mioceno (tercera fase del segundo movimiento).

Polanski (1963) ubica el fallamiento cuaternario con gran detalle entre el Río Mendoza y el Río Diamante, generando un marco geomorfológico de gran utilidad para las dotaciones relativas del movimiento de las fallas activas del borde andino en el sur mendocino.

En 1985, se produce el último terremoto que afecta a la ciudad de Mendoza y con ese motivo se realizan varios estudios geofísicos y sismológicos, INPRES (1985), Triep (1987); pero ellos no definen con exactitud la falla que se desplazó durante el sismo, ubicándola en forma aproximada en el borde oriental del anticlinal de Lunlunta.

En 1989 comienza mediante un proyecto subvencionado por CONICET, un análisis integral del fallamiento cuaternario para la región cuyana, desarrollándose programas de trabajo a lo largo de los diferentes sistemas de fallamiento en la provincia de San Juan y Mendoza. Como uno de sus objetivos se trató de determinar dentro de los diferentes sistemas de fallamiento, segmentos con movimiento reciente y su probable relación con los sismos históricos. De esta forma se encuentra la rotura histórica del sismo de 1929 “Villa Atuel – Las Malvinas” y la de la falla Cerro La Cal probablemente relacionada con alguno de los terremotos locales de 1861; 1903 ó 1927, que produjeron daños de consideración en la parte norte de la zona urbana mendocina.

Dentro de los trabajos regionales más recientes que analizan el fallamiento cuaternario de la provincia, está la clasificación realizada por Velo (1989), quien considera el fallamiento neotectónico en regiones y sistemas de fracturación, aunque no detalla las características morfológicas de cada sistema de ni jerarquiza los desplazamientos producidos por cada falla.

4.2.6 Peligro sísmico y riesgo sísmico

El *peligro sísmico* se define como la probabilidad de ocurrencia de un potencial sismo destructivo, dentro de un período específico de tiempo en un área determinada, y el *riesgo sísmico* es el número de víctimas, daños a las construcciones e interrupción de la actividad económica, esperados a causa de un terremoto destructivo.

Para la determinación del peligro sísmico se emplea en numerosos países la siguiente metodología:

- **Investigación histórica:** se realiza con la recopilación de datos existentes que indiquen la actividad sísmica de la zona. Ello se obtiene a través de archivos históricos y comunicaciones verbales de los habitantes de la región cercana al

área de estudio, registros sismográficos obtenidos en estaciones del país y del exterior.

- **Evidencias geológicas:** se investiga la asociación de los sismos o fallas geológicas, que se obtienen al realizar una cartografía detallada de las fallas del área, con las evidencias de su actividad reciente.
- **Microsismicidad:** para ello se instalan temporariamente sismógrafos en la zona que permitan detectar la ocurrencia de microsismos no perceptibles de otra manera.

Los trabajos realizados en la provincia de Mendoza se dirigieron primero a obtener un registro histórico de los sismos destructivos y luego mediante análisis de geomorfología tectónica, localizar las evidencias de fallamiento activo para tiempos cuaternarios. Se trató de asignar a cada fuente un sismo potencial basándose en parámetros morfológicos del frente de escarpa, pelosismología y registro histórico. Estas múltiples aproximaciones al sismo probable de ocurrir se completaron con una evaluación sismotectónica regional y con la ubicación de áreas que por sus características geológicas pueden ser fuentes de sismos relacionados con plegamiento.

Como aún no se puede efectuar la predicción de los terremotos, solo se puede decir que antes de que estos se produzcan hay variaciones en los niveles de agua en los pozos y alteración de la conducta animal. Resulta de vital importancia para lograr el desarrollo de una región, la determinación del *peligro y riesgo sísmico*, a fin de minimizar las pérdidas, no solo desde el punto de vista económico-financiero, sino también humano.

La evaluación del peligro sísmico y el estudio de los riesgos sísmicos en cuanto al ordenamiento del territorio y urbanismo, no solo se refiere a las normas y métodos de construcción (diseño sismo resistente), sino también a los problemas de ubicación de los asentamientos humanos y a la planificación adecuada del uso de la tierra, evitando aquellas áreas de mayor riesgo (zonas de fallas, deslizamientos o zonas de licuefacción). Los terremotos considerados necesarios para evaluar el peligro sísmico son aquellos cuya magnitud es mayor a 5 en la escala de Richter, ya que son los capaces de ocasionar daños en las construcciones.

En la faja de los 300 km al este del eje andino han ocurrido numerosos terremotos históricos, ocasionando cuantiosas pérdidas económicas que directamente han influido en el desarrollo socioeconómico y potencialidad de las comunidades en crecimiento.

Una provincia que en su historia ha sido afectada repetidamente por eventos destructivos, debe contemplar la temática neotectónica en su planificación. Su desconocimiento puede ser causa de grandes pérdidas en el futuro, ellas pueden ser amortiguadas con el conocimiento real de la existencia de riesgo, el cual se puede cuantificar y evaluar estadísticamente con la aplicación de metodologías apropiadas.

Las ideas sobre la reducción del riesgo sísmico mediante estudios neotectónicos deben ser consideradas por los gobiernos locales y los organismos de planificación, generando conciencia de que la ocurrencia de un desastre es un proceso dinámico e incierto.

El oeste argentino por su ubicación tectónica, tiene que convivir con ese riesgo y por lo tanto la toma de decisiones sobre grandes obras de infraestructura y expansión de centros poblados, debe considerar ese parámetro de riesgo.

Las ciudades ubicadas en esta franja de actividad potencial no han tenido un crecimiento tan explosivo, como el ocurrido en otros sitios del mundo donde grandes urbanizaciones se han construido sobre fallas activas y las estrategias de prevención deben tomarse preferentemente para la asistencia post-desastre.

En nuestro caso la velocidad del desarrollo de ciudades como Mendoza, si bien es notable en los últimos 30 años, permite elaborar la formulación de planes para reducir el riesgo basándose en limitaciones en el uso de la tierra en áreas no desarrolladas y tomando precauciones para la construcción de obras de infraestructura.

En la **Figura 60** se puede observar el mapa de riesgo sísmico, elaborado por el Gobierno de la Provincia de Mendoza, en función de los estudios realizados.

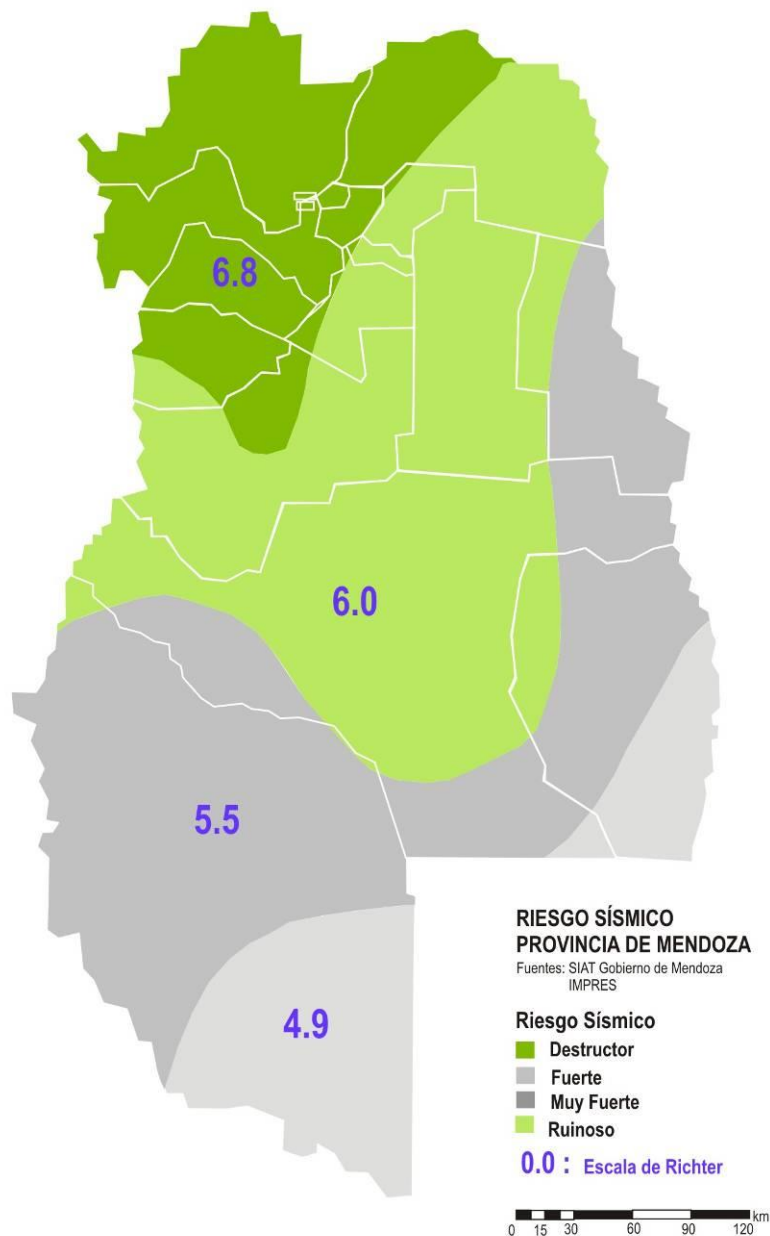


Figura 60: Riesgo Sísmico de la Provincia de Mendoza

4.2.7 Zonificación sísmica nacional y provincial

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES) del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, y el Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC) del Sistema INTI, elaboraron el “Reglamento Argentino para Construcciones Sismoresistentes”, el cual tiene aplicación a nivel nacional.

Este reglamento establece los requerimientos y las previsiones mínimas para el diseño, construcción, reparación y refuerzo de construcciones que puedan estar sometidas a excitaciones sísmicas.

Las acciones sísmicas de diseño, procedimientos de análisis, requerimientos de resistencia y estabilidad, limitaciones de deformaciones, disposiciones constructivas y previsiones generales se establecen con los siguientes objetivos:

- Evitar pérdidas de vidas humanas y accidentes que pudieran originarse por la ocurrencia de cualquier evento sísmico, protegiendo los servicios y bienes de la población.
- Evitar daños en la estructura y en los componentes de la construcción, durante los sismos de frecuente ocurrencia.
- Reducir al mínimo los daños en los componentes no-estructurales y evitar perjuicios en la estructura, durante los sismos de mediana intensidad.
- Evitar que se originen colapsos y daños que puedan poner en peligro a las personas o que inutilicen totalmente las estructuras durante sismos muy severos de ocurrencia extraordinaria.
- Lograr que las construcciones esenciales destinadas a los servicios de emergencia continúen funcionando, aún ante sismos destructivos.

El Reglamento CIRSOC 103, Edición 1992, con posteriores modificaciones en ediciones posteriores hasta 2013 (actualmente vigente en la Provincia de Mendoza), en el Capítulo 3, establece la Zonificación Sísmica para la República Argentina. El territorio de la República Argentina se divide en 5 zonas, de acuerdo con el grado de peligrosidad sísmica. En la siguiente tabla se especifica la zonificación sísmica del territorio nacional en función del grado de peligrosidad sísmica.

Zona	Peligrosidad Sísmica
0	Muy reducida
1	Reducida
2	Moderada
3	Elevada
4	Muy elevada

FUENTE: CIRSOC 103

A continuación se agrega el Mapa publicado en el Reglamento CIRSOC 103-Ed. 1992, donde se puede visualizar al “Zona de Peligrosidad Sísmica” que corresponde al Área Metropolitana de la Provincia de Mendoza.

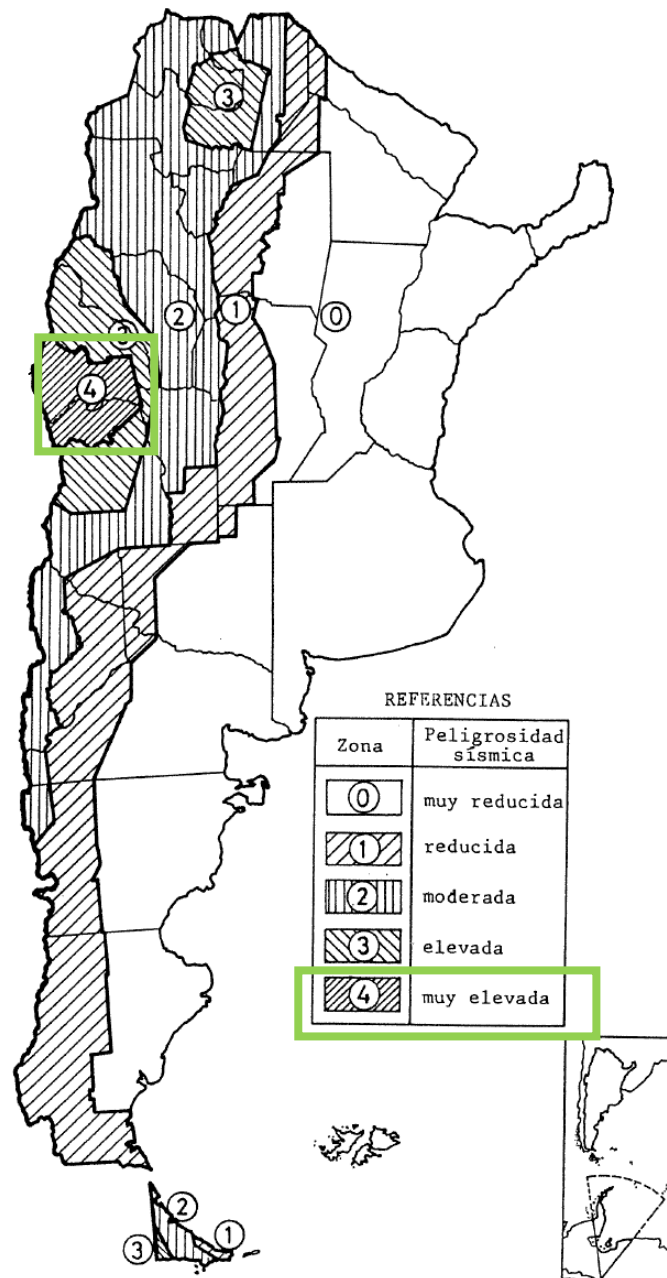


Figura 61: Zonificación Sísmica en la República Argentina

Los distintos Departamentos que conforman la Provincia, se encuentran en distintas Zonas de esta clasificación. En particular, los Departamentos de la Zona Metropolitana se ubican en la **ZONA 4**, que según el Reglamento está constituida por:

ZONA 4			
PROVINCIA DE MENDOZA		PROVINCIA DE SAN JUAN	
1	Las Heras	4	Calingasta
2	Parte de Lavalle	5	Ullún
3	Capital	6	Albardón
4	Godoy Cruz	7	Angaco
5	Luján de Cuyo	8	Zonda
6	Guaymallén	9	Rivadavia
7	Maipú	10	Chimbas
8	San Martín	11	Capital
9	Junín	12	Santa Lucía
		13	San Martín
		14	Parte de Caucete
		15	Pocito
		16	Rawson
		17	9 de Julio
		18	Sarmiento
		19	25 de Mayo

Por lo tanto, y al quedar todos los Departamentos de la zona de estudio comprendidos dentro de la **Zona 4**, se deberán tener en cuenta los lineamientos previstos en el mencionado reglamento para la etapa de Diseño y Construcción, de las infraestructuras previstas en el presente proyecto. En la **Figura 62** Se puede observar el mapa de zonificación sísmica de la Provincia de Mendoza.

4.2.8 Microzonificación sísmica del Gran Mendoza⁵

El Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), realizó las microzonificaciones de las ciudades más importantes de la extensa zona sísmica del país. Al presente, dos de estas microzonificaciones se han completado, las que corresponden a los conglomerados urbanos denominados Gran San Juan y Gran Mendoza. Estas dos ciudades han experimentado terremotos destructivos en distintas oportunidades, en sus más de cuatrocientos años de historia. El terremoto del 20 de marzo de 1861, que destruyó la vieja ciudad de Mendoza, está considerado como el de mayor destructividad de los ocurridos en Argentina, ya que murieron 6.000 personas sobre una población total de 18.000 habitantes. Su epicentro fue localizado en el mismo lugar del terremoto del 26 de enero de 1985 Ms = 5,7, a 30 km del centro de la ciudad, sobre una falla activa denominada falla de Barrancas.

⁵ “Microzonificación del Gran Mendoza” Ing. Juan Carlos Castaño (Director Nacional de INPRES – San Juan) y Nafa-Zamarbide *Ingenieros Consultores* SRL.

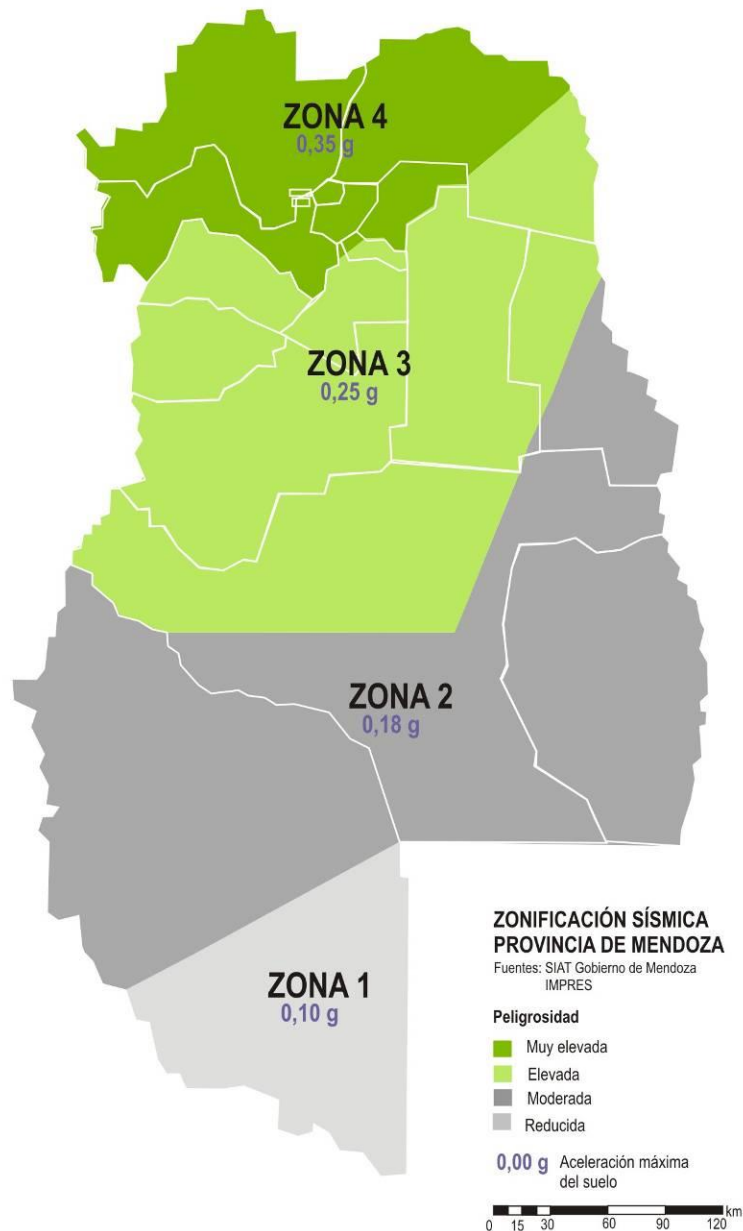


Figura 62: Zonificación Sísmica de la Provincia de Mendoza

La ciudad de San Juan fue completamente destruida por el peor terremoto que afectó a la Argentina durante el presente siglo. Ocurrió el 15 de enero de 1944, Ms=7,4, dejando un saldo de 10.000 muertos sobre una población de 100.000 habitantes. Su epicentro se localizó a 20 Km de la ciudad, estando directamente relacionado con la falla activa de Nikizanga, de tipo inversa, que sufrió un desplazamiento vertical de 0,50m.

La actividad sísmica de la región cuyana, está relacionada tectónicamente con la convergencia de las placas Sudamericana y de Nazca, como resultado de la cual, la placa de Nazca se subduce por debajo de la primera, la que es activamente deformada

a lo largo de su amplio borde occidental, dando lugar a estructuras geológicas activas, alguna de las cuales constituyen fuentes de actividad sísmica.

Los fenómenos sísmicos en esta región se concentran en dos zonas principales, teniendo en cuenta las profundidades de los focos de los terremotos: *la superficial*, con hipocentros que no superan los 40 Km y la de *subducción* con los hipocentros entre los 100 y los 120 Km. En la **Tabla 45** Se presentan los parámetros principales de los terremotos más importantes que afectaron al Gran Mendoza, destacándose, como se manifestara previamente, el gran terremoto del 20 de marzo de 1861.

Tabla 45: Listado de sismos destructivos que afectaron al Gran Mendoza

Tabla 45: Listado de sismos destructivos que afectaron al Gran Mendoza							
Fecha			Coordenadas Hipo centrales			Magnitud	Imax
Día	Mes	Año	Lat (°S)	Long (°W)	H (km)	Ms	M.M.
22	05	1782	33,0	69,2	30	7.0	VIII
20	03	1861	32,9	68,9	30	7.0	IX
19	08	1880	----	----	----	----	VII
27	10	1894	29,0	69,0	30	7.5	IX
12	08	1903	32,1	69,1	70	6.0	VIII
27	07	1917	32,3	68,9	50	6.5	VII
17	12	1920	32,7	68,4	40	6.0	VIII
14	04	1927	32,5	69,5	110	7.1	VIII
15	01	1944	31,4	68,5	30	7.4	IX
25	04	1967	32,7	69,2	30	5.6	VI
23	11	1977	31,0	67,8	12	7.4	IX
26	01	1985	33,1	68,8	12	5.4	VIII

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

4.2.9 Fuentes Sísmicas Potenciales

El régimen de esfuerzos de esta región y, consecuentemente, su marco tectónico, está dominado por un sistema de compresión este – oeste que, generalmente, ha dado como resultado la formación de pliegues y de fallas inversas, con rumbo predominantemente norte-sur. Como consecuencia de estos grandes procesos dinámicos se han desarrollado importantes rasgos estructurales, destacándose sobre todos ellos la Cordillera de Los Andes.

La Precordillera, situada al este de la Cordillera principal y al oeste del Gran Mendoza, presenta un sistema actualmente activo que da lugar a numerosas fuentes sísmicas potenciales, alguna de las cuales atraviesan áreas urbanas densamente pobladas.

En la región analizada (Zona Metropolitana de Mendoza y Zona sur de San Juan), se localizaron y caracterizaron, mediante estudios integrales de paleo sismicidad, quince fallas activas o sistemas de fallas, algunas de ellas directamente relacionadas con terremotos históricos destructivos, como puede observarse en la **Figura 63**. Se estimó, a partir de las evidencias geológicas, para cada una de ellas, el terremoto potencial

máximo y el intervalo promedio de retorno, valores que se presentan en la misma figura.

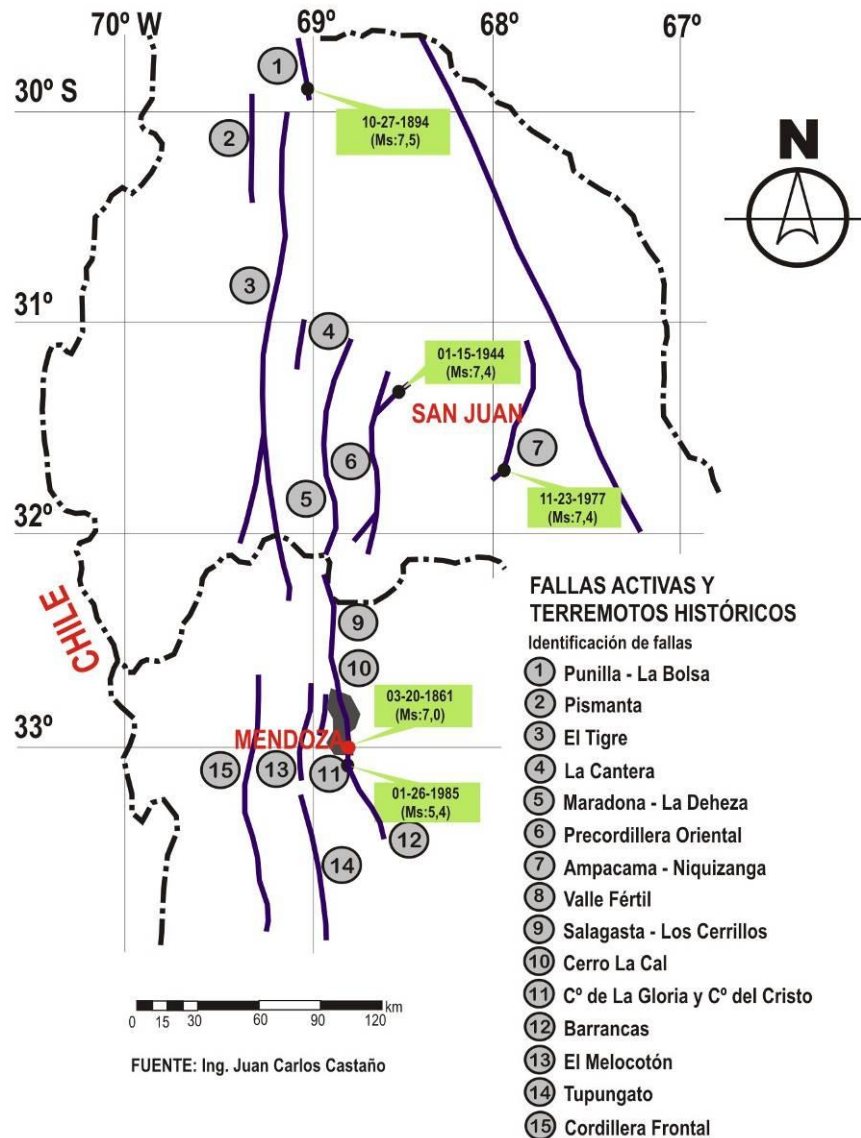


Figura 63: Fallas activas y terremotos históricos del norte de Mendoza

4.2.9.1 Configuración Fisiográfica del Área Metropolitana de Mendoza

Como se aprecia en la **Figura 64**, el área bajo estudio, se extiende sobre tres unidades geológicas diferentes: el *Cono Aluvial de Maipú*, la *Planicie Aluvial de Transición* y el *Piedemonte Mendocino*.

El *Cono Aluvial* ha sido formado por el río Mendoza y se presenta muy interaccionado por sedimentos del piedemonte, los que con sus bajadas aluvionales, producto de las torrenciales lluvias veraniegas, lo penetran de oeste a este, mediante numerosos ríos secos.

De la **Figura 64** surge que todo el sector occidental se emplaza en el *pedemonte mendocino*, mientras que el *cono aluvial de Maipú* ocupa el sector sur y sureste, abarcando las zonas de Luján, Maipú, el sector este de Godoy Cruz y Guaymallén. Por último, la *planicie aluvial de transición* se desarrolla en el norte y noreste, comprendiendo a las zonas norte y noreste de Las Heras y norte de Guaymallén.

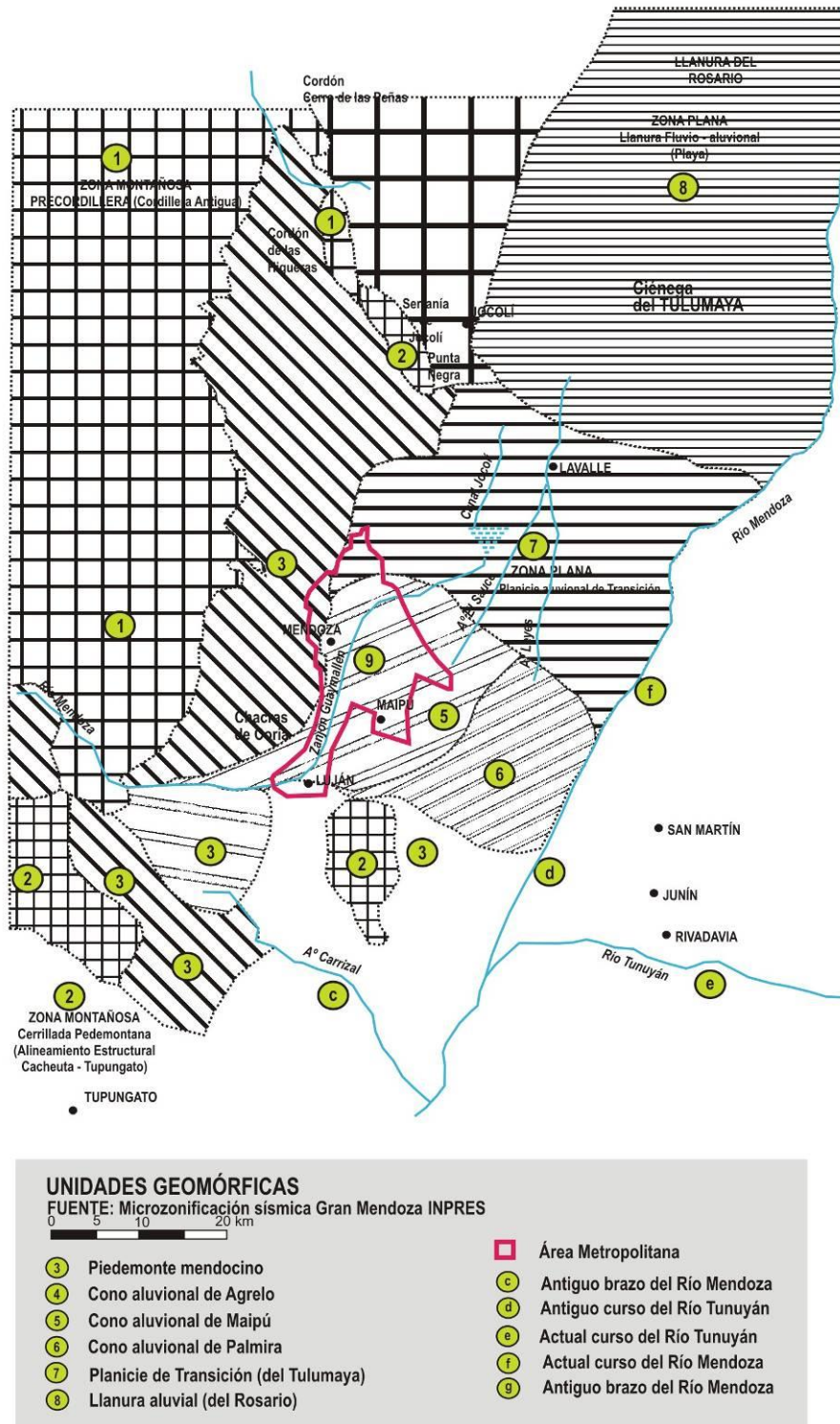


Figura 64: Grandes Unidades geomórficas del Gran Mendoza

4.2.9.2 Perfiles Geotectónicos

Para la determinación de la composición estratigráfica y características geotécnicas de la zona de estudio, se ha recurrido a la recopilación de antecedentes aportados por:

- Perforaciones para extracción de agua realizadas (Fuente: Departamento General de Irrigación).
- Estudios de Suelo (Fuentes: obras públicas y privadas).
- Exploración geotécnica (se investigaron 1.020 m de subsuelo, con distintos métodos de exploración según el tipo de suelo).

4.2.9.3 Distribución y Características de los sedimentos aluviales

Como resulta típico en los conos aluviales, el material transportado por el río o por los cauces eventuales, resulta ser menos grueso a medida que nos alejamos de sus vértices. De forma tal que encontramos gravas gruesas, bochas y bloques de gran tamaño a la salida del río Mendoza por la quebrada de Cacheuta y en Luján. Esta misma situación también se presenta en las bajadas aluvionales del piedemonte occidental mendocino.

A medida que avanzamos, alejándonos del vértice del cono del río Mendoza, o de los conos pedemontanos, los sedimentos se vuelven más finos y consisten en gravas, gravilla y arena, con una cubierta superficial de limos, arcillas y arenas finas, en espesores variables.

Al pie del cono aluvial del río Mendoza, en la zona noreste del área de estudio, aparece la planicie de transición hacia la llanura aluvial, donde comienzan a predominar sedimentos finos, limos, arcillas y arenas finas, sobre las gravas y gravillas. Esta zona de transición, como es lógico, no está bien definida y se ubica, aproximadamente como se indica en la **Figura 65**.

La zona noroeste de Luján, oeste de Godoy Cruz, Capital y Las Heras, correspondientes al área estudiada, presentan las interacciones de los sedimentos aluvionales pedemontanos del oeste, con los sedimentos del río Mendoza.

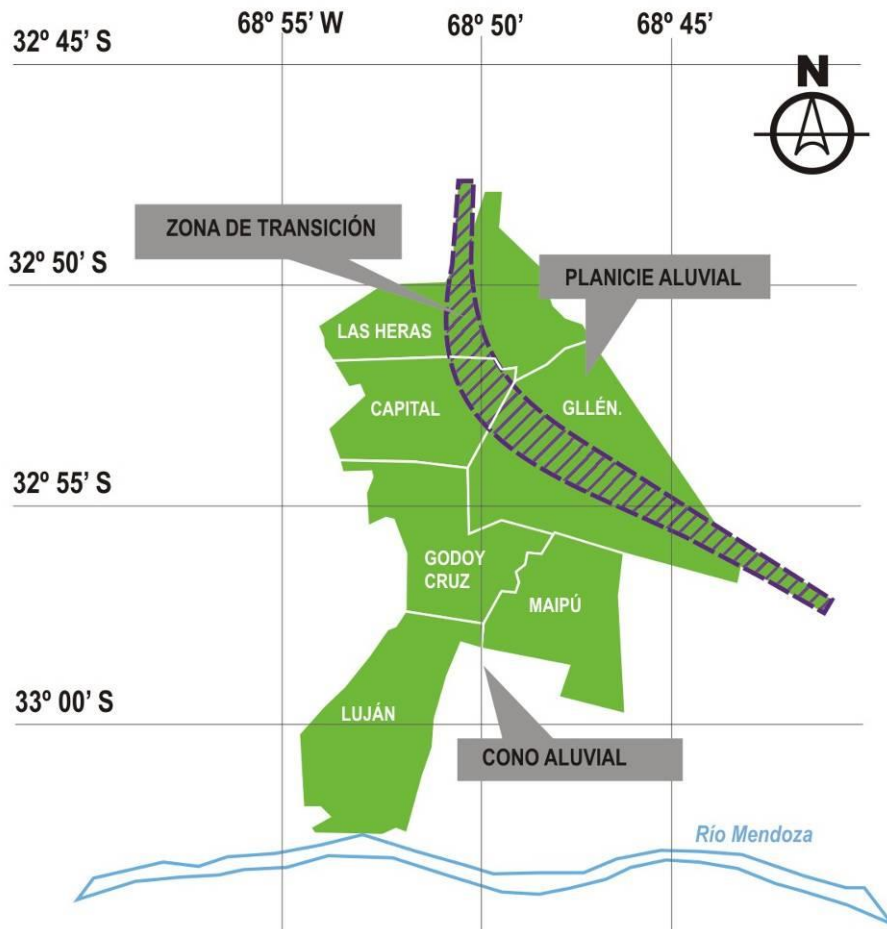


Figura 65: Distribución de las condiciones del subsuelo en el Área de Estudio

En general, los resultados de los ensayos de penetración normal (SPT) realizados, mostraron que la compacidad de los sedimentos aluviales existente en la zona, varía de suelta a densa, como se describe a continuación:

- Los sedimentos granulares gruesos del cono del río Mendoza, que aparecen superficialmente en Luján, Godoy Cruz, Maipú y Guaymallén, presentan compacidades medias en los primeros 2 a 3 metros de profundidad, a partir de donde se presentan densas a muy densas.
- Los sedimentos finos, limos, limos arenosos y limos arcillosos, que aparecen cubriendo a las bochas, gravas y arena del sedimento pedemontano o del cono del río Mendoza, en la zona de Capital, con espesores que alcanzan como máximo los 20 m de profundidad, se presentan con consistencias variables, desde muy blandas a medias.
- Los sedimentos finos, limos, limos arenosos, limos arcillosos y arenas limosas que aparecen en la planicie de transición, zonas norte y noreste de Las Heras y noroeste de Guaymallén, se presentan con compacidades sueltas o medias o consistencias blandas a medias. Resulta muy frecuente que bajo los 5 m de profundidad, en promedio, las compacidades asciendan a densas y las

consistencias de firmes a muy firmes, estando esto asociado a una cementación calcárea proveniente de la Cerrillada Pedemontana.

Como el comportamiento de las gravas, arenas y limos, ante las sollicitaciones dinámicas producidas por sismos fuertes, depende en gran medida del estado de compacidad relativa que presentan “in situ”, surge la importancia de su determinación, que en lo descripto hasta ahora ha sido inferida a partir de los ensayos de penetración normal.

4.2.9.4 Exploración Geofísica

Para la determinación de las velocidades de propagación de ondas elásticas longitudinales y transversales en el subsuelo, se realizó una campaña de exploración geosísmica, de manera de abarcar zonas del área bajo estudio que presentaran diferentes condiciones fisiográficas. Los puntos explorados fueron los siguientes:

- Municipalidad de Las Heras (planicie aluvional de transición).
- Hospital El Carmen – Godoy Cruz (sedimento pedemontano).
- Municipalidad de Maipú (cono aluvial del río Mendoza).
- Escuela Edmundo D’Amicis – Capital (sedimento pedemontano).
- Municipalidad de Godoy Cruz (interacción del cono aluvial con el sedimento pedemontano).
- Edificio AyEE – Avenida San Martín y Calle Peltier – Capital (zona de interacción del cono aluvial con el sedimento pedemontano).
- Villa Hipódromo – Calles Della Santa y Laprida – Godoy Cruz (zona de interacción del cono aluvial con el sedimento pedemontano).

4.2.9.5 Espesor de los sedimentos cuaternarios

En las áreas llanas y valles intermontanos de la zona estudiada, el relleno sedimentario cuaternario alcanza espesores a veces considerables (más de 1.000 metros). Los datos de subsuelo provienen de perforaciones y de trabajos geofísicos. La principal fuente de datos para determinar el espesor del relleno sedimentario cuaternario es la geoelectrónica. En la **Figura 66** se han representado las curvas de igual espesor de los sedimentos cuaternarios.

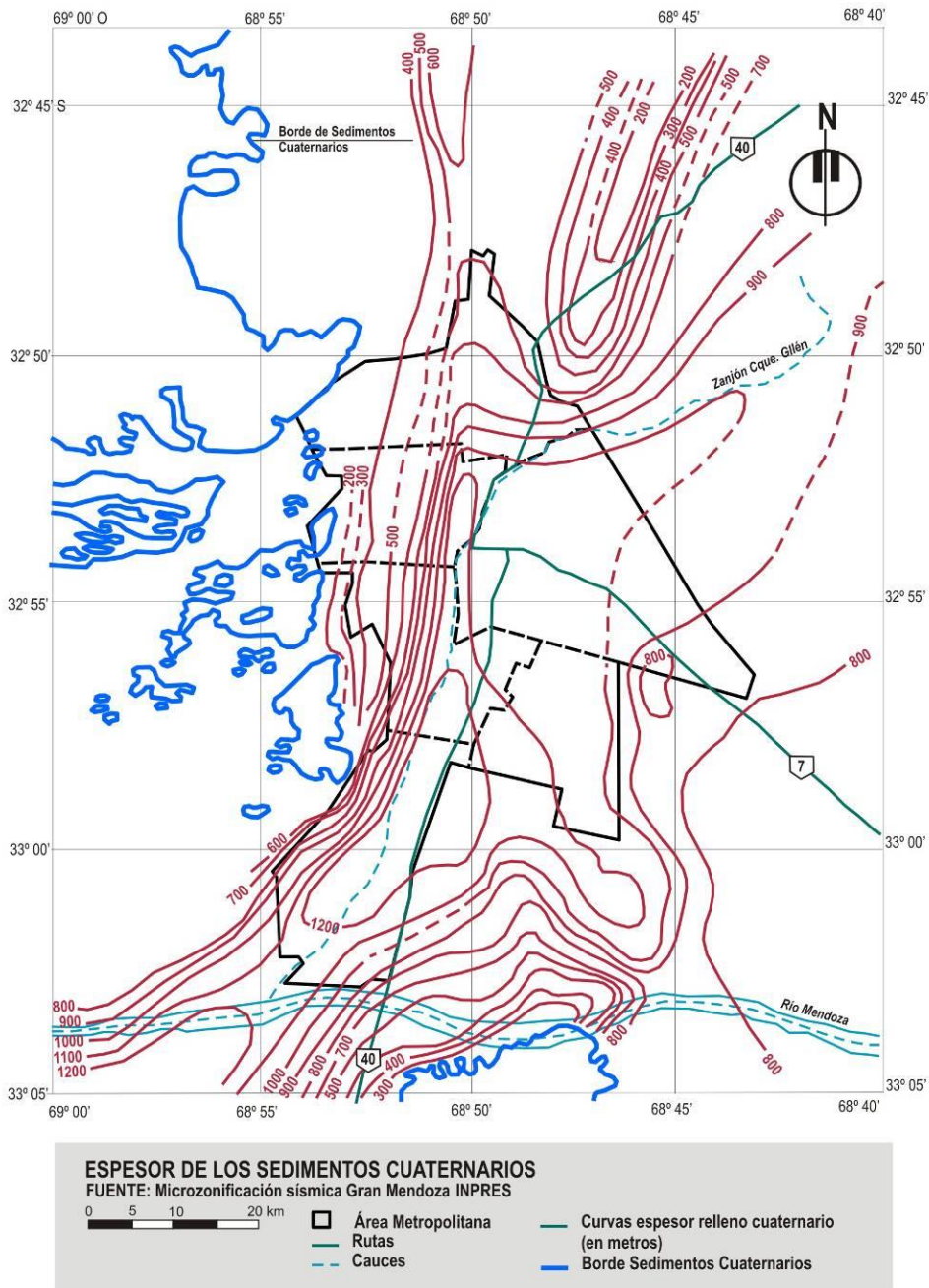


Figura 66: Espesor de los sedimentos cuaternarios en el Gran Mendoza

4.2.9.6 Perfiles estratigráficos característicos del subsuelo

Sobre la base de la información obtenida, tanto de los antecedentes recopilados como de la exploración geotécnica realizada, se prepararon diez (10) perfiles, cuya ubicación se muestra en la **Figura 67**.

Los perfiles **A**, **B**, **C**, **G** y **H** son aproximadamente secciones oeste-este, en tanto los perfiles **D**, **E**, **I** y **J** son secciones norte-sur. El Perfil **F** tiene dirección noroeste-sureste y

se ubica en la planicie de transición con una sección paralela al límite noreste del área de estudio.

En el presente estudio, nos interesa la descripción del perfil **D**, que se inicia en el sur, en la ciudad de Maipú, cruzando en su trayectoria hacia el norte a San Francisco del Monte, Villa Nueva, Pedro Molina, El Plumerillo y culminando en Gral. Espejo. En la **Figura 68**, se puede ver un esquema de este perfil.

Desde la ciudad de Maipú hacia el Acceso Este, el perfil presenta una cubierta de *1 a 3 metros de espesor de suelos limosos*, seguidos en profundidad por *bochas, gravas y arenas* provenientes del cono aluvial del río Mendoza.

A partir del Acceso Este, el espesor de la cubierta superficial aumenta un poco y comienzan a aparecer en profundidad *capas de arcillas, que intercalan a las gravas arenosas*, denotando el inicio de la planicie de transición.

Y desde el Zanjón Cacique Guaymallén hacia el norte, predominan las *capas de arcillas sobre los estratos de gravas arenosas*.

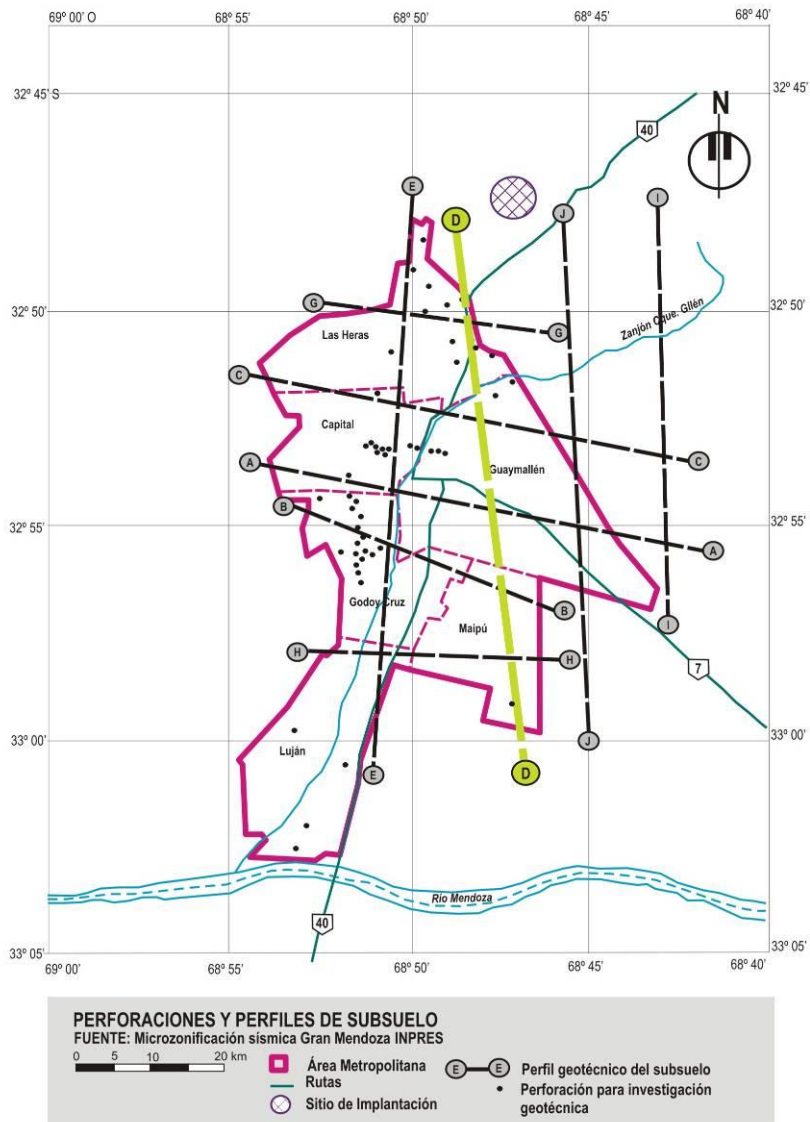


Figura 67: Ubicación de perfiles de suelo en el área bajo estudio

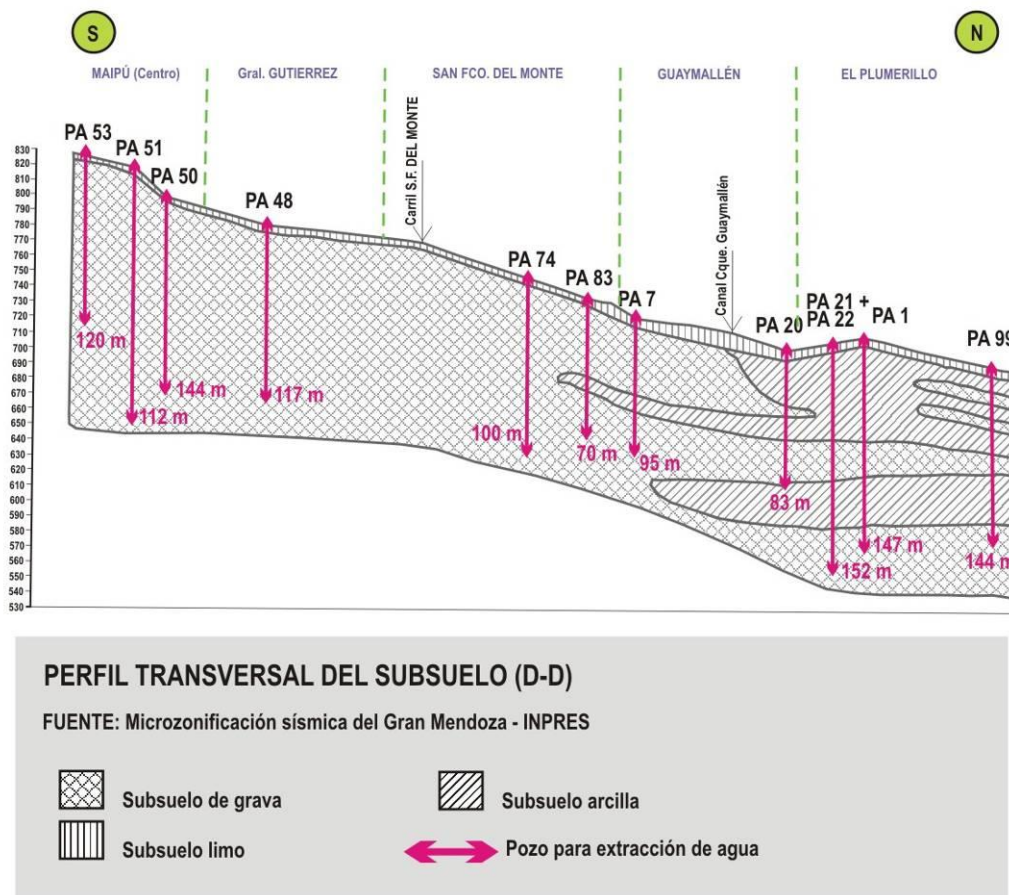


Figura 68: Perfil D-D Subsuelo

4.2.9.7 Agua Subterránea

Como base para determinar y delimitar las áreas del Gran Mendoza y aledañas, donde pueden producirse fenómenos de licuación de suelos, se prepararon mapas de profundidades máximas y mínimas, utilizando datos provistos por el Centro Regional del Agua Subterránea (C.R.A.), que posee registros desde 1967 a la fecha, y por el Departamento General de Irrigación.

Con la información que contienen los mencionados mapas, se preparó la **Figura 69**, que resume parte de esa información que es de interés para el estudio del potencial de licuación en el área bajo estudio.

El origen del agua subterránea presente en la zona, se encuentra en la infiltración del agua del río Mendoza, especialmente en el trayecto oeste-este, en el Dpto. Luján y límite departamental Luján-Maipú. En el área de estudio, existen acuíferos libres y confinados. El acuífero libre se desarrolla en las zonas del cono aluvial del río Mendoza y del sedimento pedemontano, en tanto en la planicie aluvial de transición comienzan a aparecer acuíferos confinados y *falsas freáticas* cerca de la superficie (aguas colgadas).

El inicio del acuífero confinado se produce en una banda, de algunos kilómetros de ancho y no en una línea, banda localizada ligeramente al sudoeste del límite del área bajo estudio, entre El Plumerillo y Rodeo de la Cruz.

Los mapas existentes no indican, en general, el nivel de la *falsa freática*, cuyo conocimiento es imprescindible para el análisis del potencial de licuación de suelos granulares finos durante sismos. Por ello se programó y realizó una densificación de las perforaciones en la zona de la planicie de transición, a los efectos de determinar, además de las características del subsuelo, las curvas de niveles freáticos, cuya distribución se puede observar en la **Figura 69**.

En general puede decirse que existe un acuífero libre profundo en la zona de cono aluvial y sedimentos pedemontanos, que ubica el agua subterránea a las siguientes profundidades medidas según la zona:

Zona	Profundidad (m)
Maipú	95
Godoy Cruz	90
Parque Gral. San Martín	110
Capital	80
San José (Guaymallén)	50
Las Heras	35

FUENTE: Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES

En la planicie de transición aparece la *falsa freática* (aguas colgadas) con niveles variables **entre 1 y 10 m de profundidad**.

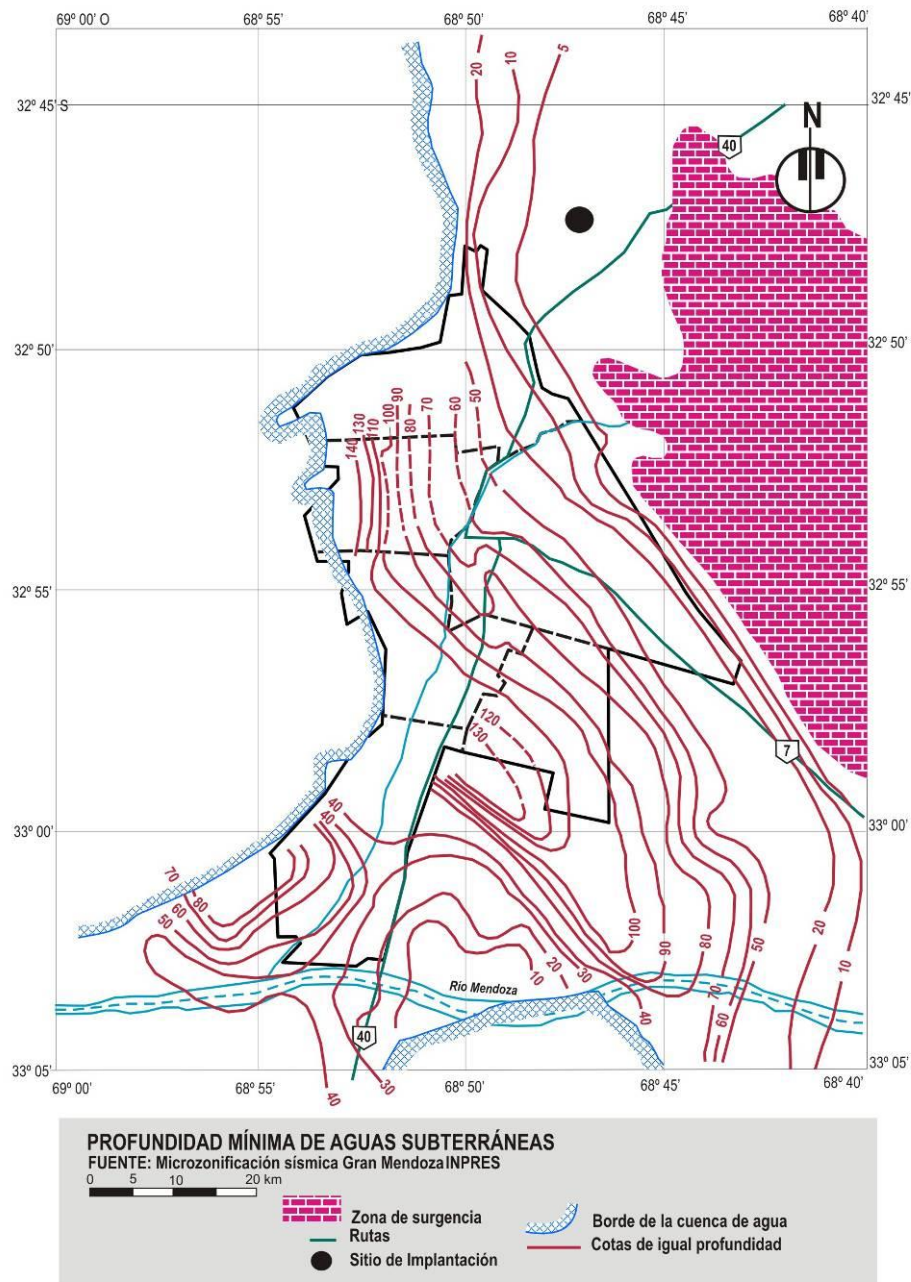


Figura 69: Curvas de profundidad mínima del agua subterránea en el Gran Mendoza

4.2.9.8 Zonificación del peligro sísmico

Finalmente, en el documento de “Microzonificación del Gran Mendoza”, se realizaron recomendaciones para la zonificación de los distintos peligros sísmicos en el Gran Mendoza. Los referidos peligros son: *movimiento del terreno*, *licuación de suelos* y *rotura superficial del terreno* debido al movimiento de fallas. También se presentan recomendaciones para la zonificación con relación al diseño de estructuras, consistentes en un mapa de zonificación y los correspondientes espectros de diseño.

- **Movimiento del terreno**

Se realizaron mapas de peligro de aceleraciones máximas para el área bajo estudio, las cuales multiplicadas por las formas espectrales correspondientes a la zona, dan como resultado los espectros de aceleración absoluta, para sitios específicos.

Combinando adecuadamente los datos obtenidos de: 1) la ubicación y geometría de cada fuente sísmica, 2) el período de retorno de cada sismo potencial máximo; y 3) las relaciones de atenuación, se obtuvieron mapas de peligro sísmico para diferentes niveles de probabilidad, correspondiendo a terremotos con 10% de probabilidad de excedencia para 10, 50 y 250 años. La **Figura 70**, muestra aquél a usarse en la determinación del daño.

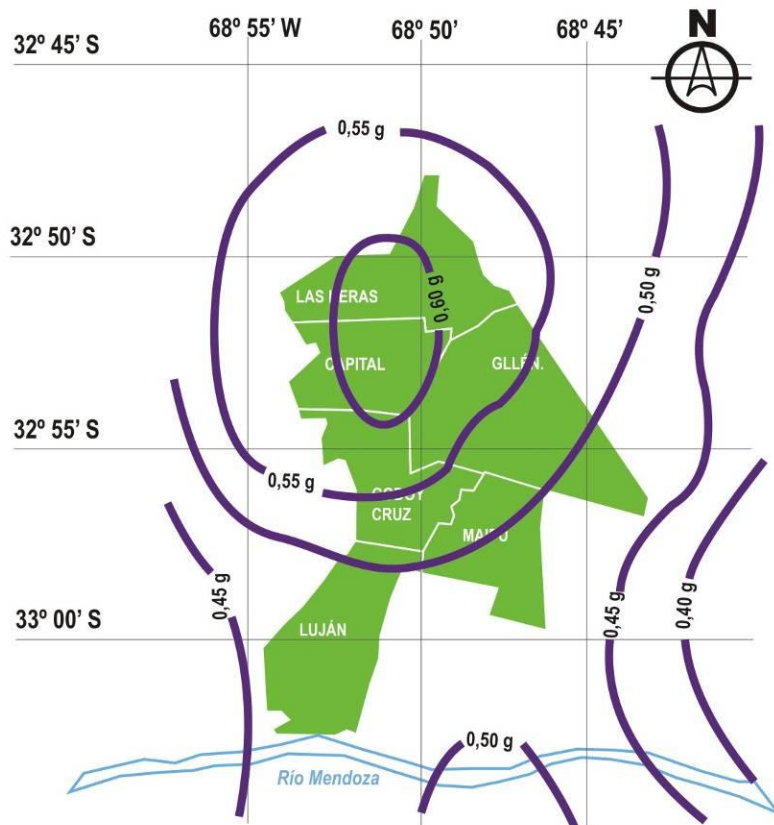


Figura 70: Aceleraciones máximas probables (10% en 50 años)

- **Peligro de licuación**

El potencial para la ocurrencia de licuación en un cierto lugar, es función de la **susceptibilidad** y de la **oportunidad** de licuación del área.

La primera es una medida de la capacidad del movimiento sísmico del terreno para originar presiones de poro elevadas, y consecuentemente, fallas del terreno en los depósitos de suelos existentes en la zona. Es función de la edad, composición y densidad de los depósitos de suelos y de las condiciones del agua subterránea.

La segunda es una medida de la frecuencia de ocurrencia de los movimientos sísmicos capaces de originar licuación en suelos susceptibles.

Del análisis de los datos obtenidos durante la exploración geotécnica realizada para el área metropolitana de Mendoza surgió que la mayor parte de la zona urbanizada descansa sobre depósitos de espesor variable de suelo limoso, que a su vez cubren a los suelos granulares gruesos pertenecientes al cono aluvial del río Mendoza (el así llamado Cono de Maipú) y a los depósitos granulares más antiguos originarios del piedemonte mendocino. Los depósitos superficiales de suelos finos, adquieren mayor espesor hacia el norte y noreste de Las Heras y noroeste de Guaymallén, hacia Lavalle.

Por otro lado, el nivel de agua subterránea libre es bastante profundo en la mayor parte de la zona estudiada, oscilando entre 35 a 100 metros. De tal modo, la gran profundidad del nivel freático, da como resultado un muy bajo potencial de peligro de licuación para localidades como Maipú, Godoy Cruz, Capital y gran parte de Las Heras y Guaymallén.

Sin embargo, en la parte norte y noreste de la zona bajo estudio, se puede encontrar la napa denominada *falsa freática* o también *freática colgada*, a profundidades que varían entre 1 y 10 metros. En la **Figura 69**, se puede observar la zona con agua freática poco profunda. En esta zona es necesario considerar el potencial de licuación inducido por terremotos, debido a la presencia de sedimentos finos sueltos y saturados.

Además, gran parte de esta zona norte y noreste, experimentó licuación durante terremotos pasados.

La susceptibilidad de licuación de los suelos se mide en términos de las tensiones cíclicas requeridas para originar licuación. Utilizando las relaciones empíricas entre la resistencia a la penetración del terreno y el nivel de la relación de tensiones cíclicas, requerido para originar licuación (según Seed y otros, 1985), y realizando los cálculos pertinentes, se llegó a establecer que con una profundidad de la napa freática de 1 a 3 metros, se necesitan aceleraciones máximas de 0,1g a 0,15g para inducir una relación de tensiones cíclicas de 0,11 a una profundidad de 5 metros, y aceleraciones máximas de 0,09g a 0,16g para producir la misma relación de tensiones a una profundidad de 10 metros.

Los resultados de los análisis de peligro realizado, indican que esas aceleraciones son excedidas con una frecuencia de una vez cada 30 a 50 años. A esta frecuencia, la probabilidad de licuación en un período de 50 años, en cualquier punto de la zona antes mencionada, excede el 50%. La frecuencia de licuación observada en algunas partes de la zona es de aproximadamente una vez cada 20 años desde 1861.

Por lo tanto, las áreas con nivel freático poco profundo y con depósitos de suelos aluviales finos, que se muestran en la **Figura 69**, deben considerarse como zonas de

alto potencial de licuación. Las otras áreas donde la napa es profunda y/o descansan directamente sobre los suelos granulares gruesos y densos, pueden ser consideradas como zonas de *muy bajo potencial de licuación*.

- **Peligro de rotura superficial**

Para evaluar el peligro de rotura superficial durante terremotos se consideró: la identificación de zonas donde la ruptura superficial es potencialmente posible y la probabilidad de que ocurra ruptura superficial del área del Gran Mendoza.

- **Zonificación del peligro de rotura superficial**

Los peligros sísmicos pueden dividirse en dos categorías generales: 1) aquellos que están asociados con el movimiento del terreno; y 2) aquellos que están asociados con la ruptura de la superficie del mismo a lo largo de fallas superficiales.

Debido a que las fallas presentan en general, diferentes grados de peligro potencial y a que los distintos tipos de construcciones presentan diferentes niveles de riesgo, se sugiere la adopción de una *matriz de planeamiento* para regular el uso del suelo en estos sectores críticos. Una matriz de planeamiento es tal que permite ciertos tipos de usos del suelo dentro de zonas con fallas conocidas o posibles, mientras excluyen o requieren investigaciones detalladas para otros tipos de usos.

En el área de estudio, la mayor parte de áreas de fallas activas, se ubican en zonas despobladas y sin ningún tipo de desarrollo urbano, como es el caso de las fallas del Melocotón, Barrancas, Cerro del Cristo y de la Gloria.

Sin embargo, para la falla Cerro de la Cal – Calle Perú, la situación es completamente diferente, ya que parte de la misma se ubica en la zona densamente urbanizada del Gran Mendoza.

Para zonificar el peligro de fallamiento superficial, se propuso una matriz de planeamiento que se presenta en la **Tabla 46** En el caso de las áreas sin desarrollo, se recomienda realizar estudios geológicos detallados para aquellas construcciones que se indican en la misma tabla.

Tabla 46: Propuesta de Zonificación Peligro de Rotura Superficial

Tabla 46: Propuesta de Zonificación del Peligro de Rotura Superficial por Fallamiento – Matriz de Planeamiento			
USOS	Fallas Activas Conocidas		Fallas Activas Dudosas; posibles zonas de fallamiento tipo listrico
	Ubicadas en zonas no desarrolladas (1)	Ubicadas en zonas urbanizadas (2)	
1. Hospitales; plantas de energía eléctrica, de agua potable y de bombeo; cuarteles de bomberos; droguerías; puentes	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre	Necesita Estudio de falla local

Tabla 46: Propuesta de Zonificación del Peligro de Rotura Superficial por Fallamiento – Matriz de Planeamiento

USOS	Fallas Activas Conocidas		Fallas Activas Dudosas; posibles zonas de fallamiento tipo listrico
	Ubicadas en zonas no desarrolladas (1)	Ubicadas en zonas urbanizadas (2)	
elevados y edificios con más de ocho pisos, cuya altura es por lo menos 1,5 veces mayor que la dimensión de la planta mínima.		la falla (para ubicar definitivamente su traza)	
1.A Servicios públicos subterráneos; principales líneas cloacales; conductos eléctricos; cañerías de agua potable y para incendio.	Diseño Especial	Diseño Especial	Necesita Estudio de falla local
2. Escuelas; grandes hoteles; iglesias; centros gubernamentales; museos; teatros; auditorios; depósitos de municiones.	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla.	Necesita Estudio de falla local
3. Barrios; pequeños departamentos multifamiliares; pequeños hoteles; edificios de oficinas; edificios comerciales (estructuras menores de tres pisos).	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla.	Necesita Estudio de falla local
4. Mercados abiertos; casas familiares; edificios industriales; edificios para estacionamiento; negocios de reparaciones; depósitos habitados.	Excluir (3)	Excluir hasta tanto se realicen estudios especiales sobre la falla.	Diseño de acuerdo al código de construcciones
5. Depósitos no habitados; establos; garajes; estacionamientos abiertos; casas de madera; construcciones especiales de techo liviano, no permanentes; estructuras livianas para terminales de ómnibus	Diseño de acuerdo al código de construcciones	Diseño de acuerdo al código de construcciones	Diseño de acuerdo al código de construcciones

FUENTE: *Microzonificación Sísmica del Gran Mendoza - INPRES*

(1) Fallas tales como: Barrancas, Melocotón, Cerro de la Cal, Cerro del Cristo y Cerro de la Gloria.

(2) Falle de la Calle Perú.

(3) Implica no construir en un área de por lo menos 100 metros a cada lado de la traza de la falla.

Se planteó también que los requerimientos propuestos en los mapas y matrices de planeamiento deberían ser articulados periódicamente, a medida que se disponga de nueva información respecto a fallas, códigos de edificación y usos del suelo. En la **Figura 71** se presenta el mapa de zonificación para diseño estructural propuesto.

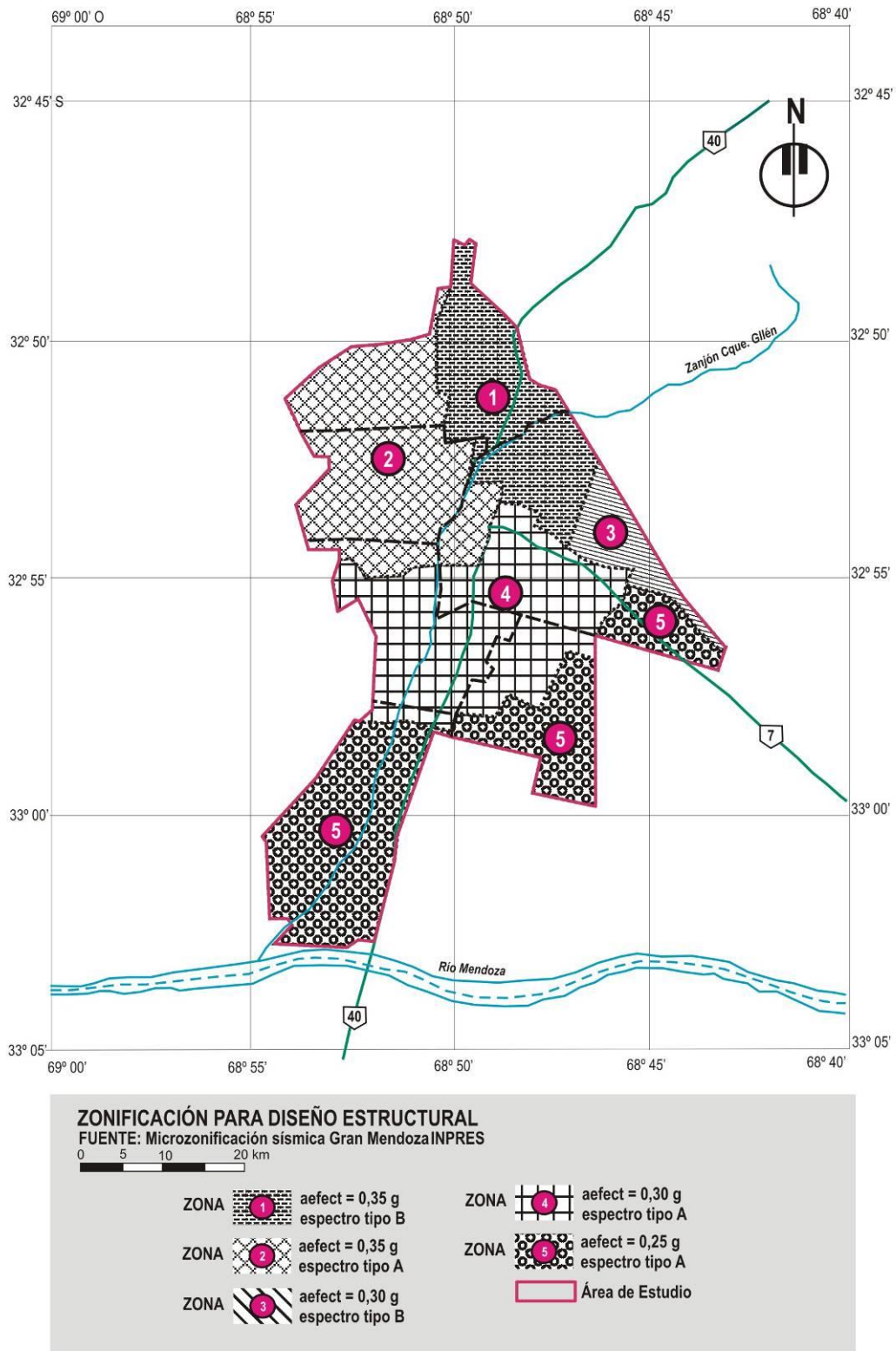


Figura 71: Propuesta de zonificación para diseño estructural – Gran Mendoza

Como se observa en la **Figura 71** se dividió el área bajo estudio en 5 zonas. La delimitación de esas zonas se ha realizado tomando como referencia elementos perfectamente identificables, tales como rutas, calles, canales, vías del ferrocarril, etc.,

a los fines de su aplicación práctica y para evitar dudas acerca de la ubicación de la posible obra con respecto a la línea límite.

Con respecto a la falla del terreno debido a licuación, la zona con alta probabilidad de sufrir licuación se ubica al noreste del área bajo estudio, que es la zona donde se ubica el terreno de implantación del proyecto. Al respecto, se recomienda tomar precauciones especiales tales como realizar un conveniente diseño de las fundaciones y/o el mejoramiento de las condiciones del subsuelo mediante procedimientos adecuados. En tal sentido resulta necesario realizar estudios en detalle del subsuelo en el sitio de implantación de la futura obra.

4.2.10 Situación específica en el sitio de implantación

En función de lo expuesto precedentemente, resulta necesario evaluar la situación específica del sitio preseleccionado para la implantación de las obras, a los efectos de la determinación de la influencia tectónica del entorno, en la **Figura 72** se puede observar la localización del terreno dentro del mapa de condiciones del subsuelo.

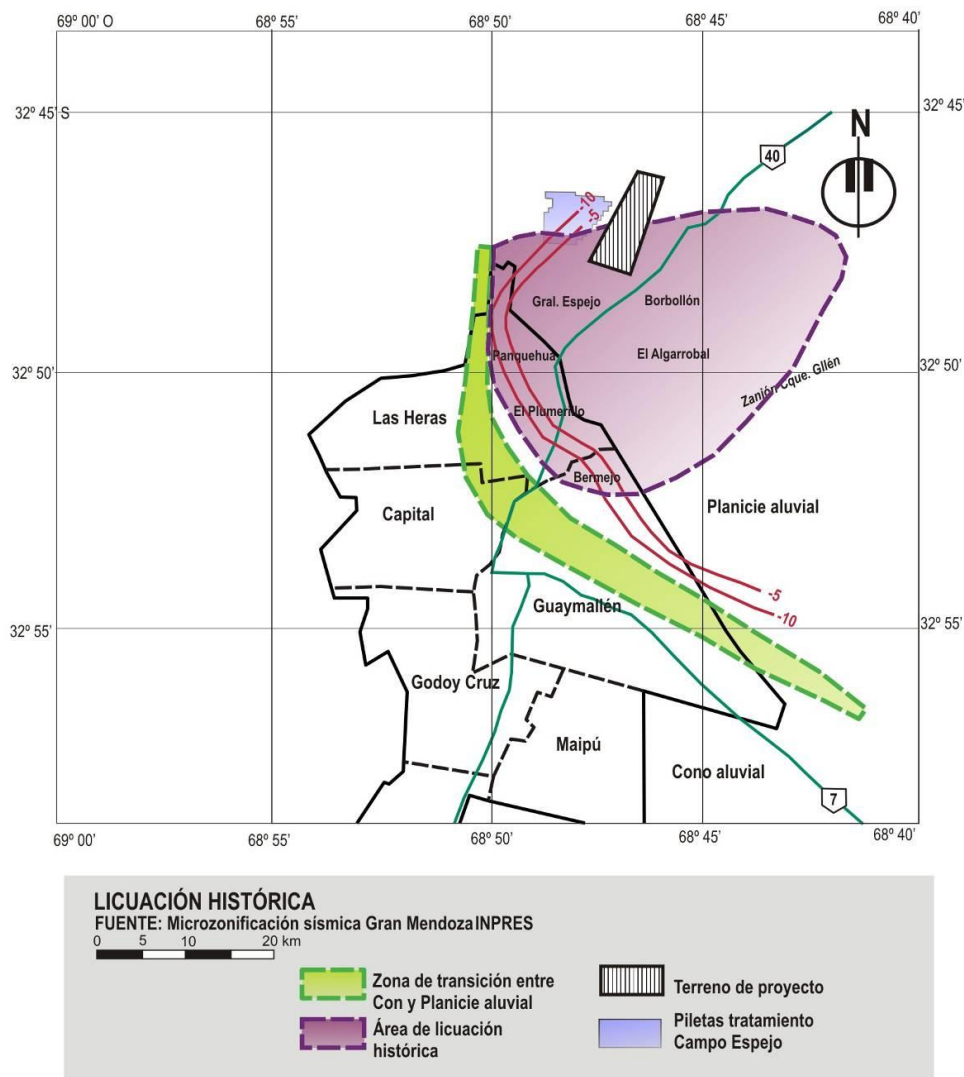


Figura 72: Ubicación del terreno de implantación sobre condiciones de subsuelo

En tanto en la **Figura 72** se presenta la posición relativa del terreno destinado a la construcción del Centro Ambiental El Borbollón, con relación a la falla activa Cerro La Cal, que se ubica hacia el oeste del mencionado terreno.

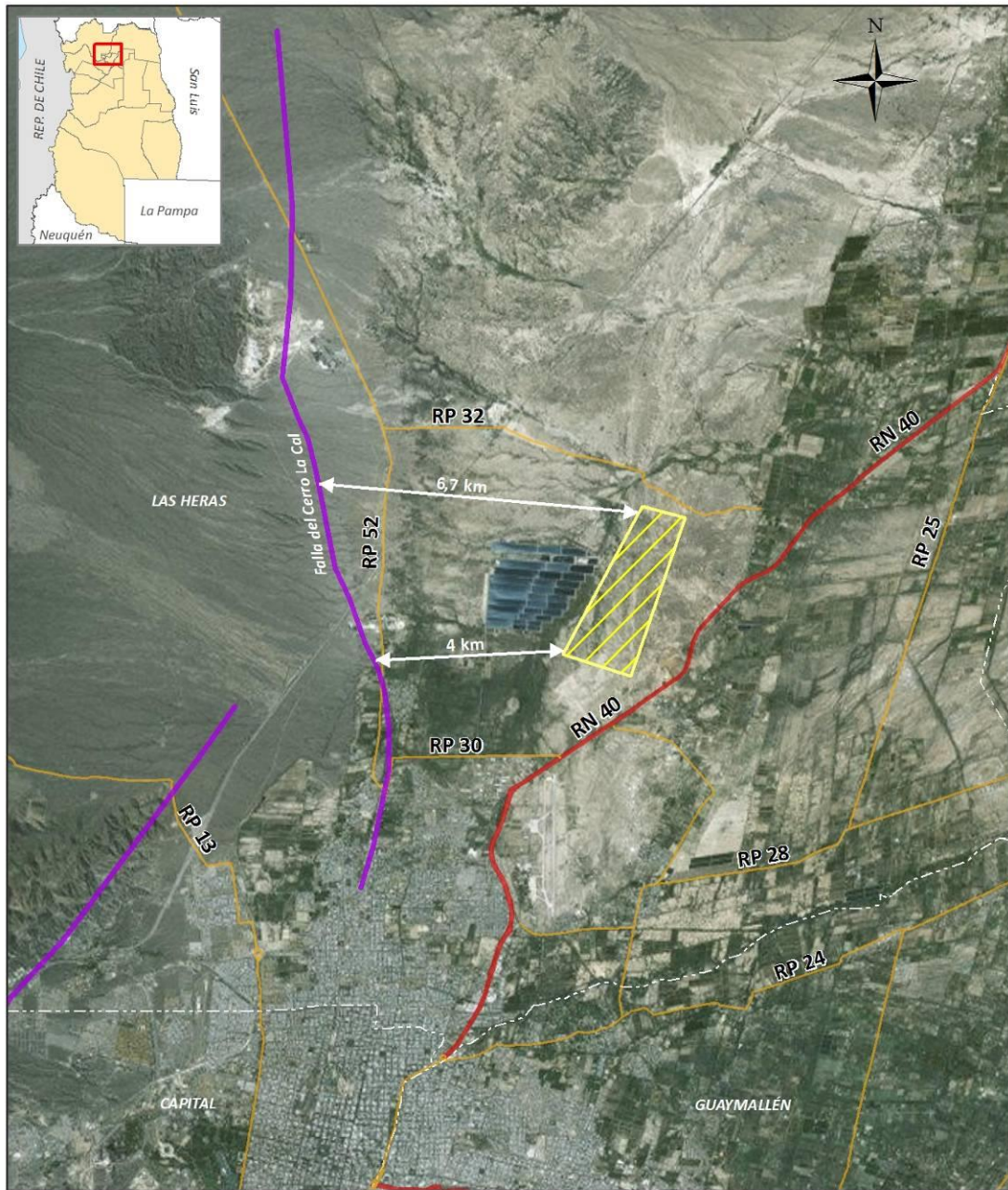
La zona de falla La Cal se localiza en las proximidades del extremo sur del segmento de subducción sub horizontal de los Andes Centrales, en pleno ambiente de Precordillera, y se extiende por unos 30,7 Km desde el río temporario Las Higuieritas hasta aproximadamente el límite departamental urbano Capital-Godoy Cruz, pasando por el borde oriental del Cerro La Cal. El rumbo general de esta zona de falla es meridiano a sub meridiano, presentando importantes variaciones locales en los sectores norte y centro, que van en promedio de N 10°E a N7°W respectivamente (Mingorance 2004).

Según lo que se puede observar en la **Figura 73**, resulta que el terreno destinado a la construcción del Centro Ambiental, se encuentra en una Zona Cercana a la Falla (Near-Fault), que es la zona comprendida dentro de una franja de aproximadamente 15 km a cada lado del fallamiento activo.

Esto, sumado al tipo de suelo (suelo profundo), y la presencia de la falsa freática a una profundidad de 10 a 15 metros existente en el sector, ha determinado que como se mencionó anteriormente, el sitio presente *alto riesgo de licuación de suelos*.

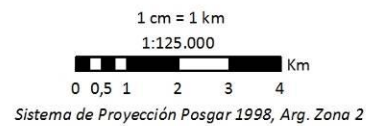
Por tal motivo, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Desarrollar el diseño estructural de los edificios a implantarse basándose en lo establecido en el Reglamento INPRES-CIRSO 103, teniendo en cuenta fundamentalmente los “Comentarios a la Parte I: Construcciones en General”, Edición 2013.
- Tener en cuenta esta situación en el diseño y construcción de la impermeabilización del Módulo de disposición final de residuos, a los efectos de prevenir posibles roturas y filtraciones provocadas por los efectos analizados en el presente apartado.
- Desarrollar un Plan de Contingencias para sismo y también para la eventual rotura de celda.



-  Falla sismogénica
-  Centro Ambiental
- Ruta**
-  Nacional
-  Provincial

Fuente: LANIGLA (CCT)
Elaboración SLAT



Ministerio de
Mendoza TIERRAS, AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES
Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial

Figura 73: Ubicación del terreno con relación a la falla activa Cerro La Cal

4.3 HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

4.3.1 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 sub cuencas: aguas arriba del Dique Carrizal denominada sub cuenca del Tunuyán Superior, y aguas abajo, sub cuenca 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.

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 74**, muestra el mapa de la Provincia de Mendoza con las cuencas hidrográficas y los oasis bajo riego.

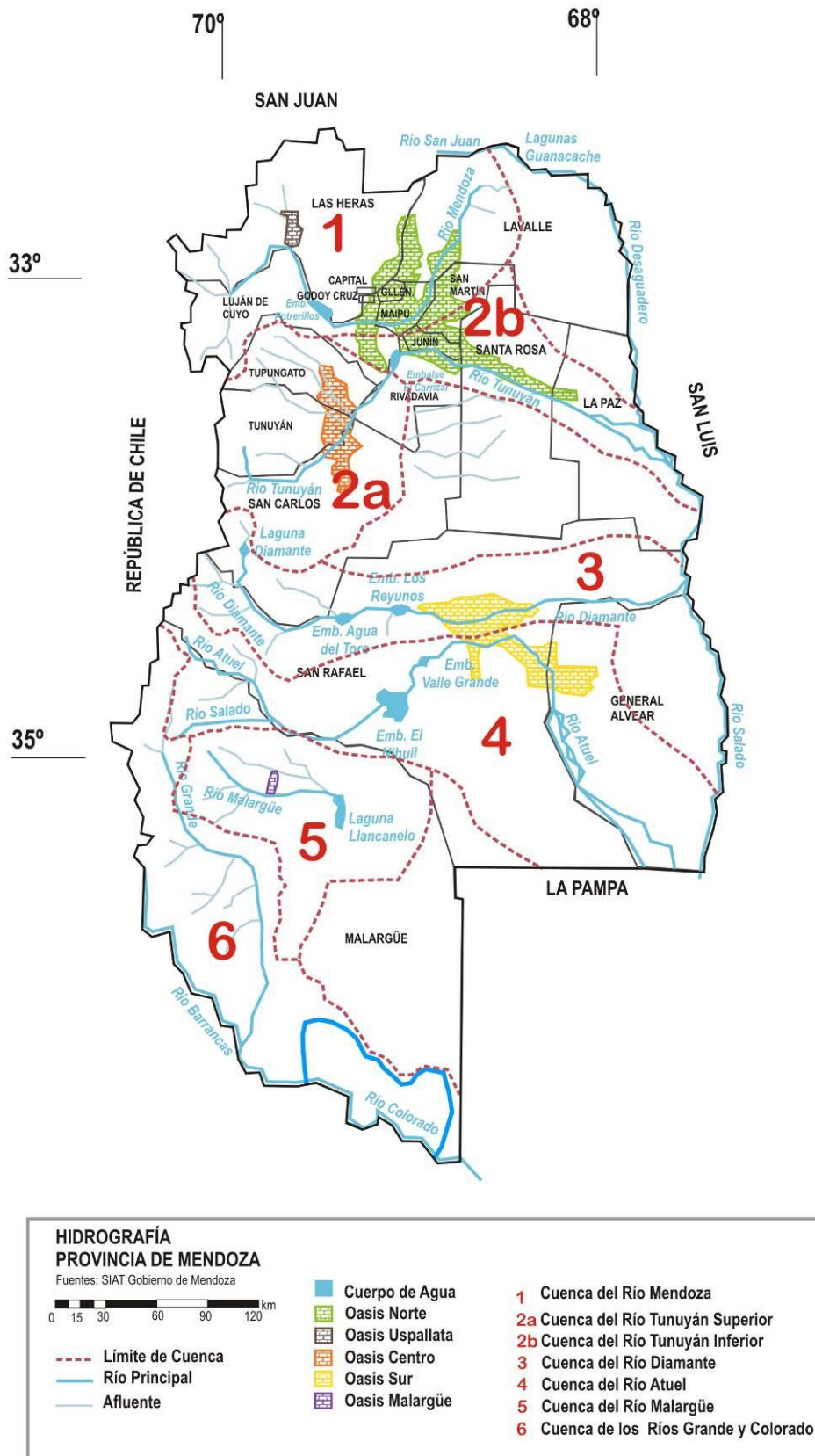


Figura 74: Hidrografía Provincia de Mendoza

4.3.2 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.

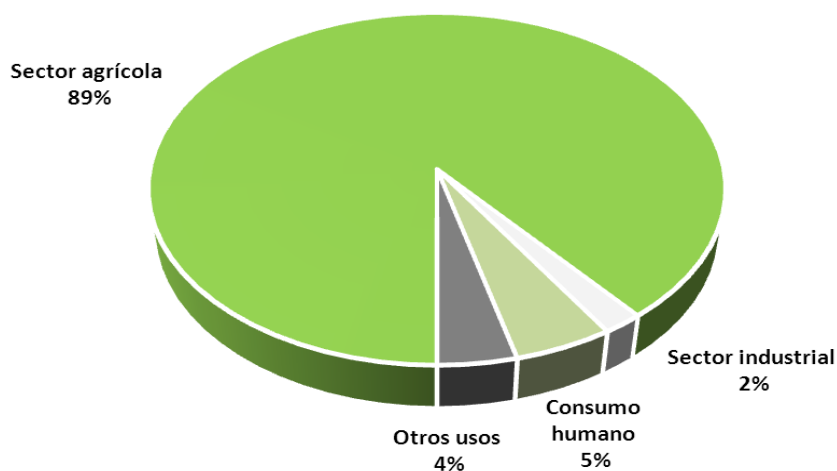


Figura 75: Gráfico distribución porcentual de usos del agua en Mendoza

4.3.3 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 reúso en riego, despiertan el interés del sector agrícola por las ventajas comparativas, en el rendimiento de los cultivos con aguas vivas. La práctica de reúso 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, taponan 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.

4.3.4 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.

4.3.5 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 47**, 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 descrita 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 47: Balance de la oferta y la demanda hídrica anual (2002)

Tabla 47: Balance de la oferta y la demanda hídrica anual (2002)					
CUENCAS	OFERTA				DEMANDA
	Agua superficial		Agua Subterránea	TOTAL	TOTAL
	Derrame Medio (Hm ³)	Pos. Distribuir (1) (Hm ³)	Pos. de extraer (2) (Hm ³)	(3) = (1) + (2) (Hm ³)	(Hm ³)
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

- (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.

- **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.

4.3.6 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 76**, vemos el detalle de localización geográfica de la cuenca y del sitio de implantación del proyecto.

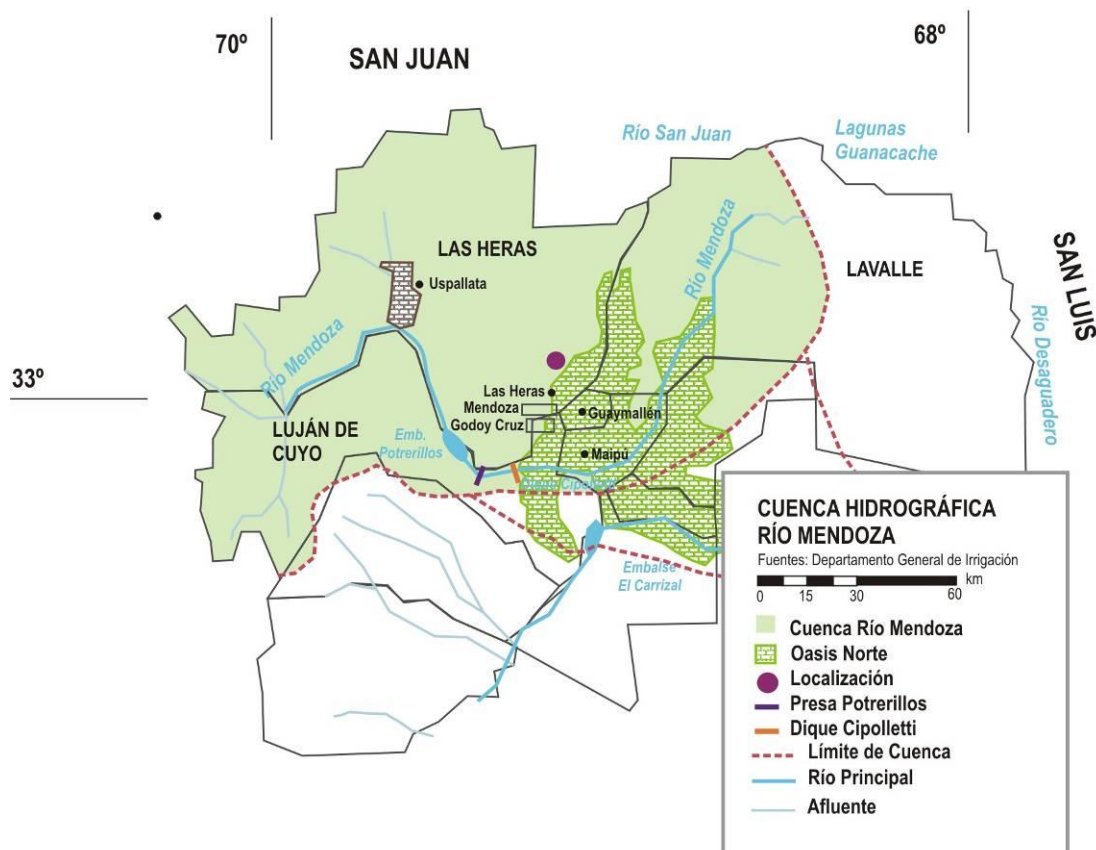


Figura 76: Cuenca del Río Mendoza

- **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 pre cordillera 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 pre cordillera 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 (EDEMISA). 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 (EDEMISA). 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 Cipolletti (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 semi confinados) 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 sub cuenca 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 ramos, 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 77**, se puede ver la red de distribución de la cuenca.

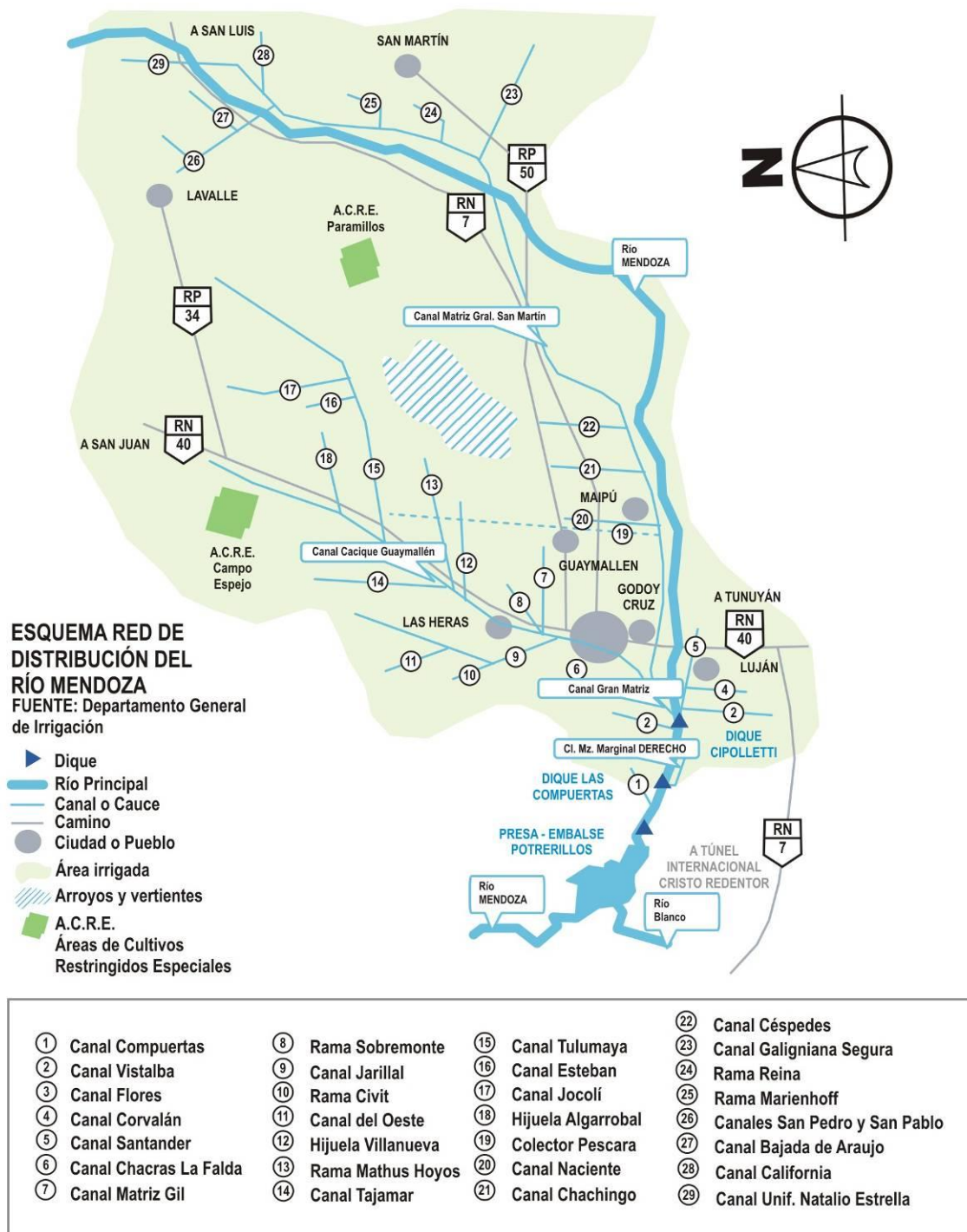


Figura 77: Canales de distribución – Cuenca del Río Mendoza

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.

4.3.7 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 78**, se puede observar el sistema de defensa aluvional de la Zona Metropolitana de Mendoza.

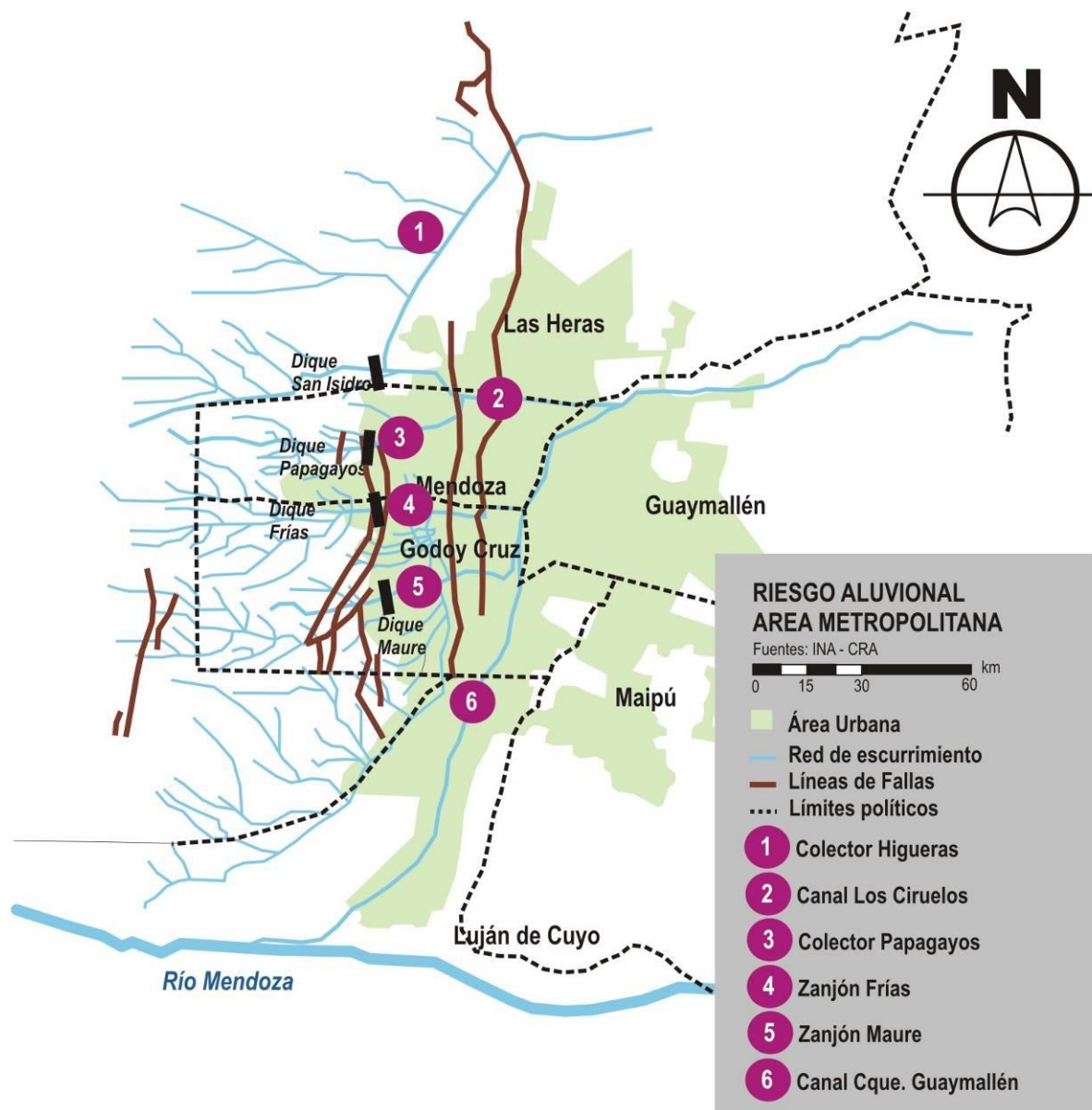


Figura 78: Colectores Aluvionales – Cuenca del Río Mendoza

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 disminución 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 corriente 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 punto 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 $CN < 100$.

4.3.8 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 N°40, que une Mendoza con San Juan, en el Distrito del Borbollón. En la **Figura 79**, 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. 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 el 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.

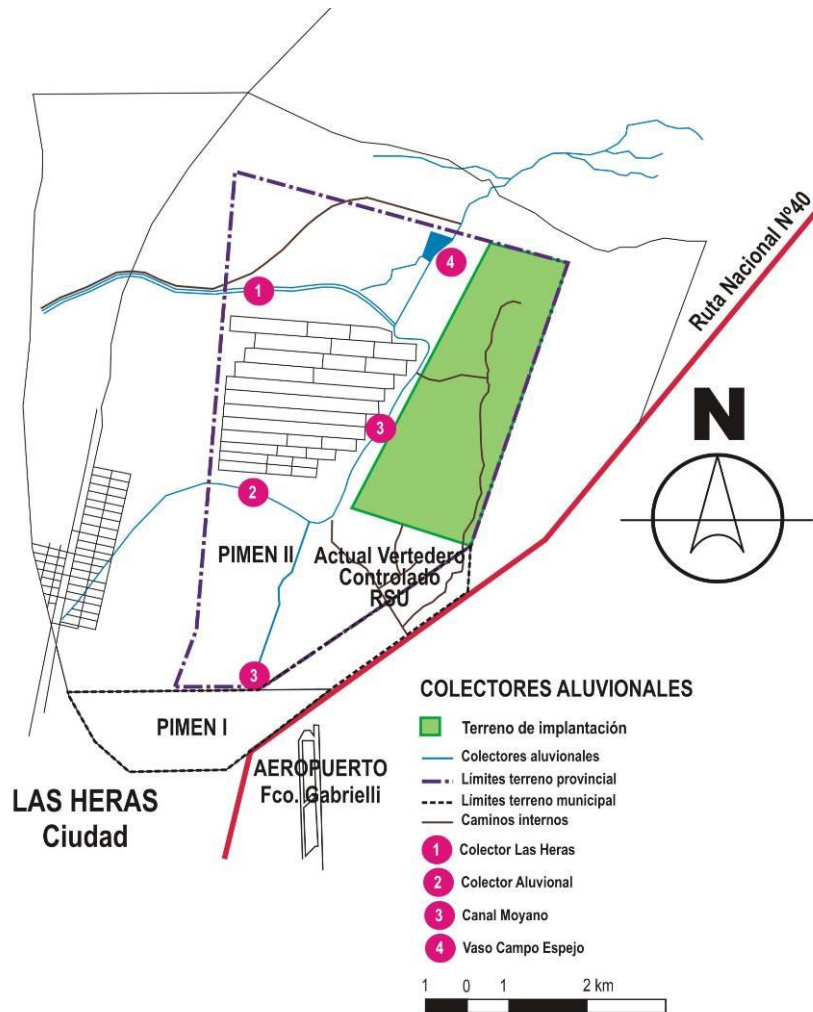


Figura 79: Red de drenaje del terreno de implantación del proyecto

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*.

4.3.8.1 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.

4.3.9 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 N°40. 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.

4.3.9.1 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 N°40.
- 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 80**, se indican en color violeta las sub-cuencas de aporte al Canal Moyano, en color naranja las áreas que cruzan la RNN^º40 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.

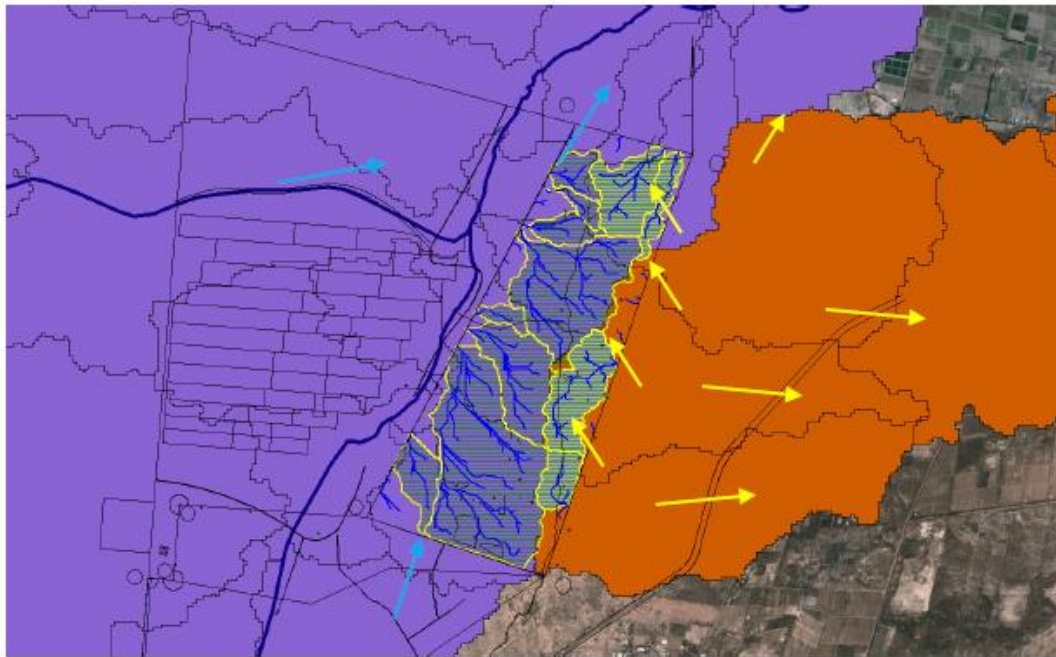
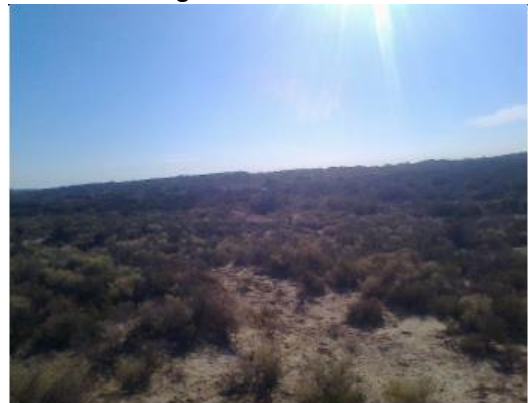


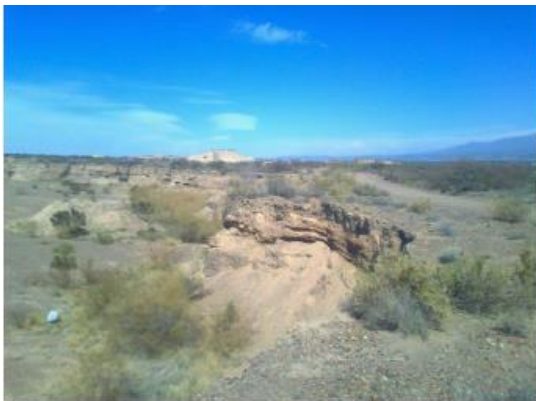
Figura 80: Líneas de flujo y puntos de descarga final



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 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 81**, donde se han indicado además las redes de flujo, la división de sub cuencas 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.

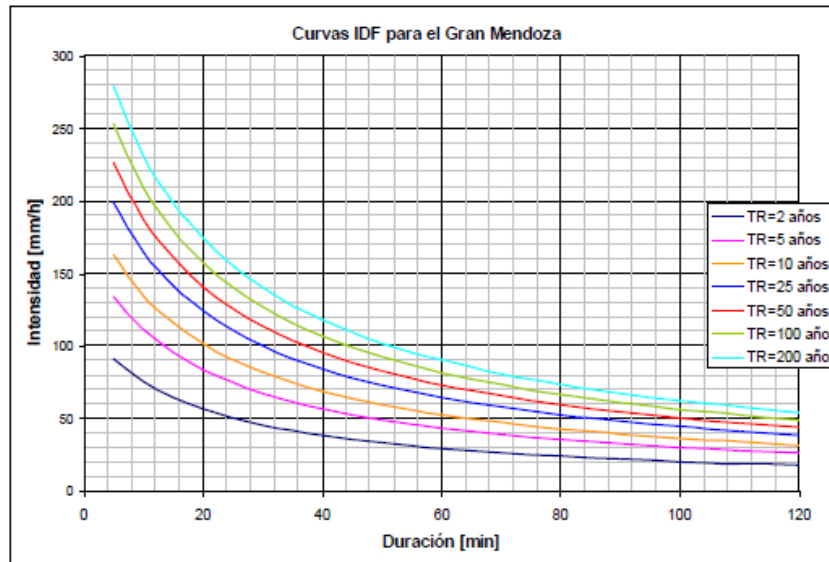
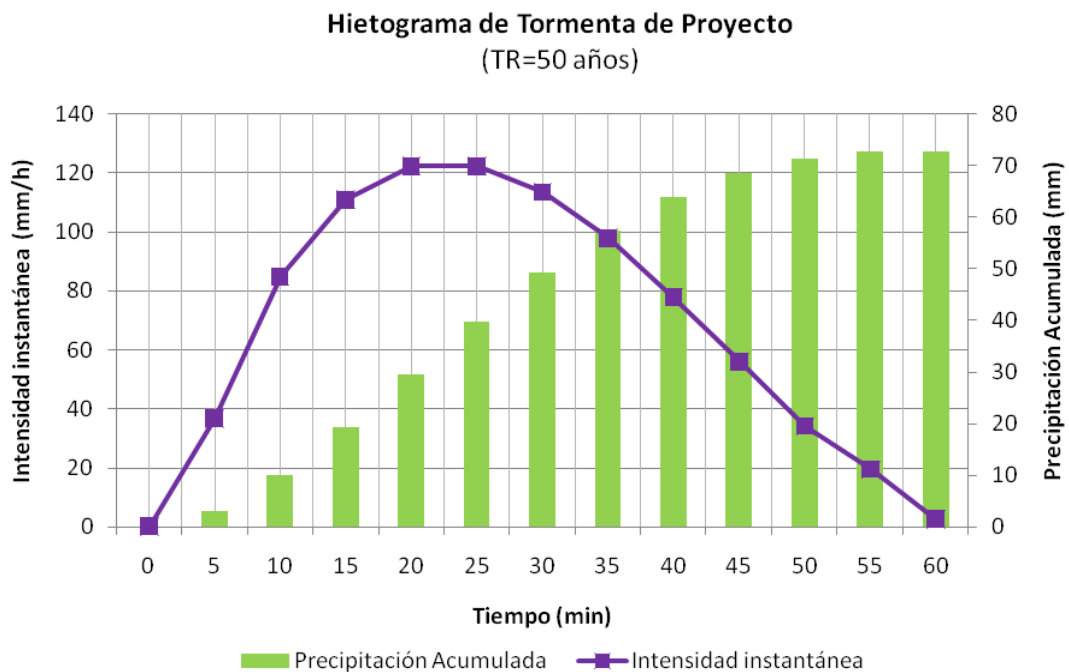
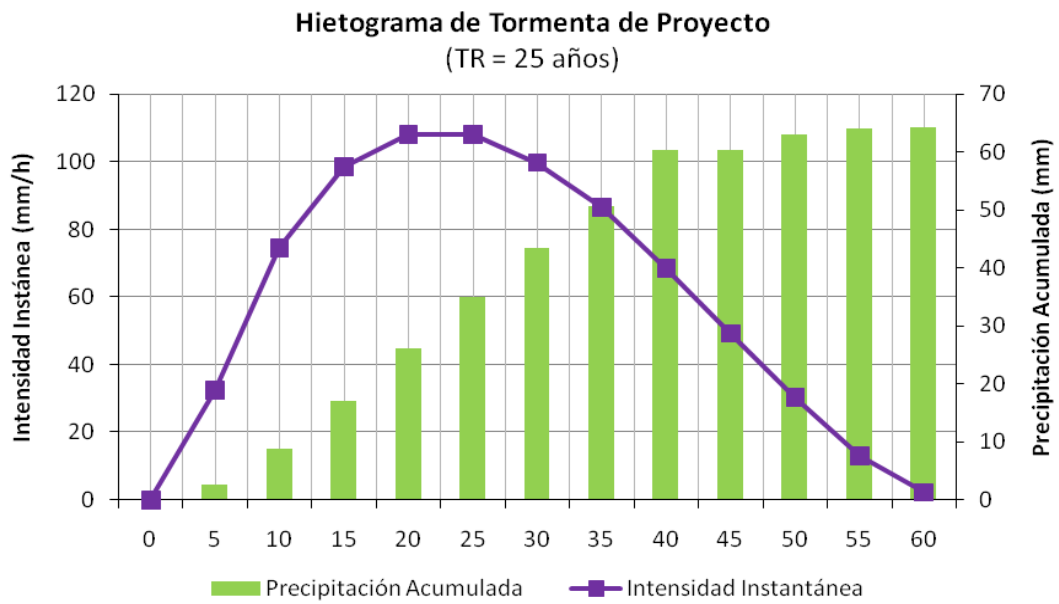


Figura 81: Curvas IDF de la tormenta de proyecto para Mendoza (INA, 2007)

En la **Tabla 48** 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 48: Láminas acumuladas de precipitación

Tabla 48: 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	108.0	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



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.

4.3.9.2 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 (I_a) como dato de entrada. En este trabajo se estimó el coeficiente de abstracción como:
 $I_a \text{ (mm)} = S^{0.55} \text{ (mm)}$

Donde:

$$S(\text{mm}) = (25400/\text{CN}) - 254$$

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 geoprocésamiento y análisis espacial, con el objetivo de determinar las cuencas de aporte del terreno y cuantificar los parámetros morfométricos necesarios.

Después de vectorizada la red hidrográfica con el software indicado, se procedió a delimitar las subcuencas, tal como se muestra en la **Figura 82**. Los parámetros morfométricos se presentan en la **Tabla 49**.

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 83**). 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 N°40, y gran parte hacia el Oeste con descarga final en el Canal Moyano.

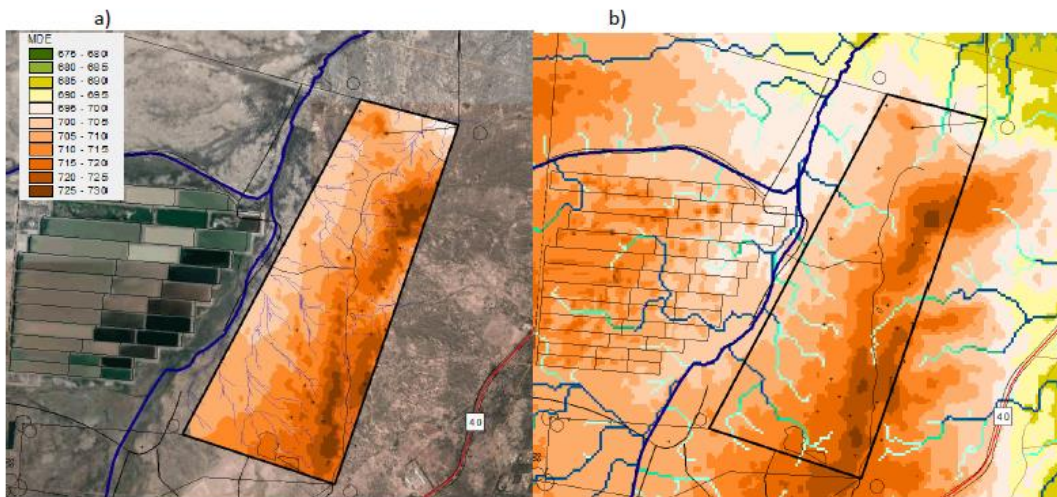


Figura 82: Modelos digitales de elevaciones y red sintética de drenaje superficial: a) Topografía convencional (TOPO 5m) y b) SRTM 30 m.

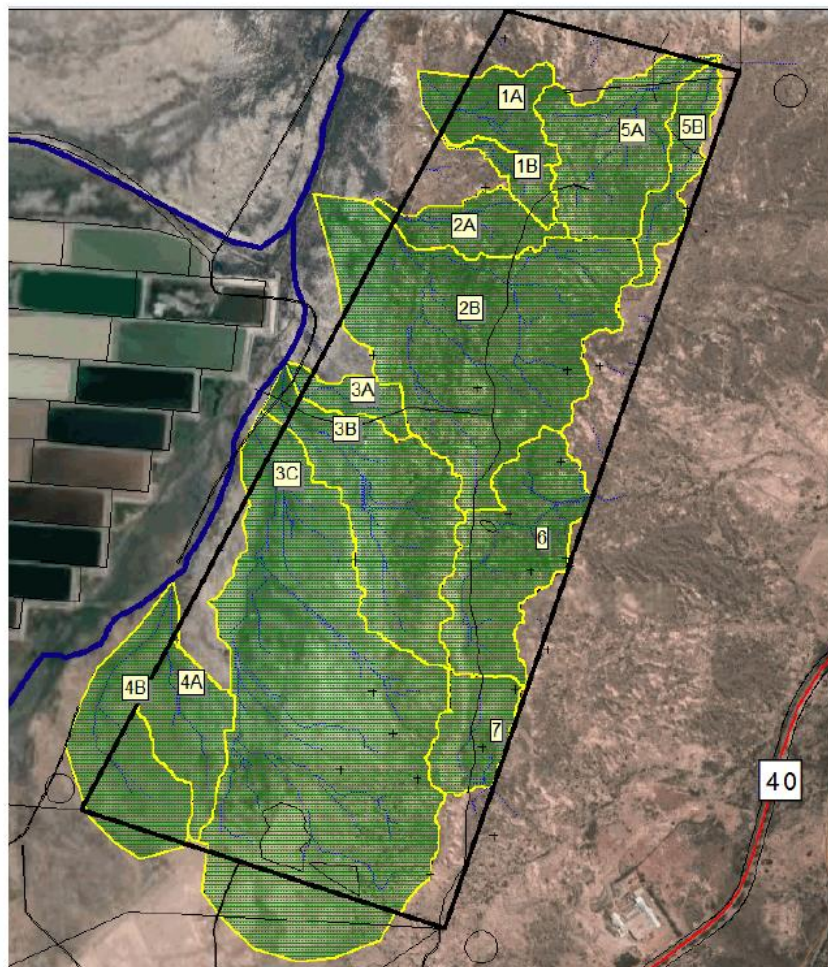


Figura 83: Mapas de subcuencas – Terreno de implantación

En la **Figura 83**, 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 49: Parámetros morfométricos (situación SIN PROYECTO)

Tabla 49: Parámetros morfométricos (situación SIN PROYECTO)										
Subcuenca	Area	Perímetro	Curso más largo	Cota max	Cota min	Desnivel	Pendiente	CN	S	la
	(Ha)	(km)	(km)			(m)	(m/m)		(mm)	(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 la = Abstracción Inicial

• 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:** $T_c = \alpha * (A/S)^{1/2}$

Donde:

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

Donde:

T_c = está expresado en horas.

$\alpha = 0,10$

A = Área (km²).

S = Pendiente media del curso principal (m/m).

L = longitud del curso principal (km)

$$T_c = 0,066 (L/S^{1/2})^{0.77}$$

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.

$$T_c = 0,3 (L/S^{0,25})^{0,75}$$

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 49** se presentan los parámetros morfométricos de las subcuencas y en la **Tabla 50**, se resumen los valores de tiempo de concentración (T_c) obtenidos a partir de las fórmulas empíricas seleccionadas. La última columna indica una velocidad promedio en función del T_c promedio estimado y la longitud máxima de escurrimiento por cuenca.

Tabla 50: Tiempos de concentración

Tabla 50: Tiempos de concentración						
Subcuenca	T_c min (Ventura)	T_c min (Pasini)	T_c min (Kirpich)	T_c min (Temez)	T_c 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

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.

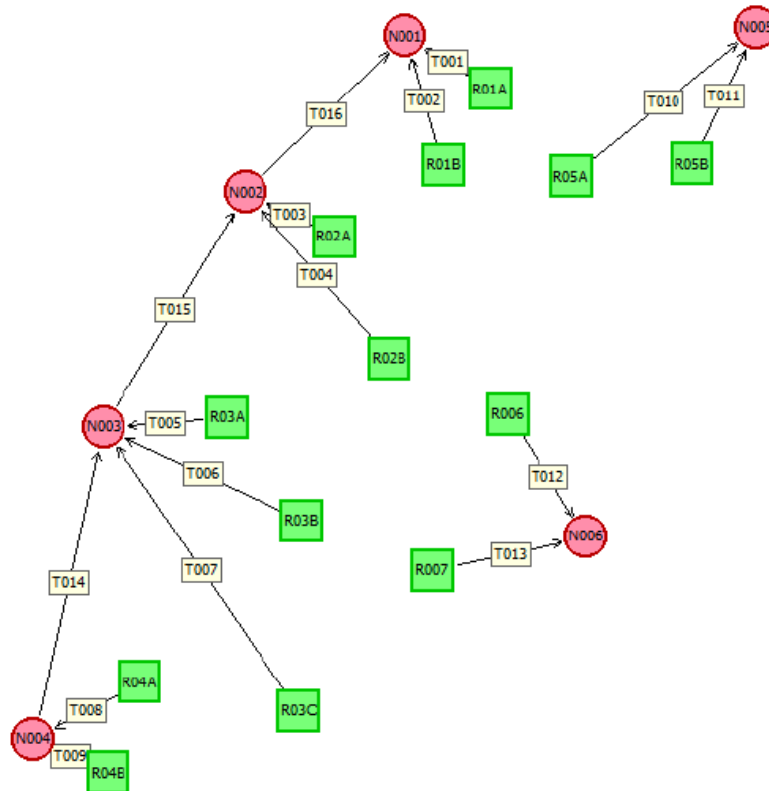


Figura 84: Esquema topológico modelo Arhymo

- **Resultados de la modelación hidrológica**

Se presentan a continuación los hidrogramas obtenidos

Tabla 51: Resultados de la modelación hidrológica (25 años)

Tabla 51: Resultados de la modelación hidrológica – TR = 25 años					
Subcuenca	Q (m ³ /s)	Tp (hs)	V (Hm ³)	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

Tabla 51: Resultados de la modelación hidrológica – TR = 25 años

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

Tabla 52: Resultados de la Modelación Hidrológica (50 años)

Tabla 52: 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

Hidrograma de Crecida Pluvial D=1H N001 TR = 25 años

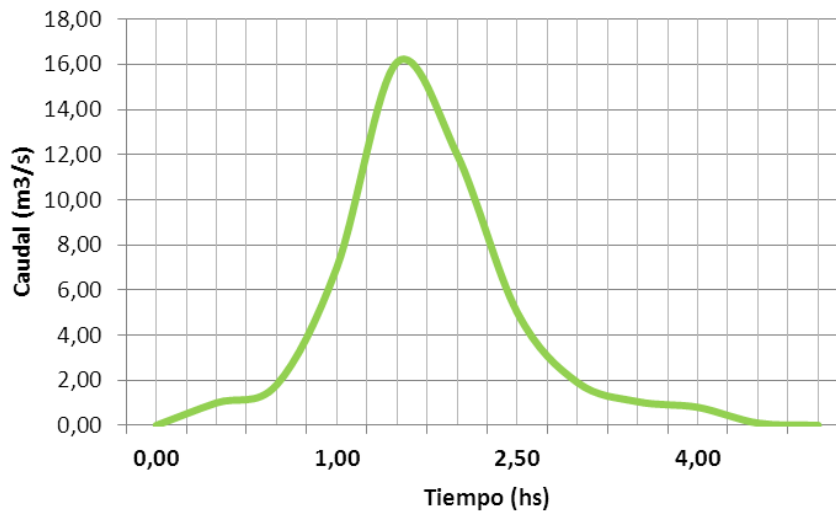


Figura 85: Hidrograma para el nodo N001-TR = 25 años

Hidrograma de Crecida Pluvial D=1H N001 TR = 50 años

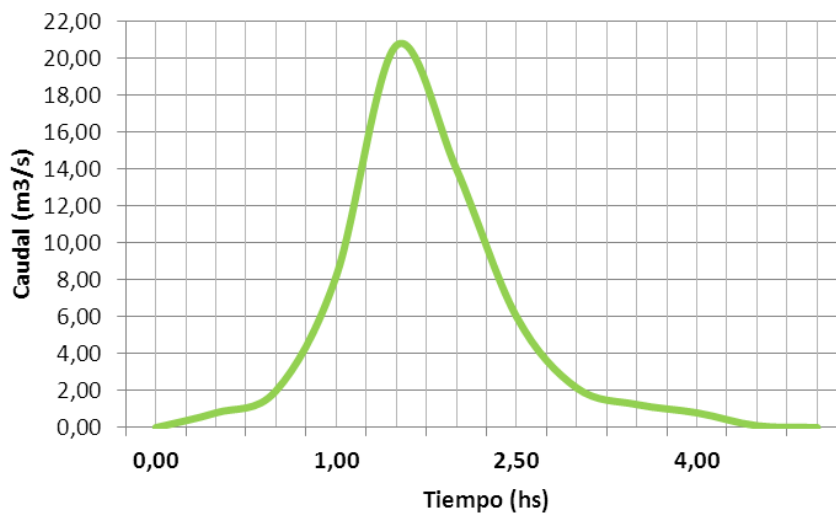


Figura 86: Hidrograma para el nodo N001 – TR = 50 años

4.3.9.3 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 pérdidas 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; $I_a = 8,1$ mm).

Tabla 53: Análisis de sensibilidad de CN

Tabla 53: Análisis de sensibilidad de CN					
Nodo	CN	Q1 TR 25 (m3/s)	CN + 5%	Q2 TR 25 (m3/s)	Aumento (%)
N001	81	16,09	85	19,14	19

- **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 109: tiempos de concentración). Los coeficientes obtenidos para cada recurrencia, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 54: Coeficientes de Escorrentías

Tabla 54: 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

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.

4.3.10 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 87**, se pueden identificar las cuencas de agua subterránea, los volúmenes de agua de reserva por cuenca y los sitios de acuíferos libres y confinados.

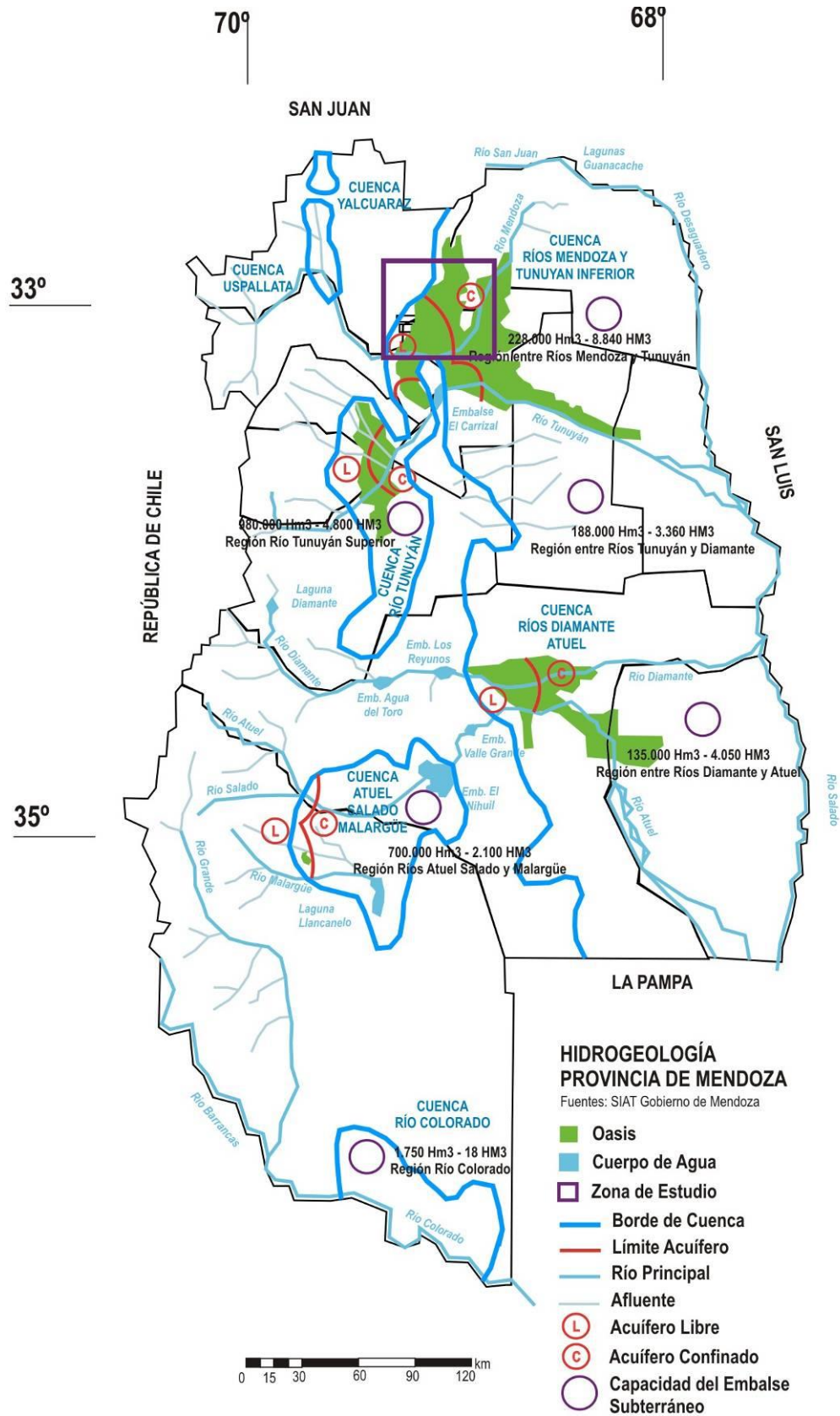


Figura 87: Mapa de Cuencas de Agua Subterránea en la Provincia de Mendoza

4.3.11 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 neo terciaria, 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 semi confinamiento 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 condiciones como acuífero.

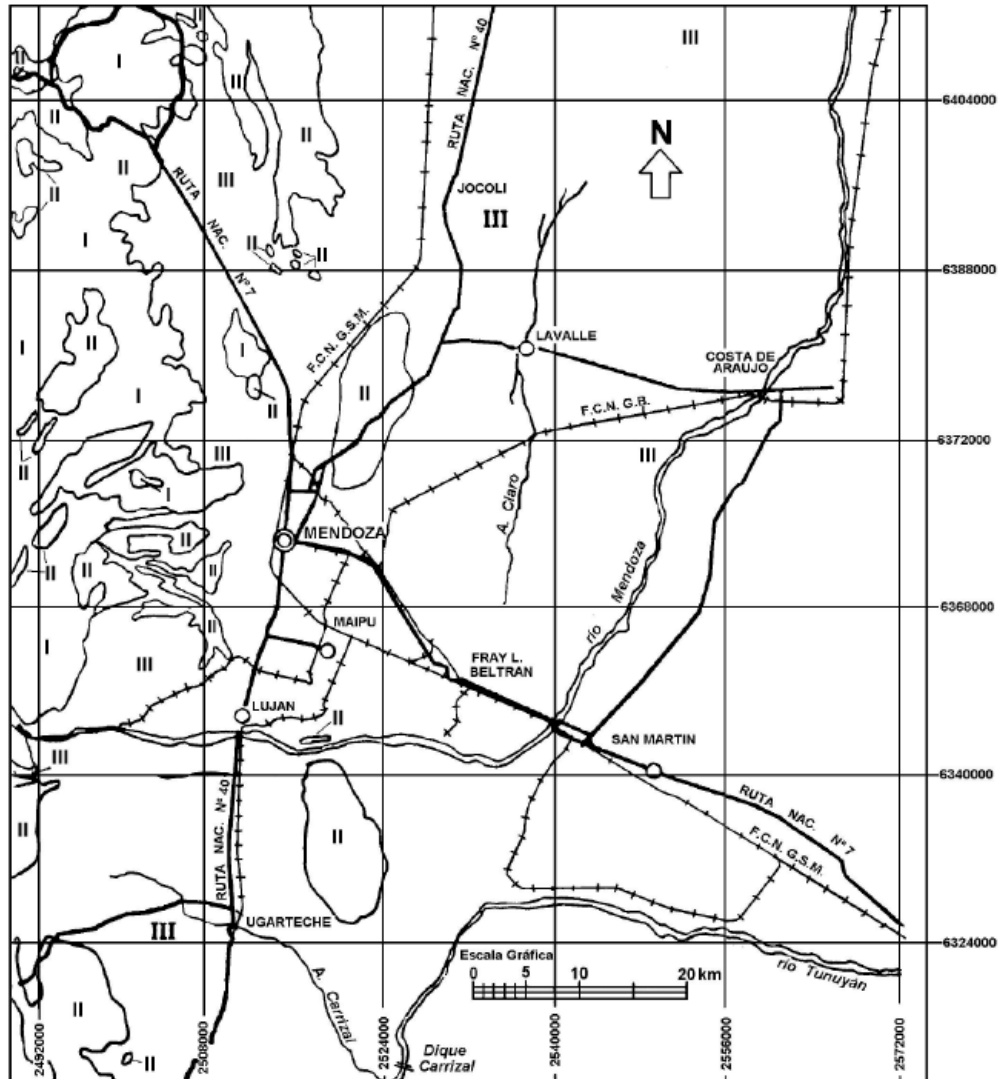


Figura 88: Mapa Hidrogeológico de la Zona Norte

Fuente de información: Instituto Nacional del Agua. Geología y Recursos Naturales de Mendoza.

Referencias:

I: Rocas compactas localmente con permeabilidad secundaria por fracturación 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.

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

En la **Figura 89**, 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.

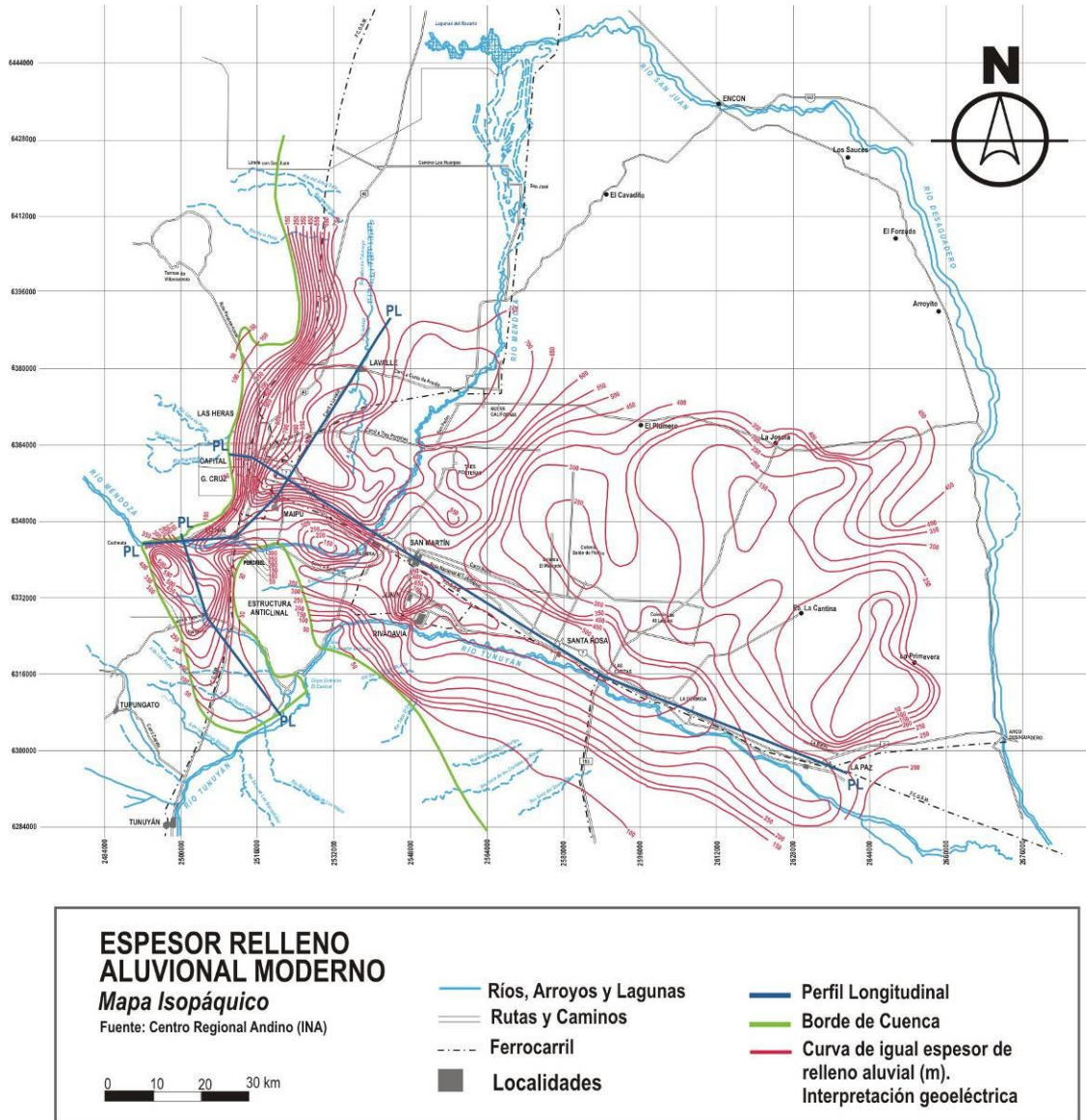


Figura 89: Mapa Isopáquico. Espesor del Relleno Aluvional Moderno

En las **Figura 90** y **Figura 91**, se pueden observar los perfiles longitudinales cuyos trazados en superficie se están marcados en el mapa de isocapas.

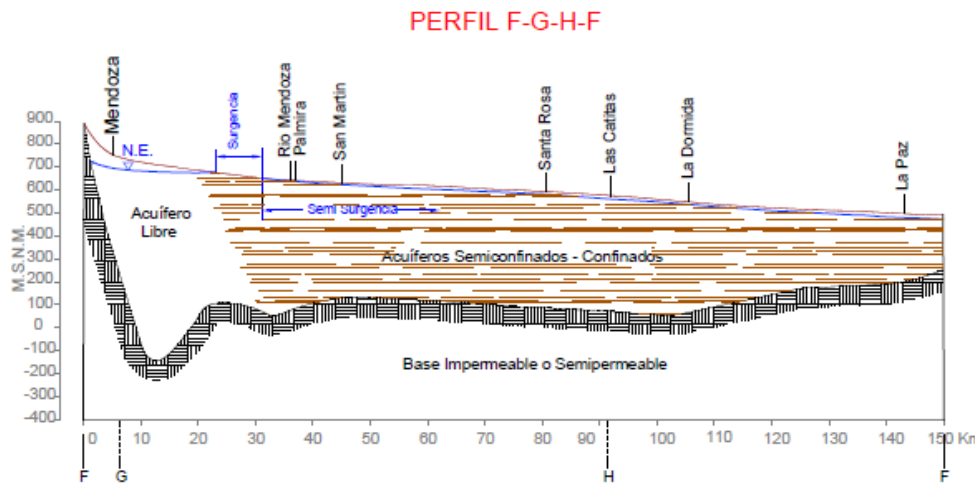


Figura 4

MENDOZA NORTE
PERFIL F-G-H-F
Elaboró: Robles-Martín

Figura 90: Perfil geológico F-G-H-F, (oeste-este hasta La Paz); vista desde el sur hacia el norte

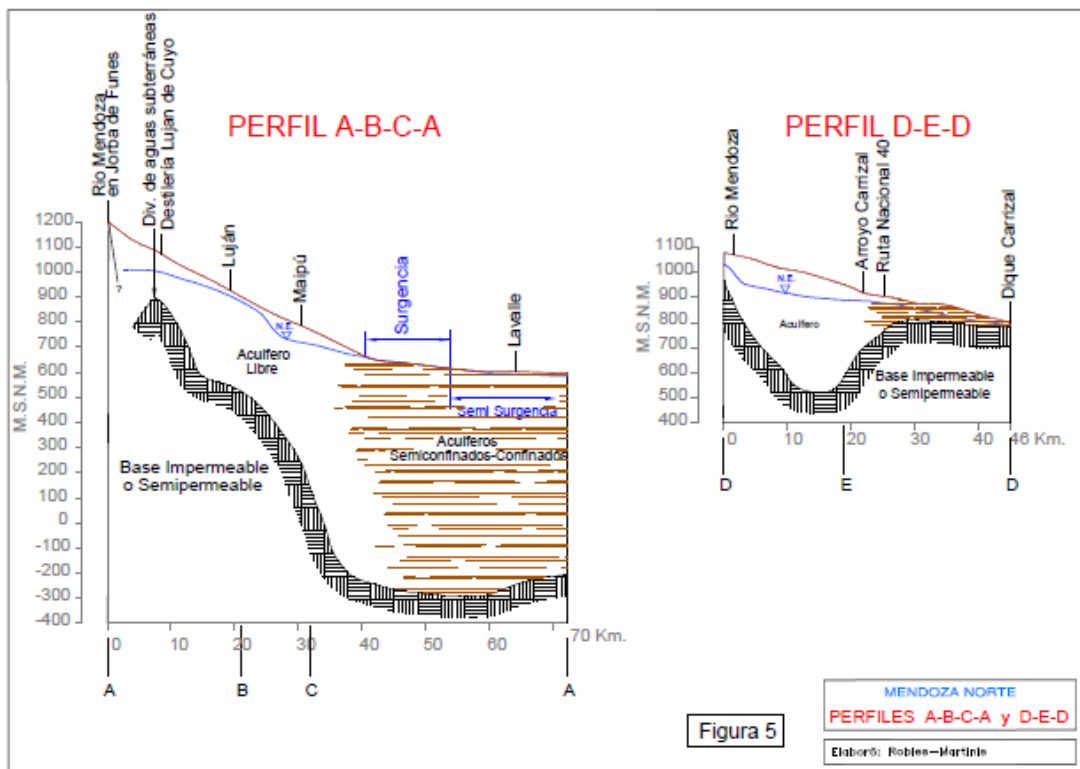


Figura 5

MENDOZA NORTE
PERFILES A-B-C-A y D-E-D
Elaboró: Robles-Martín

Figura 91: Perfiles geológicos: A-B-C-A, (sur-norte, hasta 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, rellena 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 sub cuenca 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 semi confinados** 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 semi confinados 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.

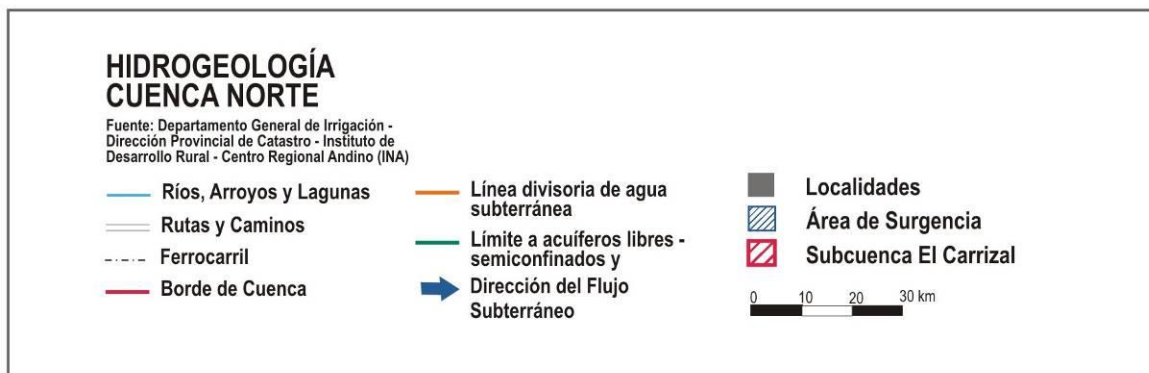
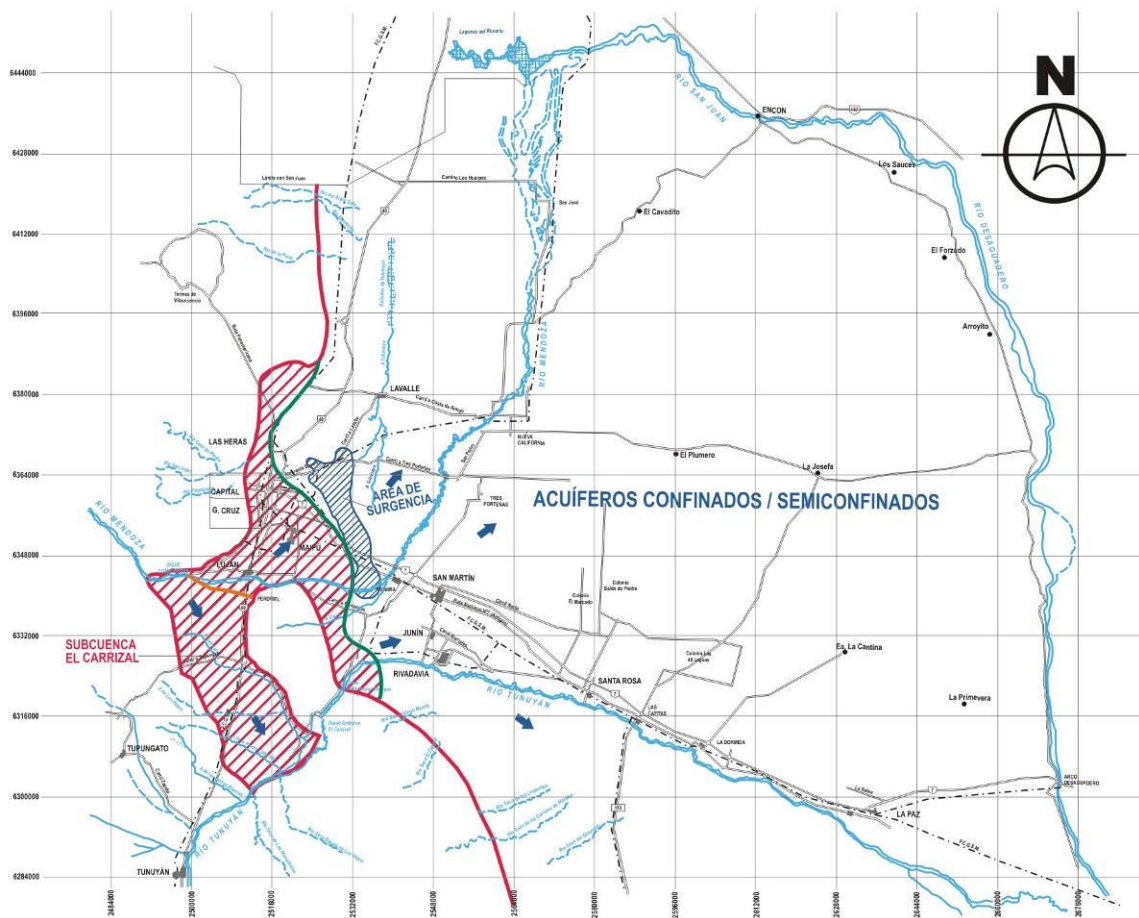


Figura 92: Esquema hidrogeológico de la Cuenca Norte (Ríos Mendoza y Tunuyán Inferior)

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 importante.

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 aproximadamente 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 Tunuyán, 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.

4.3.12 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 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 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 determinantes 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$, desde su sector proximal al distal. En la zona de los acuíferos confinados, el acuífero freático varía su salinidad de 2.600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a valores superiores a 5500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el área de máxima recarga a valores superiores a

5.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

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 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pero en el área de influencia del río Mendoza no supera los 1.200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

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 subcuenca 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.

4.3.13 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 93**, 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 94**. La línea de isopropundidad 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 95**).

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 $40 \times 10^{-4} \times 1/d$.

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 semi confinados 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.

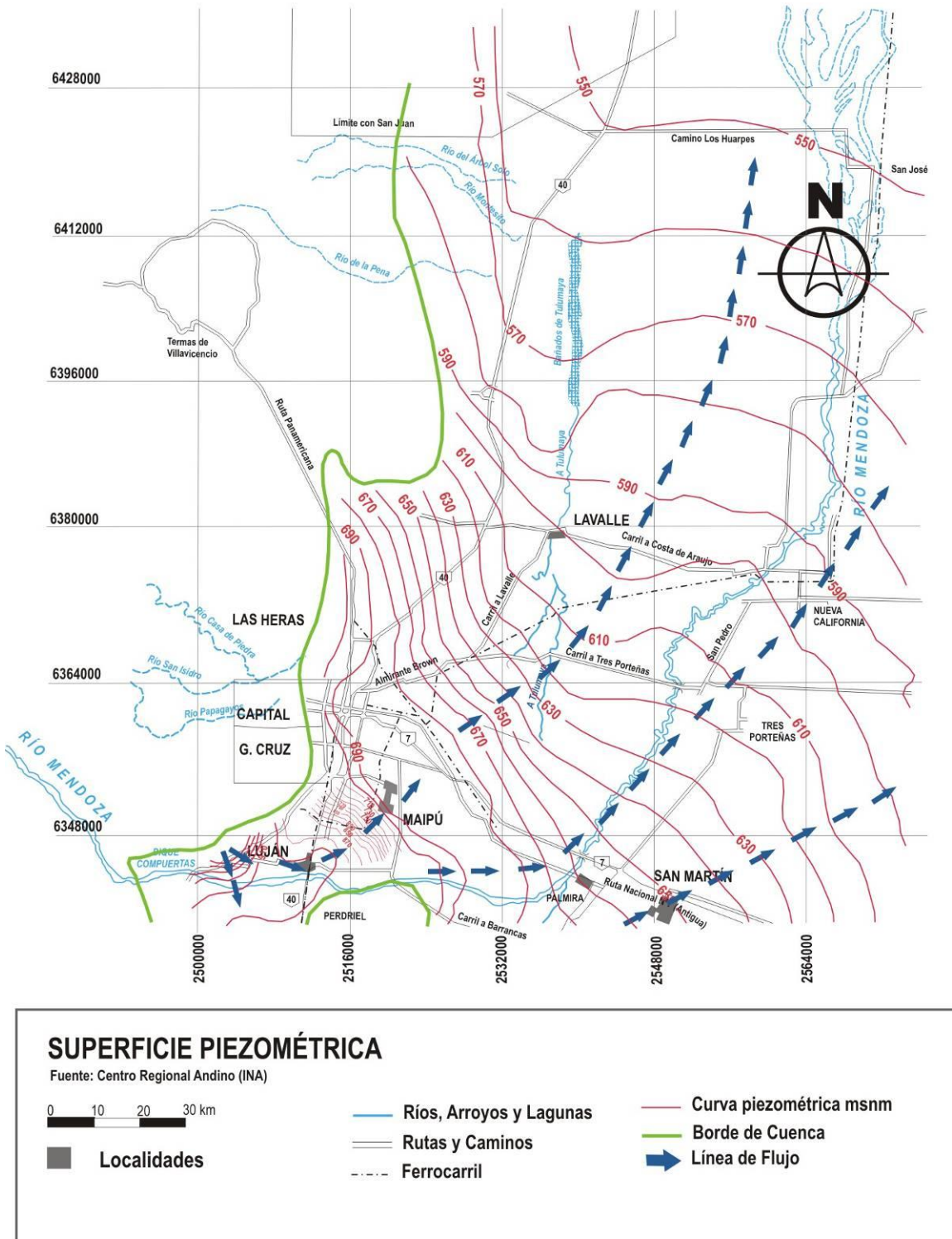


Figura 93: Superficie Piezométrica (Agosto 1999)

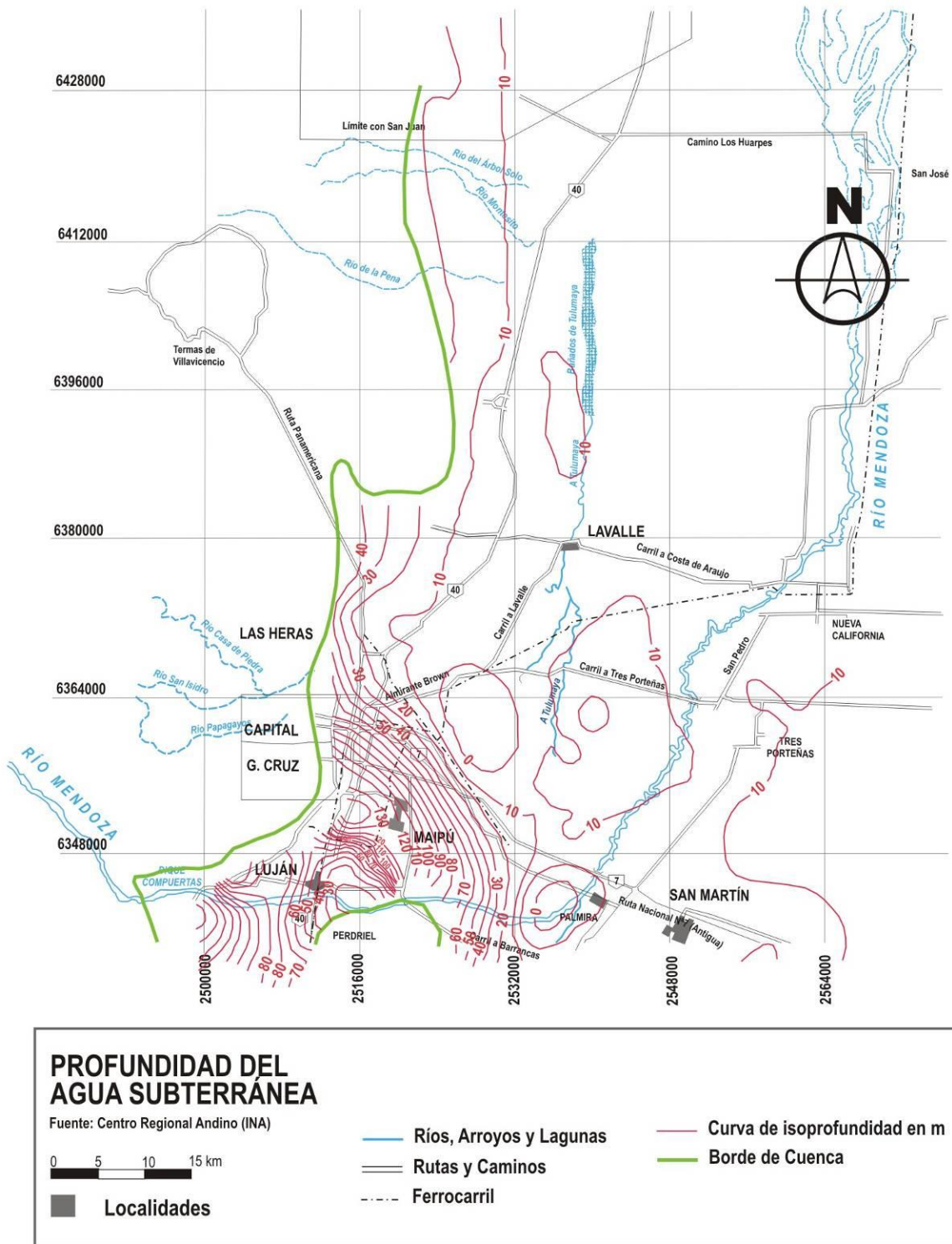
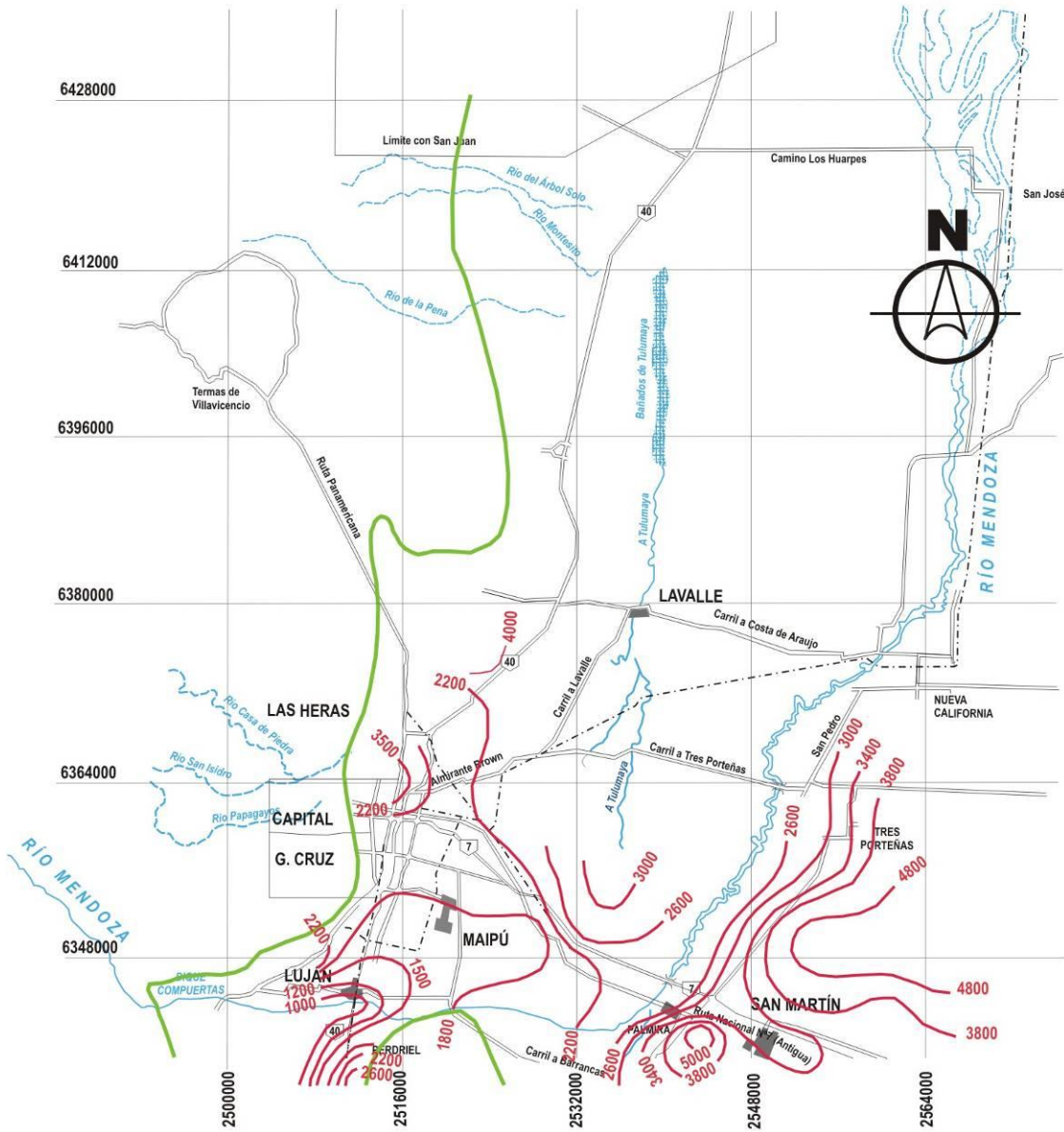


Figura 94: Profundidad del Agua Subterránea



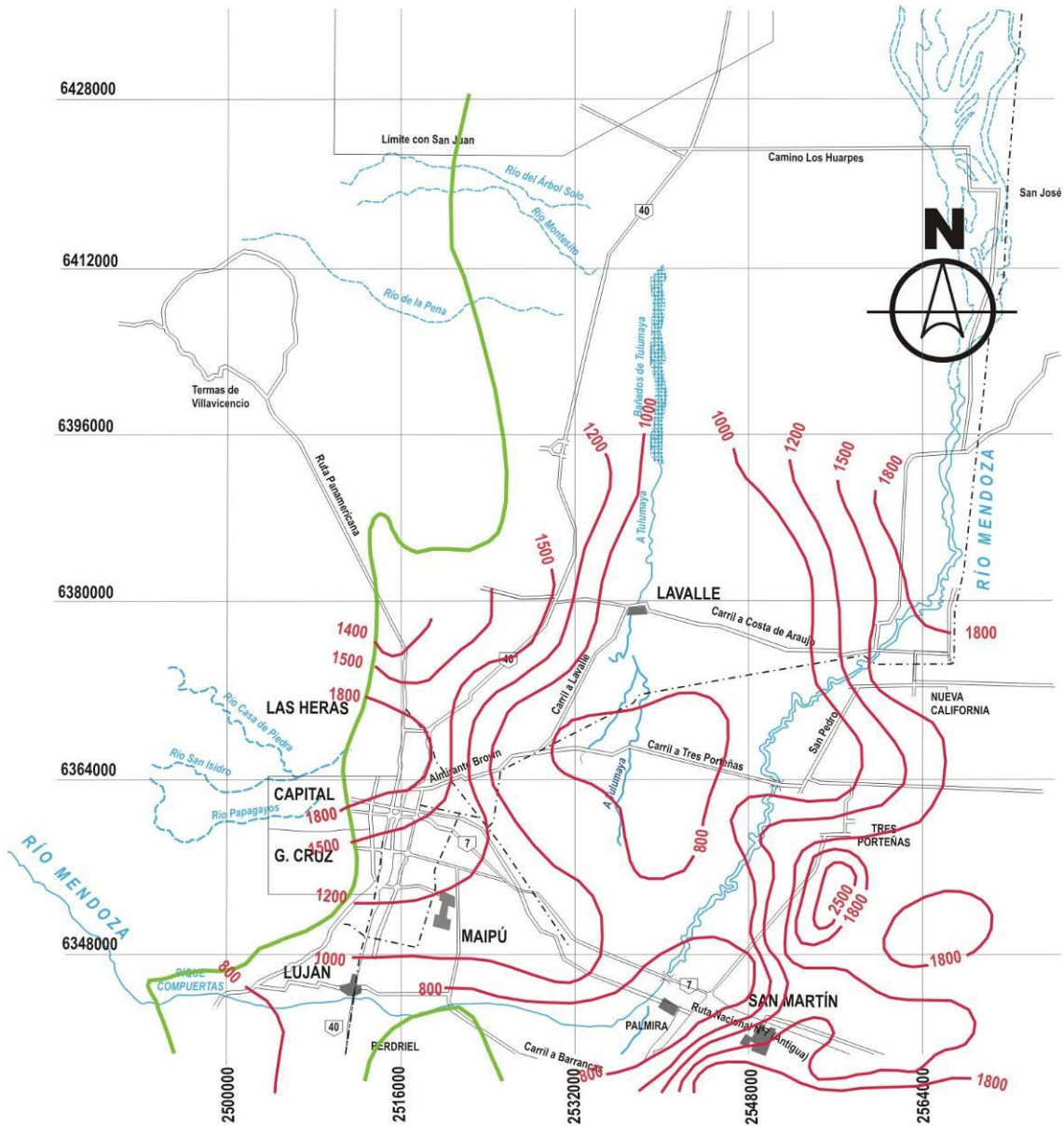
CURVAS DE IGUAL CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
PRIMER NIVEL DE EXPLOTACIÓN (0 a 80 m)
Fuente: Centro Regional Andino (INA)

Ríos, Arroyos y Lagunas	Curva de igual conductividad Eléctrica - microS/cm
Rutas y Caminos	Borde de Cuenca
Ferrocarril	

0 5 10 15 km

Localidades

Figura 95: Conductividad Eléctrica – Primer Nivel (0 a 80m)



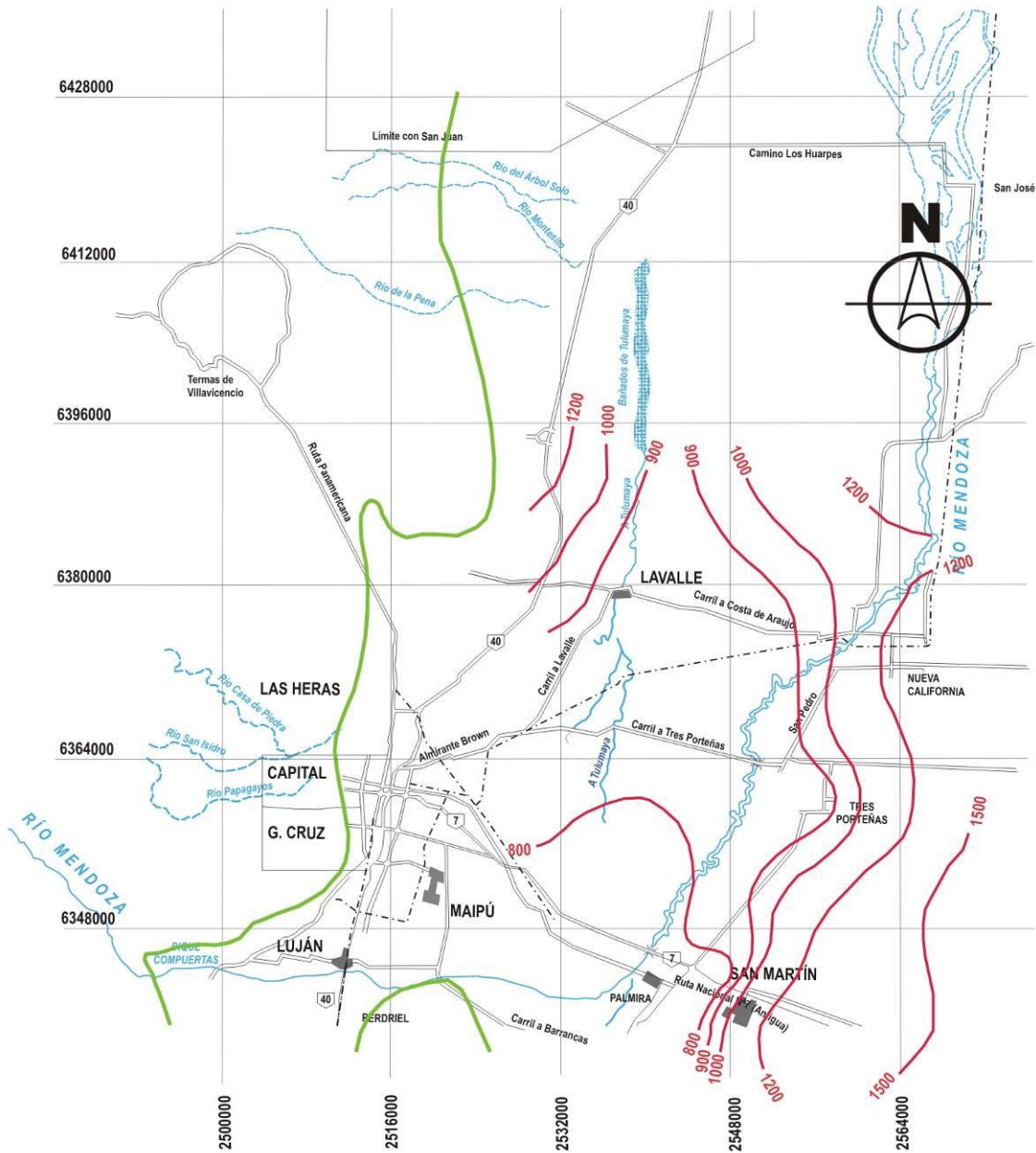
CURVAS DE IGUAL CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
SEGUNDO NIVEL DE EXPLOTACIÓN (100 a 180 m)
Fuente: Centro Regional Andino (INA)

Ríos, Arroyos y Lagunas	Curva de igual conductividad Eléctrica - microS/cm
Rutas y Caminos	Borde de Cuenca
Ferrocarril	

0 5 10 15 km

Localidades

Figura 96: Conductividad Eléctrica – Segundo Nivel (100 a 180m)



CURVAS DE IGUAL CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA
TERCER NIVEL DE EXPLOTACIÓN (> 200m)
Fuente: Centro Regional Andino (INA)

Ríos, Arroyos y Lagunas	Curva de igual conductividad Eléctrica - microS/cm
Rutas y Caminos	Borde de Cuenca
Ferrocarril	

Localidades

Figura 97: Conductividad Eléctrica – Tercer Nivel (> a 200 m)

4.3.14 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.

4.3.14.1 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 NO_3^- 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 NO_3^- se mueve en la dirección principal del agua en el acuífero, que es paralela al gradiente hidráulico. La mezcla vertical de las aguas nitradas 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 98**, se muestran las curvas de igual concentración de nitrato en el agua subterránea del primer nivel de explotación.

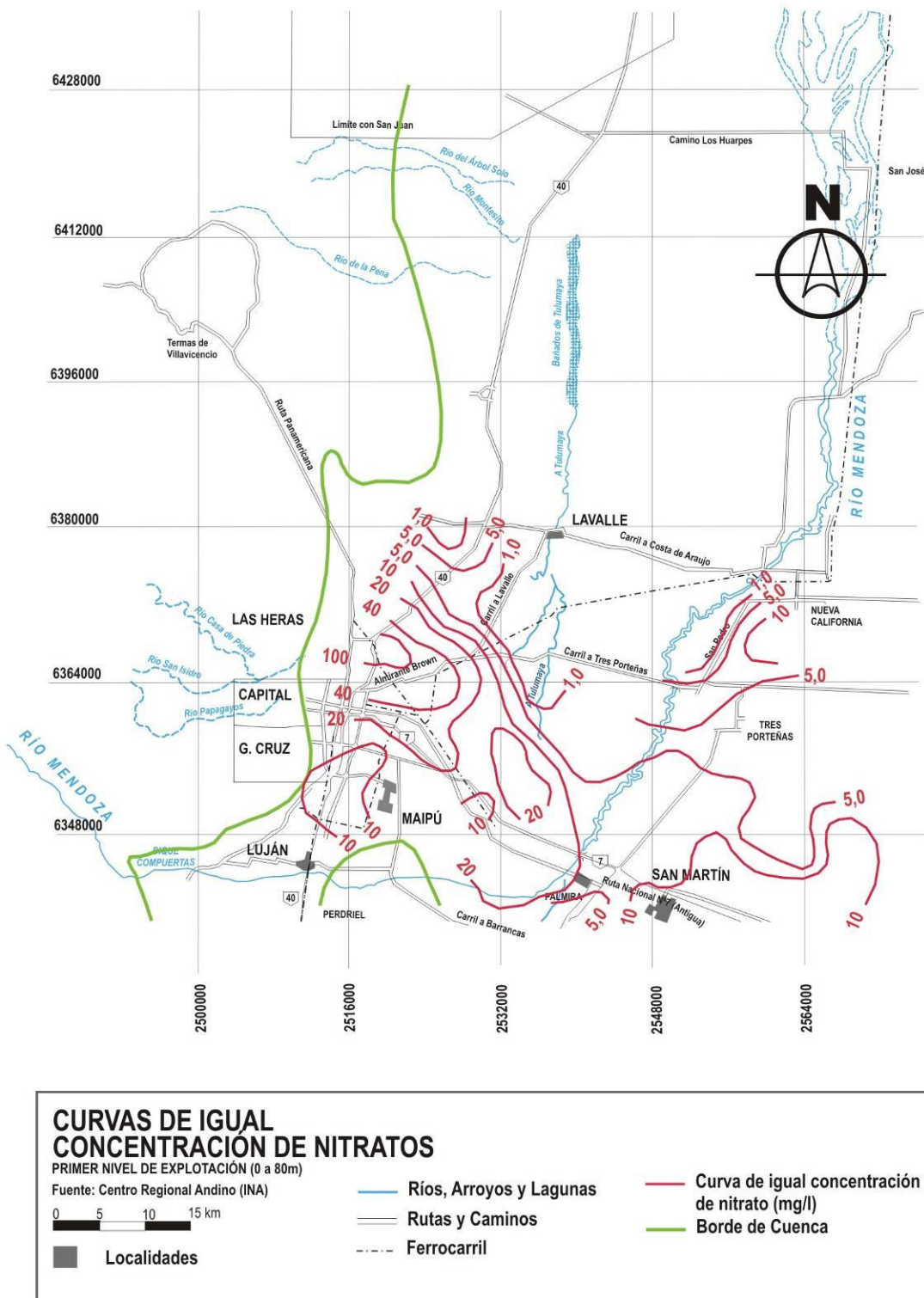


Figura 98: Concentración de Nitratos – Primer nivel (0 a 80m)

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 99**, 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.

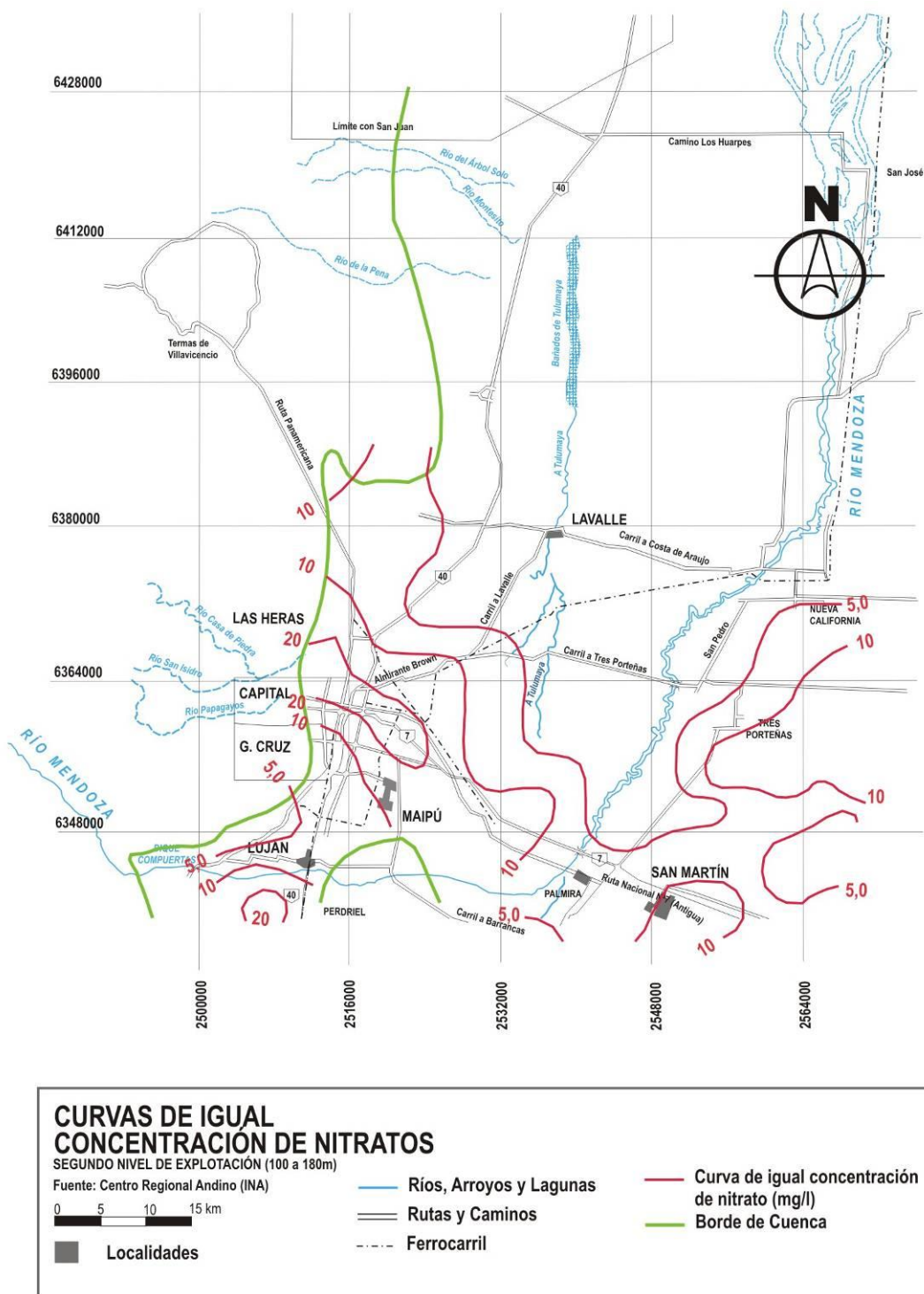


Figura 99: Concentración de Nitratos – Segundo nivel (100 a 180m)

4.3.14.2 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 sub cuenca 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 sub cuenca, y que compromete a una extensión productiva del orden de 30.000 has.

4.3.14.3 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 100**).

- **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.

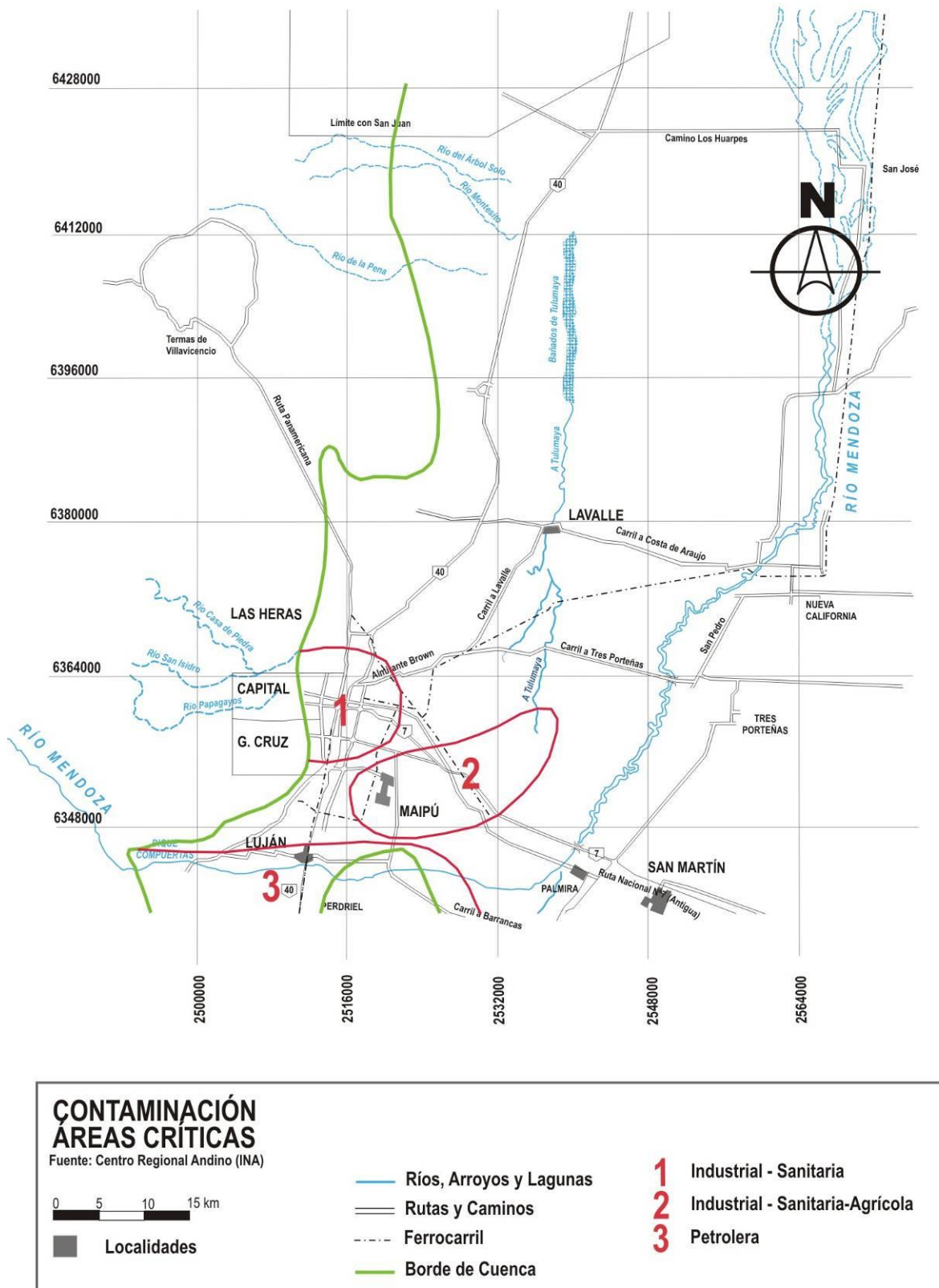


Figura 100: Contaminación – Áreas Críticas

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 reúsan 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. Muestras realizadas 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, papelería, 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 refinación, se encuentra asociada a los sistemas hídricos más importantes de la provincia. Cuando no se toman los recaudos necesarios estas 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.

4.3.15 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 101**, se muestra el catastro urbano del entorno y el emplazamiento del proyecto.

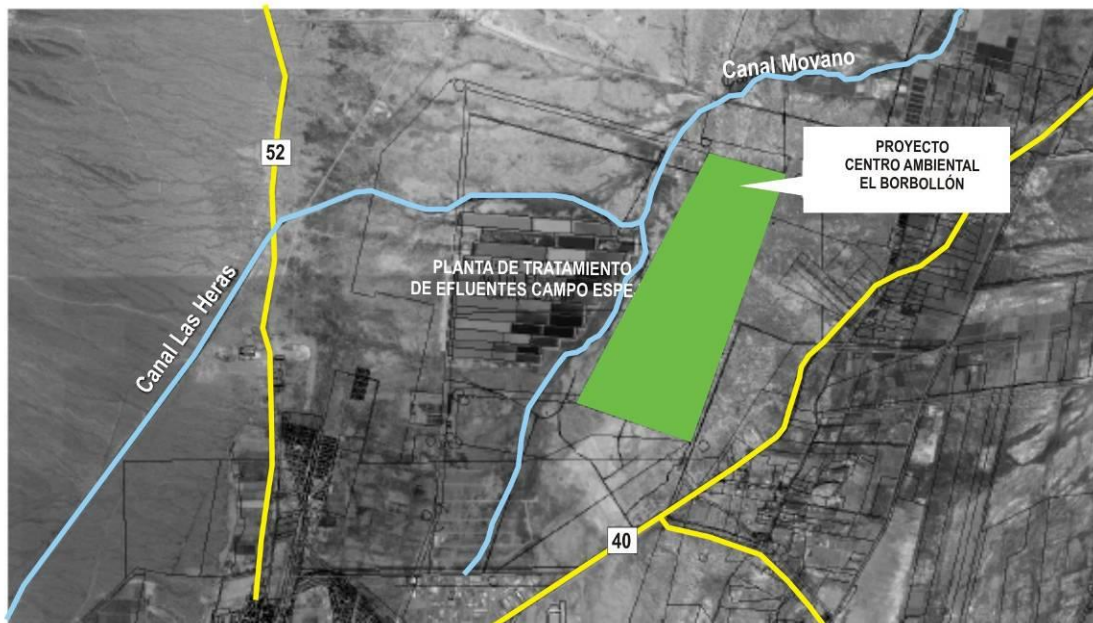


Figura 101: Área de Implantación sobre imagen satelital

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 pre cordillera. 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 reúso.

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 – semi confinamiento en los acuíferos del área.

Como se puede observar en la **Figura 102**, 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, semi confinadas 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.

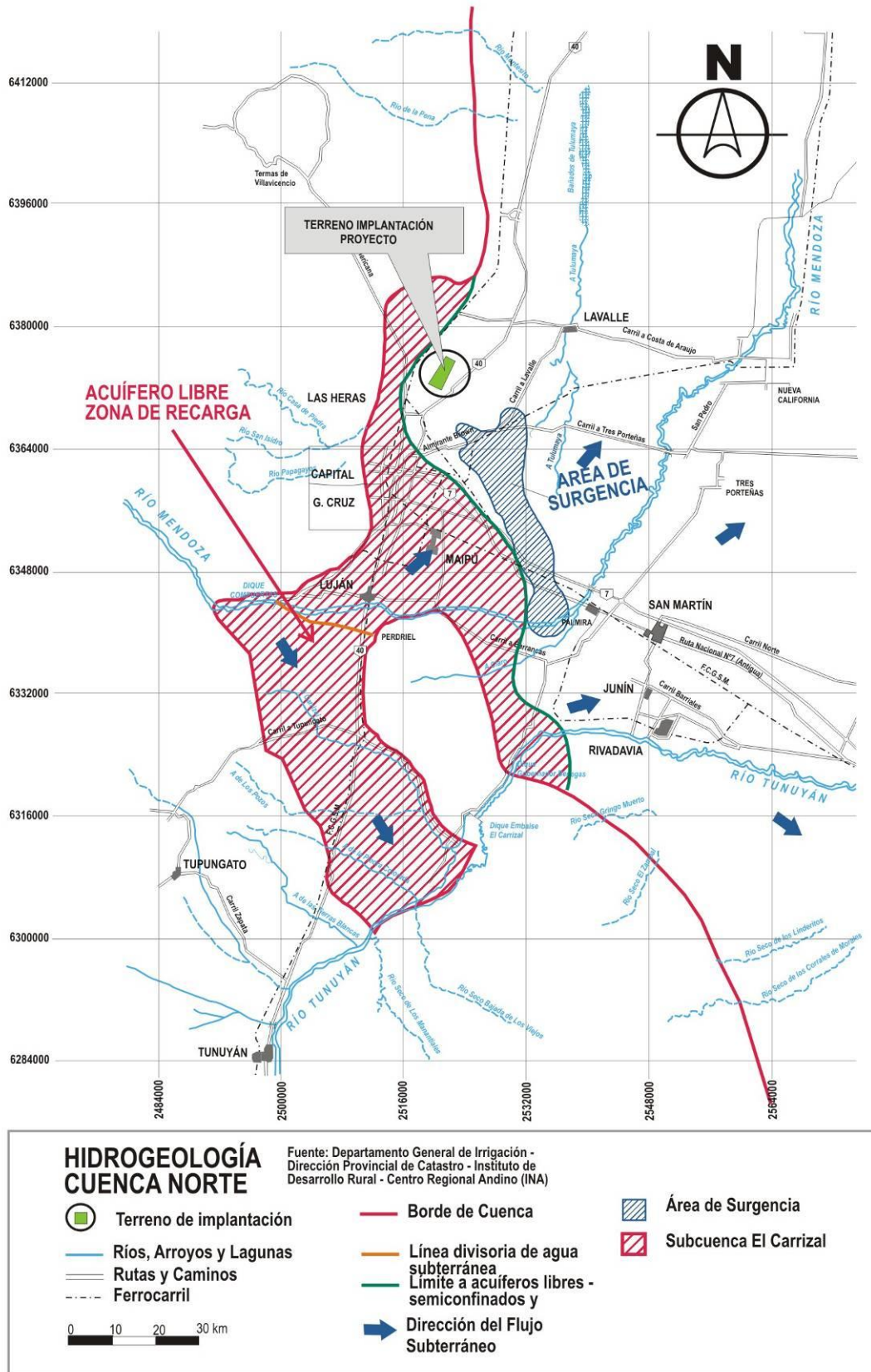


Figura 102: Esquema Hidrogeológico Mendoza Norte (con terreno de implantación)

Como se puede observar en la **Figura 103**, 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 104**, que resulta de superponer la capa del catastro con el plano de profundidad del agua subterránea confeccionado por el INA- CRA.

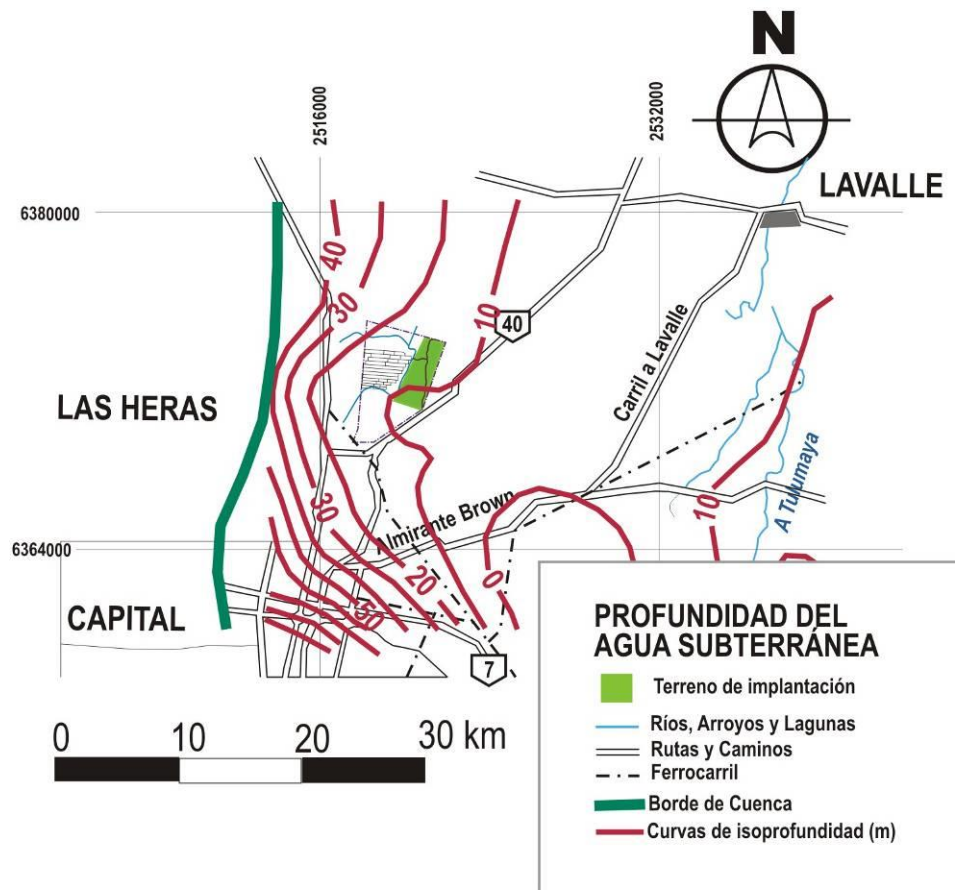


Figura 103: Profundidad del agua subterránea – terreno de implantación

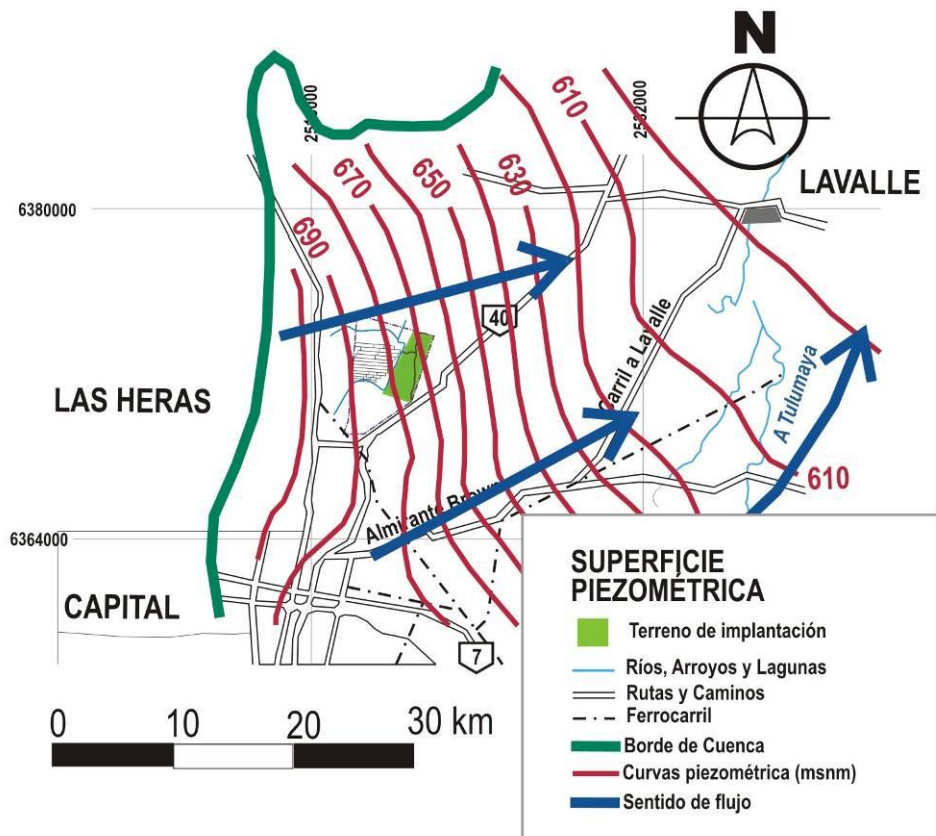


Figura 104: Superficie piezométrica – terreno de implantación

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 freáticos 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 poli génicas muy poco consolidadas a sueltas, sin cemento calcáreo y litología proveniente de la pre cordillera. Son de escaso espesor, raramente sobrepasan los 20 metros de potencia. En la zona se presenta en forma escalonada. En el detalle, 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 105**, 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.

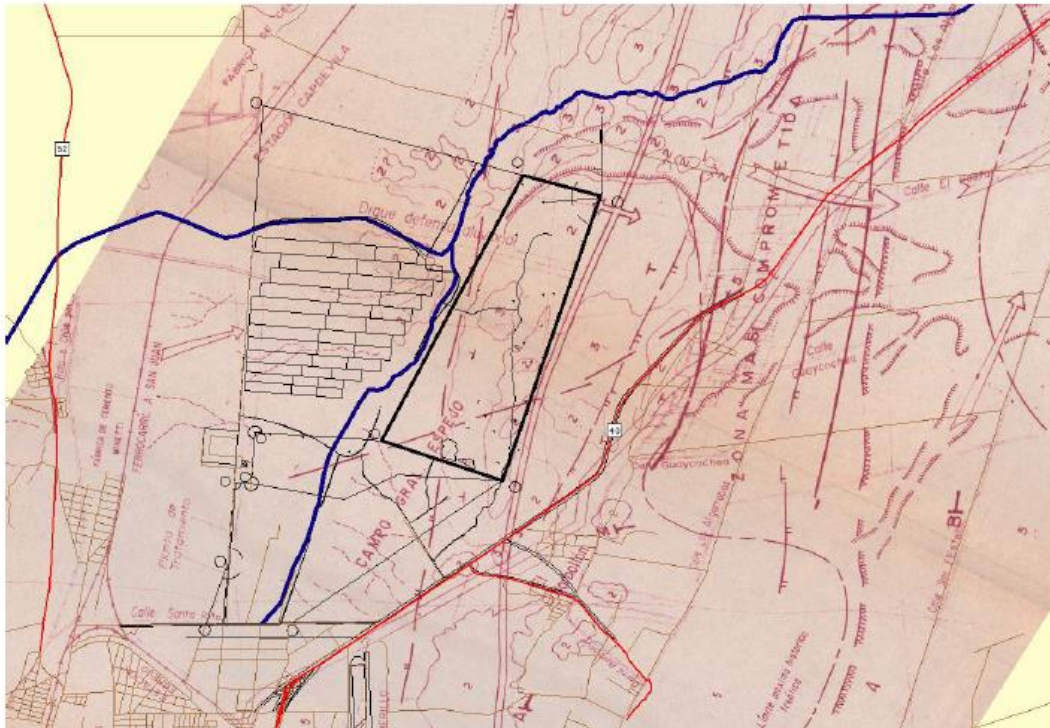


Figura 105: Mapa hidrogeológico de detalle terreno de implantación

Respecto a la salinidad, en la **Figura 106**, 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 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

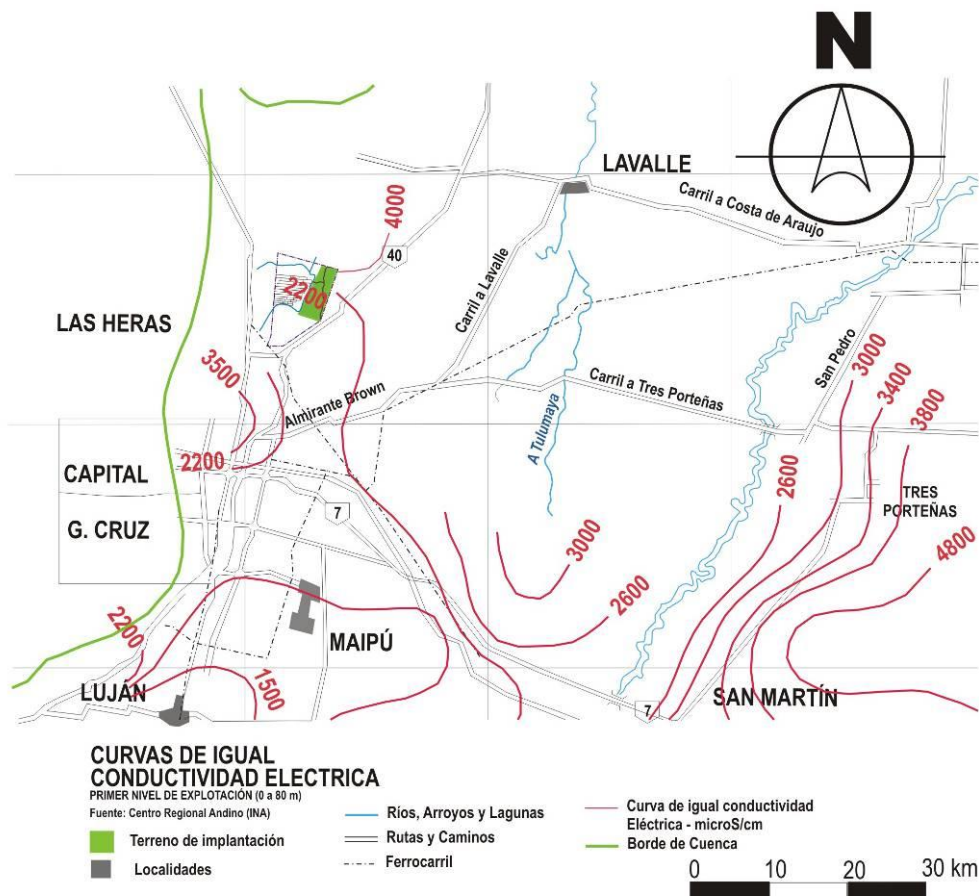


Figura 106: Curvas de igual conductividad – Terreno de implantación

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 salinidad 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.

4.4 BIOTA – FLORA Y FAUNA

4.4.1 Flora

4.4.1.1 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.

4.4.1.2 Características generales de la Flora de Mendoza

Para referirnos a la flora de la provincia, diferenciaremos los conceptos de *flora* y *vegetación*, entendiéndolo 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.

4.4.1.3 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).

4.4.1.4 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 Llanquanelo (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).

4.4.1.5 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 107**, 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.

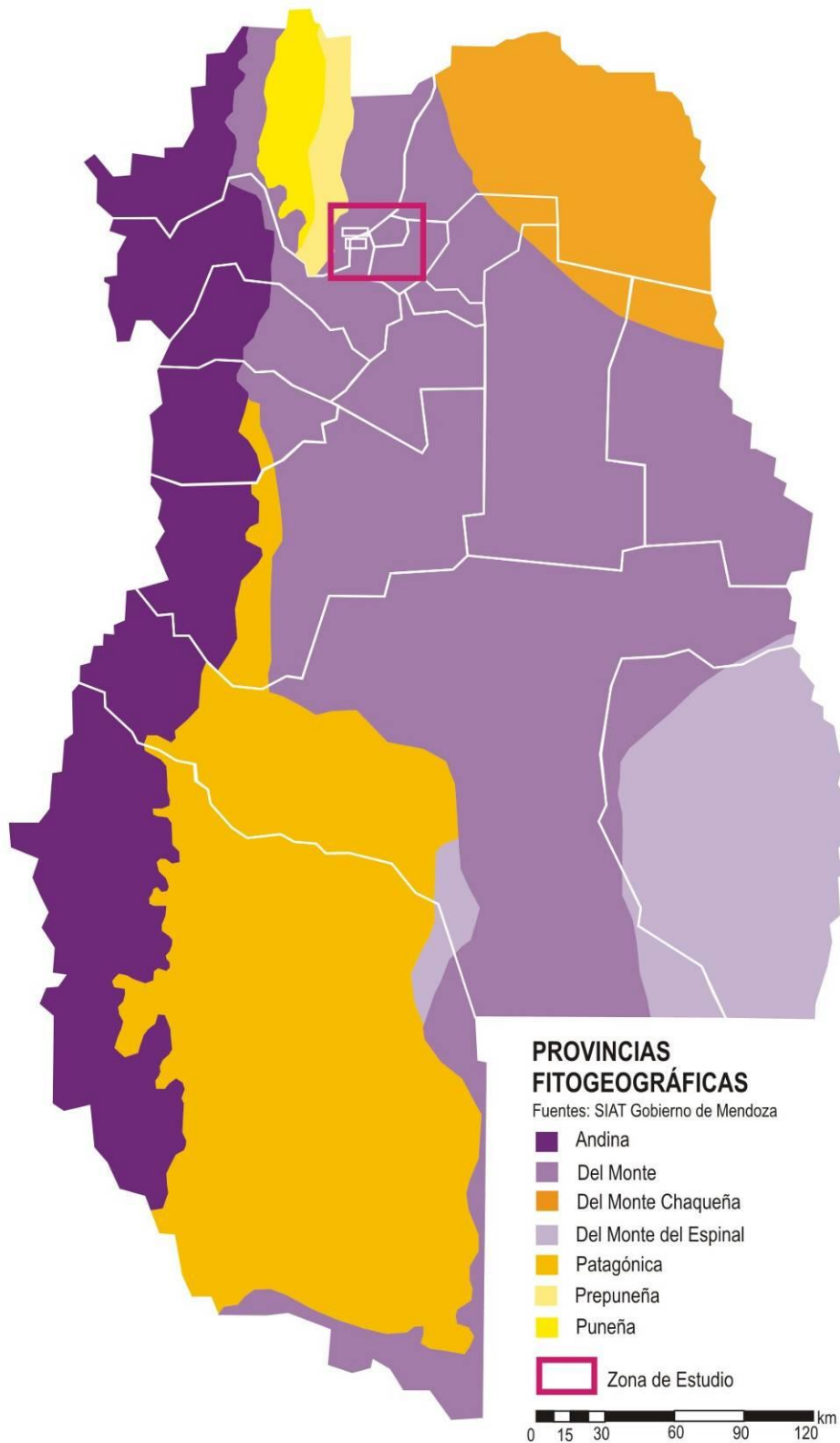


Figura 107: Fitogeografía de la Provincia de Mendoza

De la **Figura 107**, 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:

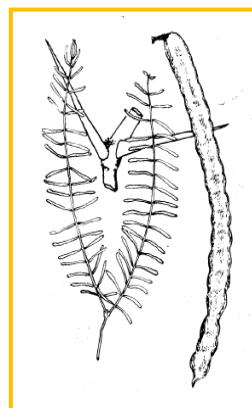
- *Larrea cuneifolia*: Con sus ramas siempre orientadas mirando al oeste-este, se desarrolla en suelos de textura fina. Es considerada flora provincial.
- *Larrea divaricata*: De ramas difusas y adaptadas a suelos arenosos y profundos.
- *Larrea nítida*: De hojas resinosas y brillantes, extrae agua de 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 55**, se presenta un listado de las especies más características de la Flora de Mendoza.

Tabla 55: Especies características de la Flora Mendocina

Tabla 55: Especies características de la Flora Mendocina

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 “arrobe”.

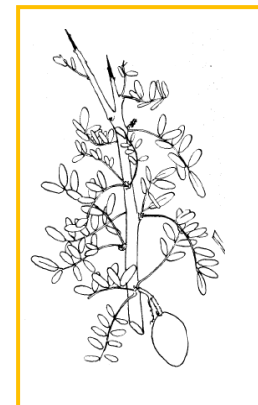
La madera de los algarrobos es pesada y dura, posee gran durabilidad y es excelente combustible. Es muy utilizada para postes, carbón y muebles. Se trata de una planta freófila, es decir que sus raíces son muy profundas, llegando a los 25 metros en busca de la napa freática o acuífero. Es capaz de incorporar 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

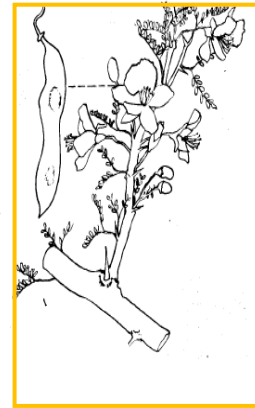


Arbusto hasta árbol, que puede llegar a medir de 4 a 5 metros de altura, caducifolio, espinoso, con raíces gemíferas que forman matorrales, a veces muy bajos que resultan impenetrables por su enmarañamiento (chañar patero). Su corteza se desprende en bandas y deja expuesto su tallo verde, el cual tiene la particularidad de hacer la fotosíntesis. Sus ramas son espinosas, su flor es amarilla con estrias 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*

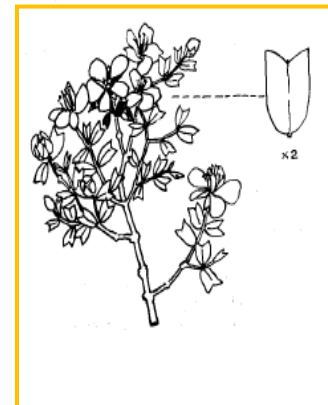
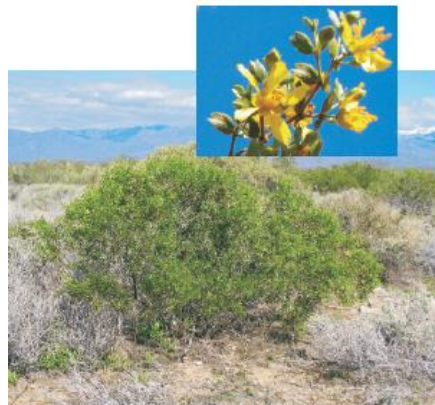


Arbusto de 1,50 a 4 m de alto, tronco de corteza verde y lustrosa, ramas tortuosas con espinas, hojas pequeñas y caducas agrupadas de 2 a 6, con abundantes flores amarillas en racimo y fruto en vainas aplanadas y secas de 6 cm. Su nombre vulgar alude a la goma que exuda naturalmente y es excelente para 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 amarilladas de hasta 3 m de altura. Hojas resinosas y fragantes, con los folíolos separados desde el peciolo. Flores pequeñas de color amarillo. Frutos con pilosidad. Es utilizada comúnmente como combustible.

Jarilla

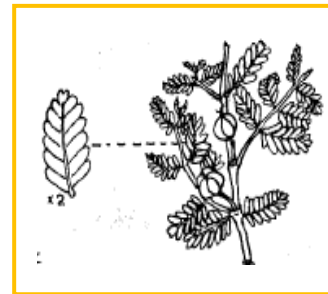
Larrea divaricata



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 folíolos poco soldados y divergentes. Sus flores son amarillas, florece desde octubre hasta fines de noviembre. Fruto con pelos blanco-grisáceos (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 folíolos, 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*

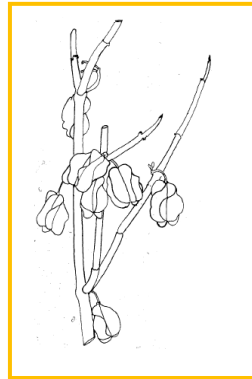


Planta densamente espinosa, matas vigorosas, de color verde pálido, tallos erguidos de 25 a 150 cm de altura y 2 a 4 mm de diámetro, con hojas en la base. Con algunas vainas áfilas y vainas foliares de color herrumbroso, lustrosas. Lámina redonda, rígida, punzante, poco más corta que el tallo. Inflorescencia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

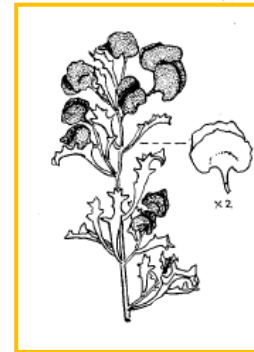
*Bulnesia
Retama*



Árbol o arbusto de hasta 5 metros de alto y áfilo (sin hojas o que las pierde tempranamente). Tiene ramas verde-grisáceas 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 dioica, es decir que tiene los sexos separados (hay plantas “machos” y plantas “hembras”).

Es una especie perenne, con período de crecimiento invierno-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.

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

4.4.1.6 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 56** 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 56: Usos de la flora nativa

Tabla 56: Usos de la flora nativa			
Importancia y usos de la flora nativa			
Plantas medicinales		Significado de los términos	
Aguaribay	Emenagogo, anticatarral	Aperitivo	Estimula el apetito
Ajenjo	Digestivo, vermífugo, emenagogo, carminativo	Astringente	Contrae fibras y tejidos
Alfilerillo	Digestivo, vías urinarias, lumbago, reuma, ciática	Carminativo	Antiflatulento
Atamisque	Digestivo, acidez estomacal, miásico	Colagogo	Bilis
Arrayán	Resfrío, dolores de estómago	Depurativo	Toxinas
Berro	Atianémico, debilidad, dispepsias	Diaforético	Orina
Boldo	Colagogo	Diurético	Orina
Bolsa de pasto	Antidiarreico, cistitis	Emenagogo	Menstruación
Carqueja	Hígado, fertilidad, impotencia	Emético	Vómitos
Ceibo	Excitaciones nerviosas, histéricos, neurasténicos	Emoliente	Inflamatorio
Chañar	Bronquitis, asma	Expectorante	Alivia tos y catarro
Chil – Chil	Vermes, afrodisíaco, estomacal	Febrífugo	Fiebre
Cola de Quirquincho	Afrodisíaco	Hepático	Hígado
Granadilla	Gusto al mate, diurético	Sedante	Calmante
Jarilla	Depurativo, hemorroides, inflamaciones	Tónico	Reconstituyente
Piquillín	Laxante suave		
Quebracho blanco	Tónico antifebril, antiasmático		
Retortuño	Hepáticos, diuréticos		
Tamarindo	Laxante		
Solupe	Depurativo, herpes, eczemas, forúnculos		

Otros Usos	
Para Lavar	Quillo (Solarium), quillay (Bredemellera), cachiyuyo blanco (Atriplex), zampa (Atriplex), jume (Allempfia) 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 (<i>L. divaricata</i>)
	De suelos arcillosos: chañar común y jarilla (<i>L. cuneifolia</i>)
	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)
	Llaretta (hasta 4000 msnm)
	Superando los 4000 msnm, la vegetación es nula

4.4.1.7 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 108**, 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 108: 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 109**, se puede observar la clasificación supervisada realizada por el software sobre la imagen de la **Figura 110**. 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).

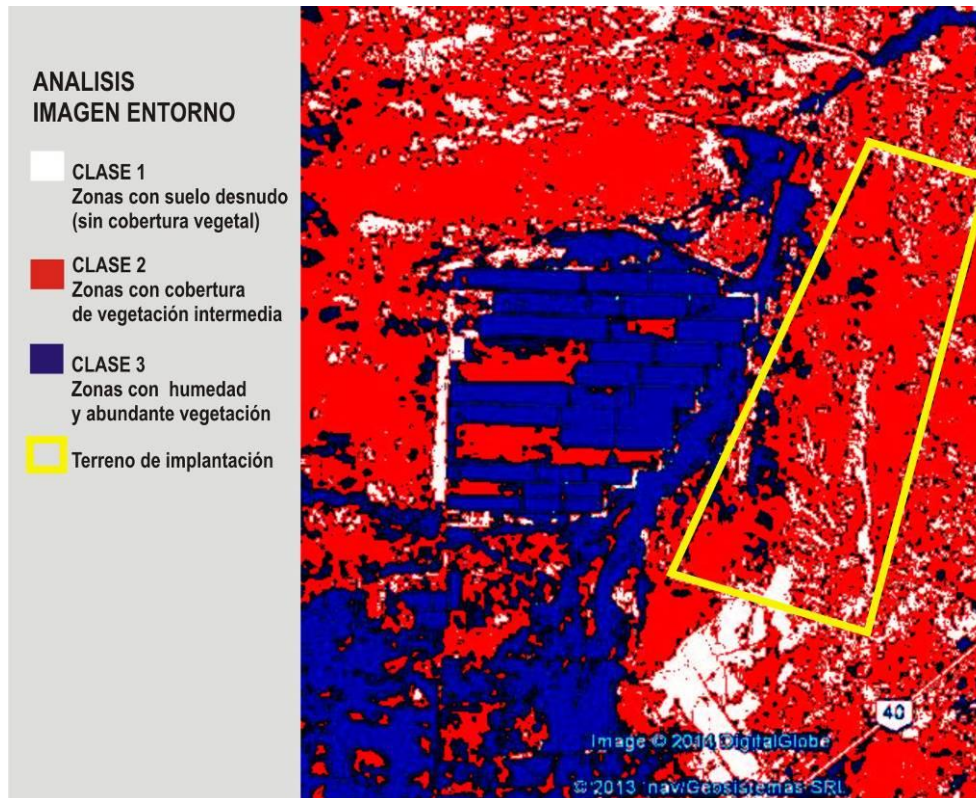


Figura 109: Clasificación supervisada imagen satelital predio de implantación Software SOPI-CONAE

Los datos estadísticos calculados por el software, arrojan información sobre la cantidad de píxeles (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 111**. 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 109** se puede apreciar claramente, que en el terreno de implantación la predominancia de la Clase 2 es de aproximadamente el 90%.

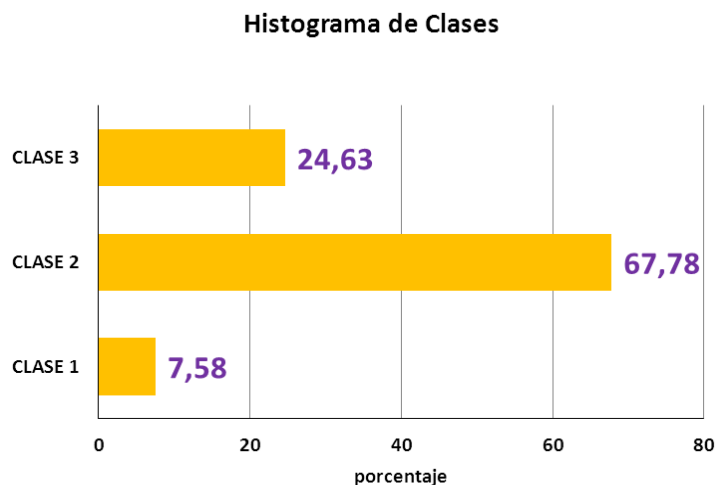


Figura 110: Histograma clasificación supervisada terreno de implantación Software SOPI-CONAE

- **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.

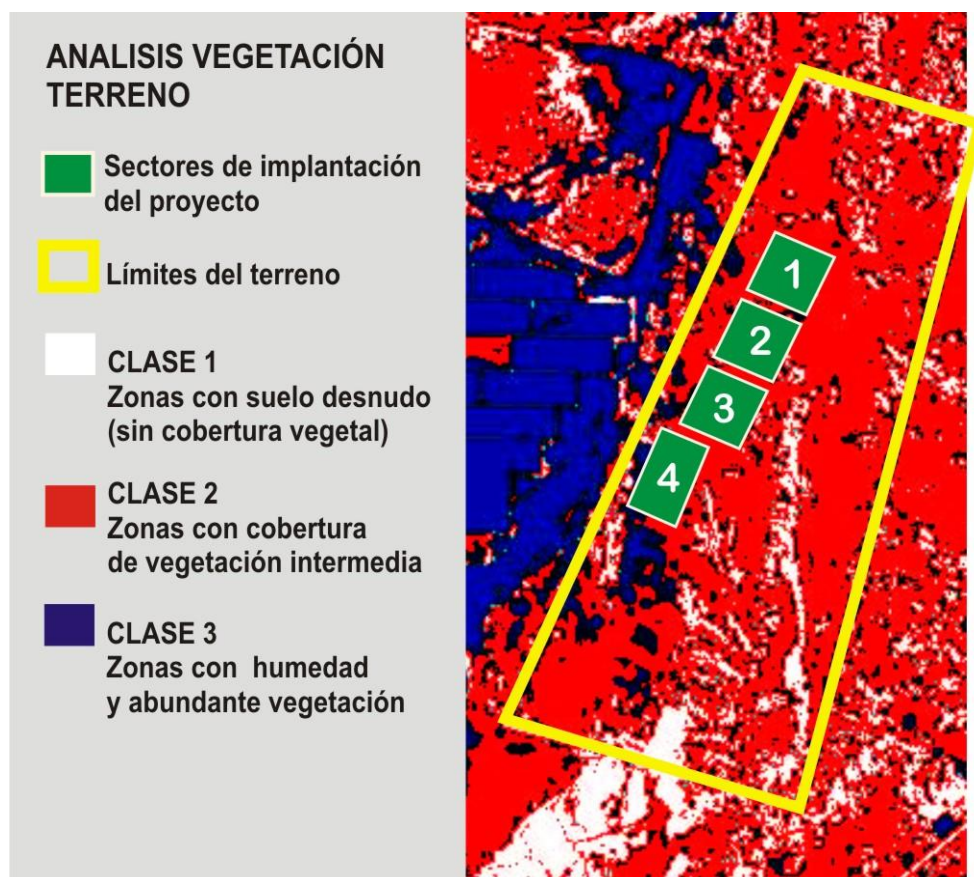


Figura 111: Ubicación del proyecto sobre imagen con análisis de cobertura

Como se puede observar en la **Figura 111**, 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 112**, 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

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*)

- **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 mayores tamaños y/o bien conservados, 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.

4.4.2 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.

4.4.2.1 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 eligen 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.

4.4.2.2 Algunas especies mendocinas

Tabla 57: Especies características de la Fauna Mendocina

Tabla 57: Especies características de la Fauna Mendocina

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

cercos, 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 cuis 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 tanto 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 Llanquanelo, 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 depredadores. 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 disminuido debido a la competencia con especies exóticas (como la liebre europea y el ganado) y la caza.

Pichiciego

menor

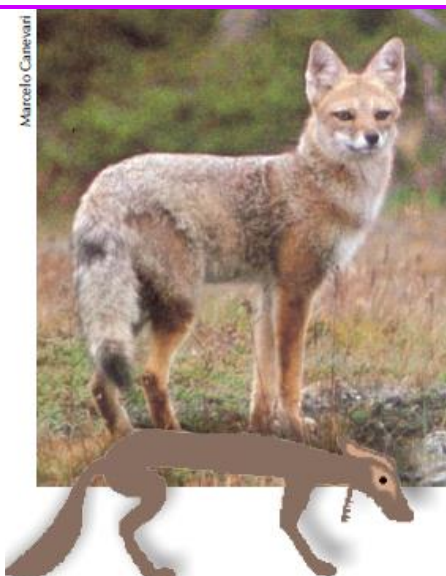
*Chlamyphorus
truncatus*



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.

4.4.2.3 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 (*Chlamyphorus 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 58: Especies endémicas de la Fauna mendocina

Tabla 58: Especies endémicas de la Fauna mendocina					
Peces					
Nombre científico	Nombre vulgar	Endemismo		Distribución poblacional	Estado de conservación
		Nacional	Provincial		
<i>Silvinichthys mendocensis</i>	Bagrecito	Si	Si	Ríos Mendoza y Blanco. Arroyos El Salto y El Gato	Vulnerable
<i>Trichomycterus heterodontum</i>	Bagre del torrente mendocino	Si	Si	Río Mendoza (Palmira)	Raro

Tabla 58: Especies endémicas de la Fauna mendocina

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

4.4.2.4 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 riesgo de extinción en estado silvestre y en el futuro cercano.
- **Especies vulnerables:** cuando enfrentan alto riesgo de extinción a mediano plazo.

En la **Tabla 59**, se 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 59: Especies de fauna en peligro en la Provincia de Mendoza

Tabla 59: Especies de fauna en peligro en la Provincia de Mendoza		
Especies	Categoría de comercio restringido	Categoría de riesgo de conservación
Mamíferos		
<i>Pseudalopex culpaeus</i> zorro colorado	II	Vulnerable (Libro Rojo, 1997); casi amenazado (Libro Rojo, 2000); potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Pseudalopex griseus</i> zorro gris	II	En peligro (Barquez et al., 2006)

Tabla 59: Especies de fauna en peligro en la Provincia de Mendoza

Especies	Categoría de comercio restringido	Categoría de riesgo de conservación
<i>Herpailurus yaguaroundi</i> gato eira o moro	II	Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Lynchailurus pajeros</i> gato del pajonal	II	Vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Onciferis geoffroyi</i> gato montés	I	Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Oreailurus jacibita</i> gato andino	I	Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
<i>Galictis cuja</i> hurón menor		Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Lyncodon patagonicus</i> huroncito		Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Puma concolor</i> puma	II	Potencialmente vulnerable (Barquez et al., 2006).
<i>Lama guanicoe</i> guanaco	II	Potencialmente vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
<i>Ctenomy validus</i> tuco-tuco de Guaymallén		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
<i>Dolichotis patagonum</i> mara o liebre criolla		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
<i>Tympanoctomys barrerae</i> rata vizcacha colorada o del salar		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
<i>Octomys mimax</i> rata cola de pincel, rata vizcacha		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
<i>Lagidium viscacia chinchillón,</i> vizcacha de la sierra		Vulnerable (Barquez et al; 2006).
<i>Chlamidophorus truncatus</i> pichi ciego		Vulnerable (Libro Rojo, 2000; Barquez et al; 2006).
Aves		
<i>Rhea americana</i> ñandú o choique	II	Riesgo bajo (Libro Rojo, 2000).
<i>Pterocnemia pennata</i> ñandú petiso	II	Riesgo bajo (Libro Rojo, 2000).
<i>Cignus melancoriphus</i> cisne cuello negro	II	
<i>Coscoroba coscoroba</i> cisne blanco	I	
<i>Vultur griffus</i> cóndor	I	
<i>Falco peregrinus</i> halcón peregrino	I	
<i>Gubernatrix cristata</i>	II	Vulnerable (Libro Rojo, 2000).

Tabla 59: Especies de fauna en peligro en la Provincia de Mendoza

Especies	Categoría de comercio restringido	Categoría de riesgo de conservación
<i>cardenal amarillo</i>		
<i>Paroaria coronata</i> <i>cardenal común</i>	II	
<i>Myiopsita monachus</i> <i>cotorra, cata</i>	II	
<i>Harpyhaliaetus coronatus</i> <i>águila coronada</i>		Vulnerable (Libro Rojo, 2000).
<i>Knipolegus hudsoni</i> <i>viudita chica</i>		Vulnerable (Libro Rojo, 2000).
Reptiles		
<i>Geochelone chilensis</i> <i>tortuga terrestre</i>	II	
<i>Tupinambis rufescens</i> <i>iguana colorada</i>	II	
<i>Boa constrictor</i> <i>boa de las vizcacheras</i>	I	

4.4.2.5 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 (*Atiencunicularia*).

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 N° 6599, modificada posteriormente por la Ley N° 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.

4.4.3 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 34° 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.

4.5 ANÁLISIS DE RIESGOS POR FENÓMENOS NATURALES

A los efectos de establecer las acciones a llevar a cabo ante cada contingencia específica, se deben evaluar los riesgos asociados al tipo a los fenómenos naturales de posible ocurrencia en el sitio de implantación de las obras.

Para esto se siguió el siguiente procedimiento:

- Identificación de factores de riesgo por fenómenos naturales.
- Determinación de una escala para la evaluación, según criterios de ocurrencia y tipo de daño potencial.
- Confección de una matriz de riesgo, ponderando los distintos factores de riesgo identificados.
- Propuestas de actuación para las contingencias que surjan.

En la **Tabla 60** se enumeran los distintos riesgos identificados y su posible localización.

Tabla 60: Identificación de factores de riesgo y su localización

Tabla60: Identificación de factores de riesgo y su localización	
Riesgo	Localización
1 Sismo/Terremoto	En todos los sectores de la infraestructura
2 Viento Zonda	En todos los sectores de la infraestructura
3 Aluvión y deslizamiento de suelos	En todos los sectores de la infraestructura

Para la evaluación de los riesgos, se tuvo en cuenta la metodología propuesta por el Banco Interamericano de Desarrollo en el documento “Marco Ambiental y Social – Programa de Gestión Integral de RSU – Préstamo AR-L1151”, donde se plantea la utilización de una matriz para la evaluación de riesgos, que tiene en cuenta criterios de ocurrencia y de daño potencial.

Según la ocurrencia los riesgos se clasificarán en: 1) improbable, 2) remoto, 3) ocasional y 4) muy probable. Y según el potencial daño a infligir en: 1) insignificante, 2) dañino, 3) crítico y 4) catastrófico.

En función de estos criterios, se establece para la ponderación de los riesgos, una escala de siete valores: 1) Trivial, 2) Tolerable, 3) Moderado, 4) Apreciable, 5) Importante, 6) Intolerable y 7) Riesgo extremo.

Tabla 61: Modelo de Matriz de evaluación de riesgos

Tabla 61: Modelo de Matriz de evaluación de riesgos				
RIESGO	Improbable	Remoto	Ocasional	Muy Probable
Insignificante	Trivial	Tolerable	Moderado	Apreciable
Dañino	Tolerable	Moderado	Apreciable	Importante
Crítico	Moderado	Apreciable	Importante	Intolerable
Catastrófico	Apreciable	Importante	Intolerable	Riesgo Extremo

A continuación se agrega la matriz con la evaluación de los riesgos identificados, los cuales se colocan en la misma, identificados por los números asignados en la **Tabla 62**, sin que estos números signifiquen jerarquía:

Tabla 62: Matriz de Evaluación de Riesgos

Tabla 62: Matriz de Evaluación de Riesgos				
RIESGO	Improbable	Remoto	Ocasional	Muy Probable
Insignificante				
Dañino				2
Crítico		3	1	
Catastrófico				

De esta evaluación surge la ponderación de los riesgos evaluados, que se pueden observar en la **Tabla 63**:

Tabla 63: Resumen ponderación de riesgos

Riesgo		Ponderación
1	Sismo/Terremoto	Importante
2	Viento Zonda	Importante
3	Aluvión	Apreciable

De los resultados surge que las situaciones de sismo/terremoto y viento zonda, que resultan frecuentes en la Provincia de Mendoza, se han ponderado con valores de importante (valor 5 en una escala de 7).

Y el caso de aluviones se ponderó como apreciable (valor 4 en una escala de 7), por su escasa posibilidad de ocurrencia, y porque cuando sucede, los mayores daños se producen en alta montaña.

En virtud de esto, se han desarrollado acciones para cada uno de los eventos contingentes relacionados con los riesgos identificados.

4.5.1 Plan de acción ante Sismo o Terremoto (Riesgo 1)

El impacto de un sismo de gran intensidad se puede aminorar, si se toman las precauciones adecuadas y si se capacita a todo el personal para enfrentar esta situación, realizando los correspondientes simulacros. En tal sentido las acciones o medidas a tomar en caso de este evento serán las siguientes:

Durante el movimiento telúrico

- Mantener la calma, controlando posibles casos de pánico.
- Desalojar al personal de los lugares donde haya peligro de caída de cables o de objetos.
- En el resto de los lugares instruir al personal para que adopte medidas de autoprotección.
- Si es posible se cortará el agua, se apagarán sistemas eléctricos, motores de equipos, etc.
- No tratar de salvar objetos arriesgando la vida.
- Si el movimiento sísmico es demasiado fuerte, y los trabajadores no pueden mantenerse en pie, se deberá solicitar que se sienten en el suelo, y esperar a que termine el temblor para incorporarse.

Después del movimiento telúrico

- Permanecer en alerta, ya que se debe recordar que después de un sismo, seguirá temblando o habrá nuevas réplicas.
- Verificar que el personal se encuentre en su totalidad y en buen estado, ayudando a aquellos que lo necesiten.
- Prestar atención de primeros auxilios a personal que resulte accidentado y convocar, de ser posible, a los Servicios de Emergencias Médicas.
- Tener extremo cuidado con cables eléctricos, que por efecto del movimiento hayan caído desde torres de alta tensión, los objetos que se encuentren en contacto con ellos, u otros que puedan provocar un posible puente eléctrico y/o exista un contacto directo del personal con dichos cables, debiéndose alejar a los trabajadores hacia lugares seguros.

4.5.2 Plan de acción ante Viento Zonda (Riesgo 2)

En caso de producirse una condición de viento intenso que ponga en riesgo a las personas o las instalaciones, se actuará de la siguiente manera:

- Los trabajadores deberán dejar de realizar cualquier actividad en donde se encuentren, en especial aquellas con trabajos a la intemperie.
- El personal será resguardado en un lugar seguro.
- No se permitirá que nadie abandone el sitio hasta que haya finalizado el fenómeno climático.
- Si se estuviesen produciendo destrozos, se dará aviso a las autoridades que correspondan a los efectos de analizar las acciones a seguir.

4.5.3 Plan de acción ante Aluviones y deslizamientos de suelo (Riesgo 3)

Ante la eventualidad de grandes lluvias en el sitio o en la región, que impliquen aluviones o deslizamientos de suelo, se actuará del siguiente modo:

- Ante la posibilidad de grandes lluvias con alerta meteorológico, se mantendrá contacto con el Departamento General de Irrigación a efectos de constatar la posibilidad de aluviones en la zona.
- Habiendo posibilidad de aluviones y/o deslizamientos de suelos se detendrán los trabajos, concentrando al personal en un lugar seguro.

- Se mantendrá permanentemente al tanto de la evolución de la situación a las autoridades correspondientes.
- Se mantendrá contacto con los contratistas de máquinas viales, para su convocatoria en caso de resultar necesario.

4.6 Análisis de las implicancias para la GIRSU

Teniendo en cuenta la importancia de los factores físicos y biológicos en la determinación de la localización de las obras de infraestructura para el tratamiento y/o disposición final de residuos, se analizan las implicancias de los mismos en la implementación para la GIRSU.

4.6.1 Geología y Geomorfología

En la zona metropolitana de Mendoza, existen dos unidades bien definidas desde el punto de vista geológico: a) Los depósitos del cono aluvial del Río Mendoza, que cubren la zona sur y sudeste y b) la llanura aluvial, consistente en sedimentos finos, ubicados hacia el norte y noreste. Entre ambas zonas existe una zona de transición, donde los sedimentos van pasando gradualmente de gruesos a finos.

La mayor problemática en la zona de estudio es sin dudas el fenómeno sísmico y su relación con el tipo de suelos, como así también, la cercanía a las fallas tectónicas activas. La zonificación sísmica nacional, ubica a esta región en una situación de peligrosidad sísmica “muy elevada”.

Con respecto al peligro sísmico se tendrán en cuenta dos tipos de riesgo: 1) la rotura superficial y 2) la licuación de suelos. Ambos fenómenos se relacionan con la cercanía a los fallamientos activos existentes en la zona oeste de la región en estudio.

En este sentido y con relación al riesgo de rotura superficial, el INPRES desarrolló una microzonificación sísmica para el área metropolitana de Mendoza, indicando en cada caso, los usos por sector, para los que deberán hacerse estudios especiales de fallamiento. Y para el fenómeno de licuación de suelos, se analizará oportunamente, la composición del mismo en el sitio de implantación de las obras a construirse.

Finalmente, y en función del riesgo que se identifique, se deberá tener especial cuidado en el diseño estructural de las edificaciones y las tareas de impermeabilización de fondo de celda, como así también prever en el Plan de Contingencias las situaciones de sismo y rotura de celda por este motivo.

4.6.2 Hidrología

La región en estudio se encuentra dentro de la Cuenca del Río Mendoza, donde el principal consumo hídrico lo efectúa el sector agrícola, que utiliza el 89% de los recursos hídricos superficiales.

El mayor riesgo de la zona está dado por el fenómeno aluvional. Las precipitaciones medias de la zona rondan los 250 mm anuales, las cuales ocurren principalmente en verano y son de gran intensidad, convectivas, torrenciales, intermitentes y de corta duración. Durante el resto del año, prácticamente no llueve.

Esas precipitaciones 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.

En función de esto, y del análisis particular de las escorrentías en el predio preseleccionado para la implantación del proyecto, se deberá adoptar un diseño hidráulico acorde a las posibilidades de deslizamientos de suelo que surjan del análisis.

4.6.3 Hidrogeología

Geomorfológicamente, la zona metropolitana de Mendoza, se localiza en la Cuenca Norte. Los acuíferos en esta zona constituyen una sola masa en toda la cuenca, lo que implica que las acciones que se ejerzan en un sector de ella, puede repercutir en una mayor cantidad de puntos de la misma.

Los niveles a los cuales se encuentran los acuíferos es variable, en función de si se trata de zonas de acuífero libre, zona de surgencia o zona de acuíferos confinados. Las profundidades van desde 80 a más de 200 metros. En las zonas de acuíferos confinados el primer acuífero se encuentra cercano a la superficie, pero debido a la contaminación sufrida en el mismo, actualmente se ha abandonado su explotación.

En este recurso es importante conocer los niveles de contaminación que posee, con relación a salinidad, contenido de nitratos (contaminación orgánica) y metales pesados.

Con respecto a la salinidad se pueden distinguir tres niveles en sentido vertical, observándose en general que la misma disminuye con la profundidad. En niveles superiores se han encontrado valores de 5.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que a mayores profundidades se encuentran valores mucho menores, que oscilan alrededor de 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

La concentración de nitratos se relaciona con la contaminación orgánica. El *primer nivel* posee concentraciones superiores a 20 mg/l, aumentando hacia la zona más poblada a valores superiores a 100 mg/l. La presencia de nitrato en este sector se debe a la gran cantidad de desechos orgánicos de la actividad humana, asociado principalmente a la disposición de las aguas servidas.

En el sector de la cuenca donde los acuíferos son libres, el segundo nivel de explotación presenta “contaminación incipiente” (20 a 50 mg/l). En el primer nivel

existe una “contaminación establecida” (50 a 100 mg/l), y existe un área bajo el mayor conglomerado urbano con un “alto grado de contaminación (100 a 180 mg/l).

En esta cuenca, existen dos plantas de tratamiento de líquidos cloacales cuyos drenajes, 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). También es importante tener en cuenta la contaminación producida por el lixiviado de basurales a cielo abierto, que produce el arrastre de agentes contaminantes a las napas de agua subterránea. La mayoría de los basurales ubicados en la zona, son a cielo abierto o con enterramiento simple y se encuentran ubicados en zonas de suelos permeables.

Finalmente, cabe mencionar que la contaminación de las aguas subterráneas con metales pesados, se relaciona con los vertidos de las industrias localizadas en el sector, y con la explotación petrolera. En este sentido los sectores más contaminados se localizan en los Departamentos de Luján de Cuyo y Guaymallén.

En función de todo lo indicado, y teniendo en cuenta la importancia que tiene este recurso en la Provincia de Mendoza, será fundamental el análisis pormenorizado del agua subterránea en el sitio de implantación de las obras, a los efectos de determinar la profundidad de las napas y sus características físico-químicas; teniendo en cuenta que en el sector de relleno sanitario, el fondo del mismo no puede ser alcanzado en ningún momento por el nivel freático. Para esto se deberá diseñar un sistema de impermeabilización de celdas que maximice la protección del recurso.

Asimismo resulta recomendable, que como factor adicional de seguridad ante filtraciones accidentales de lixiviados, se garantice un espesor de terreno no saturado, que representará una zona de aireación y retención por adsorción, que permitirá la realización de procesos de degradación por reacciones bacteriológicas enzimáticas.

4.6.4 Clima

Según la Clasificación de Köppen, la Zona Metropolitana de la Provincia de Mendoza, se encuentra dentro de la zona climática denominada por este autor como “seco desértico” (BW), caracterizado porque las precipitaciones anuales son inferiores a la evaporación.

Es decir, que estas condiciones climáticas, nos indican en forma general que en la operación de un relleno sanitario, habrá poca generación de líquidos lixiviados por aporte externo y poca generación de gas, por falta de humedad.

Por otra parte, es importante tener en cuenta, un atemperismo local que puede implicar riesgo para estructuras y personas, que es el Viento Zonda. Este viento se produce por el ascenso de aire húmedo desde el Océano Pacífico a barlovento de la Cordillera de Los Andes, y por el posterior descenso orográfico de una masa de aire

pre-frontal, que en la cúspide de la cordillera se presenta como un viento frío que luego se va calentando al descender.

El viento Zonda en el llano arrastra gran cantidad de polvo, especialmente en agosto, al terminar la estación seca.

Además existen muchos casos de viento Zonda en la montaña que no aparecen en el llano, al que se denomina “Zonda en altura”. La mayoría de los casos ocurren entre *mayo y noviembre* y más de la mitad de los eventos se registran entre *mayo y agosto*. La mayor o menor frecuencia de este fenómeno, está condicionada por la altura sobre el nivel del mar y la distancia de la localidad con respecto a la cordillera y precordillera.

Entonces, con relación al viento zonda, será necesario contar con una previsión especial para esta contingencia, teniendo en cuenta las épocas del año en que se produce el mismo.

4.6.5 Flora y Fauna

El área metropolitana de Mendoza se encuentra ubicada dentro de la Provincia Fitogeográfica del Monte que se caracteriza por la predominancia de especies arbóreas bajas y 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.

El presente trabajo se implanta en una zona netamente urbana, de todos modos en sectores del pedemonte de la cordillera (al oeste del conglomerado urbano) se puede aún encontrar vegetación natural, la cual se encuentra presente en diversos sectores del sitio preseleccionado, la cual deberá ser preservada en su máxima posibilidad, al desarrollar los desmontes necesario para la construcción de las infraestructuras, a los efectos de no provocar aumento de escorrentías. Los impactos que se causen por este motivo, deberán ser analizados y compensados.

La fauna mendocina está representada por especies adaptadas a zonas áridas, como el guanaco, zorro gris, pichiciego, mara o liebre patagónica, reptiles, entre otras.

Así también para el caso de la fauna, se seguirán las mismas recomendaciones que para la protección de la flora, en el sitio específico de implantación de las obras.

5. CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

5.1 POBLACIÓN ACTUAL

La población beneficiaria del proyecto es la correspondiente a los habitantes de la Zona Metropolitana en su conjunto, y en particular los habitantes de las zonas urbanas que cuentan con servicio municipal de recolección de residuos (población servida). En la **Tabla 64** se agregan datos de población total y servida, discriminados por departamento, según Censo Nacional de Población 2010. Y en la **Tabla 65**. Se agregan datos de proyección de población para el año 2017.

Tabla 64: Población Zona Metropolitana de Mendoza (2010)

Tabla 64: Población Zona Metropolitana de Mendoza Detalle por Departamento – Censo de población INDEC 2010						
Año	Departamento	Población Total			% de Recolección	Población Servida
		Total	Urbana	Rural		
2010	Capital	115.041	114.891	150	100%	114.891
	Godoy Cruz	191.903	191.308	595	100%	191.308
	Guaymallén	283.803	264.419	19.384	100%	264.419
	Las Heras	203.666	192.872	10.794	100%	192.872
	Lavalle	36.738	10.687	26.051	85%	9.084
	Luján de Cuyo	119.888	99.051	20.837	96%	95.089
	Maipú	172.332	128.818	43.514	95%	122.377
	Metropolitana	1.123.371	1.002.047	121.324	97%	990.041

FUENTE: Publicaciones Municipales - Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas – Gobierno de Mendoza

Tabla 65: Población Zona Metropolitana de Mendoza (2017)

Tabla 65: Población Zona Metropolitana de Mendoza Proyecciones por Departamento – Censo INDEC 2010						
Año	Departamento	Población Estable			% de Recolección	Población Servida (Estable)
		Total	Urbana	Rural		
2017	Capital	117.940	117.787	153	100%	117.787
	Godoy Cruz	198.485	197.870	615	100%	197.870
	Guaymallén	309.430	288.296	21.134	100%	288.296
	Las Heras	224.766	212.853	11.913	100%	212.853
	Lavalle	39.644	11.532	28.112	85%	9.803
	Luján de Cuyo	130.126	107.510	22.616	96%	103.210
	Maipú	189.582	141.713	47.870	95%	134.627
	Metropolitana	1.209.974	1.077.562	132.412	97%	1.064.446

FUENTE: Elaboración propia sobre datos de Publicaciones Municipales - Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas – Gobierno de Mendoza

5.2 DINÁMICA POBLACIONAL

El Aglomerado Gran Mendoza que constituye el Área de Proyecto contaba con 1.123.371 habitantes en el año 2010, presentando una Tasa de Crecimiento Medio Anual (TCMA) de 10,1 por mil habitantes para el período intercensal 2001/2010. La cual aumentó con respecto al período 1991/2001, que fue de 9,6.

Se debe destacar que en el período 1980/1991 la TCMA del conjunto de departamentos del Área Metropolitana Mendoza fue de 22,0 o/oo, evidenciando un importante descenso para los últimos períodos.

Históricamente, el crecimiento del AMM se mantenía alto ya que para los períodos intercensales de 1970/80 y 1960 /70 la TCMA fue de 25,2 y 36,3 por mil habitantes, respectivamente.

Tabla 66: Dinámica poblacional Zona Metropolitana

Tabla 66: Zona Metropolitana de Mendoza - Provincia de Mendoza									
Dinámica poblacional									
Evolución de la Población Total y por Departamento									
Jurisdicción	Año					TCMA			
	1970	1980	1991	2001	2010	1970/ 1980	1980/ 1991	1991/ 2001	2001/ 2010
						x1000 hab	x1000 hab	x1000 hab	x1000 hab
Total Provincial	973.075	1.196.228	1.412.481	1.579.651	1.738.929	20,9	16,0	11,2	10,1
Zona Metropolitana Mendoza	495.288	636.840	800.110	1.018.470	1.123.371	28,8	23,7	12,7	10,6
Capital	118.568	119.088	121.620	110.993	115.041	0,4	2,0	-9,1	3,6
Guaymallén(*)	118.995	164.670	200.477	251.339	283.803	33,0	18,9	10,9	12,9
Godoy Cruz	112.481	142.408	179.553	182.977	191.903	23,9	22,3	1,7	4,9
Las Heras(*)	67.789	101.579	145.680	182.962	203.666	41,3	34,9	15,1	11,3
Maipú(*)	34.839	49.778	71.603	153.600	172.332	36,3	35,2	22,5	12,2
Luján de Cuyo(*)	25.138	35.254	54.210	104.470	119.888	32,5	10,9	17,3	14,8
Lavalle(**)	17.478	24.063	26.967	32.129	36.738	34,4	41,8	30,3	14,3
(*) Población urbana de los Departamentos aglomerada en la Zona Metropolitana, inferior al total del Departamento									
(**) Este Departamento se agrega recientemente al aglomerado Área Metropolitana Mendoza									
Fuente: Elaboración Propia según INDEC: Censos Nacionales de Población 1980, 1991, 2001 y 2010.									

Como conclusión del crecimiento de la población, se puede indicar lo siguiente:

- Capital, Godoy Cruz y Guaymallán, manifiestan tasas crecientes de población en comparación con el censo anterior.

- Las Heras, Luján de Cuyo y Lavalle han bajado su tasa de crecimiento, también con relación a valores anteriores.

Así la tasa promedio calculada para la zona metropolitana, resulta decreciente con relación a los valores promedio de períodos anteriores, ya que el total de población en términos absolutos de los Departamentos que muestran tasa creciente, son menores a los valores absolutos de los departamentos que disminuyeron su tasa.

A continuación se realiza un análisis comparativo de las pirámides poblacionales de cada uno de los departamentos que integran la Zona Metropolitana, comparando datos del Censo de Población 2001 con datos del Censo de Población 2010, en función de las publicaciones de la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas de la Provincia de Mendoza. También se hace el análisis a nivel provincial, para ser utilizado como marco de referencia.

5.2.1 Pirámides poblacionales de la Provincia de Mendoza (2001-2010)

En primer lugar se debe indicar que en la pirámide construida con datos del censo 2001, se observa que la misma es amplia en la base y con pendiente media hacia arriba, indicando en general, importantes valores de natalidad y bajas expectativas de vida, características indicativas de sociedades con desarrollo económico medio.

Al realizar la comparación con los datos del censo 2010, surge que en este lapso se produce un aumento de la pendiente de la pirámide, la cual también se ha achicado en su base, observándose una distribución de estos valores en el rango etáreo entre 0 a 40 años, siendo la parte superior de ambas pirámides bastante similar en ambos casos. Esto estaría indicando, menores índices de natalidad, pero sin incremento de mayor expectativa de vida.

También se puede identificar un ensanchamiento intermedio de la pirámide, en el rango etáreo 15-19, que podría estar mostrando un proceso inmigratorio probablemente relacionado con intereses educativos.

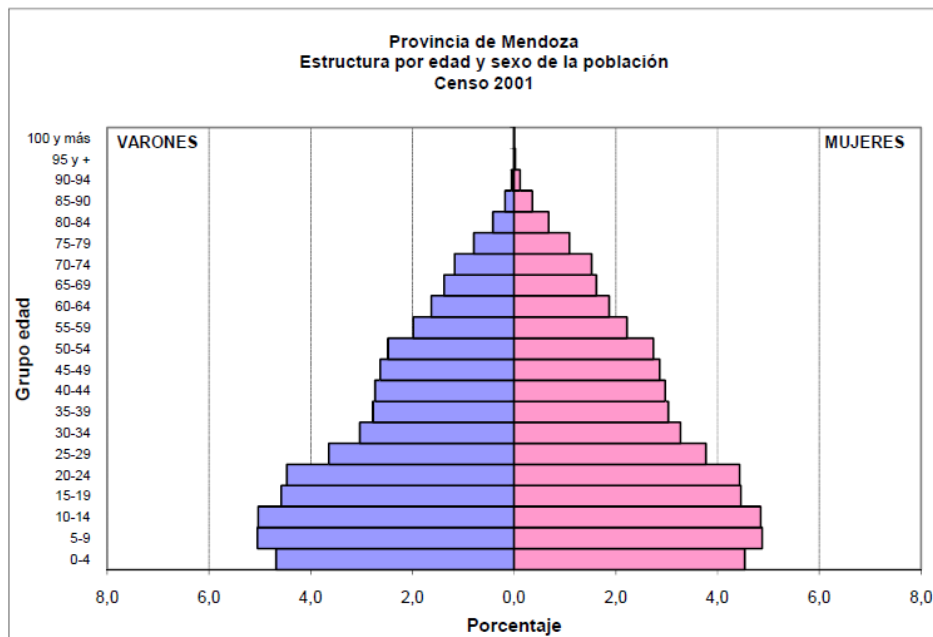


Figura 112: Pirámide poblacional Provincia de Mendoza (Censo 2001) Fuente: DEIE

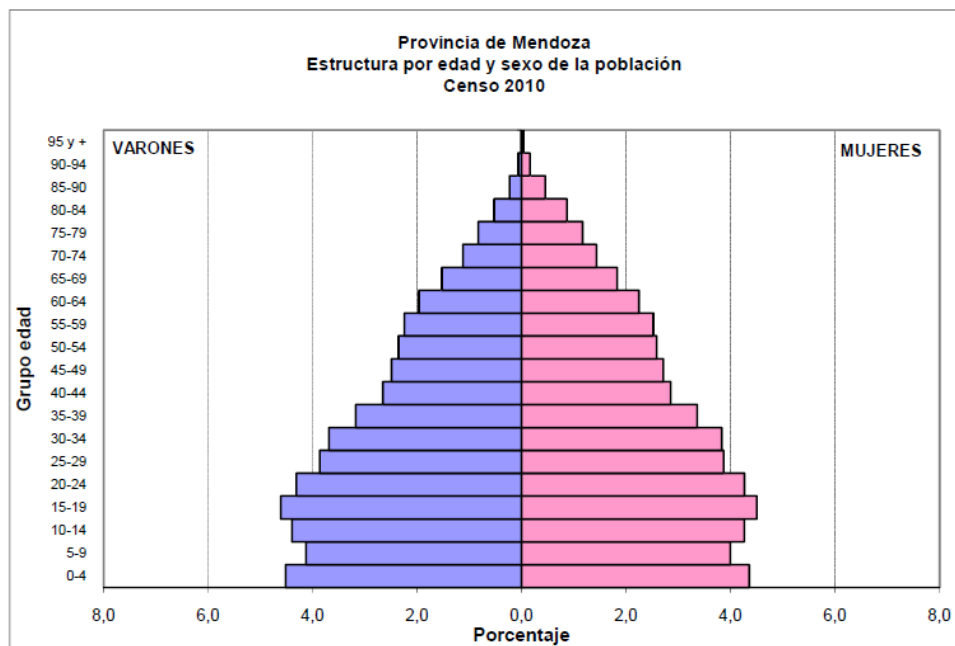


Figura 113: Pirámide población Provincia de Mendoza (Censo 2010) Fuente: DEIE

5.2.2 Pirámides poblacionales de la Ciudad de Mendoza (2001-2010)

Los datos del censo 2001, muestran una pirámide población con una base más estrecha en relación con los datos provinciales (menores índices departamentales de natalidad) y un ensanchamiento importante en el rango etareo 20-24, indicando procesos inmigratorios.

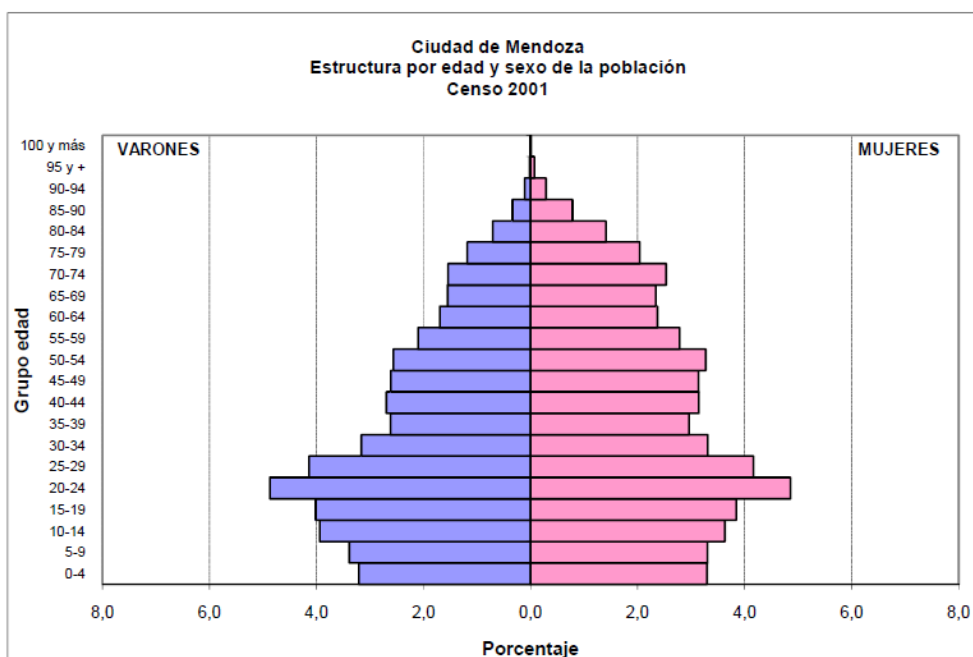


Figura 114: Pirámide Poblacional Departamento Capital (Censo 2001). Fuente: DEIE

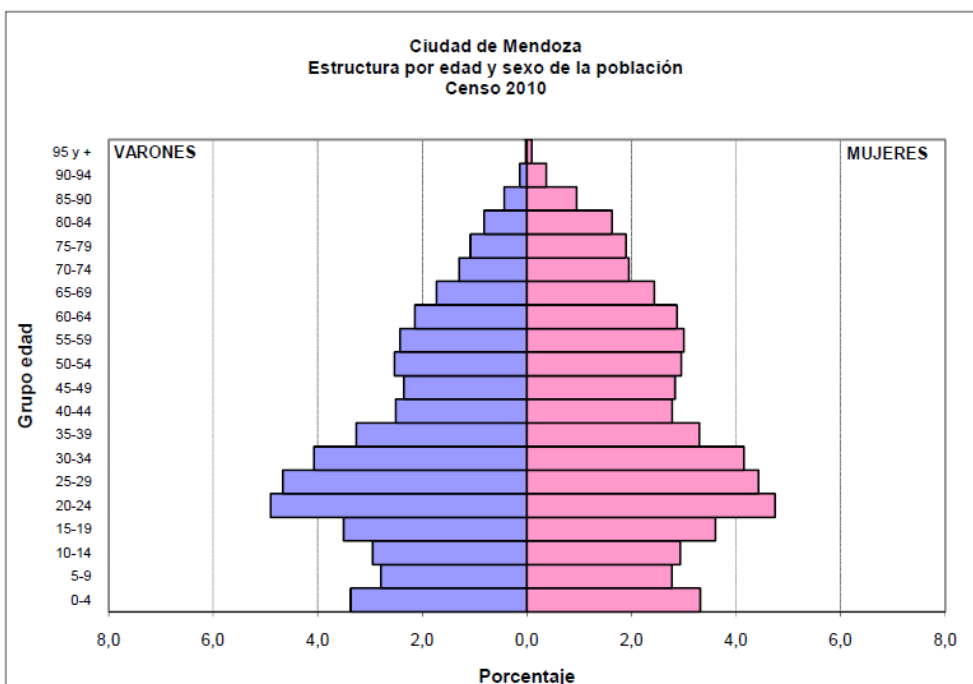


Figura 115: Pirámide poblacional Departamento Capital (2010). Fuente: DEIE

En la pirámide 2010 se mantienen los valores de la base, identificándose una extensión del ensanchamiento medio, que indicaría procesos migratorios en un rango mayor (20-30).

5.2.3 Pirámides poblacionales del Departamento Godoy Cruz (2001-2010)

Los datos del censo 2001, muestran una base más ancha en relación con los datos de la Ciudad de Mendoza (similar a los datos provinciales) y un ensanchamiento intermedio en el rango etareo 10-24, indicando procesos inmigratorios.

En los valores provenientes de censo 2010 no se identifican cambios significativos, manifestándose un aumento del rango de ensachamiento intermedio de la pirámide que se extiende de los 15 a 34 años.

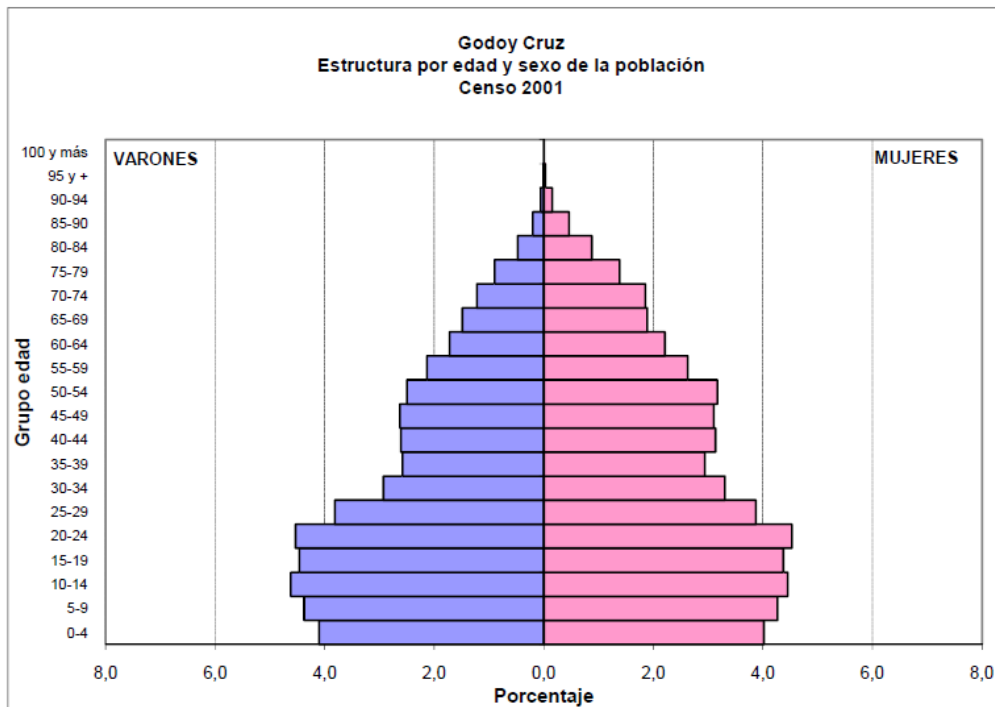


Figura 116: Pirámide poblacional Departamento Godoy Cruz (Censo 2001). Fuente: DEIE

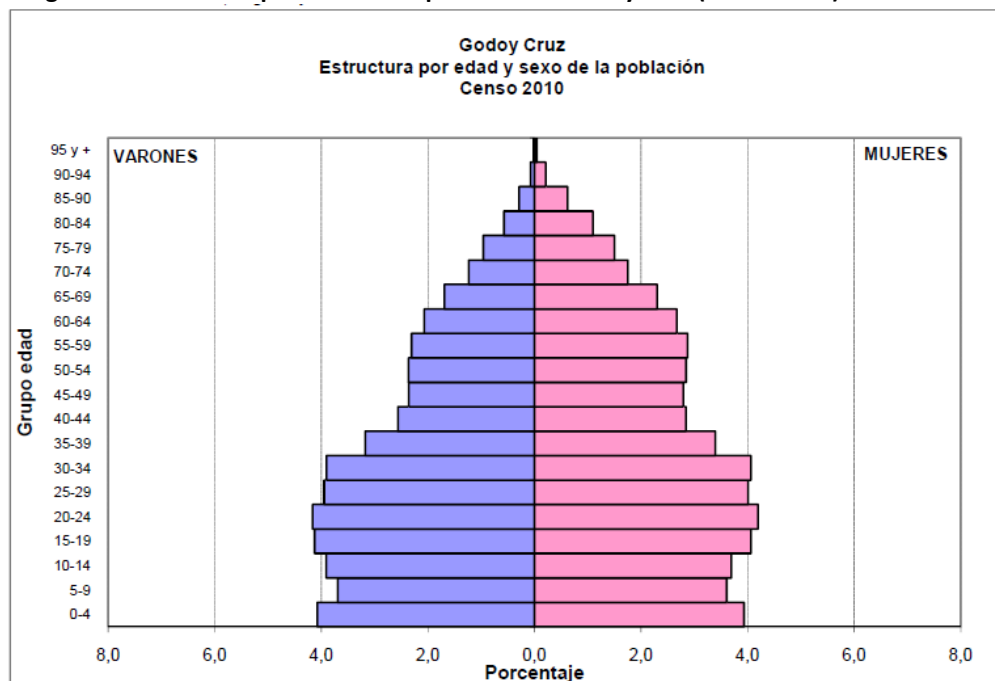


Figura 117: Pirámide poblacional Departamento Godoy Cruz (Censo 2010). Fuente: DEIE

5.2.4 Pirámides poblacionales del Departamento Guaymallén (2001-2010)

En la pirámide poblacional del Departamento de Guaymallén (datos 2001), se identifica una mayor pendiente de crecimiento piramidal desde la base, que estaría indicando mayores expectativas de vida y menores índices de natalidad, con un ensanchamiento importante en el rango etáreo 20-34, mostrando la presencia de procesos inmigratorios, probablemente de índole rural.

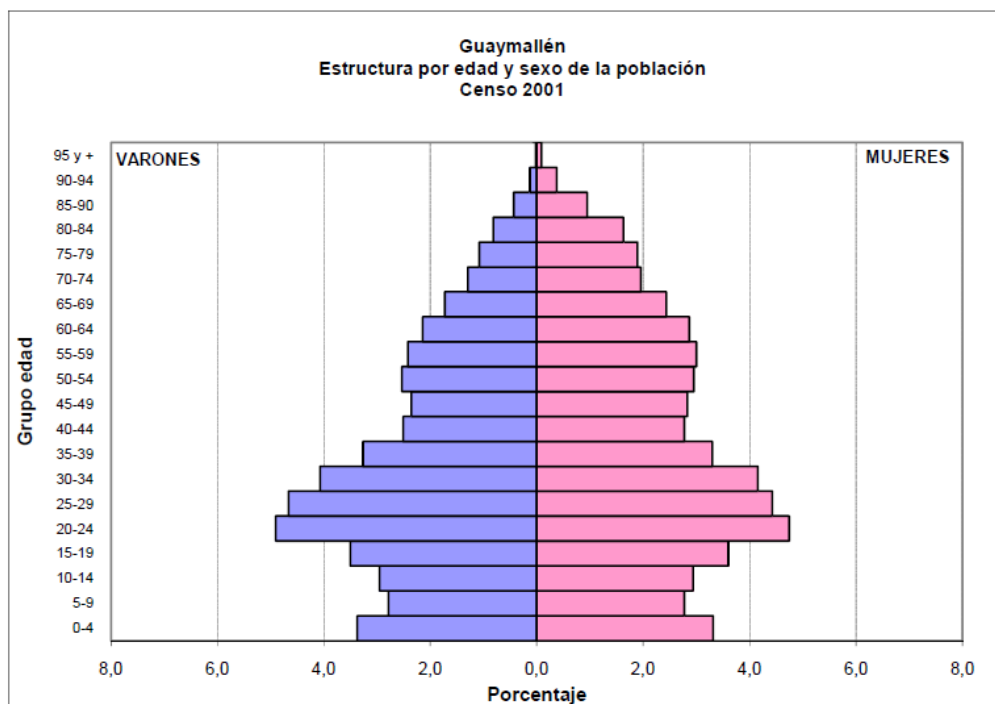


Figura 118: Pirámide poblacional Departamento Guaymallén (Censo 2001). Fuente: DEIE

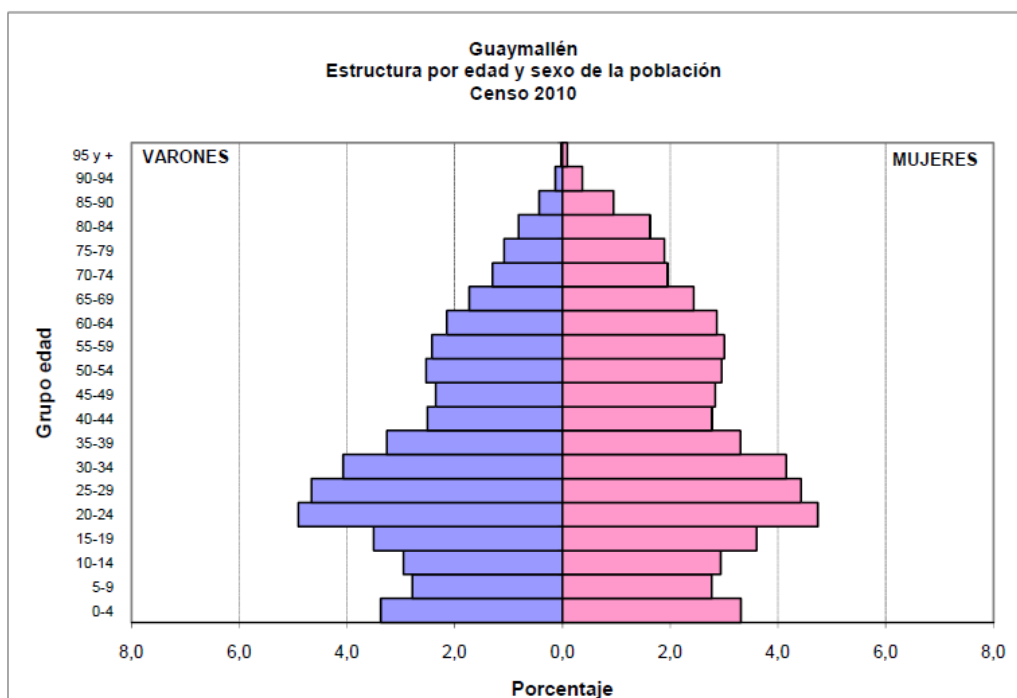


Figura 119: Pirámide poblacional Departamento Guaymallén (Censo 2010). Fuente: DEIE

La pirámide obtenida de los datos del censo 2010, es bastante similar a la 2001, manteniéndose el rango de ensanchamiento central entre los 20 a 34 años.

5.2.5 Pirámides poblacionales del Departamento Las Heras (2001-2010)

La pirámide poblacional del Departamento de Las Heras (datos 2001), presenta un comportamiento diferente al observado en los Departamentos de Capital, Godoy Cruz y Guaymallén, con un importante ensanchamiento en la base (altos índices de natalidad) y una pendiente hacia arriba menor. Lo que estaría indicando niveles socioeconómicos inferiores de la población departamental.

Se observa también, un ensanchamiento intermedio en el rango etéreo 5-14, que indicaría fenómenos migratorios (en este caso se supone que se trata de migración rural para acceder a servicios educativos).

En tanto, en la pirámide representativa de los datos del censo 2010 se observa un cambio importante, dado por la disminución del ancho de la base y el aumento de la pendiente hacia arriba de la pirámide, lo que estaría indicando en términos generales una mejora de la situación socioeconómica (control de natalidad y mayor expectativa de vida).

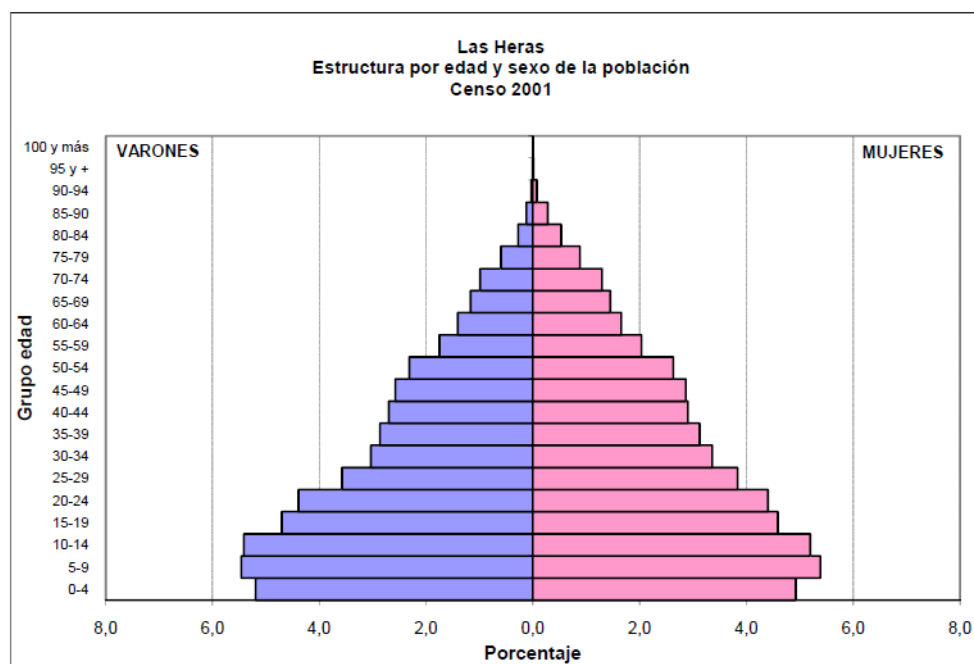


Figura 120: Pirámide poblacional Departamento Las Heras (Censo 2001). Fuente: DEIE

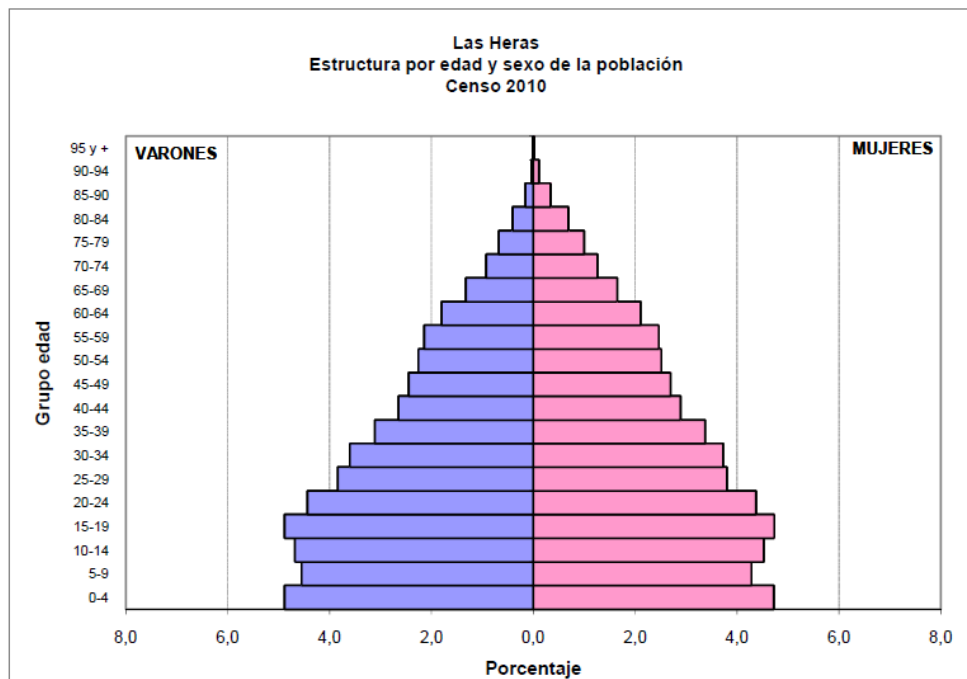


Figura 121: Pirámide poblacional Departamento Las Heras (2010). Fuente: DEIE

5.2.6 Pirámides poblacionales del Departamento Luján de Cuyo (2001-2010)

La pirámide poblacional del Departamento de Luján de Cuyo (datos 2001), también presenta un comportamiento diferente al observado en los Departamentos de Capital, Godoy Cruz y Guaymallén, con ensanchamiento en la base y menor pendiente hacia arriba, similar al comportamiento del Departamento de Las Heras.

También se observa en la pirámide un ensanchamiento intermedio en el rango etéreo 5-14, que indicaría movimiento inmigratorio, también de origen rural.

Y al igual que Las Heras, los datos 2010, indican una considerable reducción del ancho de la base y reducción de la pendiente de crecimiento de la pirámide, lo que también estaría mostrando, mejoramiento de las condiciones socioeconómicas, y reducción del movimiento migratorio.

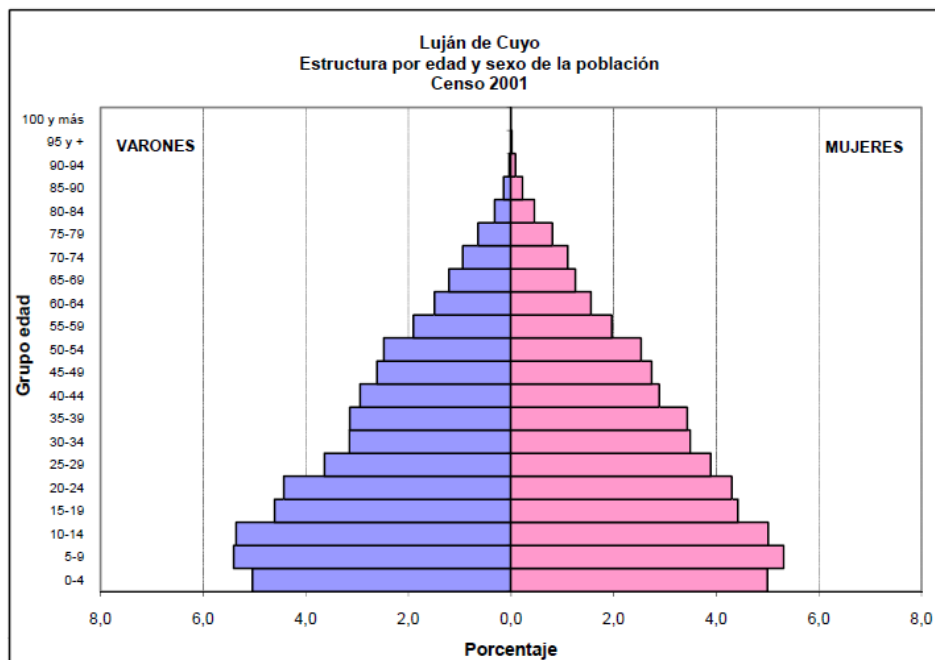


Figura 122: Pirámide poblacional Departamento Luján de Cuyo (2001). Fuente: DEIE

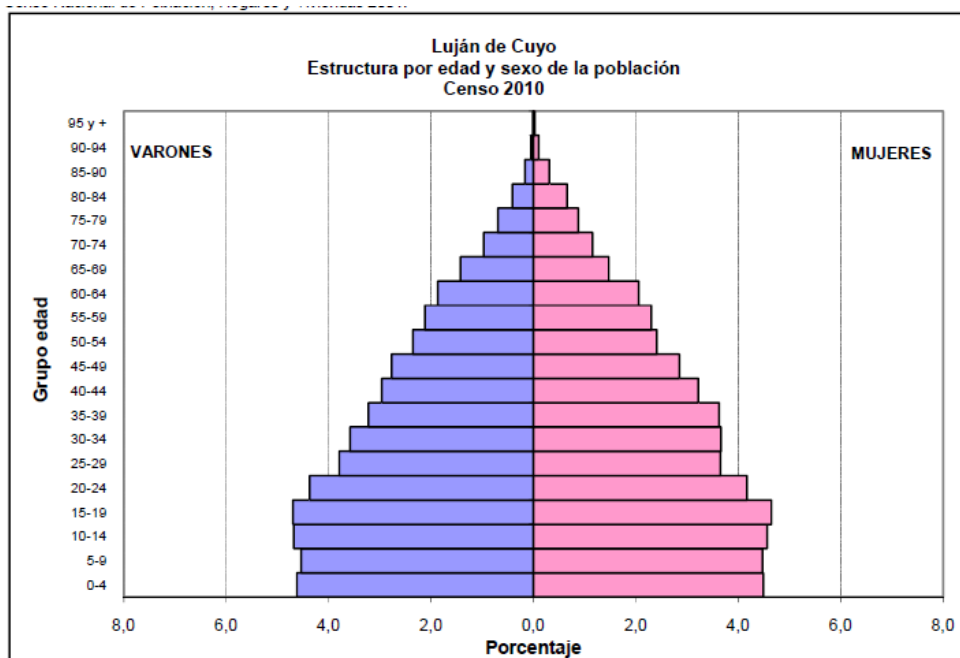


Figura 123: Pirámide poblacional Departamento Luján de Cuyo (Censo 2010). Fuente: DEIE

5.2.7 Pirámides poblacionales del Departamento Maipú (2001-2010)

La pirámide poblacional del Departamento de Maipú (datos 2001), tiene un comportamiento similar al del Luján de Cuyo, con mayor porcentaje de ensanchamiento de la pirámide en su base.

Y al comparar con los datos 2010, también hay una notoria reducción del ancho de la base de la pirámide (control de natalidad), con un ensanchamiento intermedio en el rango 15-20, que estaría indicando un fenómeno de inmigración.

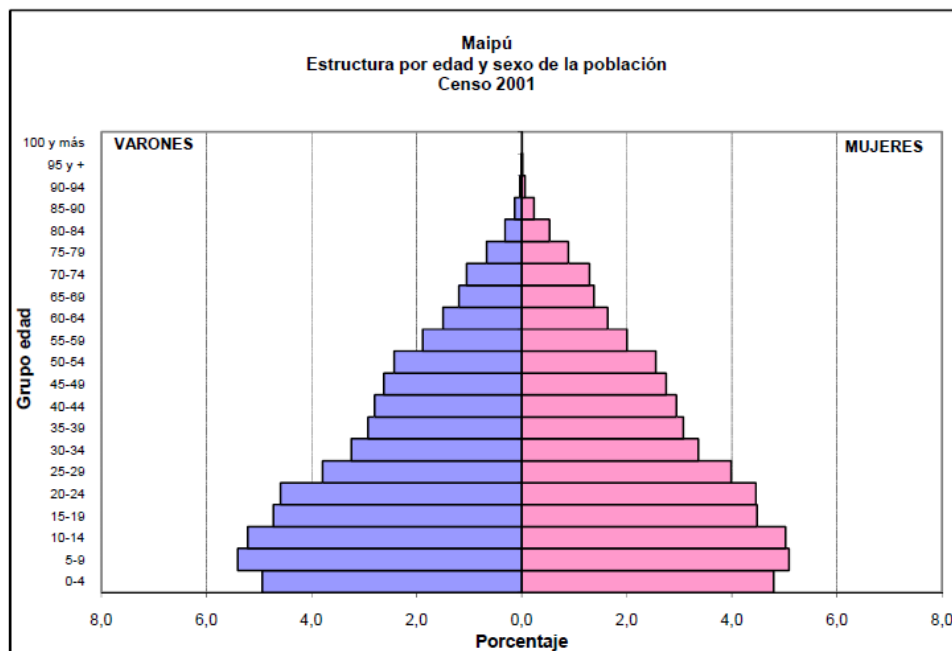


Figura 124: Pirámide poblacional Departamento de Maipú (Censo 2001). Fuente: DEIE

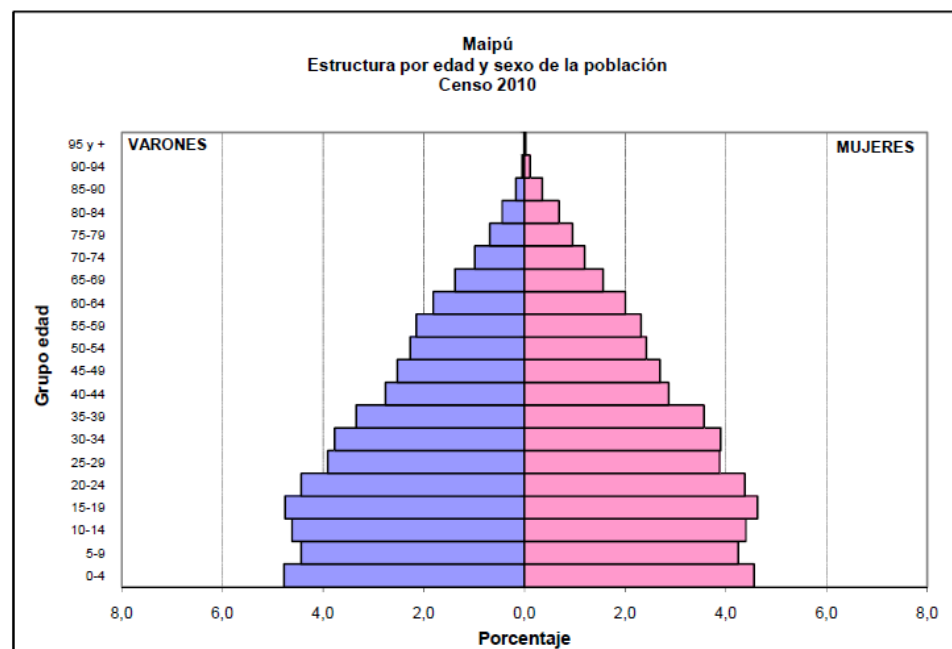


Figura 125: Pirámide poblacional Departamento de Maipú (Censo 2010). Fuente: DEIE

5.2.8 Pirámides poblacionales del Departamento Lavalle (2001-2010)

La pirámide poblacional del Departamento de Lavalle (datos 2001), es la que presenta mayor desarrollo en la base, con mucha menor pendiente hacia arriba. Esto estaría indicando bajos niveles socioeconómicos de su población. No se observan ansechamientos que indiquen procesos inmigratorios.

En tanto la pirámide construida con los datos del censo 2010, muestra una importante reducción de la base, con aumento de la pendiente de desarrollo hacia arriba, y la

aparición de un ensanchamiento intermedio (rango de edades entre 10 y 20 años) que indicaría un fenómeno de inmigración, relacionado seguramente con lo rural.

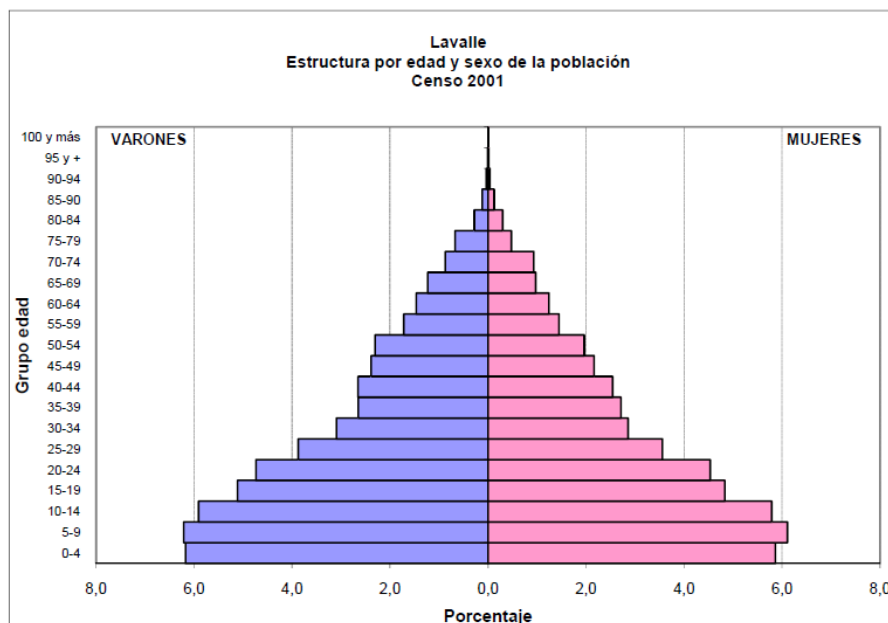


Figura 126: Pirámide poblacional Departamento de Llavalle (Censo 2001). Fuente: DEIE

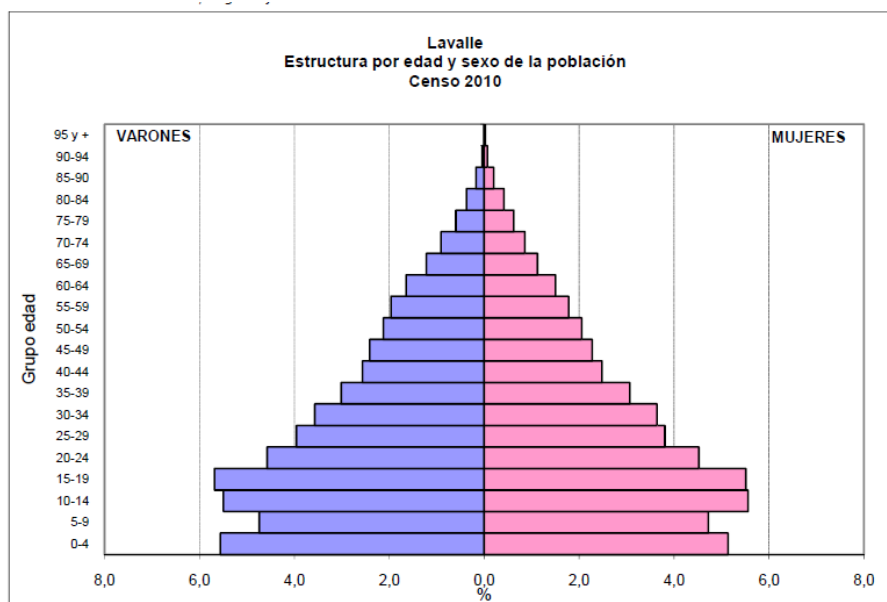


Figura 127: Pirámide poblacional Departamento de Llavalle (Censo 2010). Fuente: DEIE

En conclusión, se puede establecer que los departamentos de Capital, Godoy Cruz y Guaymallén, presentan bajos índices de natalidad con mayor expectativa de vida, lo cual se asocia a mayores niveles socioeconómicos. En tanto, el Municipio de Las Heras, presentan niveles socioeconómicos menores, con pirámides que indican altas tasas de natalidad y menores expectativas de vida de su población.

Los Municipios de Luján de Cuyo y Maipú, si bien presentan una distribución de la población similar a la del Departamento de Las Heras, tienen características de

composición de la población diferentes, ya que en dichos territorios se localizan la mayor cantidad de barrios privados de la provincia. Esto indica la existencia de una importante parte de la población de clase económica alta, que conviven con otro importante porcentaje de la población de clase socioeconómica baja, lo termina dando la forma que se observa en la pirámide. Y el Departamento de Lavalle, es el que presenta una situación bastante diferenciada con respecto al resto, con bajos niveles socioeconómicos, en general.

Estos resultados se correlacionan directamente con la impronta urbana las jurisdicciones de Capital, Godoy Cruz y Guaymallén que constituyen la región centro de la zona metropolitana, casi totalmente consolidada y donde se aglutinan la mayor parte de los servicios a nivel provincial; en tanto los otros Departamentos se encuentran más alejados, hacia el norte (Las Heras y Lavalle) y hacia el sur (Luján de Cuyo y Maipú), y tienen en general una importante cantidad de población rural.

Como resultado de la comparación realizada entre los datos censales 2001 y 2010 se puede concluir que en todos los municipios se manifiesta un cambio en su estructura poblacional, tendiendo en mayor o menor medida a la baja de los índices de natalidad y aumento de las expectativas de vida, lo que indicaría un marcado mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la zona, lo cual condice con los resultados numéricos analizados inicialmente, donde se observa un decrecimiento en la tasa intercensal de crecimiento poblacional.

5.2.9 Cálculo de aproximación de niveles socioeconómicos de la población beneficiaria

En la **Tabla 67** se agregan los cálculos realizados para la determinación del Nivel Socio-Económico de la población de la Zona Metropolitana de Mendoza, discriminados por departamento y en función de los valores publicados del Censo Nacional de Población 2010. Los cálculos departamentales, se realizaron en base al tipo de vivienda, ocupación del jefe de hogar y nivel de educación alcanzado, característicos de los niveles sociales altos, medios y bajos. Estos valores finalmente fueron promediados para la determinación del NSE, agregando además los valores de población servida (es decir con servicio de recolección domiciliar de residuos) para el año 2017.

Tabla 67: Determinación de NSE – Zona Metropolitana de Mendoza

Tabla 67: Determinación de NSE - Departamentos Zona Metropolitana						
Municipio	NSE	Vivienda (%)	Ocupación (%)	Educación (%)	Total NSE (%)	Población Servida 2017
CAPITAL	Total					117.787
	alto	39.331	20,20	10,15	33,39	39.192
	medio	57.270	54,70	63,25	48,62	57.069
	bajo	21.216	25,20	26,58	18,01	21.142

Tabla 67: Determinación de NSE - Departamentos Zona Metropolitana						
Municipio	NSE	Vivienda (%)	Ocupación (%)	Educación (%)	Total NSE (%)	Población Servida 2017
GODOY CRUZ	Total					197.870
	alto	42.832	5,10	5,60	21,65	42.306
	medio	113.934	68,72	59,60	57,58	112.535
	bajo	41.104	26,18	34,80	20,77	40.599
GUAYMALLÉN	Total					288.296
	alto	28.592	5,00	3,95	9,92	26.791
	medio	193.165	69,46	54,45	67,00	180.994
	bajo	66.492	25,54	41,55	23,06	62.302
LAS HERAS	Total					212.853
	alto	19.311	3,50	2,60	9,07	17.876
	medio	122.235	70,19	52,82	57,43	113.152
	bajo	71.286	26,31	44,55	33,49	65.989
MAIPÚ	Total					134.627
	alto	16.024	4,50	2,37	11,90	14.881
	medio	82.893	68,72	47,27	61,57	76.978
	bajo	35.726	26,78	50,40	26,54	33.176
LUJÁN DE CUYO	Total					103.210
	alto	19.619	5,50	4,63	19,01	18.242
	medio	58.190	67,96	51,37	56,38	54.107
	bajo	25.411	26,54	44,03	24,62	23.628
LAVALLE	Total					9.803
	alto	1.062	3,50	1,10	10,84	1.006
	medio	5.417	65,85	34,80	55,26	5.128
	bajo	3.322	30,65	64,06	33,89	3.145

Elaboración propia - Cálculos sobre base Censo INDEC 2010

5.3 POBLACIÓN TURÍSTICA Y DINÁMICA ESTACIONAL

Durante décadas, el turismo a nivel internacional ha experimentado un crecimiento continuo con una profunda diversificación que le ha permitido convertirse en uno de los sectores económicos de más rápido crecimiento en el mundo. El turismo moderno está estrechamente vinculado al desarrollo de un número creciente de nuevos destinos. Estas dinámicas han convertido al turismo en un motor clave para el progreso socioeconómico a través de los ingresos por exportaciones, la creación de empleo y empresas y el desarrollo de infraestructura.

En este escenario, la estrategia turística de la Provincia de Mendoza fue la de trabajar en la consolidación de la plaza como destino líder, fortaleciendo la oferta existente y generando desarrollos territoriales sustentables en el tiempo.

El Ex – Ministerio de Turismo de la Provincia de Mendoza, inició desde 2012, la publicación del Anuario Estadístico de Turismo, con el fin de difundir las estadísticas relacionadas con la actividad turística, permitiendo a los interesados contar con información actualizada para la toma de decisiones.

A continuación, se agregan datos surgidos del último Anuario publicado que fue el correspondiente al año 2014. De este documento surge que en 2014 arribaron a la Provincia de Mendoza **3.081.721 turistas**, cifra histórica que representan un ingreso total para Mendoza de \$11.305 de millones a valores corrientes. La llegada de turistas se incrementó un 6,4% respecto de 2013 y un 15% respecto de 2012.

La oferta registrada ha acompañado este crecimiento. En 2014, la Provincia contaba con *34.840 plazas* distribuidas en *12.867 habitaciones*, en *839 establecimientos de alojamiento*, y registró niveles de ocupación para el **Gran Mendoza** que alcanzó en el año 2014 el 56,6%, un 5,5% más que en 2013 y un 9,6% de incremento respecto a 2012.

5.3.1 Oferta de alojamiento turístico

La oferta de alojamientos turísticos en 2014 fue de 34.840 plazas, distribuidas en 12.867 habitaciones, que corresponden a 839 establecimientos turísticos.

Especialmente la oferta se concentra en el Gran Mendoza y Zona Sur con alrededor del 90% de los establecimientos, habitaciones y plazas de alojamiento turístico.

La provincia de Mendoza contaba, en el año 2014, con 839 establecimientos para alojamiento turístico. En el siguiente cuadro se muestra el número de establecimientos por año y su evolución, desde 2002.

Tabla 68: Establecimientos, habitaciones y plazas turísticas – Pcia. de Mza. (2002-2014)

Tabla 68: Establecimientos, habitaciones y plazas turísticas														
Provincia de Mendoza - Período 2002 a 2014														
Año		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Establecimientos	Cantidad	339	317	373	573	560	609	645	660	725	754	763	814	839
	Evolución	--	-6,5%	17,7%	53,6%	-2,3%	8,8%	5,9%	2,3%	9,8%	4,0%	1,2%	6,7%	3,1%
Habitaciones	Cantidad	5.330	5.985	6.542	7.354	7.297	7.902	7.673	8.157	9.350	10.138	11.092	11.487	12.867
	Evolución	--	12,3%	9,3%	12,4%	-0,8%	8,3%	-2,9%	6,3%	14,6%	8,4%	9,4%	3,6%	12,0%
Plazas	Plazas	14.410	16.279	18.405	21.440	21.545	23.038	22.888	24.343	27.193	29.071	31.697	32.898	34.840
	Evolución	--	13,0%	13,1%	16,5%	0,5%	6,9%	-0,7%	6,4%	11,7%	6,9%	9,0%	3,8%	5,9%

5.3.1.1 Habitaciones y Plazas – Evolución 2002/2014

Por otra parte, también es importante conocer la cantidad de habitaciones y plazas disponibles. En este sentido, la oferta en la provincia de Mendoza en 2014, fue de 34.840 plazas, distribuidas en 12.867 habitaciones.

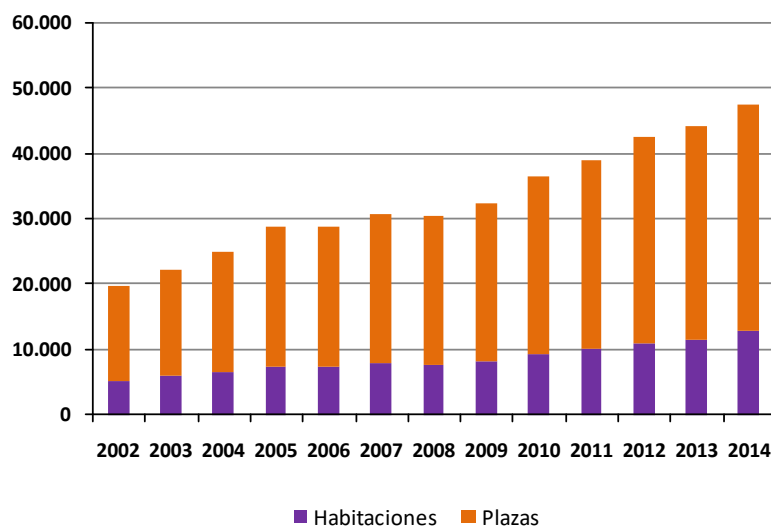


Figura 128: Plazas y Habitaciones en la Provincia de Mendoza

5.3.1.2 Distribución geográfica de la oferta 2014

La concentración registrada en el período 2001 a 2013, se continúa observando en 2014. El Gran Mendoza, junto a la Zona Sur, posee el 91,7% de los establecimientos, el 88% de las habitaciones y el 88,9% de las plazas.

La Zona Este es la que cuenta con la menor oferta de alojamiento con valores inferiores al 3% del total. Mientras que el Valle de Uco aporta el 9% de las plazas, el 9,4% de las habitaciones y el 6,4% de los establecimientos.

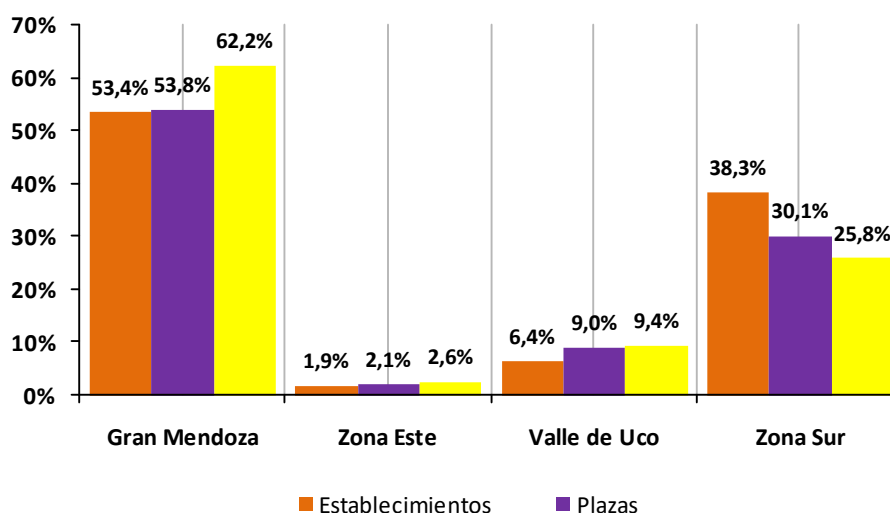


Figura 129: Establecimientos, Habitaciones y Plazas Turísticas
Participación por Región – Provincia de Mendoza – Año 2014

5.3.2 Ocupación

La ocupación promedio en el año 2014 en el Gran Mendoza, por habitaciones, en la tipología hotelera, más hostel, fue del 56,6%. En valores absolutos representa 2.396 habitaciones ocupadas en promedio por día sobre un total de 4.237 disponibles.

El destino turístico de Alta Montaña (Cacheuta más Uspallata), sitios que también se ubican dentro de la Zona Metropolitana de Mendoza, en el año 2014, mostró una ocupación promedio, en hotelería, por habitaciones del 51,3%; siendo el presente registro el más bajo de los últimos cuatro años. *Julio y junio son los meses que muestran los extremos en la ocupación con el 65,1% y 25,8% respectivamente.*

5.3.2.1 Gran Mendoza

En el presente documento, nos interesan en particular los datos de la Zona Metropolitana, denominada Gran Mendoza, a lo cual también se deberán agregar los datos de Alta Montaña, con localidades que también se ubican dentro de la zona de estudio.

Así, de los datos del Anuario 2014, surge que en ese año se ocuparon en promedio por día 2.396 habitaciones en el Gran Mendoza en la tipología Hotelera más Hostel sobre un total de 4.237 disponibles, lo que representa una ocupación promedio anual del 56,6%. En relación al período 2010 a 2013 se observa un leve incremento en la demanda de habitaciones y un escaso retroceso en la oferta.

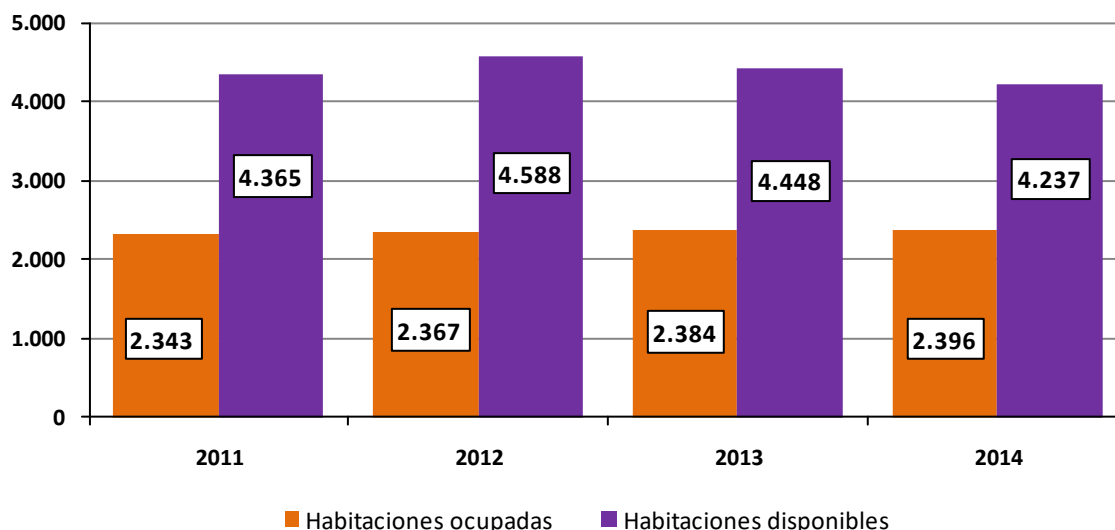


Figura 130: Hoteles de 1 a 5 Estrellas + Apart Hotel + Hostal
Gran Mendoza – Años 2011/2014

Como ya se mencionó, en el año 2014 se registró una ocupación **promedio anual del 56,6%** siendo la más elevada del período 2008 a 2014.

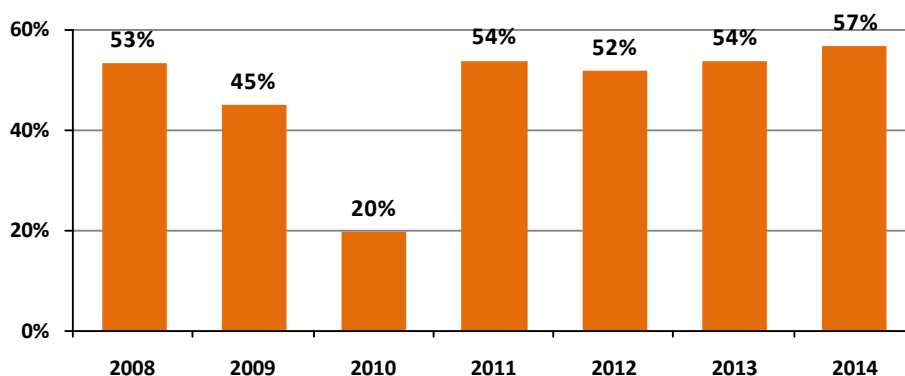


Figura 131: Ocupación promedio anual
Habitaciones – Gran Mendoza – Comparación Interanual
Período 2008-2014

5.3.2.2 Promedio de Ocupación por mes

Si examinamos la ocupación del año 2014 por períodos, observamos que:

- El primer trimestre del año mostró una ocupación superior a la media anual, con valores en torno al 65%. Siendo febrero el mes de máxima ocupación con el 67,3%.
- El período abril-agosto mostró una ocupación inferior a la media anual, salvo en el mes de julio en que la superó. Además el mes de junio fue el de menor registro anual con el 35,9%.
- El último cuatrimestre del año tuvo un comportamiento dispar, septiembre y diciembre bajo la media anual, octubre y noviembre reflejo valores similares a los acaecidos en el verano.

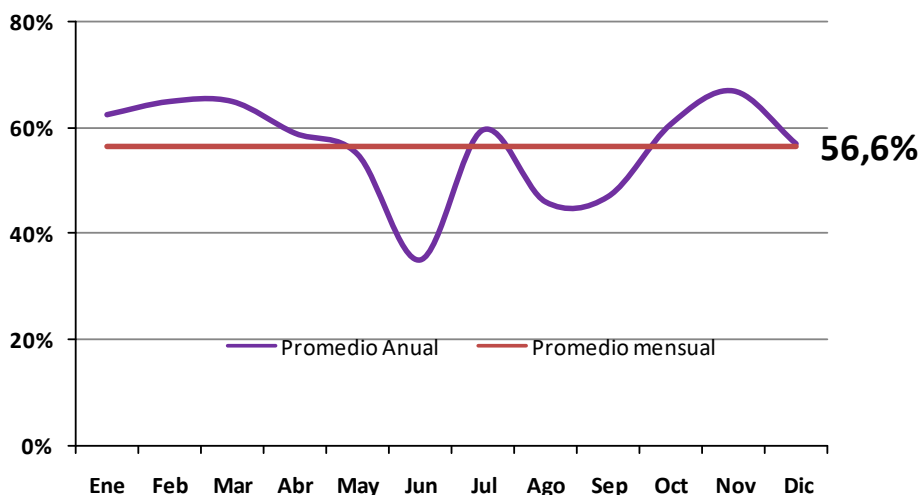


Figura 132: Ocupación promedio mensual
Habitaciones – Gran Mendoza – Año 2014

5.3.2.3 Alta Montaña (Uspallata más Cacheuta)

En el presente apartado se analiza la ocupación promedio por habitaciones en Uspallata y Cacheuta en la tipología hotelera y se lo denomina Alta Montaña.

El destino turístico de Alta Montaña ha registrado un decrecimiento en 2014, luego de la máxima observada en 2013, siendo el registro del último año el valor más bajo del período analizado con el 51,3%.

Ocupación Promedio anual
Habitaciones - Alta Montaña - Comparación interanual Período 2011-2014

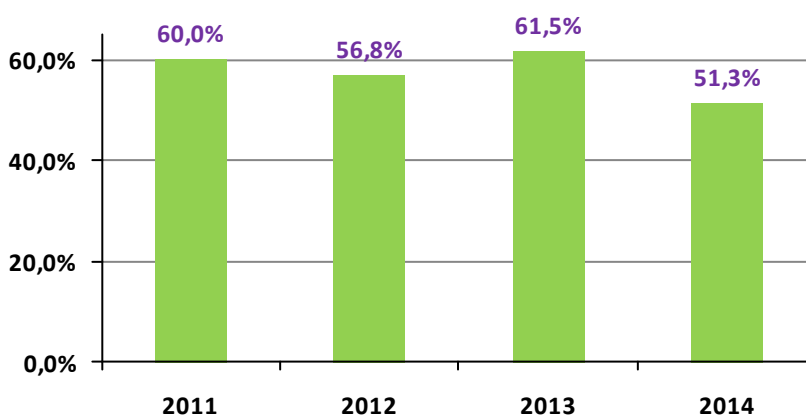


Figura 133: Ocupación Promedio Anual
Habitaciones Alta Montaña – Comparación interanual – Período 2011-2014

5.3.3 Estacionalidad

Al analizar la ocupación de 2014 comparada con el período 2008 a 2013, se observa una **estacionalidad similar**.

El primer trimestre del año muestra elevadas ocupaciones, a partir de ahí se registra una marcada y progresiva disminución en el segundo trimestre con un mínimo en el mes de junio. El mes de julio, explicado por el receso escolar invernal supera la media anual. En los meses de septiembre, octubre y noviembre el porcentaje de ocupación vuelve a elevarse sobre la media. En diciembre, en todos los años, la ocupación disminuye nuevamente.

En la siguiente tabla se muestra la ocupación por mes en el período 2008-2014. Los valores máximos en 2013 y 2009 se observaron en enero. En 2008, se verificó en marzo, y en 2010, 2011, 2012 y 2014 en febrero. Junio fue en todos los casos el mes donde se registró el mínimo nivel de ocupación.

Tabla 69: Comparativa – Ocupación por Habitantes – Gran Mendoza

Tabla 69: comparativa - Ocupación por Habitaciones - Gran Mendoza							
Mes	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enero	69,5%	55,4%	64,1%	63,8%	63,2%	64,9%	62,3%
Febrero	73,0%	52,1%	66,4%	68,9%	63,9%	62,4%	67,3%
Marzo	77,3%	53,9%	53,4%	66,1%	59,5%	61,4%	65,4%
Abril	51,2%	46,9%	45,1%	51,8%	54,8%	49,2%	53,9%
Mayo	46,0%	37,7%	41,1%	37,9%	37,6%	42,3%	48,3%
Junio	27,9%	30,6%	28,7%	33,5%	35,4%	39,3%	35,9%
Julio	49,9%	41,0%	55,0%	66,0%	58,6%	59,6%	60,1%
Agosto	49,9%	36,0%	42,1%	40,6%	43,1%	45,8%	47,5%
Septiembre	46,3%	37,6%	49,5%	54,9%	49,6%	58,2%	52,6%
Octubre	57,6%	53,1%	57,0%	57,9%	56,9%	55,4%	63,6%
Noviembre	51,8%	52,2%	52,9%	59,6%	57,8%	61,5%	66,9%
Diciembre	37,4%	42,1%	40,0%	43,3%	38,4%	43,1%	54,7%
Promedio anual	53,2%	44,9%	49,6%	53,7%	51,6%	53,6%	56,5%

5.3.4 Estadía

La estadía promedio de los turistas en el provincia de Mendoza en 2014 fue de 6,2 días. En el período analizado 2008 a 2014, el valor se ha estabilizado en torno a las 6 jornadas de permanencia en el Destino.

Realizando la segmentación por lugar de residencia de los turistas vemos que los argentinos permanecieron en el destino 5,8 días, los chilenos 5, y los extranjeros del Resto del Mundo 9,1 jornadas.

A fin de disminuir la dispersión en la estadía promedio en 2014, se observa que el 56% del total de los turistas, el 46% de los chilenos y el 63% de los argentinos permaneció entre 5 y 7 días en el destino. Además, un 39% de los residentes del Resto del Mundo tuvo una estancia de 8 ó más jornadas en la Provincia. En el período 2008 a 2014 se observa además un aumento en la concentración de turistas que visitan la Provincia entre 5 a 7 días por lo cual la estadía promedio de alrededor a los 6 días, se puede establecer como una tendencia de cada vez más turistas. En las siguientes figuras se grafican estos datos.

Promedio de días de estadía
Por residencia - Año 2014

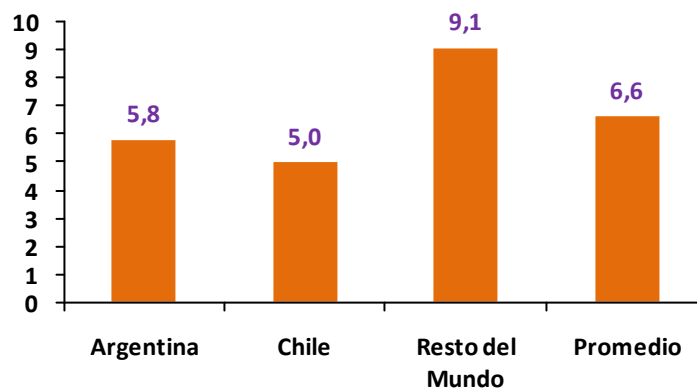


Figura 134: Promedio de días de estadía por origen

Teniendo en cuenta que la estadía promedio en el Provincia fue de 6,2 días en 2014, en la siguiente figura se puede observar la comparativa con años previos.

Promedio de días de Estadía
Total General - Comparación anual 2008-2014

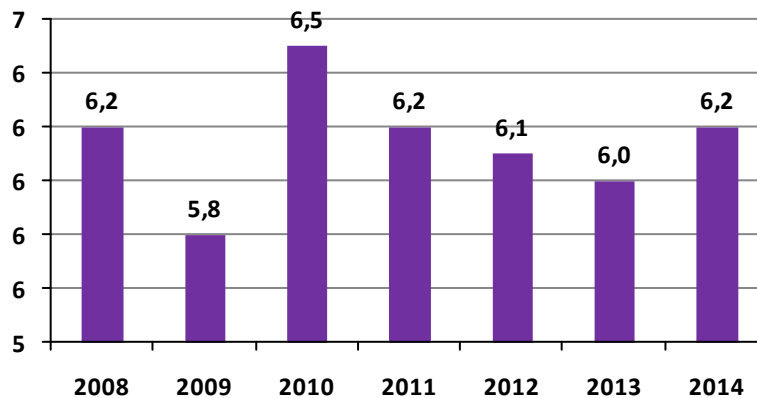


Figura 135: Promedio de días de estadía – Total General 2008-2014

En la siguiente tabla se resume la estadía promedio anual total y por residencia, y su variación con respecto al año previo.

Tabla 70: Comparación promedio días de estadía (2008-2014)

Tabla 70: Comparación promedio días de estadía - Período 2008-2014														
Descripción	2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Días	Días	Variac. año anterior	Días	Variac. año anterior	Días	Variac. año anterior	Días	Variac. año anterior	Días	Variac. año anterior	Días	Variac. año anterior	
Argentina	6,2	5,6	-9,68%	6,1	7,92%	6,0	-0,18%	6,0	1,49%	5,7	-4,90%	5,8	2,61%	
Chile	5,0	5,0	0,00%	6,2	24,51%	4,8	-22,11%	5,2	8,00%	5,5	5,90%	5,0	-8,69%	
Resto del Mundo	8,0	7,6	-5,00%	9,0	18,11%	9,2	2,68%	9,0	-2,37%	8,1	-10,20%	9,1	13,09%	
Total General	6,1	5,8	-5,89%	6,5	12,73%	6,1	-5,80%	6,1	-0,05%	6,0	-2,90%	6,1	340,00 %	

5.3.4.1 Evolución de la estadía de los turistas en la provincia

En base a las publicaciones del Ministerio de Turismo de la Provincia, se elaboró el siguiente cuadro donde se muestra la evolución de la estadía desde 2008 a 2014.

Tabla 71: Estadía Promedio Turismo –Pcia de Mza (2008-2014)

Tabla 71: Estadía Promedio Turística en la Provincia de Mendoza – 2008-2014		
Año	Nivel de Ocupación promedio diario	Promedio de días por estadía en la Provincia
2008	53 %	6,2
2009	45%	5,8
2010	20%	6,5
2011	54%	6,2
2012	52%	6,1
2013	54%	6,0
2014	57%	6,2

FUENTE: Elaboración propia

FUENTE: Anuario Estadístico de Turismo 2014
Ministerio de Turismo Provincia de Mendoza

5.3.5 Ingreso de Turistas a la Provincia de Mendoza

En 2014 ingresaron a la Provincia de Mendoza **3.081.721**, un 6,4% más en relación al año 2013. Este valor se compone de la siguiente manera: 2.355.475 son argentinos, 317.974 chilenos y 408.272 extranjeros del Resto del Mundo. Por tercer año consecutivo los extranjeros del Resto del Mundo son más que los chilenos y por primera vez en conjunto suman más de 700 mil.

Analizando el comportamiento por residencia con respecto al año previo, se concluye que hubo un 13,6% más de turistas de Chile, 9,1% más del Resto del Mundo y un 5% más de argentinos.

En la distribución mensual, **enero, febrero, marzo, julio, noviembre y diciembre** registraron ingresos de turistas por encima del promedio mensual. Además como sucedió en el cuatrienio previo, enero fue el mes de mayor ingreso con **429.048** y el mes de junio fue el de menor cantidad de turistas con **158.278**.

En la siguiente tabla se muestra el ingreso de turistas por mes y por residencia.

Tabla 72: Turistas ingresados a la Provincia de Mendoza (2014)

Tabla 72: Turistas ingresados a la provincia de Mendoza				
Por residencia - Año 2014				
Mes	Resto del Mundo	Chilenos	Argentinos	Total
Enero	78.199	34.398	316.451	429.048
Febrero	71.575	45.072	255.260	371.907
Marzo	67.257	26.652	207.153	301.062
Abril	24.876	30.222	189.934	245.032
Mayo	13.316	16.708	161.144	191.168
Junio	10.152	10.991	137.135	158.278
Julio	19.619	18.126	246.935	284.680
Agosto	14.229	16.823	138.184	169.236
Septiembre	13.119	21.524	144.905	179.548
Octubre	20.789	41.360	162.898	225.047
Noviembre	32.063	16.021	204.870	262.954
Diciembre	43.078	30.077	190.606	263.761
Total	408.272	307.974	2.355.475	3.081.721

Examinando la serie 2002 a 2014, se observa que la cantidad de turistas argentinos y del Resto del Mundo han registrado un nuevo máximo en 2014. En cambio los turistas de Chile, a pesar del elevado incremento interanual, han mostrado valores por debajo a los ocurridos en 2006. Además, por tercer año consecutivo, la participación de los turistas del Resto del Mundo es mayor que la del país trasandino. Estos datos se pueden observar en la tabla que se agrega a continuación.

Tabla 73: Ingreso de turistas a la Provincia de Mendoza – Comparación Interanual (2002-2007)

Tabla 73: Ingreso de turistas a la provincia de Mendoza - Comparación interanual - Período 2002 a 2007							
Residencia		2002	2003	2004	2005	2006	2007
Cantidad	Resto del Mundo	77.104	104.153	180.965	173.284	216.216	211.664
	Chilenos	307.920	339.700	339.639	324.912	368.194	357.978
	Argentinos	798.708	898.340	1.000.086	1.182.851	1.224.920	1.275.503
	Total Turistas	1.183.732	1.342.193	1.520.690	1.681.047	1.809.330	1.845.145
Evolución	Resto del Mundo		35,1%	73,7%	4,2%	24,8%	-2,1%
	Chilenos		10,3%	0,0%	-4,3%	13,3%	-2,8%
	Argentinos		12,5%	11,3%	18,3%	3,6%	4,1%
	Variación Total		13,4%	13,3%	10,6%	7,6%	2,0%
Participación	Resto del Mundo	6,5%	7,8%	11,9%	10,3%	12,0%	11,5%
	Chilenos	26,0%	25,3%	22,3%	19,3%	20,3%	19,4%
	Argentinos	67,5%	66,9%	65,8%	70,4%	67,7%	69,1%
	Totales	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Desde 2002 hasta el 2008 hubo un constante crecimiento interanual en la cantidad de turistas que arribaron a la Provincia, pasando de 1,18 millones a 2,04 millones. En el año 2009, afectado por la Crisis Financiera Internacional y por la Gripe H1-N1, y por única vez en el período analizado, el ingreso de turistas disminuyó con respecto al año anterior en un 12%, siendo el grupo de los turistas chilenos quienes mostraron mayor impacto negativo con un descenso del 22%.

En 2010, se retoma la senda de crecimiento con una fuerte recuperación respecto a 2009, alcanzando valores levemente superiores al 2008. En 2011 por primera vez llegan a Mendoza más de 2,5 millones de turistas.

En 2014, por su parte, se alcanza un nuevo record, superando los 3 millones de turistas en un año y los 2,3 millones de argentinos.

Evolución del ingreso de turistas a la provincia de Mendoza
Período 2002-2014

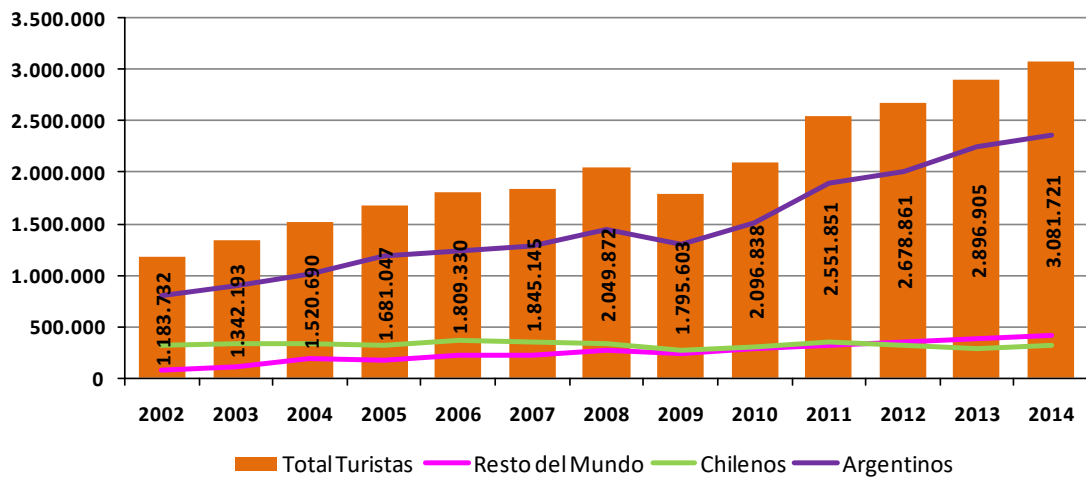


Figura 136: Evolución del ingreso de turistas a la provincia 2002-2014

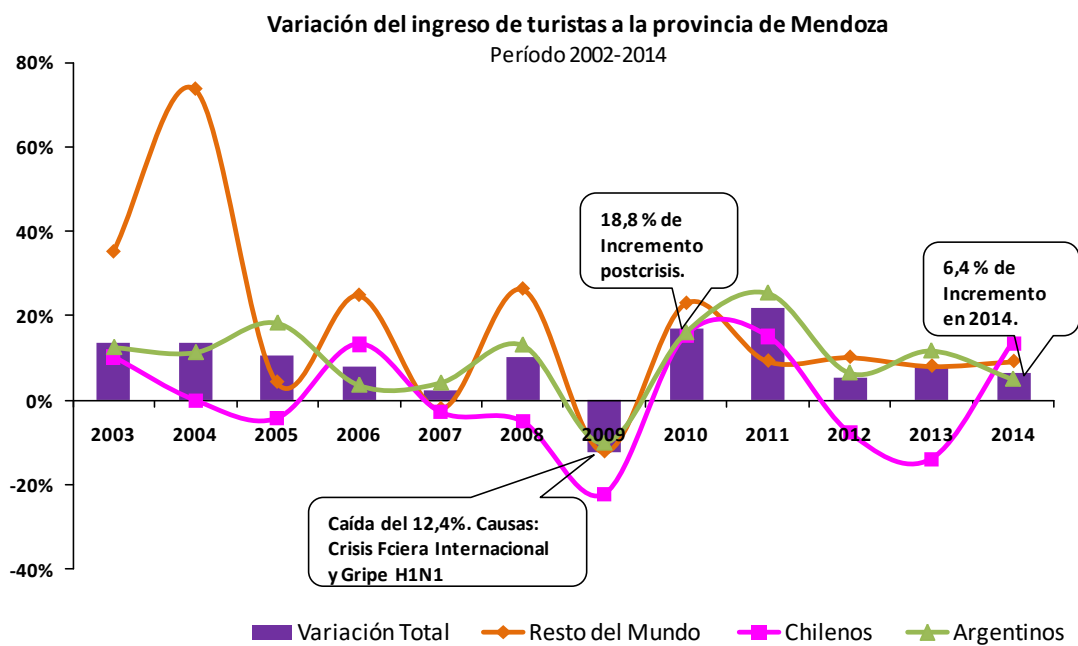


Figura 137: Variación del ingreso de turistas a la provincia

En la siguiente se muestra el ingreso de turistas a la provincia de Mendoza por mes desde 2010 a 2014.

Tabla 74: Estacionalidad en el ingreso de turistas. Provincia de Mendoza

Tabla 74: Estacionalidad en el ingreso de turistas a la Provincia de Mendoza							
Mes	2010	2011	2012	2013	2014	Promedio	%
Enero	311.473	302.210	342.254	409.597	429.048	358.916	13%
Febrero	240.709	223.621	279.105	286.126	371.907	280.294	11%
Marzo	179.035	229.109	245.941	246.944	301.062	240.418	9%
Abril	131.327	181.105	201.470	221.289	245.032	196.045	7%
Mayo	142.531	150.565	189.165	165.403	191.168	167.766	6%
Junio	102.287	137.580	143.763	173.562	158.278	143.094	5%
Julio	189.689	271.397	278.587	289.812	284.680	262.833	10%
Agosto	138.482	189.431	185.214	201.374	169.236	176.747	7%
Septiembre	153.225	171.773	174.470	216.374	179.548	179.078	7%
Octubre	173.175	206.202	198.651	212.571	225.047	203.129	8%
Noviembre	148.547	243.674	209.843	252.367	262.954	223.477	8%
Diciembre	186.358	245.184	230.398	221.486	263.761	229.437	9%
Total	2.096.838	2.551.851	2.678.861	2.896.905	3.081.721	2.661.235	100%
Comparación interanual		21,70%	4,98%	8,14%	6,38%		

En función de los datos publicados, se determinó un valor promedio de estacionalidad, de donde surge que la mayor demanda de turismo se produce en los meses de enero (13%), febrero (11%) y julio (10%). Y la menor demanda se registra en el mes de junio (5%).

Esta tendencia debe ser tenida en cuenta para la oferta del servicio municipal de recolección de residuos, en los Municipios que tengan la mayor proporción de plazas de alojamiento turístico, como así también, deberá considerarse en operación de las infraestructuras a construir, que en función de este incremento en la demanda, probablemente deban incrementar su horario de trabajo.

5.4 Proyección Poblacional a 20 años

5.4.1 Cálculo de la población flotante

De acuerdo a los datos sobre la evolución de la población turística de la Provincia de Mendoza, aportados por el Ministerio de Turismo se elaboró el siguiente gráfico, determinando la línea de tendencia en los últimos doce años, fórmula que se utilizó para calcular la proyección de la población flotante hasta 2035.

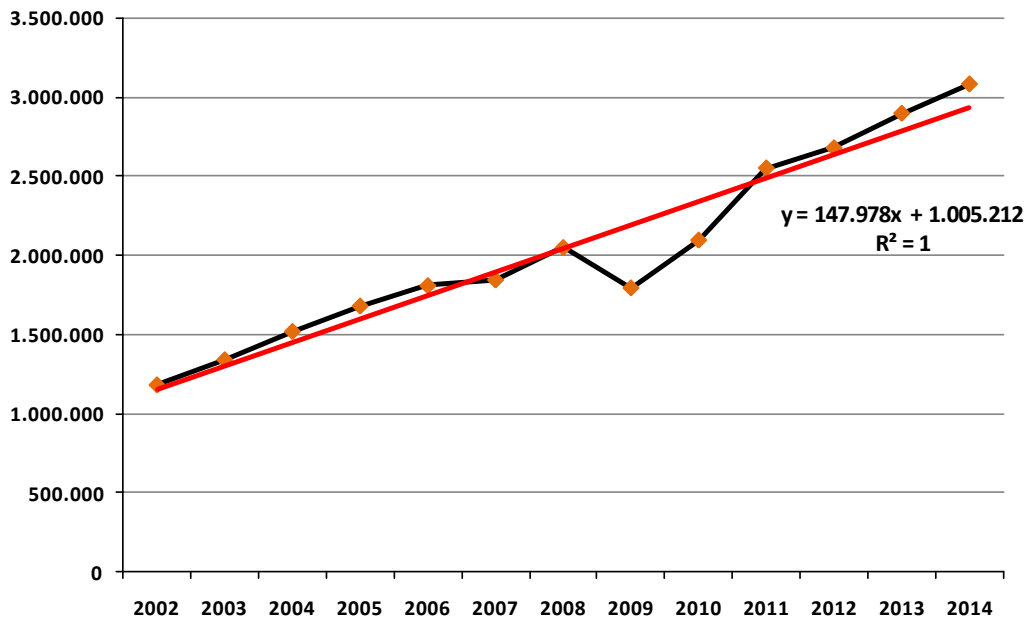


Figura 138: Evolución del ingreso de turistas a la Provincia de Mendoza (2002/2014)

En la siguiente tabla se muestran los valores estimados de población turística anual, en función de la curva de tendencia obtenida, y considerando valores provinciales (período 2002-2038)

Tabla 75: Proyección Anual del Ingreso de Turistas (2002-2038)

Tabla 75: Proyección Anual del Ingreso de Turistas 2002-2038- 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

Tabla 75: Proyección Anual del Ingreso de Turistas 2002-2038- 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)
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	2.142.882	4,27
2034	5.562.691	2,43%	6,15	93.728	2.160.445	4,34
2035	5.694.621	2,37%	6,15	95.950	2.195.572	4,37
2036	5.826.551	2,32%	6,15	98.173	2.195.572	4,47
2037	5.958.481	2,26%	6,15	100.396	2.213.135	4,54
2038	6.090.411	2,21%	6,15	102.619	2.230.698	4,60

5.4.2 Cálculo proyección a 20 años de población total

En función de los datos de población estable del Censo 2010, y del análisis de población flotante y su tendencia, se realizaron proyecciones a 20 años de población total de la Zona Metropolitana, las cuales se agregan en la tabla que se acompaña. Para los cálculos de población se plantearon tres hipótesis de crecimiento poblacional, (Mínima, Media y Máxima) adoptándose para el cálculo de hipótesis de crecimiento medio (con tasas interanuales constantes).

En el **Anexo 6: Caracterización de la Demanda**, se encuentra desarrollado lo indicado precedentemente, con valores de población desagregados por Departamento. También se adjuntan datos de población urbana y rural, con indicación de variación intercensal y crecimiento interanual. En la **Tabla 76** se presenta un resumen de los

valores finales calculados, agregando a la población estable, los valores de población flotante (turística) calculados.

Tabla 76: Población Estable y Turísticas (2010-2038) – Zona Metropolitana

Tabla 76: Zona Metropolitana de Mendoza: Proyección Anual de Población Estable y Turística 2010-2038- Resultados por año				
Año	AREA DE PROYECTO			
	Población Estable	% Población Turística	Población Turística	TOTAL
	Proyección	Estimación		Anual
2010 (1)	1.123.371	2,16%	24.234	1.147.605
2011	1.135.743	2,45%	27.826	1.163.569
2012	1.148.115	2,54%	29.162	1.177.277
2013	1.160.487	2,63%	30.521	1.191.008
2014	1.172.859	2,72%	31.902	1.204.760
2015	1.185.231	2,84%	31.904	1.217.134
2016	1.197.602	2,94%	33.027	1.230.630
2017	1.209.974	3,04%	34.150	1.244.125
2018	1.222.346	3,14%	35.274	1.257.620
2019	1.234.718	3,23%	36.285	1.271.003
2020	1.247.090	3,33%	37.408	1.284.498
2021	1.259.462	3,42%	38.419	1.297.881
2022	1.271.834	3,51%	39.430	1.311.264
2023	1.284.206	3,60%	40.441	1.324.647
2024	1.296.578	3,69%	41.452	1.338.030
2025	1.308.950	3,78%	42.463	1.351.413
2026	1.321.322	3,86%	43.362	1.364.684
2027	1.333.693	3,95%	44.373	1.378.067
2028	1.346.065	4,03%	45.272	1.391.337
2029	1.358.437	4,12%	46.283	1.404.720
2030	1.370.809	4,20%	47.182	1.417.991
2031	1.383.181	4,28%	48.080	1.431.261
2032	1.395.553	4,27%	47.968	1.443.521
2033	1.407.925	4,27%	47.968	1.455.893
2034	1.420.297	4,34%	48.754	1.469.051
2035	1.432.669	4,37%	49.091	1.481.760
2036	1.445.041	4,47%	50.215	1.495.255
2037	1.457.413	4,54%	51.001	1.508.414
2038	1.469.784	4,60%	51.675	1.521.460

(1) Censo Nacional de Población 2010 (INDEC)
Fuente: Elaboración propia según datos Ministerio de Turismo

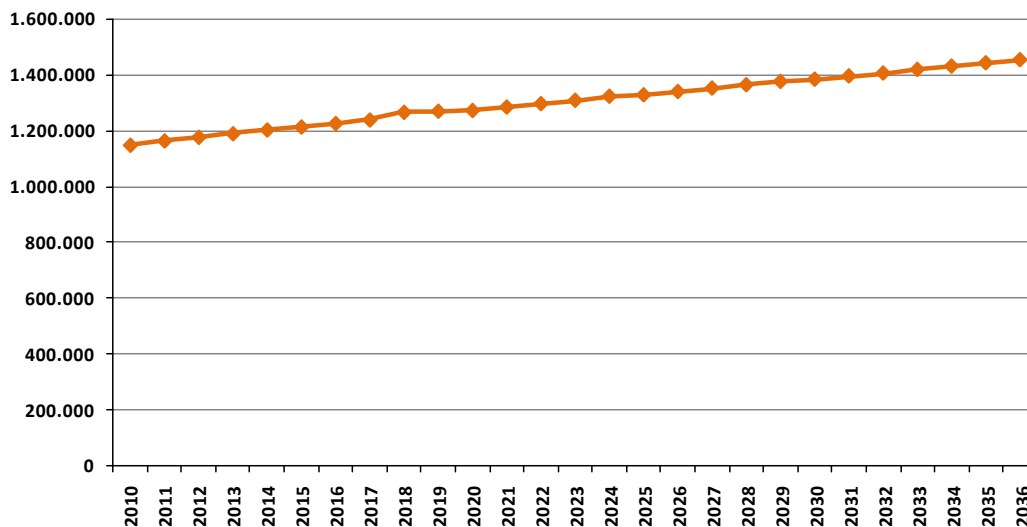


Figura 139: Proyección de la Población de la Zona Metropolitana (Estable y Flotante)

En las tablas agregadas se han resaltado los datos obtenidos desde el año 2018 en adelante, porque se considera que ese año será el de inicio del proyecto.

El método de cálculo utilizado para las proyecciones

5.5 Implicancias para la GIRSU

En un estudio destinado a la construcción de infraestructuras para el tratamiento y disposición final de RSU, es fundamental conocer los datos poblacionales actuales y sus proyecciones a la cantidad de años de vida útil de las obras.

El cálculo de proyecciones se debe realizar teniendo en cuenta la dinámica poblacional propia del sitio en estudio, como así también el comportamiento de la población turística, y su impacto sobre los servicios.

A tales efectos, se partió de los datos del Censo Nacional de Población 2010 (INDEC), y teniendo en cuenta las variaciones intercensales y el crecimiento interanual de la población, se realizó en primera instancia una proyección de la población estable a 20 años. Se plantearon tres hipótesis de crecimiento, a los efectos de lograr el nivel de consolidación necesario de los datos estimados.

De la comparación realizada surgió que el que más se acercaba a la situación específica es el Método de tasas constantes, con el cual se trabajó para las proyecciones realizadas.

Al análisis de la población estable, con las correspondientes proyecciones de crecimiento se agregó la evaluación de la población turística, identificando fundamentalmente: cantidades diarias, porcentajes con relación a la población estable, tiempo de permanencia (estadía) y estacionalidad.

Conclusiones del análisis realizado:

- En los 20 años previstos de vida útil de las infraestructuras a construirse, la población flotante, varía desde un **2,1% anual (porcentaje sobre población estable)**, con una proyección, realizada en función de la curva de tendencia de la evolución del turismo en el Área de Estudio, hasta un **4,6% para 2038**.
- A los efectos de la determinación de los residuos a generar por esta población flotante, será necesario determinar oportunamente la PPC de esta población, la que deberá sumarse anualmente a la PPC de la población estable, a los efectos de determinar, en la forma más cercana posible la cantidad de residuos a generarse durante la vida útil del emprendimiento.
- En función de los datos analizados desde 2008 a fecha, se pudo determinar que la estadía promedio de los turistas es de 6,2 días.
- Y de la evaluación de la estacionalidad surge que la mayor afluencia de turismo se produce en los meses de verano (enero y febrero) y la menor afluencia en el mes de junio, lo cual deberá ser tenido en cuenta para aquellos Municipios que posean la mayor cantidad de plazas de alojamiento turístico, en cuanto a lo logística de recolección.
- Según los datos de alojamiento turístico publicados por la Dirección de Estadísticas e Investigaciones Económicas del Gobierno de Mendoza, la distribución en cantidad de alojamientos responde a los siguientes porcentajes: 55% para Capital, 20% para Luján de Cuyo, y valores cercanos al 5% para el resto de los Municipios.

Estos datos, proyectados utilizando promedios generales, permitirán realizar un correcto diseño de las infraestructuras a construir. Y los datos estadía y estacionalidad permitirán prever la necesidad de mayores prestaciones de servicios de recolección y aseo urbano, en los sitios y épocas donde se produzca una demanda, por aumento de la población flotante.