

**SEGEMAR**

SERVICIO GEOLÓGICO  
MINERO ARGENTINO

# ESTUDIO GEOCIENTÍFICO APLICADO AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL



# JUNÍN DE LOS ANDES

Provincia del Neuquén • República Argentina

Convenio  
Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR  
Municipalidad de Junín de los Andes  
Dirección Provincial de Minería (Neuquén)

Autores  
Dr. Fernando X. Pereyra  
Lic. Jorge Lara  
Lic. Alejandro Celli

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada  
Instituto de Geología y Recursos Minerales  
SEGEMAR



# ESTUDIO GEOCIENTÍFICO APLICADO AL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## JUNÍN DE LOS ANDES

Provincia del Neuquén  
República Argentina

---

### **Autores**

Dr. Fernando X. Pereyra  
Lic. Jorge Lara  
Lic. Alejandro Celli

### **Convenio**

Servicio Geológico Minero Argentino - SEGEMAR  
Municipalidad de Junín de los Andes  
Dirección Provincial de Minería (Neuquén)

---

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada  
Instituto de Geología y Recursos Minerales (SEGEMAR)

---



## **SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO**

---

Presidente Ing. Jorge Mayoral  
Secretario Ejecutivo Lic. Pedro Alcántara

### **INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES**

---

Director Lic. Roberto F. N. Page

### **DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA**

---

Director Lic. Omar Lapido

## **SEGEMAR**

Avenida Julio A. Roca 651 • 10º Piso • Telefax 4349-4450/3115  
(C1067ABB) Buenos Aires • República Argentina  
[www.segemar.gov.ar](http://www.segemar.gov.ar) / [segemar@secind.mecon.gov.ar](mailto:segemar@secind.mecon.gov.ar)

ISSN 0328-2325

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	5
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
2. POBLACIÓN Y USOS DEL TERRITORIO .....	9
3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO .....	13
3.1. CLIMA .....	15
3.2. GEOLOGÍA .....	17
3.3. GEOTECNIA .....	28
3.4. GEOMORFOLOGÍA .....	31
3.5. MEDIO BIÓTICO .....	35
3.6. SUELOS .....	40
3.7. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA .....	60
4. PELIGROSIDAD NATURAL .....	67
5. ECOSISTEMAS Y PAISAJES .....	85
6. IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFERENTES UNIDADES DE PAISAJE .....	91
7. EVALUACIÓN DE LA APTITUD PARA LA URBANIZACIÓN .....	103
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	111
9. BIBLIOGRAFÍA .....	116



1

# *Introducción*

---



## 1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Junín de los Andes se localiza en el sector norte de los Andes Patagónicos ( $71^{\circ}10' - 71^{\circ}5' \text{O}$  y  $39^{\circ}55' - 40^{\circ}00' \text{S}$ ), en la provincia del Neuquén (figura 1). Esta ciudad ha experimentado un sostenido crecimiento poblacional en las últimas décadas, casi duplicando su población en las tres décadas pasadas, hasta alcanzar casi 12.000 habitantes en el censo del 2001. El ejido municipal tiene una gran extensión que supera largamente la zona actualmente urbanizada, llegando por el sur a la desembocadura del lago Lolog y por el norte, la del lago Huechulafquen. Este aumento de la población ha implicado un avance progresivo sobre todo el ámbito del Municipio. En líneas generales, la urbanización ha tenido un carácter desordenado por lo que actualmente se han generado numerosos problemas ambientales al ocuparse terrenos poco aptos.

Los Andes Patagónicos se extienden entre los  $37^{\circ}$  y  $55^{\circ}$  S y comprenden el sector occidental de las provincias del Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego. La zona en la que se sitúa Junín de los Andes posee una gran belleza escénica y valor natural, constituye uno de los principales destinos turísticos de la Argentina, tanto para el turismo nacional como internacional. El crecimiento y desarrollo de la ciudad está íntimamente relacionado con la creación y expansión del Parque Nacional Lanín.

Junín de los Andes se ubica en el Departamento de Huiliches y es su cabecera. Incluye algunos pequeños aglomerados de población en las cercanías de los lagos Lolog, Paimún y Huechulafquen. Posee gran importancia como centro de radiación de rutas y caminos hacia los principales sectores turísticos, los que incluyen además de los antes aludidos la zona del volcán Lanín y el lago Tromen, y la ruta que va hacia el paso internacional con Chile en la zona de este último. Asimismo, se encuentra en el camino de acceso a San Martín de los Andes y la Ruta de los Siete Lagos que se extiende por el sur hacia Villa Traful y Villa la Angostura.

A Junín de los Andes se accede desde las ciudades de Neuquén y Zapala, a partir de la convergencia de ambas rutas en la zona de Rinconada previo al cruce del río Collón Cura. Asimismo, se puede llegar desde Aluminé, mediante la ruta que empalma con el camino que va hacia el paso internacional. Finalmente, es posible acceder desde San Martín de los Andes por el sur y de la zona de Calefu.

La localización de asentamientos humanos, su estructura interna y funcionamiento están fuertemente influenciados por los factores ambientales y, particularmente, por la configuración del terreno. El

manejo poco efectivo de las tierras en zonas urbanas resulta en una generalizada degradación de suelos, agua y paisaje, ocupación de áreas riesgosas, pérdida de espacios verdes y de tierras agrícolas.

El crecimiento desordenado y sostenido de la ciudad en el último siglo, ha tenido lugar en general sin el establecimiento de pautas de ordenamiento territorial que tuvieran en cuenta las particularidades del medio físico. El crecimiento experimentado por Junín de los Andes en las últimas décadas, las propias características socio-económicas de la misma y las del medio natural, han resultado en la existencia de importantes problemas ambientales, algunos de difícil solución. Ejemplo de esta falta de previsión es la ocupación de zonas anegables (planicies de inundación y mallines).

En las últimas décadas, ante la existencia de una creciente presión antrópica sobre el medio natural y, paralelamente, un mayor grado de conocimiento de las causas y efectos de los diferentes riesgos geológicos, éstos han comenzado a tener mayor influencia en la determinación de políticas y prioridades para inversiones o emprendimientos económicos en general y en la fijación de pautas de ocupación del territorio.

La planificación aparece como una herramienta adecuada para orientar y organizar el desarrollo equitativo y sustentable de un territorio y la población que lo ocupa. Por su lado, el ordenamiento territorial significa disponer, con orden, la ocupación y usos del territorio según la mayor o menor aptitud de los diferentes elementos constitutivos del territorio respecto a ellos. Implica, en la práctica, orientar mediante normativas la localización de las actividades en contraposición a la distribución espontánea imperante, motorizada por las leyes del mercado.

Sobre la base de estrategias de crecimiento y desarrollo económicos definidas *a priori* por las diferentes instancias de Gobierno, los planes de ordenamiento territorial deben procurar: a) adaptar las actividades a las capacidades de acogida del medio físico frente a cada una de las actividades socio-económicas, b) optimizar las interacciones entre las diversas actividades a localizar y c) tender a una utilización múltiple del territorio en el cual se garantice la superposición de actividades compatibles y complementarias en el tiempo y en el espacio.

En el presente estudio se han enfatizado los aspectos vinculados a la urbanización, dados los requerimientos hechos oportunamente por el Municipio. Consecuentemente, los objetivos del ordenamiento son la utilización racional del territorio que permita una gestión responsable y sustentable de los recursos naturales y un desarrollo socio-económico



equilibrado. Esto resultará en la preservación del medio físico y una mejora de la calidad de vida.

El análisis territorial (también conocido como diagnóstico territorial), que es donde se focaliza esta contribución, se orienta a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales, su incidencia en los procesos económico-sociales, culturales y ambientales y las repercusiones territoriales de los mismos. En tal sentido incluye la caracterización del medio físico, el análisis de los usos del suelo y la ocupación del territorio. Los principales factores tomados en cuenta dentro del primero son la geología, el relieve y la morfodinámica (geomorfología), las características climáticas, el suelo, las aguas (tanto superficiales como subterráneas), la calidad del aire, así como los componentes del medio biótico (vegetación y fauna). Se consideran especialmente aquellos aspectos (bióticos y abióticos) que hacen a la configuración del paisaje y que permitan su valoración. La identificación y delimitación de Unidades de paisaje homogéneas es el fin último de esta etapa del trabajo ya que las mismas constituyen la base espacial de las acciones a realizar.

El estudio del medio físico debe incluir, además de un inventario, la valoración del mismo desde el punto de vista de la conservación, el análisis de la degradación del mismo, los peligros naturales y la determinación de los usos más adecuados, plasmados en la identificación de las capacidades de acogida del medio.

Los factores geoambientales que juegan un papel importante en el desarrollo de las ciudades pueden ser englobados en tres grandes grupos: 1) las geoformas, 2) los procesos geomorfológicos y 3) las condiciones del suelo y del subsuelo. Dentro del primer grupo son, especialmente las características morfológicas y morfométricas, los principales aspectos a considerar, entre los que destacan la situación geográfica, la distribución espacial, la forma del relieve como relieve relativo, grado de disección, orientación, ángulos de las pendientes y el tamaño de las geoformas. Estos elementos influyen, entre otras funciones, en el transporte, la necesidad de movilizar materiales para nivelaciones, la mayor o menor concentración poblacional en áreas de menor relieve, etc. Dentro del segundo grupo, se enmarcan los relacionados con los diferentes riesgos naturales. Finalmente, el tercer grupo de factores se relaciona con los aspectos esencialmente geotécnicos, ingenieriles y de recursos minerales necesarios para la construcción.

Numerosos peligros naturales tienen lugar en la región, la cual exhibe una marcada fragilidad frente

a acciones antrópicas. Las inundaciones y la inestabilidad de pendientes son los principales factores de peligrosidad natural, mientras que la degradación del paisaje, de la vegetación y de los suelos, junto con los incendios y la contaminación de aguas y suelos aparecen como peligros de tipo mixto (natural-antrópico).

Fruto de un convenio entre el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), la Municipalidad de Junín de los Andes y la Dirección de Minería de la Provincia del Neuquén se presentan en este informe los resultados de los trabajos efectuados, que consistieron en la realización de una cartografía geoambiental. La misma, constituye una herramienta de ordenamiento en el futuro crecimiento urbano de la ciudad, con el doble propósito de la preservación del ambiente y evitar daños y peligros para la localización de la población y futuras inversiones y emprendimientos.

Los trabajos se han ejecutado en dos etapas, en la primera se analizaron las características más relevantes del medio físico (clima, geología, geomorfología, vegetación, suelos, usos del territorio, pendientes e hidrología-hidrogeología) en relación con la ocupación del territorio, reconociéndose los principales factores de peligrosidad natural. En la segunda etapa, sobre la base de los resultados obtenidos en la primera, se ha llevado a cabo una división del territorio en unidades ambientales y, en función de las mismas se examinaron los factores de peligrosidad mixta (antrópica-natural) y la aptitud del territorio para la urbanización.

## OBJETIVOS

El propósito del presente proyecto es el de brindar pautas a la Municipalidad de Junín de los Andes y a la Provincia del Neuquén que permitan la toma de decisión en los diferentes aspectos que hacen al crecimiento de la ciudad. Consecuentemente, el proyecto tiene como objetivo general identificar y evaluar las características geológicas de los terrenos para el desarrollo urbano en general, originando una cartografía temática de base útil para la planificación urbana y el ordenamiento territorial.

La zonificación resultante ha sido volcada a mapas y esquemas, que posibilitan una rápida visualización de los tipos de aptitud del territorio municipal para los diferentes usos. Especialmente se identificarán sitios aptos para el crecimiento urbano y las áreas vulnerables frente a las amenazas naturales periódicas.

Los objetivos específicos son:

- Análisis de las litologías y de las principales estructuras geológicas, considerando su estabilidad y sus características geotécnicas.
- Análisis de las geoformas que conforman el paisaje, teniendo en cuenta especialmente pendientes, morfodinámica actual y estabilidad de las mismas. Brindar pautas acerca de la aptitud de las geoformas para los diferentes usos potenciales de la tierra.
- Identificación de los suelos, caracterización y mapeo. Evaluación de la degradación de suelos.
- Determinar la vulnerabilidad de aguas superficiales y subterráneas a partir de comprender el comportamiento hidrogeológico e hídrico. Identificar zonas con el nivel freático somero.
- Identificación de usos de suelo actual (urbano, turístico, forestal, agrícola, minero, industrial, entre otros).
- Analizar, evaluar, delimitar y mapear los procesos naturales ocurridos o potenciales que pudieran ocurrir, considerando la peligrosidad geológica debida a inundaciones, erosión hídrica y remoción en masa (aluviones y derrumbes). Teniendo en cuenta sus causas, impactos y su posible recurrencia. Analizar y evaluar la información sobre sismos y vulcanismo.
- Brindar elementos para la realización de folletos y posters para difusión en la comunidad, adecuados a los diferentes actores sociales. Su contenido incluye las amenazas naturales, sus impactos y las características del medio físico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Dado los objetivos del proyecto y su carácter interdisciplinario fueron implementadas numerosas metodologías específicas dirigidas al logro de los diferentes objetivos específicos planteados. La consideración detallada de las mismas se vuelca en cada uno de los apartados correspondientes, mientras que en éste se brinda sólo una síntesis general. Los trabajos efectuados implicaron la participación de numerosos profesionales de distintas disciplinas. Incluyeron tareas de gabinete y de campo, llevadas a cabo durante varias campañas efectuadas en la zona durante los casi dos años de ejecución del proyecto.

El área de estudio dispone de cartografía oficial a escala 1:50.000, pero teniendo en cuenta que los trabajos a realizar requerían una escala de trabajo de mayor detalle se utilizaron imágenes ASTER para la obtención de la base topográfica. Se usaron esce-

nas tomadas con el sensor ASTER en el marco del acuerdo JICA-SEGEMAR, Geosat-Arg.

A partir de datos crudos (nivel 1A), se obtuvieron los modelos digitales de elevación (MDE) mediante el uso del ASTER DEM Data Generation Software y se orto-rectificaron las imágenes con el ASTER Geocoded Ortho Image Generation Software, ambos *softwares* desarrollados por el Comité Científico de ASTER. Las imágenes resultantes tienen proyección UTM, zona 19 y están referidas al elipsoide WGS84, luego fueron reproyectadas a Gauss Kruger, *datum posgar 94* para compatibilizar los datos con el formato del Sistema de Información Geográfica (SIG) institucional del SEGEMAR.

Mediante la utilización del *software* ENVI se hizo el mosaico de los MDE y se aplicaron filtros de paso bajo en el MDE para eliminar ruidos de altas frecuencias originados en la etapa de generación del modelo. La técnica de obtención del MDE es la de *stereo matching*, en la cual se usaron las bandas 3N (nadir) y 3B (vista atrás) y consiste en identificar un determinado píxel en ambas imágenes a través de ventanas de muestreo. El MDE de ASTER ha sido validado con excelentes resultados para áreas con alturas inferiores a los 3000 m, donde presenta un error en la precisión de altura inferior a 15 m y en X,Y menor a 50 metros. Finalmente se generaron las curvas de nivel relativas con equidistancia de 10 metros. En el Mapa Base se volcó la información de los mapas de Catastro suministrados por la Municipalidad de Junín de los Andes el que fue finalmente ajustado a la base topográfica obtenida a partir del MDE.

Tanto para el Mapa Geológico como para los Mapas Geomorfológico y de Suelos se usaron las imágenes ASTER georreferenciadas como base de la cartografía. Se hizo una interpretación visual de las imágenes combinando diferentes bandas lo que permitió, según los objetivos definidos, diferenciar adecuadamente los rasgos geológicos y geomorfológicos. Asimismo, se usaron fotos aéreas monocromáticas y en color de distintas escalas. Las fotos utilizadas son de escala 1:50.000 (fuente SEGEMAR) y de mayor detalle (1:40.000, 1:20.000 y 1:10000) provistas por la Municipalidad de Junín de los Andes y la Dirección Provincial de Catastro. Primero se realizó una fotointerpretación de gabinete la que resultó en mapas preliminares. A continuación se efectuaron trabajos de campo en varias campañas a la zona, durante las cuales se tomaron muestras de rocas y suelos y se observaron las características de los afloramientos, paisajes y suelos. En el transcurso de las mismas se fue controlando la cartografía previa fotointerpretada. Con posterioridad

se ajustaron en gabinete los mapas, pasando luego a su edición final.

Para la confección y caracterización de los suelos se hicieron calicatas efectuadas ex profeso para el presente estudio y algunas hechas por el CFI en sectores representativos dentro del área cartografiada, así como en zonas similares localizadas en las cercanías (publicado por el INTA, CFI y UN del Comahue; Ferrer *et al.*, 2006). Los suelos fueron clasificados y descriptos según las normas establecidas en la Soil Taxonomy (USDA, 1999 y 2006). Las muestras de suelos tomadas fueron analizadas en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional del Comahue, en Cinco Saltos, bajo la dirección del Ing. J. Irisarri. Los análisis fueron realizados siguiendo las metodologías habituales.

Las muestras fueron secadas al aire, se molieron y tamizaron por malla de 2 mm de diámetro. Para los análisis de carbono orgánico, nitrógeno y carbonato de calcio se usó tamiz de malla de 0,5 mm. Las determinaciones físicas y químicas efectuadas fueron:

- pH en pasta saturada, con potenciómetro.
- pH del suelo en pasta de saturación, en agua relación 1:2,5 y en solución de cloruro de potasio 1M relación 1:2,5, por vía potenciométrica.
- Test de Fielde y Perrot, reacción con solución saturada de fluoruro de sodio y medición potenciométrica de pH a los 2 minutos y 1 hora.
- Carbono orgánico, digestión con solución sulfocrómica y posterior colorimetría.
- Nitrógeno total, por método Kjeldahl semiautomático.
- Carbonato de calcio por reacción con ácido clorhídrico.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC), con acetato de amonio 1 N a pH 7.
- Calcio y magnesio, complejometría con EDTA.
- Sodio y potasio, por fotometría de llama.
- Determinación en extracto de ácido oxálico-oxalato de amonio de hierro y aluminio por espectrofotometría de absorción atómica y fósforo por digestión en medio ácido, reacción del azul molibdofosfórico y posterior espectrofotometría visible.

- Acidez de cambio: por lixiviación con solución de cloruro de potasio 1 M y posterior titulación con solución de hidróxido de sodio.
- Textura, por densimetría y separación de fracciones de arena por tamizado.
- Constantes hídricas a 1 y 15 bar (100 y 1500 kPa) en olla y plato de Richards, respectivamente.
- Conductividad eléctrica, en extracto de saturación con conductímetro.

La información referida a las aguas subterráneas y superficiales son el resultado de la recopilación y análisis de datos existentes y relevados y de observaciones de campo. Se consultaron los organismos responsables de la provisión de agua potable y el Departamento Provincial de Aguas, la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC) y la Municipalidad de Junín de los Andes.

Para la identificación y cartografía de la peligrosidad natural se usaron las mismas herramientas que para la cartografía de base, a la que se sumaron la recolección de datos y análisis de fenómenos acaecidos a partir de información periódica, la suministrada por el personal de la Municipalidad, la AIC y la Dirección Provincial de Aguas y del diálogo con pobladores. Los mapas fueron ejecutados utilizando Arc-view. La escala seleccionada de edición de los mapas ha sido 1:25.000, ya que la misma es especialmente útil a los fines de la planificación. Esta escala permite combinar un grado de detalle adecuado con la posibilidad de una visión integral. Los mapas, descriptos en el texto y presentados en el Anexo Cartográfico son:

- Mapa de Base (altimetría, planimetría y catastral)
- Mapa Geológico
- Mapa Geomorfológico
- Mapa Suelos
- Mapa Geotécnico
- Mapa Amenazas naturales (inundaciones, erosión e inestabilidad de pendientes)
- Mapa Unidades del Paisaje
- Mapa Síntesis de Aptitud para la urbanización





## *Población y usos del territorio*

---



## 2. POBLACIÓN Y USOS DEL TERRITORIO

La ciudad de Junín de los Andes se localiza en el Departamento de Huiliches, del que es su cabecera. Incluye algunos pequeños aglomerados de población ubicados en las cercanías de los lagos Lolog, Paimún y Huechulaufquen. El número de habitantes del Departamento de Huiliches, según el Censo del 2001, asciende a 12.700, estimándose alrededor de 15.000 para el 2009. La población ha venido creciendo a una tasa sostenida en las últimas décadas, ya que en el Censo de 1991 (INDEC, 2001) llegaba a los 9600 habitantes. En la ciudad de Junín de los Andes, los habitantes totalizaron 10.300 en el 2001. La densidad poblacional sigue siendo baja, si bien ha aumentado entre ambos censos casi un 50 %. Actualmente esta cercana a los 3,2 habitantes/km<sup>2</sup>. La ciudad se formó a expensas del Fortín Junín de los Andes fundado en 1883, mientras que el Departamento se estableció en 1915.

Algunas pequeñas aglomeraciones poblacionales se encuentran en Lolog, Auquinco, Puerto Boquete, Tres Puentes, Puerto La Unión, Puerto Canoa, Malleo, Huaqui Menuco, La Rinconada, Mamuil Malal, Colun Co y Tropezón y en la Reserva Indígena Auca Pan. El 20 % de los hogares poseen NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) y más del 50% de la población carece de cobertura médica privada o mutual. Respecto al acceso a los servicios, en general, más del 80 % de los hogares tienen acceso a agua de red, energía eléctrica, gas de red, desagües de red y alumbrado público, revirtiéndose la situación en lo referente a pavimento. El alfabetismo su-

pera el 90% y la población económicamente activa llega a 5200 personas.

Las principales actividades económicas son, en la zona rural, la ganadería de ovinos y bovinos así como el turismo. En la zona urbana se suman los servicios, el comercio y una limitada actividad industrial. El crecimiento y desarrollo de la ciudad están asimismo íntimamente relacionados con la creación y expansión del Parque Nacional Lanín. Casi el 50 % del total de la superficie del Departamento se encuentra dentro del Parque Nacional Lanín y por lo tanto se halla bajo diferentes categorías de protección. La ciudad de Junín de los Andes, posee gran importancia como centro de radiación de rutas y caminos hacia los principales sectores turísticos, los que incluyen además de los lagos Lolog, Huachulaufquen, Epulaufquen, Paimún y Currhué, la zona del volcán Lanín y el lago Tromen.

A Junín de los Andes se accede desde Neuquén y desde Zapala (ruta nacional 40), a partir de la convergencia de rutas en la zona de Rinconada previo al cruce del río Collón Cura por la ruta nacional 234. Asimismo, se puede llegar desde la zona de Aluminé, mediante la ruta provincial 23, la que empalma con el camino que va hacia el paso internacional Mamuil Malal o Tromen (ruta provincial 60). Asimismo, se encuentra en el camino de acceso a San Martín de los Andes y la Ruta de los 7 Lagos que se extiende por el sur hacia Villa Traful y Villa la Angostura, por la ruta nacional 234. Finalmente, es posible acceder desde el sur de la zona de Calefú por la ruta provincial 48. Desde Junín de los Andes, se arriba a los lagos Huechulaufquen y Currhué, por las rutas provinciales 61 y 62 respectivamente.



**Foto:** Parque industrial del Junín de los Andes. Se observa el río Chimehuín, su sinuosidad, planicie aluvial y terrazas fluviales y glaci-fluviales. En el fondo, el volcán Lanín.



**Foto:** idem anterior.



3

## *Caracterización del medio físico*

---



### 3. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

#### 3.1. CLIMA

Para el análisis del clima en las proximidades de Junín de los Andes se utilizaron los datos aportados por la Dirección Provincial de Bosques que posee una estación meteorológica en la ciudad, y los registrados por los establecimientos agrícola-ganaderos cercanos a la localidad fueron obtenidos a través de la Dirección de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Martín de los Andes, quienes están llevando a cabo una recopilación de los valores climáticos de toda el área. Esta información está compuesta por registros continuos de temperatura (media, máxima y mínima) humedad, precipitaciones, dirección y frecuencia de los vientos del período comprendido entre febrero de 1991 y la actualidad (tabla 1).

De acuerdo con la clasificación de Koeppen modificada (Koeppen, 1936, revisada por Geiger y Pohl, 1953), el clima del área responde al tipo de clima «Csa» ya que se ubica dentro del grupo «C», donde la temperatura media del mes más frío es menor de 18°C y superior a -3°C y al menos un mes la temperatura media es superior a 10°C y al subgrupo «s» (o por una seca en verano), caracterizado por que precipitación del mes más seco del verano no supera los 30 mm y el mes más lluvioso del invierno es al menos tres veces superior. Mientras que en la subdivisión «a» el mes más cálido tiene una temperatura superior a los 22°C.

De acuerdo con el método de Thornthwaite que incorpora la evapotranspiración, el gradiente

climático del área de estudio sería, de oeste a este, el siguiente:

- (1) AB'1ra': Perhúmedo mesotermal (templado-fresco), con nula o pequeña deficiencia de agua.
- (2) B1 a B4B'1ra': Húmedos mesotermiales, con nula o pequeña deficiencia de agua.
- (3) C2B'1sa': Subhúmedo-húmedo mesotermal, con deficiencia moderada de agua en verano.
- (4) C1B'1sa': Subhúmedo-seco mesotermal, con exceso moderado de agua en invierno.
- (5) DB'1da': Semiárido mesotermal, nulo o pequeño exceso de agua.
- (6) EB'1da' y EB'2da': Árido mesotermal, con nulo o pequeño exceso de agua.

Se considera que el área de estudio estaría emplazada entre los tipos (2) y (3).

De los datos recabados se desprende que la temperatura media anual para el sector es de alrededor de 16°C, con temperaturas medias para los meses más cálidos del orden de los 23°C (enero - febrero) y para los meses más fríos del orden de los 6°C a 8°C (junio-julio). La temperatura mínima media es de 3,11°C con al menos 3 meses por debajo del punto de congelación (junio, julio y agosto), el registro más bajo se obtuvo en junio de 1996 con -17°C, por su parte la temperatura máxima media es 20,93 °C, con valores superiores a los 25 °C para los meses de enero, febrero, marzo y diciembre, la temperatura máxima registrada responde al mes de enero de 1997 con 39,8 °C

Por su parte, Barros (1983) y Arroyo (1980) realizaron una importante recopilación de datos pluviométricos de las distintas estaciones al oeste de las provincias del Neuquén y Río Negro confecio-

Meses	Temperatura media [°C]			Humedad [%]	Lluvia [mm]
	Mensual	Máxima diaria	Mínima diaria		
Enero	23.95	29.48	7.62	31.28	11.30
Febrero	22.69	28.42	6.54	33.36	7.90
Marzo	20.05	25.15	5.15	38.97	15.40
Abril	15.27	20.98	2.99	48.22	36.50
Mayo	11.62	16.81	1.72	57.77	65.00
Junio	6.58	11.16	-0.61	64.73	189.50
Julio	8.54	12.99	-1.74	61.49	96.80
Agosto	9.64	14.88	-1.10	55.01	80.50
Septiembre	12.37	17.02	0.48	45.39	48.30
Octubre	17.11	21.89	3.03	40.08	32.50
Noviembre	18.71	23.34	5.27	39.17	28.20
Diciembre	22.15	27.90	7.97	34.43	17.20
Anual	15.72	20.83	3.11	45.83	629.10

**Tabla 1:** Principales parámetros climáticos de la zona estudiada. (fuente: Dirección Provincial de Bosques de Neuquén y Municipalidad de San Martín de los Andes)

nando diferentes cartas de precipitaciones. De la observación de ellas se desprende que para la zona de estudio la media anual es muy próxima a los 650 mm, mientras que las precipitaciones para el período abril - setiembre acumulan valores cercanos a los 500 mm. El resto de las precipitaciones se produce principalmente en los meses de primavera, existiendo una marcada sequía en el lapso enero-marzo. Con similares características a las anteriormente descritas, estos registros aumentan hacia el oeste (3000 mm de precipitación media en el área de Puerto Canoa) y disminuyen notoriamente hacia el este (ver figura 2)

Los vientos que transportan las masas de aire cargadas de humedad se originan por diferencias de

presiones entre regiones vecinas y soplan siempre desde los sectores de mayor presión atmosférica. Es sabido que entre los 15° de 40° de latitud sur existen, para Sudamérica, dos centros de alta presión, uno ubicado sobre el océano Pacífico frente a las costas de Chile y otro sobre el océano Atlántico frente a las costas uruguayas, y que a partir de los 40° de latitud sur la presión baja rápidamente hasta los 70° de latitud. Por tal motivo al sur de los 40° se generarán vientos del norte que por efecto de la rotación de la Tierra son desviados resultando ser entonces del noroeste u oeste, situación que se observa con toda nitidez en la Patagonia.

Estos vientos cargados de humedad y provenientes del océano Pacífico al encontrarse con la Cordi-

Máximas y Mínimas (Media Mensual)

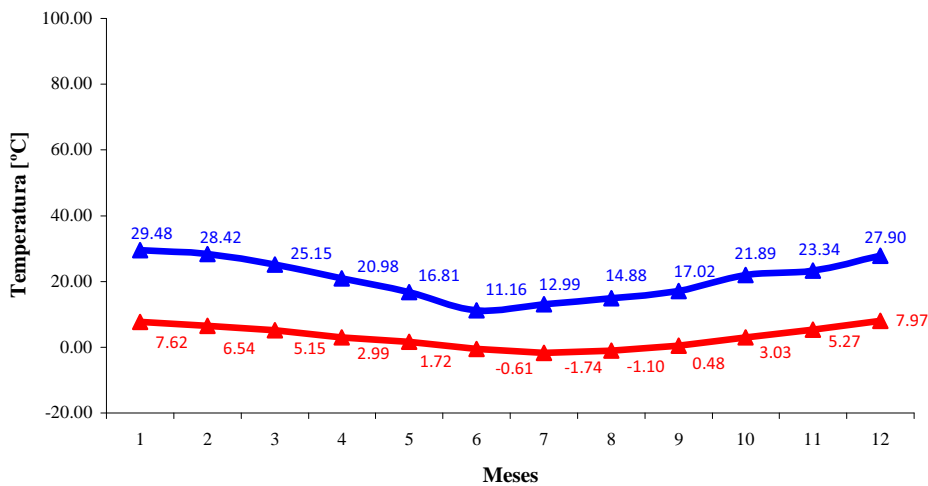
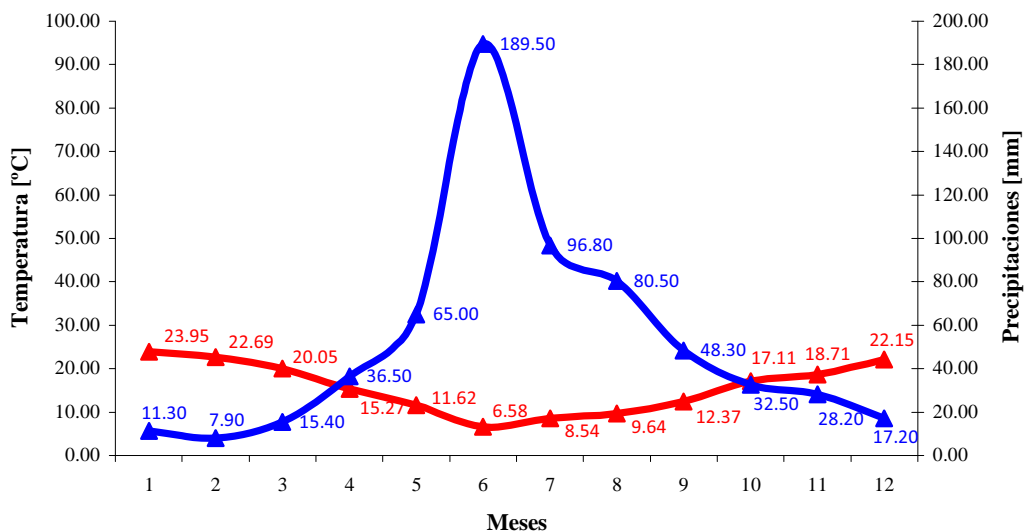


Figura 2: Temperaturas máximas y mínimas y climodiagrama (fuente: Dirección Provincial de Bosques de Neuquén)

Climodiagrama - Junín de los Andes



	N		NE		E		SE		S		SO		O		NO	
	F	VM	F	VM	F	VM	F	VM	F	VM	F	VM	F	VM	F	VM
Enero	0		16	10.93	2	8.00	27	9.36	1	22.00	79	15.49	2	29.50	22	9.55
Febrero	1	4.00	20	9.79	5	10.38	17	14.36	4	14.67	48	16.14	2	28.00	18	11.39
Marzo	1	5.00	27	12.55	3	4.00	15	7.72	2	9.50	71	16.07	4	15.67	32	10.68
Abril	2	4.00	30	9.06	3	5.00	25	5.44	2	9.00	44	13.44	9	13.81	33	8.79
Mayo	7	2.90	36	9.34	3	5.00	26	6.34	5	4.44	46	9.67	4	11.50	26	9.30
Junio	3	9.00	31	6.16	1	12.00	17	4.23	6	3.33	29	6.49	4	17.00	20	6.93
Julio	4	3.00	18	3.92	5	4.50	16	4.14	3	6.00	45	10.96	6	9.61	23	15.50
Agosto	1	6.00	16	8.82	7	7.00	22	6.36	2	3.50	66	11.15	7	12.00	29	9.10
Septiembre	0		18	10.42	2	8.00	10	6.34	2	9.00	68	12.29	3	15.75	35	11.19
Octubre	0		14	12.07	3	5.33	20	7.75	0		78	14.11	6	12.38	30	11.17
Noviembre	1	11.00	21	10.33	2	4.50	23	9.01	6	7.00	81	14.79	7	12.09	36	9.39
Diciembre	1	11.00	15	6.10	4	6.34	20	9.00	4	7.34	98	15.71	7	5.25	21	10.54

**Tabla 2:** frecuencia de los vientos en Junín de los Andes (fuente: Dirección Provincial de Bosques de Neuquén y Municipalidad de San Martín de los Andes)

llera de los Andes ascienden rápidamente y se enfrían produciéndose la condensación del vapor de agua que se descarga en forma de lluvia sobre una angosta faja próxima a la Cordillera, que origina en algunos sectores un gradiente pluviométrico de casi 50 mm por kilómetro en sentido oeste-este.

El viento, cuyo sentido y frecuencia predominante tiene una marcada componente del oeste, es intenso en toda el área y especialmente en los meses de primavera y principios del verano, sin embargo es de esperarse vientos fuertes durante todas las épocas del año (figura 3). También se producen vientos con una componente del cuadrante este en menor medida, que en algunos casos presentan intensidades similares a las que ocurren en el cuadrante oeste, y es conocido por los lugareños como «Viento de Abajo» o «Puelche». La velocidad media mensual más baja registrada corresponde al mes de mayo de 1999 con 3,80 km/h, mientras que la mayor se obtuvo en enero de 1997 con 17,50 km/h. Por otro lado el máximo valor extremo registrado fue de 85 km/h en octubre de 1997. En la tabla 2 se observan las frecuencias de los vientos en Junín de los Andes.

### 3.2. GEOLOGÍA

Junín de los Andes se localiza en la provincia geológica de los Andes Patagónicos, en su segmento norte (Cordillera Patagónica Septentrional). La misma corresponde a una faja plegada y corrida de retroarco, de edad terciaria e incluye pequeños sectores del arco volcánico actual. Dentro de la misma se encuentran variadas litologías de diferentes edades y orígenes, las que fueron englobadas en la es-

tructuración terciaria-cuaternaria. Estas litologías preexistentes fueron parcialmente modificadas por el accionar de diferentes procesos en las últimas decenas de miles de años. En especial, durante el período Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), tuvieron lugar en la región andino-patagónica varios eventos de expansión de los hielos, conocidos como glaciaciones. Como resultado de las mismas, las rocas preexistentes fueron parcialmente erosionadas por los hielos y los productos de la erosión fueron depositados en distintos tipos de ambientes.

El área bajo análisis está ubicada en el sector sur de la Hoja Geológica Junín de los Andes a escala 1:250.000 del SEGEMAR (Cucchi y Leanza, 2005) y la Hoja Geológica 37 a y b, Junín de los Andes a escala 1:200.000 (Turner, 1973). Dicho sector ha sido denominado por Dessanti (1972) como Andes Patagónicos Septentrionales, por González Díaz y Nullo (1980) como Cordillera Neuquina y por Ramos (1999) como «Segmento Norte» de la Cordillera Patagónica Septentrional. Para el área que nos ocupa, los trabajos de González Díaz (1982) y Dalla Salda *et al.* (1991 y 1999) son los que se han tomado como base para la realización de este estudio en lo que respecta a la distribución y cronología de los granitoides presentes en la región. Para las rocas asociadas al evento volcánico ocurrido a comienzo del Terciario, se consultaron los trabajos publicados por Dalla Salda *et al.* (1981) y Rapela *et al.* (1982 y 1983), mientras que para la descripción de los depósitos de origen glacial se han tenido en cuenta los aporte vertidos por Flint y Fidalgo (1964), Fidalgo y Porro (1978), González Díaz (1978) y Laya (1969 a y 1977) para los depósitos piroclásticos del

Cuaternario. La estratigrafía regional se observa en la tabla 3.

A escala regional, la secuencia comienza con las metamorfitas de la Formación Colohuincul, existiendo la tendencia de asignarlas al Paleozoico inferior. Estas han sido invadidas y modificadas (migmatización) por rocas graníticas de la Formación Huechulafquen, las que son consideradas como pertenecientes al Paleozoico medio a superior. Para este complejo ígneo-metamórfico, Dalla Salda *et al.* (1991) propusieron aplicar el término de Complejo Colohuincul para la íntima asociación de metamorfitas, migmatitas y granitoides, el que constituye el «basamento cristalino» de la región que, como se establecerá más adelante, se infiere que ha sido afectado por varios eventos diastróficos. Sobre este complejo se depositaron las vulcanitas de la Formación Aluminé, de amplia distribución en el norte y nordeste de la región.

Al sur del área estudiada, con posterioridad al plutonismo, se acumularon los elementos que dieron lugar al Grupo Huemul (Jurásico medio a superior?), integrado por un complejo volcánico y sedimentario clástico marino. La parte inferior de este grupo está asociado a un evento volcánico (Formación Huemul), mientras que la porción superior (Formación Millaqueo) está caracterizada por depósitos clásticos marinos. Estas unidades no han sido incluidas en el cuadro estratigráfico ya que no se encuentran en el ámbito del área estudiada, ni en las zonas aledañas. El importante plutonismo del Mesozoico cretácico está representado por la Formación Los Machis, que abarca amplias zonas de la Cordillera Patagónica.

El Terciario inferior (Paleoceno–Eoceno), corresponde a una asociación volcano-sedimentaria. Para el sector sur se define el Grupo Nahuel Huapí, integrado por la Formación Ventana (vulcanitas con

Unidad		Edad	Litología
Aluvio actual		Holoceno a reciente	Arenas y gravas fluviales y aluviales
Formaciones Lanín, Malleo y Mallín		Holoceno	Coladas basálticas
Formación Río Pireco		Holoceno	Piroclastos basáltico-dacíticos
Formación Collún Co		Pleistoceno	Depósitos glacifluviales
Formación Los Helechos		Pleistoceno	Depósitos morénicos y glacifluviales
Formaciones Hiechahue, Tipilihuque, Hueyultueé y Rancahué		Plioceno-Pleistoceno	Basaltos, andesitas. Brechas y aglomerados volcánicos.
Formación Chimehuin		Mioceno	Tobas, tufitas y sedimentitas continentales
Gr. Nahuel Huapí	Formación Lolog	Paleoceno-Eoceno	Complejo volcánico-clástico (marino y continental) a volcánico exclusivamente
	Formación Auca Pan		
Formación Los Machis		Cretácico	Rocas graníticas
Formación Aluminé		Triásico	Rocas volcánicas y piroclásticas
Formación Huechulafquen		Paleozoico medio a superior	Rocas graníticas
Formación Colohuincul		Proterozoico a Paleozoico inferior	Rocas metamórficas

**Tabla 3:** Estratigrafía regional de la Cordillera Patagónica entre los 39° y 42° de latitud sur. Tomado y modificado de González Díaz (1982) y Dalla Salda *et al.* (1991).

intercalaciones de sedimentos marinos) y por la Formación Ñirihuau (depósitos continentales). En la zona norte, afloran casi exclusivamente las facies volcánicas, denominadas Formación Auca Pan, sin embargo existen pequeños asomos de depósitos sedimentarios continentales agrupados en la Formación Lolog.

En el Mioceno están bien representadas piroclastitas y sedimentitas agrupadas en la Formación Chimehuin. Esta unidad incluye litologías propias de las formaciones Collón Cura y Río Negro, que presentan las facies piroclásticas y sedimentarias continentales respectivamente.

En el Neógeno se encuentran varias secuencias propias de volcanismo de retroarco con facies principalmente básicas (formaciones Rancahué, Tipiliuque, Hueyultué y Huechahué). El Cuaternario se caracteriza por acumulaciones de till glaciario, vinculadas al englazamiento del Pleistoceno (Formación Los Helechos) y depósitos glacifluviales (Formación Collún Co). En el Holoceno predominan las emisiones de piroclastos de la Formación Río Pireco y las coladas basálticas de las formaciones Lanín, Mallín y Malleo. Finalmente se encuentran depósitos fluviales, aluviales, eólicos y de remoción en masa recientes y actuales.

### **Estratigrafía del área aledaña a Junín de los Andes**

Es posible diferenciar en el sector estudiado dos grandes conjuntos litológicos. Por un lado, un conjunto rocoso y por otro un conjunto heterogéneo de sedimentos cuaternarios y recientes no consolidados: 1) Rocas volcánicas, piroclásticas y sedimentarias paleógenas y neógenas 2) Depósitos inconsolidados cuaternarios (glaciarios, glacifluviales, fluviales y tefras). A su vez se han diferenciado (ver Mapa Geológico adjunto) ocho unidades, de más joven a más antigua:

1. Depósitos fluviales holocenos y actuales Qf
2. Depósitos aluvio-coluviales holocenos y actuales Qac
3. Depósitos cineríticos holocenos (Formación Río Pireco)
4. Depósitos pedemontanos cuaternarios Qpd
5. Depósitos glacifluviales pleistocenos Qgf
6. Depósitos glaciarios pleistocenos Qgl
7. Basaltos y volcanitas neógenos Tb
8. Formación Chimehuin: areniscas, tobas, tufitas y conglomerados neógenos Tch

Si bien no han sido diferenciadas en el mapa dada su generalizada disposición y escaso espesor, se ha

considerado a los Depósitos cineríticos holocenos (Formación Río Pireco). Además, dada la proximidad de sus afloramientos y la importancia areal que presentan se describe también a la Formación Auca Pan (Ventana).

### *Formación Auca Pan (andesitas, ignimbritas y tobas)*

La Formación Auca Pan está integrada por volcanitas andesíticas, tobas y aglomerados volcánicos asociados. Su denominación fue propuesta por Turner (1965a; 1965b; 1973, 1976). Este autor brindó una detallada descripción de su litología, consignando como localidad tipo el área del cerro Auca Pan, proporcionando, además, la ubicación de sus exposiciones en la descripción de la geología de las comarcas de Aluminé y Junín de los Andes. Es equivalente a la Formación Ventana, tal como ha sido denominada al sur de las provincias del Neuquén y en Río Negro.

Los principales afloramientos se encuentran vinculados a los cerros Auca Pan, que da el nombre formacional, Bayo, de la Ventana, Picos del Tromen, Bella Vista, Huemules y Cantala, y al sur del lago Paimún. Otra exposición importante es la presente en ambas laderas de la sierra de Mamuil Malal. En el sector oriental, el área del cerro El Bandurrial es el asomo de mayor extensión. Lara y Moreno (2000) estudiaron los Estratos de Curarrehue en ambas orillas del lago Tromen y aseguraron que están en continuidad con la Formación Auca Pan. Turner (1965b; 1976) mapeó en la margen occidental del lago Tromen a los granitoides del Complejo Plutónico Huechulafquen, continuidad austral de la misma (Turner, 1965a; 1973). Respecto a la zona considerada en el presente estudio, esta unidad aflora al sur del río Currhué, sobre ambas márgenes del río Chimehuin; al norte del río Malleo y en la zona occidental del lago Huechulafquen.

La Formación Auca Pan está compuesta en especial por andesitas, tobas y camadas de brechas y aglomerados volcánicos integrados por fragmentos de andesitas, con matriz tobácea de coloración verdosa clara. La composición más frecuente corresponde a andesitas hornblendíferas o augíticas, porfíricas, de pasta gris verdosa a violácea, con fenocristales feldespáticos de 1-2 mm de largo y de minerales fémcicos negro-verdosos; la pasta puede ser pilotáxica, microgranosa o variable entre ambas. Los fenocristales de oligoandesina son euhedrales, bien maclados, con microfisuras, con algo de reemplazo albitico y con ligera sericitización. La augita es euhedral, con inclusiones ferruginosas, algunos de sus fenocristales pueden convertirse en pseudomor-



**Foto:** afloramiento de la Formación Chimehuin, al oeste de Junín de los Andes. Niveles de areniscas con estratificación entrecruzada (facies "rionegrenses").



**Foto:** Detalle de afloramiento de rocas volcánicas (Basaltos neógenos de la Fm. Hueyultue)

fos de clorita y calcita. Existen además rocas dacíticas, verdes y afaníticas.

Otra variedad es la representada por tobas lítico-cristalinas con litoclastos de granitos biotíticos, granodioritas, andesitas, dacitas y ectinitas; los cristalo-clastos son de andesina y oligoclasa, frescos, con parte de sus contornos idiomorfos, cuarzo con bordes corroídos y mafitos reemplazados por clorita y calcita. Vidrio intersticial aglutina una fina pasta cuarzo-feldespatíca. También han sido observadas andesitas porfíricas con textura pilotáxica, con fenocristales de andesina (An 38%), biotita y minerales opacos. La pasta tiene vidrio en un proceso de desnaturalización, con intercrecimiento de cuarzo y feldespato, como ocurre al oeste del cerro Auca Pan. Al este de este mismo cerro y al sur del arroyo Pilolil se ha encontrado una felsita riolítica, de color gris rosado con bandas discontinuas, que revela al microscopio una textura afírica, afieltrada, compuesta principalmente por feldespato potásico.

A su vez, en la costa sur de la laguna de Huaca Mamuil se ha comprobado la existencia de andesitas piroxénicas, porfíricas, con pasta intergranular, cuyos fenocristales son de andesina (An 33%) y augita dispuestos en una pasta en la que el vidrio original se ha transformado en un intercrecimiento de feldespato, cuarzo, clorita, piroxeno y un mineral opaco. Cerca de la laguna Huaca Mamuil, pero al noroeste del cerro de la Uña, se presenta una leucoandesita, de grano fino, de color verde claro, con fenocristales que no superan los 2 mm de largo, de composición andesínica (An 32%); la pasta de esta roca está compuesta por oligoclasa-andesina, clorita, epidoto y vidrio desnaturalizado. La toba recristalizada que se encuentra al sur del arroyo Nahuel Mapi y al nordeste del cerro Auca Pan es de color rosado, con una lajosidad con suaves flexuras; en esta toba, el proceso de recristalización la hace muy compacta. Según Turner (1965a, 1973), la Formación Auca Pan alcanza los 700 m de espesor en su localidad tipo. Las facies de tobas en muchos casos corresponden a ignimbritas.

La Formación Auca Pan se apoya sobre granitoides de la Formación Huechulafquen y sobre ignimbritas y vulcanitas de la Formación Choiyoi. En el sector más oriental se dispone sobre las formaciones Piedra Pintada y Los Molles. Sobre ella se apoyan las formaciones Chimehuin y Aseret y los Basaltos Rancahué, Tipiliuque, Hueyeltué, así como los depósitos morénicos y glaciales de las formaciones Los Helechos y Collún Co y el Basalto Lanín. Dessanti (1972) se encargó de establecer las correlaciones de la Formación Auca Pan con otras unidades de los Andes Patagónicos Septen-

trionales, previamente conocidas, y la asignó al Cretácico superior-Paleoceno, teniendo en cuenta que se apoya sobre granitos cretácicos y está cubierta por la Formación Jorge Newbery, que ha sido asignada al Eoceno por contener la flora fósil de Pichileufú (Berry, en Leanza, 1985). Groeber (1956) ubicó estas volcánitas en el Paleoceno tardío-Eoceno temprano. A su vez, Rabassa (1974) equiparó la Formación Auca Pan con la Formación Ventana, en tanto que González Díaz y Nullo (1980) señalaron que las volcánitas terciarias homologables con la Formación Auca Pan deben ser consideradas como pertenecientes al Eoceno-Oligoceno. Sin embargo, los trabajos de Lagorio y Massaferró (1991) y Lagorio *et al.* (1998) han modificado la posición cronológica de la Formación Auca Pan, sobre la base de consideraciones petrográficas y geoquímicas y, en especial, por un par de dataciones por el método K/Ar. Las dataciones K/Ar en roca total, sobre ignimbritas frescas y libres de litoclastos, proporcionaron edades de  $61 \pm 2$  Ma y  $62 \pm 3$  Ma correspondientes al Paleoceno. Estas edades se contraponen con la obtenida por Rapela *et al.* (1983) en una muestra de la zona de Pilolil - cerro Bandera, datada en  $33 \pm 2$  Ma, merced a la cual consideraron a la Formación Auca Pan como parte de la «Serie Andesítica» oligocena. A los fines del presente trabajo se considera a esta formación como Paleocena-Eocena.

#### *Formación Chimehuin (areniscas, tobas, tuffitas y conglomerados neógenas)*

La Formación Chimehuin esta ampliamente extendida en la comarca de Junín de los Andes. Fue propuesta por Turner (1965a; 1973), quién estableció su localidad tipo en el área dominada por el curso del río Chimehuin. González Díaz y Riggi (1984) demostraron que la Formación Chimehuin está integrada por la suma de las formaciones Collón Cura y Río Negro. Para los fines del presente carteo, la imposibilidad de llevar a la práctica esta separación determina que se respete el criterio de Turner (1973). En consecuencia, en este informe la designación de Formación Chimehuin expresa la sumatoria de Formación Collón Cura + Formación Río Negro.

En la comarca en estudio lo que puede considerarse el miembro inferior de la Formación Chimehuin fue identificado como «Colloncurensis» por Groeber (1929) o Formación Collón Cura por Leanza y Leanza (1979), en tanto que lo que sería su miembro superior fue reconocido por Galli (1954; 1969a) con la informal denominación de «Areniscas Azuladas», a las que luego Cucchi (1998) llamó Formación Río Negro en la comarca de Piedra del Águila.

La Formación Chimehuin ocupa una extensa ubicación geográfica que, de norte a sur, comprende las siguientes localidades o parajes: cerca de la escuela de Kilka, en el valle del arroyo Llimenco, al norte del cerro Bandera; al este de la ciudad de Aluminé, en los valles de los arroyos Llamuco y Pichi Vilcuncó; en el camino de Las Coloradas a La Negra y cerca de la bajada de Rahue. Los más extensos afloramientos son los de la comarca próxima a Junín de los Andes, al noroeste de dicha ciudad, desde el cerro Colorado hasta el cerro Santa Julia y al oeste de la misma en los cerros de las Piedras Paradas, Portezuelo y al este de la ciudad citada, en las inmediaciones de los cerros Los Cerrillos, de los Chenques y del Chino. En la zona considerada en el presente estudio aflora sobre ambas márgenes del río Chimehuin formando, en la zona occidental, un nivel aterrazado a cotas cercanas a los 1000 metros.

La composición litológica de esta unidad se puede generalizar diciendo que es un conjunto de sedimentitas continentales vinculadas con la actividad volcánica del momento, representada por tobas andesíticas, en parte dacíticas, junto con tufitas de colores amarillentos, pardo claro, gris claro o blanco, de estratificación difusa, dispuestas, por lo común, en bancos potentes subhorizontales.

En la zona estudiada, en términos generales, la unidad está formada por tobas arenosas, blancas, con pequeños cristales blancos de feldespato y con trozos de piedra pómez; posee estratificación grosera o bien son macizas, en bancos potentes. En el cerro de las Ventanitas, próximo a las márgenes del arroyo Pichi Currhué, cerca de su base, aflora un aglomerado volcánico dacítico, en capas de 3 a 5 m o más de potencia, portador de clastos de dacita de variado tamaño, que oscila entre 1 cm de diámetro hasta bloques de 50 cm, de color pardo oscuro; se ven intercalaciones de areniscas tobáceas conglomerádicas, gris parduscas a gris rosadas, con litoclastos y cristaloclastos feldespáticos y escaso cuarzo. Por su parte, Caminos (en Turner, 1973) describió una toba vitrocrística dacítica proveniente de la estancia Lolén, que vista al microscopio revela una pasta vitroclástica, con trizas vítreas y cristaloclastos de oligoclasa y carente de minerales máficos.

Otro de los componentes importantes de la Formación Chimehuin es el desarrollo de conspicuos paleosuelos, con frecuentes nidos de escarabeidos, tal como los que se observa en los afloramientos situados al sureste de Las Coloradas. El espesor total estimado de la Formación Chimehuin en su localidad tipo es de 500 metros.

Esta unidad se apoya sobre las formaciones Colohuincul, Huechulafquen, Choiyoi, Auca Pan y Lolog. Sobre ella descansan los basaltos Tipiliuque (en parte), Hueyeltué, Huechahué y Malleo, así como las formaciones Collún Co y Los Helechos. En el arroyo Rahue, Turner (1965b; 1976) señaló que en ambas márgenes del mismo se intercala en esta unidad una colada del Basalto Rancahué, de unos dos metros de potencia.

La edad de la Formación Chimehuin surge de la comprendida entre el Mioceno-Plioceno de la Formación Río Negro y el Mioceno medio a superior de la Formación Collún Cura. En consecuencia, se asigna esta unidad al lapso Mioceno medio-Plioceno inferior. Se la puede correlacionar con los asomos de unidades equivalentes de las formaciones Río Negro y Collún Curá en las comarcas vecinas de Piedra del Águila (Cucchi, 1998) o de Picún Leufú (Leanza y Hugo, 1997), entre otras.

#### *Basaltos y volcanitas neógenos*

Cubriendo parcialmente a las anteriores se encuentran volcanitas neógenas que han sido diferenciadas en dos unidades estratigráficas (basaltos Rancahué y Hueyeltué), pero que a los fines de la presente contribución han sido agrupados, bajo la denominación de Basaltos y volcanitas neógenos.

Turner (1973) identificó bajo la denominación de Formación Rancahué (Basalto Rancahué) a un conjunto de coladas basálticas, capas de brechas o aglomerados volcánicos e intercalaciones tobáceas de distribución más bien limitada en la comarca de Junín de los Andes y en las cuales ocasionalmente se intercalan coladas de andesitas. Groeber (1929) propuso el nombre de Basalto I para un conjunto semejante a esta unidad, y posteriormente lo modificó por el de Palaocolitense (Groeber, 1946).

El Basalto Rancahué se distingue desde lejos por el color rojizo de las escorias y conos piroclásticos asociados. Tiene una amplia distribución dentro de la comarca estudiada; en el cuadrante noroeste de la Hoja Geológica Junín de los Andes ocupa amplios sectores alrededor del lago Ñorquincó, en el cerro Picudo, en el cordón de Rucachoroi, pampa de Trujillo, Lomas de los Tábanos, cerros Puntudo y de las Lengas. Estos continúan hacia el sur, en el cuadrante sureste, en los cerros Rancahué y Torta Frita. Otras localidades donde aflora esta unidad son los cerros Bandera y Media Luna, encontrándose en este último su expresión más austral. Al noroeste del cerro Horqueta Puipucón, un poco al sur del margen izquierda del río Rucachoroi, asoman basaltos columnares que en superficie muestran disyunción columnar en forma de «calzadas» hexagonales



**Foto:** afloramiento de la Formación Chimehuin, al oeste de Junín de los Andes. Se observan niveles tuffíticos y tobáceos (facies "colloncurenses").



**Foto:** afloramiento de la Formación Chimehuin, al oeste de Junín de los Andes. Se observan las facies clásticas con areniscas y conglomerados finos con estratificación entrecruzada y limos laminares

de hasta 20 cm de ancho. En la zona estudiada, aflora en el cerro Medialuna, sobre la margen oriental del río Chimehuin. Asimismo, es posible que los basaltos observados sobre la margen occidental del río Chimehuin, en las inmediaciones de los loteos aledaños a Junín de los Andes también pertenezcan a esta formación. En este caso estaría intercalada en la Formación Chimehuin.

Esta unidad está formada por coladas basálticas, brechas o aglomerados volcánicos e intercalaciones de tobas. Según Turner (1965b; 1976) ocasionalmente se intercalan andesitas ácidas. Los basaltos presentan fenocristales de olivina dispuestos en una pasta fluidal de microlitas de plagioclasa y augita. Turner (1965a, 1973) estimó para el Basalto Rancahué un espesor de más de 100 m en su localidad tipo, sin embargo en la zona estudiada son mucho menos potentes.

En el cordón de Rucachoroi se puede apreciar que en las paredes occidentales del cráter del volcán poligénico que constituye el cerro Rucachoroi, sus paredes están apuntilladas y las últimas coladas migraron desde las nacientes del arroyo Puipucón hacia el nordeste expandiéndose hacia el norte del río Rucachoroi. En las laderas del volcán se emplazaron numerosos conos piroclásticos y lávicos menores que se distribuyeron radialmente. Los cerros Negro, Pichi Rucachoroi e Iglesias serían erupciones monogénicas producto de distintos estadios magmáticos vinculados al volcán del cerro Rucachoroi, mientras que los cerros Trujillo, este y oeste, corresponderían al Basalto Huechahué. En el cerro Taraya, al sureste del lago Palcahué, Caminos (en Turner, 1976) describió un basalto olivínico de textura microporfírica y pasta pilotáxica, compuesto de labradorita ácida, olivina, clinopiroxeno, vidrio y óxido de hierro. En el cerro Tres Picos se reseñó una andesita augítica con fenocristales de andesina media y cálcica, tabulares, y de augita, más pequeños que los anteriores, ambos dispuestos en una pasta de microlitas de andesina y gránulos de óxido de hierro a su vez inmersos en una base vítrea de índice de refracción menor que el del bálsamo.

En esta unidad se han hallado aglomerados volcánicos que contienen restos de troncos silicificados, como por ejemplo a lo largo del río Rucachoroi y del arroyo Puipucón, en la latitud de Casa de Lata; también en la margen norte del río Quillén y cerca del casco antiguo de la estancia Rancahué y en el arroyo Hoyada Honda, lugar donde además aparecen restos de hojas mal conservadas.

El Basalto Rancahué se apoya en discordancia sobre diversas unidades, como las formaciones Choiyoi y Auca Pan, o en concordancia parcial so-

bre la Formación Chimehuin, cuando ésta lleva tobas y tufitas. Turner (1976) mencionó en la escarpa occidental y austral de la pampa de Rahue una intercalación de basaltos atribuible a la unidad en análisis en las tobas de la Formación Chimehuin, situación análoga a la observada por los autores en la zona del presente estudio. En relación con el espesor, Turner (1965b; 1976) calculó un valor de 500 m para los lugares donde esta unidad está mejor representada.

Dataciones recientes realizadas por Vattuone y Latorre (1998) arrojaron una edad de  $10 \pm 1$  Ma para una muestra del Basalto Rancahué, confirmando la edad miocena superior para esta unidad. Las más recientes dataciones se deben a Ré *et al.* (2000) en muestras extraídas de ambos márgenes del río Rucachoroi, unos 10 km al noroeste del cerro Horqueta Puipucón, de las cuales una dio una edad de  $13 \pm 1$  Ma, mediante el método  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  que los autores consideraron la mejor estimación de la edad en dicha localidad, que se ubica en el Mioceno medio. Fue correlacionado oportunamente por Turner (1965a; 1965b; 1973; 1976) con el Basalto I de Groeber (1929) o el Palaocolitense del mismo autor (Groeber, 1946) aflorante en la sierra de Palaoco.

Por su parte, el Basalto Hueyeltué fue denominado así por Turner (1965a; 1973) quien agrupó a coladas, de no gran desarrollo en la comarca, a las que Groeber (1929) había designado previamente como Basalto III y con posterioridad Chapualitense inferior (Groeber, 1946). Los afloramientos de esta unidad se presentan dispersos en la región. El más septentrional es el asomo de la lomada La Meseta, al norte del lago Ñorquincó, y otros de reducida superficie en cercanías del arroyo Pilhue y del lago del mismo nombre, próximo al paso de Reigolil, así como al sur del cerro Taraya. En el sector meridional las principales exposiciones se encuentran en el cerro de la Uña, al sur del cerro Áspero y en los cerros Lanhué y Los Cerrillos.

En el área estudiada, aflora en la zona de los Cerrillos, sobre la margen oriental del río Chimehuin, en el sector de expansión urbana de Junín de los Andes sobre esa margen del río. Está constituida por basaltos olivínicos, compactos, macizos, con fenocristales de plagioclasa básica, de 2 a 3 mm de largo, y olivina, en una pasta fina gris azulada, oscura hasta negra. Se trata de coladas de basaltos, de hasta 30 m de espesor, de poco desarrollo areal. A grandes rasgos son basaltos macizos, de color gris azulado, con fractura subconcoidea a irregular; son porfíricos con pasta fina y se ven fenocristales de feldespatos y de olivina.



**Foto:** Cerro Media luna. Afloramiento de basalto que cubre a la Formación Chimehuin, parcialmente deslizada (deslizamientos rotacionales o slumps). En segundo plano Lomas del Portezuelo.



**Foto:** Superficie de afloramiento de aglomerados volcánicos de la Fm. Chimehuin. Se observa cobertura de rodados de probable origen glaciafluvial.

En la loma La Meseta la unidad en análisis exhibe coladas con disyunción columnar de hasta 1,90 m de diámetro compuestas por un basalto olivínico, de color gris oscuro, con textura porfírica, con fenocristales de plagioclasa labradorítica y olivina; la pasta es pilotáxica con microlitas de plagioclasa y clinopiroxeno augítico en cristales pequeños. Si bien el tipo litológico de la unidad está ampliamente dominado por basaltos, también pueden reconocerse en la misma algunas andesitas y tobas.

El espesor del Basalto Hueyeltué se estima en 30 metros. Se apoya en discordancia sobre las formaciones Huechulafquen, Auca Pan y Chimehuin. Se puede observar que esta unidad ha estado sometida a la acción glaciaria y, al sur del cerro Áspero, la cubre un depósito morénico de la Formación Los Helechos.

Groeber (1946) ubicó al Basalto III en el Chapualitense inferior, al que relacionó con el englazamiento Colorado del Tardío Glacial. Ya que los basaltos aparecen en los niveles más inferiores y dentro de valles semielaborados en el momento de la efusión de las coladas, Turner (1965b; 1976) consideró que esta unidad puede ser atribuida tanto al Basalto III como al IV de Groeber, y como no constituye terrazas, dicho autor optó por homologarlo con el Basalto III, situándolos en el Pleistoceno inferior. Por su parte, Leanza (1985) designó a basaltos que homologó al Basalto III de Groeber con el nombre de Formación Chapúa, aunque la ubicó en el Pleistoceno medio. En conclusión, hasta no tener una mejor definición de su ubicación estratigráfica se opta por asignar al Basalto Hueyeltué al Pleistoceno medio.

#### *Depósitos glaciares pleistocenos*

Turner (1965a; 1973) estableció la Formación Los Helechos para agrupar a los depósitos morénicos ubicados en la boca de los lagos cordilleranos, allí donde la glaciación ha sido más intensa. Los principales afloramientos de la Formación Los Helechos se presentan en el sector septentrional de la comarca, donde el cerro Rucañanqui aparece como una isla rodeada por dicha formación llegando hacia el sur hasta un poco al norte del cerro Colihues. Próximo a la bajada de Rahue hay otro asomo de regular extensión y otros se localizan en forma encauzada en las cabeceras de arroyos tributarios de los lagos Ñorquincó y Rucachoroi.

En el sector considerado, los depósitos de la Formación Los Helechos están vinculados al lago Huechulafquen, al cual enmarcan en una herradura con más desarrollo en el sector norte de dicho lago; otro asomo se reconoce cerca del lago Tromen, al nordeste del volcán Lanín.

Esta unidad está constituida por depósitos morénicos en forma de acumulaciones caóticas, de rocas poligénicas de formas y tamaños diversos, que varían entre 25 y 100 cm de diámetro. Los bloques y rodados están casi siempre redondeados, facetados y pulidos. Por lo común predominan las rocas del basamento cristalino, granitos y esquistos, si bien en menor proporción hay andesitas y basaltos. La matriz es limo glaciario de color amarillo pardusco. La morfología de las morenas, tanto frontales como laterales, es de lomadas suaves. El espesor de la entidad se estima en unos 30 metros.

La Formación Los Helechos se ha acumulado sobre distintas unidades entre ellas las formaciones Huechulafquen, Auca Pan y Los Molles y el Basalto Hueyeltué ó el Complejo del Chachil. Sobre ella se apoyan a su vez la Formación Collún Co y el Basalto Mallín y, circunstancialmente, depósitos aluviales.

Hay coincidencia en vincular a los depósitos morénicos de la Formación Los Helechos con la Última Glaciación, por lo tanto, se la considera del Pleistoceno tardío. Tanto la Formación Los Helechos como la Formación Collún Co han sido estudiadas en detalle por Rabassa *et al.* (1990), quienes utilizaron unidades aloestratigráficas para diferenciar los distintos depósitos y que por razones de escala no se incluyen en el Mapa Geológico pero que sí han sido considerados en el apartado de Geomorfología.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los depósitos glaciares reconocidos en el área del presente proyecto están ubicados en sectores más distales respecto a los estudiados por Turner (1973) y los considerados por Rabassa *et al.* (1990). Consecuentemente, los mismos no necesariamente deberían pertenecer a la Última Glaciación y podrían deberse a algún avance más antiguo. Según el esquema de Rabassa *et al.* (1990) ya señalado, podrían equipararse a los Drift Puesto de Paja o Paso Tromen. Por ello, en este caso los depósitos de till reconocidos en el área de trabajo podrían pertenecer a la Glaciación Pichileufú (Illinois), por lo que serían de edad pleistocena inferior. Por lo expuesto anteriormente se asigna a esta unidad, en conjunto, una edad genérica pleistocena.

#### *Depósitos glaciales pleistocenos*

Turner (1973) propuso el nombre Formación Collún Co para agrupar a los depósitos glaciales y así diferenciarlos de los morénicos de la Formación Los Helechos. Los afloramientos más extendidos son los que se encuentran ubicados en varios valles tributarios del lago Quillén y en el valle supe-

rior del río del mismo nombre. Hacia el sur los principales asomos son los que ocupan los valles de los ríos Malleo, Chimehuin y Currhué.

Los depósitos glacifluviales muestran amplia distribución. Son depósitos gruesos, con frecuentes bloques y rodados de hasta 50 cm inmersos en una matriz areno-gravilosa. A diferencia de los anteriores, presentan mejor selección y estratificación gruesa. Incluso, en las lentes más finas, la estratificación entrecruzada es común. El espesor es del orden de los 20 m, en la zona de estudio están bien representados en la parte aledaña a la ruta, dentro de la zona actualmente urbanizada y, especialmente se observan en el sector del Basurero y de la afluencia del río Currhué con el Chimehuin, en el extremo sur del área mapeada.

Los depósitos de la Formación Collún Co se asientan sobre diversas unidades como las formaciones Huechulafquen y Auca Pan, el Basalto Tipiliuque o la Formación Los Helechos. Sobre ella se apoya el Basalto Malleo o material de acarreo fluvial. La edad, teniendo en cuenta la relación espacial existente entre estos depósitos y las morenas de la Última Glaciación ubicadas en la boca de los lagos Huechulafquen, Currhué, Tromen y Lolog, correspondería a los englazamientos de la Última Glaciación atribuida al Pleistoceno tardío. En la zona del río Malleo, Rabassa *et al.* (1990) relacionaron los depósitos glacifluviales de este valle con el Drift Mamuil Malal en sus dos estadios, por lo que correspondería a la Última Glaciación.

#### *Depósitos pedemontanos cuaternarios*

Son conglomerados, gravas, arenas que conforman las bajadas más antiguas en la zona mapeada. Son depósitos relativamente poco potentes cuyo espesor no supera la decena de metros. En general estos materiales son de proveniencia local, ya sea de las unidades infrayacentes o de la escarpa de erosión que limita estos niveles en su zona proximal. En el caso de los depósitos que cubren niveles de pedimentos, muchas de estas superficies no son actualmente funcionales, y el material ubicado sobre ellas constituye un depósito relíctico que cubre la superficie de erosión. En el área considerada en el presente estudio solo aparecen en el extremo SE, en las Lomas del Portezuelo, en cotas superiores a los 1000 m con inclinación hacia el este. Dada su posición altitudinal y la aparente falta de relación con el frente montañoso actual, este nivel de agradación pedemontana podría ser previo a la glaciaciones, al menos con seguridad a las últimas. Por lo tanto se asigna una edad genérica pleistocena para los mismos.

#### *Depósitos cineríticos holocenos (Formación Río Pireco)*

Sobreyaciendo al till glaciario, a los depósitos glacifluviales y a los de abanicos aluviales se encuentran depósitos piroclásticos asimilables a la Formación Río Pireco (Laya 1969 a y 1977). Cubren parcialmente también a las planicies fluvio-glaciares y a la roca de base.

Esta unidad agrupa a cenizas y lapillis holocenos. Debido a su generalizada distribución y a su escaso espesor, no ha sido representada en el Mapa Geológico. Son tefras de composición basáltica a riódacítica, que cubren amplios sectores de la Cordillera Patagónica sobre todo en la denominada «Región de Los Lagos». Su límite oriental es la parte este de los extensos cuerpos de agua de origen glaciario.

Laya (1977) diferenció cinco miembros, entre los que el Miembro Mascardi es el inferior y más potente, con edades comprendidas entre 9000 y 6000 años AP. Por encima se halla el Miembro Río Blanco, que incluye un nivel de paleosuelo (Puyehue). Niveles homologables a estas cenizas fueron datadas por Crivelli y Silveira (1983), quienes obtuvieron una edad de 2700 años AP, en la zona del valle del río Trafal. En la zona del Malleo, Rabassa *et al.* (1987) señalaron una edad de 2250 años AP para un nivel de cenizas que denominaron Tefra A. Estas cenizas cubren los materiales neoglaciales en los valles tributarios.

Por encima se encuentran los Miembros (de más viejo a más nuevo) Río Pereyra (1624 años AP), Lago Espejo (histórica) y Arroyo Acantuco (reciente). Los dos últimos poseen abundante vidrio ácido, mientras que Río Pereyra es predominantemente básico. Los suelos de la región evolucionaron a partir de estos materiales o de mezclas de los mismos con coluvio y detritos glacifluviales y eólicos, constituyendo éste un factor importante en las propiedades de los suelos estudiados.

Dominan en la zona las cenizas tamaño arena y sábulo, de colores gris oscuro, amarillentos y pardos. La alteración de estos elementos se relaciona con el origen de los espesos suelos de la región. En el sector estudiado, las tefras se encuentran generalmente mezcladas con los depósitos aluvio-coluviales del talud así como con sedimentos glacifluviales y fluviales retrabajados parcialmente por el viento. En muy contados sectores es posible diferenciar pequeñas capas discretas de cenizas. En estos casos, las coloraciones son más claras y los espesores de las mismas son inferiores a 5 centímetros. Cuando aparecen se las reconoce generalmente en la parte superior de los suelos.

El conocimiento de estos materiales piroclásticos post glaciales resulta imprescindible para el entendimiento de la génesis de los suelos andino-patagónicos, así como para su manejo y conservación. La cubierta es casi continua, aunque con espesores variables. Las tefras guardan una dispar disposición en el paisaje. En el extremo occidental de la zona estudiada, la cobertura es más potente (más de 2 m), mientras que hacia el este disminuye considerablemente el espesor, pudiendo incluso estar ausente. Esta irregular disposición guarda estrecha relación con la distribución de las formaciones vegetales, así, al oeste, la presencia de bosque (*Nothofagus*) y sotobosque ha actuado como trampa, reteniendo las tefras y preservándolas de la erosión. Al este, la existencia de una vegetación de estepa herbácea-arbustiva y a veces rala y bosque muy abierto de ciprés (carente de sotobosque), ha resultado en una mayor erosión de estos materiales y su mezcla con detritos eólicos, fluviales y coluviales. Asimismo, el mayor grado de pedogénesis existente al oeste (debido a la mayor disponibilidad hídrica) también se ha materializado en una mayor protección de los materiales piroclásticos inhibiendo hasta cierto punto la erosión.

#### *Depósitos aluvio-coluviales holocenos y actuales (gravas, arenas, limos, arcillas)*

Estos depósitos están constituidos por gravas, arenas, limos y arcillas, aunque domina la granulometría más fina. Se encuentran ampliamente distribuidos en la región, ya sea convergiendo hacia las zonas más bajas aunque sin alcanzar a formar cauces definidos o rellenando áreas deprimidas, o desarrollándose al pie de laderas. En forma ocasional pueden reconocerse bloques, generalmente derivados de las bardas basálticas adyacentes. Los depósitos coluviales corresponden a los materiales que tapizan el talud. Son sedimentos granulométricamente heterogéneos compuestos por fragmentos angulosos por lo común inferiores a los 30 cm de longitud, principalmente lajosos. Estos fragmentos están inmersos en una matriz areno-gravillosa formada también por materiales producto de la meteorización de las rocas aflorantes. Los sedimentos más finos son algo mejor seleccionados y se hallan más redondeados.

En la zona estudiada estos depósitos ocupan especialmente el lateral occidental del valle del río Chimehuin, desarrollándose sobre la formación homónima. En el área urbanizada se disponen al oeste de la ruta y trepan en el faldeo occidental adyacente. Asimismo se encuentran al sur del cerro Media luna, sobre la margen izquierda del río Chimehuin.

La acumulación de estos sedimentos es resultado de la combinación de una serie de procesos de remoción en masa, entre los que se cuentan reptaje, solifluxión y caídas, y en menor medida flujos densos. Asimismo, el escurrimiento superficial es un proceso activo y ampliamente distribuido, si bien, en líneas generales su accionar se limita a la redistribución de los fragmentos rocosos originariamente acumulados en la pendiente por los procesos gravitacionales. Estos depósitos están mezclados con las tefras holocenas por lo que su separación es prácticamente imposible. Los espesores son variables, si bien la profundidad a la roca fresca o al manto de meteorización difícilmente supera los 2 metros. Corresponden al Holoceno.

#### *Depósitos fluviales holocenos y actuales (gravas, arenas, limos, arcillas)*

A lo largo de los ríos permanentes o semipermanentes se han acumulado depósitos dejados por la acción de aguas corrientes en los planos aluviales. Están constituidos por bloques, gravas, arenas, limos y arcillas. Su distribución está limitada a los cursos de agua que los han arrastrado hasta depositarlos. Allí donde las corrientes han sido menos activas se han depositado arenas más finas, limos y aun arcillas, en especial en arroyos de menor caudal; su desarrollo es así de poca extensión y reducido espesor. Incluyen los depósitos de planicies aluviales y de abanicos aluviales.

Como son resultado del retrabajo de los anteriores, especialmente el till glaciario y los depósitos glaci-fluviales presentan características semejantes a ellos. En general, si bien gruesos, los tamaños son menores que los anteriores. La selección es mayor y el grado de consolidación menor, lo que evidencia su menor antigüedad. El espesor de los depósitos aluviales apenas supera los 15 metros. En la zona estudiada alcanzan mayor espesor y desarrollo areal con relación al río Chimehuin y, en menor medida en la zona del río Currhué. El sector oriental de la ciudad de Junín de los Andes se asienta en los mismos. En esta unidad el nivel freático se encuentra próximo a la superficie o directamente es aflorante. Esta unidad puede considerarse de edad holocena a reciente.

### 3.3. GEOTECNIA

Se realizó un Mapa Geotécnico del área considerada sobre la base de la cartografía geológica, complementada por observaciones de campo específicas. Consecuentemente han sido diferenciadas las siguientes unidades:



**Foto:** Morenas marginales del Último Máximo Glaciar que marginan al lago Huechulafquen.



**Foto:** Volcán Lanín. En primer plano se observa morfología glaciar y bosque de Nothofagus.

1. Rocas sedimentarias y piroclásticas poco consolidadas con o sin delgada cobertura aluvio-coluvial (esencialmente Formación Chimehuin)
2. Rocas volcánicas consolidadas con o sin delgada cobertura aluvio-coluvial (basaltos neógenos)
3. Rodados, arenas y gravas moderadamente bien seleccionados parcialmente cementados con intercalaciones finas (depósitos glacifluviales)
4. Rodados, arenas y gravas fluviales inconsolidados

Las diferentes litologías que integran la Formación Chimehuin no presentan grandes problemas geotécnicos ya sea se trate de fundaciones o cortes, si bien las rocas muestran, en algunos casos, un grado bajo de cohesión y una tendencia a la meteorización física. Los sedimentos cuaternarios tienen amplia distribución en la zona y exhiben gran variabilidad en sus características, aún dentro de una misma unidad. Los depósitos glacifluviales son bastante homogéneos y pertenecen a las clases GW, SP y SW, el primero corresponde a gravas y arenas bien seleccionadas, casi sin finos; los otros dos son arenas con gravas bien y mal seleccionadas, con escasos finos. Estos materiales son muy permeables, no implican problemas de fundaciones y los cortes verticales artificiales son muy poco estables. Son materiales fácilmente erosionables.

Los depósitos de till (de morenas), dado lo exiguo de sus afloramientos en el área de trabajo y teniendo en cuenta la semejanza que existe con los glacifluviales han sido incluidos en la misma unidad. Estos depósitos, utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos de Casagrande, son generalmente GP y GM, correspondientes a gravas mal seleccionadas, con mezclas de arena y casi sin finos y gravas limosas, con mezclas de gravas, arenas y limos, respectivamente. En menor medida aparecen materiales de la clase SP; arenas con gravas, mal seleccionadas, con escasos finos. En todos los casos se trata de materiales que no presentan grandes dificultades para las fundaciones y son generalmente permeables. Estos depósitos se caracterizan por tener una gran variabilidad vertical y lateral. Los cortes artificiales subverticales son poco estables.

Los rodados, arenas y gravas fluviales inconsolidados incluyen principalmente a los Depósitos fluviales holoceno-actuales tienen una gran heterogeneidad debido a la frecuente ocurrencia de cambios de facies, los que implican variaciones tanto verticales como horizontales. De todas formas, tanto en los abanicos aluviales como en las planicies aluviales predominan los materiales de las clases GP (gravas con intercalaciones de gravas y arenas mal seleccionadas y con escasos finos) y SP (arenas mal

seleccionadas con gravas y casi sin finos). Estos sedimentos son por lo general moderadamente a bien permeables, y no tienen limitaciones para las fundaciones, si bien son poco estables en cortes artificiales. En algunos sectores, en especial en las planicies aluviales, aparecen materiales más finos y en algunos casos más plásticos (SM y SC, respectivamente). Por último, en los mallines, los materiales suelen ser Pt (suelos altamente orgánicos) y OL, limos orgánicos con arcillas limosas orgánicas.

Los depósitos piroclásticos (no diferenciados en el mapa tal como se dijera previamente, dado su escaso espesor y generalizada presencia) incluyen cenizas (predomina el tamaño arena) y lapilli (tamaño grava-gravilla) en proporciones variables. En líneas generales estos materiales están bien seleccionados y, en algunos casos, presentan cierta plasticidad. Pueden ser clasificados como SW, SM, GM y ML. Son materiales poco estables, fácilmente erosionables y proclives a experimentar movimientos gravitacionales en zonas de pendientes. En líneas generales, todos los sedimentos cuaternarios son relativamente inestables si se encuentran en zonas de pendientes sobre roca relativamente fresca, tal como ocurren en la mayor parte de los valles glaciares de la región.

Las capacidades portantes de los sedimentos en la mayor parte de la región no son buenas en los primeros 20-30 cm debido a que los sedimentos se hallan edafizados con una elevada cantidad de materia orgánica. En los sedimentos Pt y OL las capacidades portantes son muy bajas porque son muy plásticos y tienen asentamientos diferenciales ante esfuerzos y la deshidratación. Esta situación se observa principalmente en la zona de mallines.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes rocosos de la zona tienen gran variabilidad debido a que afloran varios tipos litológicos con diferentes características geomecánicas. Las metamorfitas y las sedimentarias tienen líneas de debilidad representadas por la esquistosidad, la estratificación y las fracturas, mientras que en los granitos y en las vulcanitas las líneas de debilidad son las diaclasas y las fracturas. Las combinaciones existentes entre orientación e inclinación de las líneas de debilidad y la forma y dirección respecto a las estructuras de las pendientes determinan que las condiciones de estabilidad sean muy variables de un sitio a otro del paisaje. Así, cuando coincide la dirección de los planos de debilidad con las pendientes, la posibilidad de movimientos se incrementa notoriamente. En el caso de la zona estudiada, si se tiene en cuenta que los estratos de la Formación Chimehuin están gene-

ralmente subhorizontales, la situación antes aludida es menos significativa.

Los elementos que condicionan la estabilidad de los taludes en sedimentos cuaternarios dependen de varios factores, entre otros: a) el espesor, b) el contenido de humedad, c) la forma de la ladera, d) el tipo de sedimento, e) características de los planos de debilidad y f) características del sustrato rocoso. Los sedimentos de las laderas son generalmente gruesos (glaciaros o coluviales) mezclados en proporciones variables con materiales piroclásticos (SW o SC-ML). Las tefras forman agregados que, bajo la acción de la edafización y la humedad, se desagregan confiriendo mayor plasticidad (clases MH-ML). El contenido de humedad también es muy variable en la zona de estudio, tal como ya se dijera, debido a dos causas, cambio del régimen pluviométrico por el efecto orográfico y por la orientación de las laderas. De esta forma, al oeste el contenido de humedad en los sedimentos es mucho mayor y por ende son más inestables. En consecuencia la humedad puede ser superior a los límites Atterberg.

Las superficies de las pendientes en las que se asientan los sedimentos cuaternarios generalmente son rocosas, abruptas e inclinadas. Entre el sustrato y los depósitos tiende a circular el agua hipodérmica, la que reduce el esfuerzo de corte. Todas estas características determinan que las laderas sean potencialmente inestables. Los ángulos de reposo de los materiales inconsolidados varían en función de numerosos factores, entre los que destacan la presencia de materiales finos que brindan cohesión a los más gruesos y la cobertura vegetal. En general, depósitos cuaternarios gruesos como los presentes en la mayor parte de la región suelen tener ángulos de reposo que varían entre 35° y 30° aproximadamente. En consecuencia, cualquier pendiente labrada en sedimentos de este tipo, de mayor inclinación, debe ser considerada como potencialmente inestable. La presencia de un sustrato rocoso por debajo de los depósitos a poca profundidad reduce considerablemente el ángulo de reposo.

### 3.4. GEOMORFOLOGÍA

La región se caracteriza por poseer un paisaje labrado esencialmente por la acción glaciaria y glaci-fluvial asociada, a las que con posterioridad se superimpuso la acción fluvial. El proceso eólico ha sido comparativamente menos importante desde el punto de vista del modelado, si bien la participación de material eólico (cenizas retransportadas y arenas) como material originario de los suelos, es fun-

damental. La acción eólica sólo se expresa como una serie de dunas de pequeñas dimensiones ubicadas en las terrazas y planicies fluvio-glaciarias y en los abanicos aluviales.

Al oeste del área considerada se han identificado una serie de morenas terminales y laterales, y en ciertos sectores la acción depositacional glaciaria ha adquirido las características de manto de till tapizando los afloramientos rocosos, parcialmente modificados por la acción erosiva del hielo. Esta ha sido responsable del labrado de los valles de los lagos Huechulafquen, Currhué, Lolog y Tromen, así como los valles de los ríos Chimehuin y Malleo en sus tramos superiores. Estas artesas glaciarias reciben una serie de tributarios «colgados», lo que también evidencia la acción dominante en el pasado del proceso glaciario. Presentan resaltos en los perfiles longitudinales, «hombreras» y en las zonas de cabeceras son evidentes los circos glaciarios. Se han observado depósitos de till hasta el sector ubicado en las proximidades de la convergencia entre los ríos Currhué y Chimehuin.

Diversos autores han estudiado la extensión y características de las glaciaciones en la Patagonia. Caldenius (1932) fue el primero en realizar un esquema regional, en el que identificó y mapeó diferentes términos morénicos que atribuyó a cuatro glaciaciones. Su esquema ha servido de base a todos los estudios posteriores. Según el clásico esquema de Mercer (1976) entre otros, los Andes Patagónicos desarrollaron en diferentes momentos del Cuaternario e incluso del Terciario tardío, extensos mantos de hielo que descargaban mediante grandes glaciares de valle hacia ambas vertientes de los Andes. La Última Glaciación habría tenido lugar entre los 40.000 y los 14.000 años AP aproximadamente (Rabassa y Clapperton, 1990). Flint y Fidalgo (1964 y 1969) denominaron Nahuel Huapí a la última glaciación para la zona de Patagonia Norte. Rabassa *et al.* (1990), en la zona del río Malleo, llamaron Mamuil Malal a los depósitos morénicos correspondientes a la Última Glaciación, diferenciando dos sistemas separados por un interestadial: Mamuil Malal I y II (coincidentes con Nahuel Huapí I y II, respectivamente).

Según Clapperton (1993), tras el último máximo glaciario los hielos se habrían retirado rápidamente. Si bien la altura que alcanzó la línea de ELA (línea de nevé) varía grandemente según la latitud considerada, durante el último máximo glaciario, a la latitud de la provincia del Neuquén, podría haberse encontrado 600 m por debajo de la actual (Clapperton, 1993). En general se considera que el máximo del Estadio Isotópico 2 (LMG, último máximo glaciario), se habría produ-

cido a los 18.000 años AP. Rabassa y Clapperton (1990) plantearon la existencia de morenas post Nahuel Huapí y pre-neoglaciales en la zona de Puerto Blest y lago Moreno. Por lo tanto, hubo cierto grado de avance de los glaciares en el intervalo 11.000-10.000 años. En la zona del río Malleo, Rabassa *et al.* (1990) no identificaron depósitos Tardiglaciales.

Para la Patagonia, Mercer (1976) planteó la existencia de una serie de avances neoglaciales cuya cronología se basa en dataciones radiocarbónicas de depósitos asociados a morenas neoglaciales. En general se trata de morenas frescas, bien preservadas, relacionadas con los glaciares actuales y que conforman sistemas morénicos, con más de un reavance por evento (morenas compuestas). La cronología planteada y generalmente aceptada, es de tres avances neoglaciales. El Neoglacial I se habría producido entre los 4700 y 4200 años AP, el Neoglacial II, entre los 2700 y 2000 años AP y el Neoglacial III (también conocido como «Pequeña Edad de Hielo»), entre los 800 años AP y el siglo XIX.

### Descripción de las Unidades geomórficas

En función de la acción diferencial de los procesos morfogenéticos han sido cartografiadas 12 unidades geomórficas:

- Terrazas glacifluviales
- Morenas glaciarias
- Terrazas fluviales
- Planicies aluviales y cañadones
- Mallines (bajos anegables)
- Pendientes aluvio-coluviales
- Abanicos aluviales
- Bajadas aluviales
- Nivel de agradación pedemontana
- Planicies estructurales labradas en la Formación Chimehuin
- Relieve erosivo en la Formación Chimehuin
- Relieve erosivo-estructural en volcanitas cenozoicas

#### *Terrazas glacifluviales*

Como principal unidad geomórfica, desde el punto de vista de la ocupación antrópica, en la zona estudiada se destacan las Terrazas glacifluviales, correspondientes a antiguos niveles de *outwash*. Esta unidad incluye geoformas de similar origen pero de edades probablemente diferentes, según sea la relación con los distintos términos glaciarios. Es una planicie subhorizontal, ocasionalmente modificada por la acción de la deflación-acumulación eólica y la acción erosiva y depositacional de los cursos fluviales tributarios del río Chimehuin. Estos cursos tributarios poseen en su desembocadura abanicos aluviales de

pequeñas dimensiones resultantes de la acción agradacional fluvial y de la remoción en masa (*debris flows*). Se ubica en cotas inferiores a los 775-750 m, el relieve relativo es muy bajo, así como las pendientes. En algunos sectores el nivel freático se encuentra cercano a la superficie, siendo frecuentes los mallines. Caracteriza a esta unidad una muy baja morfodinámica actual y, por lo tanto, tiene una relativamente alta estabilidad geomorfológica

#### *Morenas glaciarias*

Las Morenas están compuestas por bloques inmersos en una matriz areno-limosa, con la consecuente falta de estratificación y muy bajo grado de selección granulométrica. Tienen, donde alcanzan mayor desarrollo, como por ejemplo al S del río Currhué y Collún Co, el típico paisaje de lomas y depresiones y es posible observar, tal como se dijera antes, dos cierres morénicos. Uno cercano a los lagos, integrado por lomas de varias decenas de metros por encima del relieve circundante. El otro, más distal se dispone formando un nuevo cierre aguas abajo, sobre el extremo oeste de la urbanización. Presenta pendientes moderadas y relieve suavemente ondulado y son geoformas estables, si bien proclives a la deflación eólica. Se ubica entre los 950 m aproximadamente y los 800 metros.

Los depósitos morénicos del área considerada no han sido datados hasta el presente. Los mismos pueden agruparse en dos sistemas de morenas (con varias posiciones de estabilización del glaciar cada una), uno externo y en consecuencia más viejo, ubicado al sur del loteo, y otro interno y más joven, localizado en las inmediaciones del lago. Por el grado de preservación de estos depósitos, por su altitud, por la situación de infrayacencia respecto a las cenizas holocenas y por analogía con la zona del río Malleo y del lago Nahuel Huapí, pueden adjudicarse ambos sistemas a la Última Glaciación. En tal sentido puede establecerse que ambas posiciones sean homologables a Nahuel Huapí I y II (o Mamuil Malal I y II). Sin embargo, tal como se dijera en el apartado precedente, estos depósitos podrían ser más antiguos y en tal caso asignables a los estadiales definidos por Rabassa *et al.* (1990) para la zona del río Malleo (San Humberto y Cazadero de Zorros). En la zona no se han observado depósitos neoglaciales, ya que los mismos suelen estar presentes a estas latitudes en cotas muy superiores.

#### *Terrazas fluviales, Planicies aluviales y cañadones, Mallines (bajos anegables)*

Han sido reconocidos dos niveles principales de Terrazas fluviales en el valle del río Chimehuin debi-



**Foto:** Nivel inferior de planicie estructural al sur del río Curruhé. En el sector del piso del valle, zona apta para la expansión urbana.



**Foto:** Valle del río Curruhé; se observan los niveles de planicies estructurales.

das a sendos eventos de «rejuvenecimiento», atribuibles a cambios climáticos. Asimismo, los Abanicos aluviales exhiben evidencias de profundización, lo que indicaría un origen semejante. Las Terrazas fluviales, Planicies aluviales y cañadones presentan una extensión considerablemente menor a las otras formas descritas y se ubican principalmente en las proximidades de los cursos fluviales del área, especialmente en el río Chimehuin. Los depósitos suelen ser gruesos. El régimen estacional de lluvias implica marcadas variaciones de caudal en los cursos, lo que da lugar a frecuentes inundaciones sobre las planicies y fenómenos erosivos sobre los niveles de terrazas. En las principales vías de avenamiento son frecuentes los mallines (bajos anegables), los que alcanzan en algunos casos dimensiones considerables, lo que ha permitido su individualización en el Mapa Geomorfológico.

En los cañadones dominan los procesos erosivos, siendo las formas depositacionales poco considerables. En las terrazas las pendientes son muy bajas y el relieve subhorizontal. En general presentan muy baja morfodinámica y, por lo tanto, alta estabilidad geomorfológica, salvo en el sector de la escarpa de erosión donde es alta. Las terrazas oscilan entre 750 y 700 metros. Por otro lado, las pendientes son bajas para las planicies aluviales, mientras que para los cañadones son altas, inclinándose en el sentido del flujo. Estas dos últimas muestran una activa morfodinámica y se ubican por debajo de los 1000 metros. En todas estas geoformas, los niveles freáticos se encuentran próximos a la superficie o incluso afloran durante parte del año. Consecuentemente, los anegamientos son comunes, tanto por desbordes de los cursos fluviales como por efecto de ascensos freáticos.

#### *Pendientes aluvio-coluviales*

Las Pendientes aluvio-coluviales son formas erosivo-depositacionales en las cuales el escurrimiento superficial y la remoción en masa han re trabajado los depósitos sedimentarios, piroclásticos, tufíticos y glaciarios preexistentes. Se disponen sobre ambos márgenes del valle del río Chimehuin, incluyendo parte de la zona urbanizada. Posee pendientes moderadas, relieve ondulado a suavemente ondulado con frecuentes cañadones y cárcavas disectando la superficie en los que se concentra la morfodinámica actual. Se localizan en cotas aproximadas comprendidas entre 1150 y 800 metros.

#### *Abanicos aluviales y Bajadas*

Los Abanicos aluviales disponen sobre las formas de erosión y agradación glaciarias y

glacifluviales, así como sobre las litologías que conforman la Formación Chimehuin. Están asociados a cursos semipermanentes que escurren desde las planicies estructurales que se han labrado en esta última formación, como por ejemplo al pie del Cañadón Hondo de Abajo o en el sector SE de la zona estudiada, en este caso relacionado a cursos fluviales que tienen sus nacientes en las Lomas del Portezuelo. Los depósitos de los abanicos aluviales son gruesos, poco seleccionados y poco consolidados. Intercalados suelen aparecer lentes arenosos y con menor frecuencia, limosos. Posee pendientes bajas a moderadas y relieve subhorizontal, levemente inclinado aguas abajo. La morfodinámica es alta y, por lo tanto lo es también la inestabilidad geomorfológica. Los sectores donde coalescen varios abanicos aluviales han sido identificados como bajadas aluviales, compartiendo todos los caracteres antes señalados.

#### *Nivel de agradación pedemontana*

En la parte sudoriental, ocupando un pequeño sector, se encuentra la unidad Nivel de agradación pedemontana. Esta se ubica en cotas superiores a 1100 m en la zona de las Lomas del Portezuelo. Las rigurosas condiciones climáticas implican una rala cobertura vegetal y, por consiguiente, una activa deflación eólica. Son depósitos gruesos típicos de una bajada. Aparecen relativamente desconectados del frente serrano actual, por lo que su génesis sería anterior a la actual configuración del paisaje, probablemente previa a las glaciaciones. Debe destacarse que podría establecerse una cierta continuidad altimétrica con el nivel más elevado de las planicies estructurales labradas en la Formación Chimehuin, localizadas al O de la localidad de Junín de los Andes.

#### *Planicies estructurales labradas en la Formación Chimehuin y Relieve erosivo en la Formación Chimehuin*

En las diferentes litologías pre-cuaternarias se han labrado una serie de geoformas que muestran un marcado control estructural debido a las características litológicas. Así, en la Formación Chimehuin pueden diferenciarse dos unidades geomorfológicas diferentes: 1) Planicies estructurales y 2) Relieve erosivo. Debido al control estructural realizado por los estratos subhorizontales que componen esta unidad geológica y relacionadas a la erosión hídrica en tiempos probablemente pre-glaciares, se han formado dos niveles de Planicies estructurales. Los mismos se ubican al oeste de la localidad de Junín de los Andes, en cotas de 850 m el inferior y el superior por encima de

los 1000 m, el que alcanza mucho mayor desarrollo areal. Asimismo, en cotas superiores, cercanas a los 1100 m, se observan pequeños remanentes bajo la forma de cerros mesa o mesillas. La morfodinámica actual y el relieve relativo son bajos, salvo en los sectores marginales coincidiendo con las nacientes de cárcavas y cañadones. La erosión eólica es importante en los casos en que la cobertura vegetal y edáfica pueda encontrarse degradada.

El Relieve erosivo en rocas terciarias se dispone principalmente en los sectores más altos, donde la pendiente del terreno en general toma valores superiores a los 40° y la vegetación es escasa o nula. Como consecuencia del proceso erosivo glaciario, la meteorización física y química y los procesos criogénicos actuales y pasados, es común la presencia de una importante cobertura detrítica. Esta puede ser movilizada por acción de la gravedad, dando lugar principalmente a caídas y avalanchas de rocas, procesos que se ven favorecidos por el elevado gradiente de las pendientes y por el grado de diaclasamiento que posee la unidad litológica sobre la que se ha desarrollado esta forma. Presenta pendientes y relieve relativo alto; alta morfodinámica e inestabilidad del paisaje. En las cercanías de la población está bien representada en la zona de Los Cerrillos. Aparecen paredones subverticales especialmente en los sectores donde afloran piroclastitas. Está ubicado generalmente por encima de los 900 m y en la zona estudiada se encuentra hasta los 1100 m, si bien en la región puede alcanzar cotas cercanas a los 1500 m aproximadamente, coincidiendo con las mayores elevaciones de la región.

#### *Relieve erosivo-estructural en volcanitas cenozoicas*

Finalmente, en la zona del cerro Media luna, se localiza la unidad Relieve erosivo-estructural en volcanitas cenozoicas. Forma un pequeño nivel mesetiforme en cotas cercanas a los 1000 metros. En este sector, los basaltos neógenos se disponen por encima de la Formación Chimehuin. En las escarpas laterales que marginan las volcanitas se observan conos de talud y deslizamientos escasa magnitud.

La remoción en masa es un proceso generalizado en la región (aunque por la escala no ha sido cartografiado), que afecta a las diferentes litologías aflorantes. Una serie de factores coadyuvan para hacer posible esta situación: un relieve relativo elevado debido a la acción erosiva glaciaria, una cobertura vegetal no demasiado importante, la existencia de grandes precipitaciones níveas y pluviales, y la presencia de una importante cobertura detrítica tapizando las pendientes susceptibles de ser moviliza-

da por la acción de la gravedad. Esta cobertura se debe principalmente a la exharación glaciaria, a la congelifración y a otros procesos de meteorización. El resultado de la remoción en masa ha sido entonces una generalizada inestabilidad de las pendientes, esencialmente aquellas rocosas, que ha tenido un importante papel al interferir en la pedogénesis.

Al proceso de reptaje, que se materializa en una carpeta de detritos y ocasionalmente en conos de deyección, se suman frecuentes deslizamientos planares y rotacionales, caídas de rocas y *debris flows*, si bien en todos los casos se trata de movimientos de pequeñas dimensiones. Los primeros afectan básicamente a los afloramientos rocosos (generalmente debilitados por la acción previa de los hielos) y a los depósitos morénicos. Los flujos densos, principalmente los *debris flows* se asocian a la acción fluvial en los abanicos aluviales y conos de deyección

### 3.5. MEDIO BIÓTICO

#### **Vegetación**

El área se ubica en la zona de transición (ecotono) entre el Distrito del Bosque Caducifolio de la Provincia Subantártica, en el Dominio Subantártico de la Región Antártica (Cabrera y Willink, 1980; Cabrera, 1994) y el Distrito Patagónico Occidental de la Provincia Patagónica. Los rasgos fitogeográficos principales han sido tomados de Dimitri (1982), Correa (1984) y Movia (1983). A este distrito lo caracterizan dos especies de *Nothofagus* de hoja caduca, *Nothofagus antarctica* (Ñire) y *Nothofagus pumilio* (Lenga) y en la porción septentrional *Austrocedrus chilensis* (Ciprés). Estas especies pueden formar bosques mixtos o bien predominar una de ellas. Otros árboles de importancia son *Lomatia hirsuta* (Radal), *Schinus patagonicus* (Laura) y *Maytenus boaria* (Maitén), entre otros. En el interior de estos bosques crecen algunos arbustos, diversas especies de *Berberis* y numerosas hierbas como *Alstroemeria aurantica*, *Mutisia decurrens*, *Mutisia spinosa*, *Anemone multifida*, etc. Limita al este con el Distrito Patagónico Occidental de la Provincia Patagónica, la que forma una estrecha faja en la parte occidental de la Provincia del Neuquén y tiene estepas de *Mulinum spinosum*, *Nassauvia axillaris*, etc., o bien estepas herbáceas de *Stipa sp.*, *Poa sp.* y *Festuca sp.*, entre otras.

En el área pueden observarse distintas asociaciones vegetales:

En las zonas bajas y planas se observan pastizales muy empobrecidos por la actividad ganadero-pastoril y las quemadas asociadas a la misma, con una alta presencia de *Mulinum spinosum* (*Neneo*),



**Foto:** Vista de la pendiente oriental del río Chimehuin, frente a la población. Se observan afloramientos rocosos y pequeñas cárcavas (área de futura expansión urbana).



**Foto:** Parte de la población de Junín de los Andes desde la ribera oriental del río Chimehuin.



**Foto:** Mallín localizado en un pequeño cañadón ubicado al oeste de la población. Aquí se estudió un perfil de suelo (Mallín forestación).



**Foto:** Terraza glacifluvial en Jardines del Chimehuin. Nótese la presencia de sectores "amallinados", lo que evidencia nivel freático próximo a la superficie.

*Stipa speciosa* (Coirón amargo), *S. humilis*, *Acaena pinnatifida*, *A. ovalifolia* y *Sisyrinchium junceum*, *Cortaderia araucana*, *Loasa acnthifolia*, *Calceolaria sp.*, entre otras.

En zonas más altas se encuentran pastizales de *Festuca pallescens* y en lugares más húmedos praderas de gramíneas, ciperáceas y juncáceas con presencia de *Taraxacum officinalis*, *Trifolium repens* y *Carex subantática*, las que suelen estar acompañadas de arbustos como *Escallonia virgata*, *E. rubra*, *Ribes magellanicum*, *R. cucullatum* y *Myoschilos oblongum*, entre otros. Estas zonas también reflejan una historia de sobrepastoreo crónico.

Los pastizales en general presentan de baja a media cobertura de arbustos, tales como *Schinus patagónicus*, *Colletia spinossisima*, *Discaria trinervis*, *D. chacaye*, *Adesmia boronioides*, *A. trijuga*, *Senecio sp.*, *Baccharis sp.*, *Berberis sp.*, *Rosa eglanteria*, entre otras.

Como especies exóticas se observan Álamos (*Populus sp.*), Sauces (*Salix sp.*) y Pinos (*Pinus contorta* y *Pinus ponderosa*, entre otros), de estos últimos algunos plantados por el hombre y otros producto de la regeneración natural de plantaciones colindantes al área. En algunos sectores se observan ejemplares añosos de Manzano (*Malus sp.*), Álamo (*Populus nigra*) especialmente en zonas que muy probablemente hayan sido puestos viejos.

En las lomas de tipo «morena» hay arbustos bajos de *Maytenus chubutenisis*, *Schinus patagónicus*, *Colletia spinossisima*, *Discaria trinervis*, *Discaria chacaye*, *Mulinum spinosum*, *Adesmia boronioides*, *Adesmia trijuga*, *Ephedra frustillata* y algunos ejemplares de *Lomatia hirsuta*, *Embothrium coccineum* y *Austrocedrus chilensis* de muy bajo porte. El estrato herbáceo está representado por *Stipa sp.*, *Acaena pinnatifida*, *A. ovalifolia*, *Sisyrinchium junceum*, *Loasa acnthifolia*, *Calceolaria sp.*, *Senecio sp.*, *Baccharis sp.*, *Mutisia decurrens*, *M. spinosa*, *Anemone multifida*, entre otras.

En los bordes de arroyos, ríos y cañadones se presenta el bosque en galería, formado por *Schinus patagónicus*, *Colletia spinossisima*, *Discaria trinervis*, *Discaria chacaye*, *Maytenus boaria*, *Nothofagus antarctica*, *Austrocedrus chilensis*, *Lomatia hirsuta*, *Escallonia virgata*, *Escallonia rubra*, *Ribes magellanicum*, *Ribes cucullatum* y *Myoschilos oblongum*.

Finalmente, hacia el oeste de la zona estudiada y en las laderas de las montañas, se hallan masas boscosas, en general de alta densidad y cobertura, las que varían su composición según su exposición solar, integrados por *Austrocedrus chilensis*,

*Lomatia hirsuta* y *Nothofagus antarctica*, acompañados principalmente por *Embothrium coccineum*, *Maytenus boaria*, *Discaria trinervis* y *Discaria chacaye*. El estrato herbáceo y arbustivo varía en su composición y cobertura en función de la densidad del bosque. Finalmente debe destacarse la existencia de importantes superficies ocupadas por forestaciones de pinos, las que se encuentran en diferentes estadios de crecimiento.

## Fauna

Respecto a la fauna se han considerado los trabajos de Cabrera y Willink (1980), Del Valle y Núñez (1990) y Narosky e Izurreta (2003). Entre los mamíferos mayores se presenta el puma, (*Puma concolor*), los zorros (*Lycalopex gymnocercus* y *Lycalopex culpeus*), el ciervo (*Cervus elaphus*)\*, el jabalí (*Sus scrofa*)\* y el visón (*Mustela visón*)\*. También se observan el hurón (*Galictius cuja*), algunos murciélagos (*Histiotus sp.*, *Lacyurus varius*, *Myotis chilensis*), numerosos roedores Sigmodontinos (roedores de campo) como *Phyllotis xanthopyga*, *Reithrodon auritus*, *Irenomys tarsalis*, *Abrothrix longipilis*, *A. olivaceus* y *Oligorizomys longicaudatus*, entre otros. Se presentan liebres (*Lepus capense*)\* y conejos (*Oryctolagus cuniculus*)\*, los que constituyen en algunos lugares los animales predominantes, en todos los casos designados con \* se trata de especies exóticas de la zona.

Hay numerosas aves, entre las que se pudieron observar e carancho (*Polyborus plancus*), chimango (*Milvago chimango*), chingolo (*Zonotrichia capensis*), palomas (*Zenaida auriculata*, *Columba araucana*), loica (*Sturnella loica*), pájaro carpintero (*Colaptes pitiús*, *Picoides lignarius*), martín pescador (*Ceryle torquata*), cauquén (*Cloephaga spp.*), bandurria (*Theristicus melanopsis*) y cachaña (*Enicognathus ferrugineus*), entre otros.

No pudieron ser observados Reptiles aunque es altamente probable que se presenten varias lagartijas de los géneros *Liolaemus* y *Diplolaemus* y entre los batracios el sapito vaquero (*Rhinoderma Darwini*), que es endémico, el sapito arriero (*Eupsophus roseus*), y el sapito de cuatro ojos (*Pleurodema bibroni*), además de especies de los géneros *Hylorina*, *Batrachyla* y *Bufo*.

A partir de la introducción de los salmónidos en la zona, los ambientes acuáticos están poblados principalmente por la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), la trucha marrón (*Salmo trutta*), el salmón encerrado (*Salmo salar sebago*) y la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*). También puede encontrarse percas (*Percichthys spp.*) y en forma menos probable púyense (*Galaxias spp.*), otuno (*Diplomystes viedmensisi*) y otros peces menores.



**Foto:** Lateral del valle y pendiente aluvio-coluvial, inmediatamente al oeste de la población. Posible zona de arranque de deslizamiento en la Fm. Chimehuin. Obsérvese la activa erosión en la pendiente rocosa desprovista de suelo y vegetación.



**Foto:** Vista de Junín de los Andes en el valle del río Chimehuin.

### 3.6. SUELOS

Los suelos reconocidos pertenecen básicamente a cuatro Órdenes (USDA, 1999 y 2006): Andisoles, Molisoles, Entisoles e Inceptisoles. Los suelos de Neuquén fueron estudiados por Ferrer *et al.* (1990 y 2006) e INTA (1989) quienes consideraron las propiedades, génesis y distribución de los suelos en toda la provincia, mientras Laya (1969) y Ferrer *et al.* (1999) realizaron investigaciones más pormenorizadas en un ambiente semejante en la zona comprendida entre Junín y San Martín de los Andes y en el valle de Traful respectivamente.

Los suelos de la zona en general poseen perfiles poco desarrollados y diferenciados, con un horizonte diagnóstico (salvo los Entisoles, menos evolucionados y asociados a sectores más inestables del paisaje) de tipo mólico. Otro rasgo común es la textura gruesa a medianamente gruesa de la mayor parte de los suelos. Se ha corroborado la existencia de una secuencia edáfica oeste-este, en la cual los procesos de alteración de cenizas (andosolización) se atenúan hacia el este, así como las propiedades ándicas tales como retención hídrica, retención de fosfatos, índices de cargas variables y pH en NaF (test de amorfos), como consecuencia de un clima progresivamente más seco. Estas variaciones explican el pasaje de oeste a este, de Andisoles (Hapludands) a Molisoles (Haploxeroles). La incorporación de la materia orgánica es preferentemente subsuperficial (efecto rizófera) y su transformación en humus ha generado el oscurecimiento de los epipedones (melanización).

En el Mapa de Suelos se han diferenciado 6 unidades cartográficas, cuya composición taxonómica

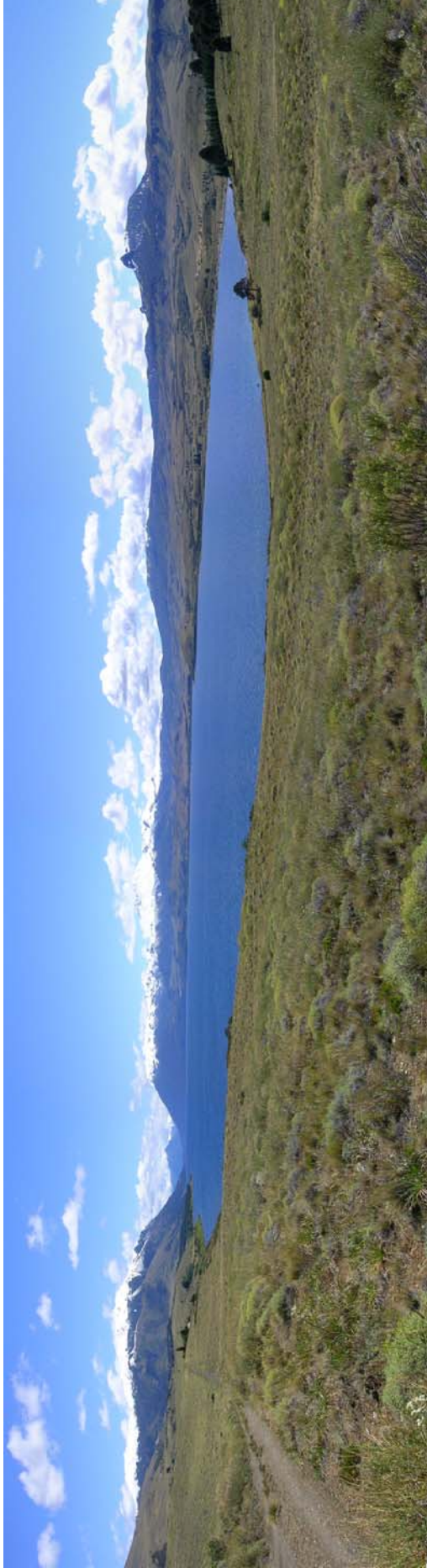
se observa en la tabla 4 y los factores de formación de los mismos se resumen en la tabla 5. En la tabla 6 se ve la distribución de los suelos según unidad geomórfica. Las unidades cartográficas diferenciadas son:

Orden	Suborden	Gran Grupo
Entisoles	Acuentes	Endoacuentes
	Fluventes	Torrifluventes
		Xerofluventes
	Ortentes	Torriortentes
		Xerortentes
	Psamentes	Torripsamentes
		Xeropsamentes
	Andisoles	Acuands
Vitrands		Udivitrands
Xerands		Haploxerands
		Vitrixerands
Udands		Hapludands
		Fulvudands
Histosoles	Fibristes	Medifibristes
Inceptisoles	Umbreptes	Haplumbreptes
Molisoles	Acuoles	Endoacuoles
	Udoles	Hapludoles
	Xeroles	Argixeroles
		Haploxeroles

**Tabla 4:** Taxonomía de los principales suelos en la región. (Elaboración propia)

UNIDAD GEOMÓRFICA	SUELOS PRESENTES
Terrazas glacifluviales	Haploxerands típicos Haploxeroles énticos Haplumbreptes ándicos y mólicos Endoacuands hísticos
Morenas	Haploxerands húmicos y típicos Haploxeroles énticos y típicos Haplumbreptes mólicos y ándicos
Abanicos aluviales	Endoacuoles típicos Endoacuands típicos Xerortentes típicos Haploxeroles énticos (fases gravillosas)
Terrazas y planicies aluviales	Xerortentes típicos y mólicos Xerofluventes típicos (fase gravillosa) Endoacueptes típicos Haploxeroles ácuicos
Relieve poligenético en rocas terciarias y en basaltos	Xerortentes mólicos y ándicos Haploxerands vítricos Udivitrands típicos Argixeroles típicos Haploxeroles típicos Asomos rocosos

**Tabla 5:** Principales suelos según Unidades geomórficas. (Elaboración propia)



**Foto:** Lago Huechulafuquen. Se observa las lomas morénicas que lo marginan



**Foto:** Vista de Junín de los Andes, en primer plano la zona de Jardines de Chimehuín. Nótese la presencia de cárcavas desde el lateral del valle.

- Unidad cartográfica 1: suelos aluviales de terrazas y planicies aluviales
- Unidad cartográfica 2: suelos de depósitos glacia-rios
- Unidad cartográfica 3: suelos de las planicies es-structurales
- Unidad cartográfica 4: suelos poco desarrollados en sedimentitas, piroclastitas y volcanitas neóge-nas
- Unidad cartográfica 5: suelos de pendientes aluvio-columviales y de bajadas
- Unidad cartográfica 6: suelos hidromórficos de mallines (bajos)

Independientemente de la asignación taxonómica que se realice, los suelos de la región se caracteri-zan por poseer perfiles simples, en general A1-C o a lo sumo, A1-AC-C con escaso contraste morfo-lógico, salvo en contados casos. Asimismo, casi siem-pre se encuentran bien drenados y tienen estructura poco desarrollada lo que puede deberse a la natura-leza de los materiales originarios, ya sean cenizas,

Principales características		Zona andina	Zona de transición (Sector de Junín de los Andes)	Inicio de la zona extraandina
Factores pedogenéticos	Precipitación (mm)	Más de 1500	Alrededor de 800	Menos de 750
	T. media anual (°C)	Menos de 8	9	10 – 11
	vegetación zonal	Bosque denso a semidenso	Ecotono bosque - estepa	Estepa herbáceo - arbustiva
	geoformas principales	Paisaje de erosión-acumulación glaciaria	Morenas, planicies glaci-fluviales y terrazas	Pedimentos y geoformas fluviales
	altitud (m.s.n.m)	1400-1000	900-800	Menos de 700
Principales suelos	materiales originarios	Ceniza, lapilli y till	Ceniza, gravas y arenas glaci-fluviales	Gravas y arenas fluviales, arenas eólicas
		Udivitrands típicos Hapludands típicos	Haploxerands húmicos Hapludands típicos Haploxeroles énticos	Haploxeroles típicos Xerortentes típicos Haploxeralfes típicos
Principales propiedades	Perfil representativo	O1-O2-A1-AC-C	A1-AC-C	A1-AC-C ó A1-Bt-BC-Ck
	Régimen de humedad	Údico	Xérico	Xérico - Arídico
	Régimen de emperatura	Críico - Mésico	Mésico	Mésico
	Materia orgánica (%)	Más de 24	4 a 2	2 o menor
	pH en agua	5,2	5,9	6,9
	pH en KCl	4,7	5,6	-
	Propiedades ándicas	Muy manifiestas	Atenuadas a muy atenuadas	Ausentes
	Suma de cationes bivalentes (Ca + Mg, en meq/100g)	1,9 - 2,5	Haploxerands 2,2 - 3,7 Haploxeroles 5,1 - 6,0	Argixerol 14 - 24

**Tabla 6:** Factores y propiedades de los suelos del valle del río Chimehuin en las cercanías de Junín de los Andes en relación con áreas vecinas. (Elaboración propia)

depósitos fluviales y glacifluviales, todos ellos texturalmente gruesos. Los tenores de materia orgánica son comparativamente altos debidos a la naturaleza de la vegetación y los valores de pH son ligeramente ácidos como consecuencia del régimen de humedad que domina en la zona de estudio. En el caso de los Andisoles y Molisoles sólo poseen un horizonte diagnóstico (mólico) moderadamente desaturado.

El resultado de la activa morfodinámica (principalmente la remoción en masa y el proceso fluvial) ha sido entonces el de una generalizada inestabilidad de las pendientes, esencialmente aquellas rocas, que ha tenido un importante papel al interferir en la pedogénesis. Asimismo, el conocimiento de estos materiales piroclásticos post glaciales resulta imprescindible para el entendimiento de la génesis de los suelos andino-patagónicos, así como para su manejo y conservación. La variedad de las rocas pre-cuaternarias en la región, principalmente en lo concerniente a su composición químico-mineralógica (desde términos ácidos a básicos) habría dado lugar a una más amplia variedad taxonómica de suelos que la observada en la actualidad. Ello se atribuye a la cubierta casi continua, aunque con espesores variables, de los piroclastos post glaciales.

Dentro de los Andisoles, según el grado de preservación del vidrio volcánico es posible diferenciar Udivitrands y Hapludands, así como suelos transicionales a un régimen xérico (Haploxerands). En todos los casos se trata de suelos de moderado a bajo grado de desarrollo, perfiles simples y frecuentes discontinuidades litológicas. En las zonas de menor pendiente y vegetación mixta o directamente de tipo estepa herbácea, aparecen los Molisoles, principalmente Haploxeroles y Hapludoles ándicos, cumúlicos, énticos y típicos, mientras que en las zonas anegadizas se hallan Acuoles y Acuands. Por último, en las zonas geomorfológicamente más inestables y más elevadas, se encuentran Inceptisoles (Distruptes ándicos) y Entisoles.

En el área de estudio se ha corroborado una secuencia edáfica oeste-este. Estas variaciones se aprecian en la tabla 6, en particular una decreciente andosolización hacia el naciente. La mayor presencia de minerales amorfos se infiere por los valores más elevados del pH en NaF en los suelos del tramo occidental. Otra propiedad que sugiere un gradiente de la allofanización es la retención hídrica con valores mayores para los Andisoles en comparación con los Molisoles. La retención de fosfatos como propiedad ándica en este caso no resulta tan evidente. Ello puede atribuirse a la elevada participación de la fracción arena (promedio 75%) en la composición de las tefras, lo cual interfiere en la determinación

en laboratorio de esa propiedad. Por lo expuesto puede afirmarse que el tramo medio del valle del río Chimehuin representa el extremo más oriental del dominio de los Andisoles, si bien con propiedades ándicas muy atenuadas.

Las características heredadas de los suelos de la comarca son atribuibles principalmente a procesos geológico-geomórficos. Tal situación se evidencia por ejemplo en dos características: la granulometría y la configuración espacial del suelo. Así, por ejemplo, el predominio de texturas gruesas en los Andisoles se adjudica a la participación en su material originario de tefras en las que prevalece el lote de partículas comprendidas entre 0,06 a 2 mm de diámetro.

Otro caso de texturas gruesas es el que exhiben los Entisoles arenosos (Psamentes) están vinculadas a acciones eólicas que se manifiestan como médanos sobreyaciendo en forma de mantos discontinuos, o como «dunas enanas» a los piroclastos holocénicos no consolidados. La presencia de fragmentos gruesos, partículas superiores a 2 mm de diámetro en el sustrato de los suelos estudiados, está representada por los eyectos volcánicos de tamaño lapilli que subyacen a las cenizas volcánicas. Otra situación de fragmentos gruesos de variada procedencia (intrusiva, metamórfica y basáltica) es la que integra el manto de till como sustrato, principalmente de Molisoles y Entisoles o bien como cubierta detrítica de los suelos asociados a los abanicos aluviales y a las morenas. En estas últimas geoformas la cobertura detrítica es mayor en su flanco occidental que en el oriental. En algunos casos los arcos morénicos exhiben una verdadera «coraza» con participación de clastos que suelen superar los 25 cm de diámetro (pedregosidad alta en sentido pedológico).

Otra característica predominantemente heredada es la configuración o geometría de los cuerpos suelo, en la que el modelado geomórfico ha contribuido decididamente. Así, los procesos glacifluviales y fluviales han conferido al paisaje sectores planos: planicies glacifluviales y terrazas en las que prevalecen Haploxerands y Haploxeroles. Otro caso es el de los Xeropsamentes típicos que integran un paisaje ondulado en la unidad geomórfica Dunas sobreyaciendo a la planicie lacustre, o bien forman abanicos convexos y levemente disectados (abanicos aluviales).

Dentro de las propiedades adquiridas, o sea aquellas desarrolladas a partir del accionar de los procesos pedogenéticos, se destaca el proceso de humificación es decir la transformación de los aportes por mantillo en presencia de bosque, o bien por

contribuciones de la necromasa en pie y particularmente por la descomposición de los sistemas radiculares de la estepa herbáceo-arbustiva. Estos últimos procesos serían los dominantes en el valle del río Meliquina, dado que prevalece esta última formación vegetal y el resultado es que los tenores en materia orgánica varían entre 4% y 2% para los primeros 50 cm de profundidad. También asociado a la humificación se encuentra el proceso de melanización, en el cual las partículas minerales se oscurecen por el recubrimiento por compuestos húmicos, de allí que la mayoría de los suelos poseen value y chroma muy bajos en términos de la tabla de colores Munsell.

El otro proceso de particular importancia es el de la andosolización. La presencia de los materiales cineríticos y un régimen climático húmedo favoreció su rápida alteración (andosolización o alofanización), generando una suerte de «endemismo pedológico para los Andeptes» (Ferrer, 1981). Este hecho ha sido reafirmado y constatado por Marcolin *et al.* (1988), quienes agregaron que fue un factor que favoreció la adaptabilidad del bosque de *Nothofagus*, su desarrollo y su perdurabilidad, debido a la elevada capacidad de almacenamiento hídrico de las cenizas, aumentan-

do la retención de la oferta pluvio-nival invernal. A su vez, el bosque protege a estos depósitos evitando o disminuyendo la erosión de los mismos.

Las tefras guardan una dispar disposición en el paisaje. En el extremo occidental, la cobertura es más potente (más de 2 m), mientras que hacia el este disminuye considerablemente el espesor, pudiendo incluso estar ausente. Esta irregular disposición guarda estrecha relación con la distribución de las formaciones vegetales, así, al oeste, el bosque y el sotobosque han actuado como trampa, reteniendo las tefras y preservándolas de la erosión. Al este, la presencia de una vegetación de estepa herbáceo-arbustiva y a veces rala y bosque muy abierto de ciprés (carente de sotobosque), ha resultado en una mayor erosión de estos materiales y su mezcla con detritos eólicos, fluviales y coluviales. Asimismo, el mayor grado de pedogénesis existente al oeste (debido a la mayor disponibilidad hídrica) también se ha materializado en una mayor protección de los materiales piroclásticos inhibiendo hasta cierto punto la erosión.

La presencia de un régimen eminentemente endopercolativo y la existencia de un moderado excedente hídrico han determinado un importante gra-

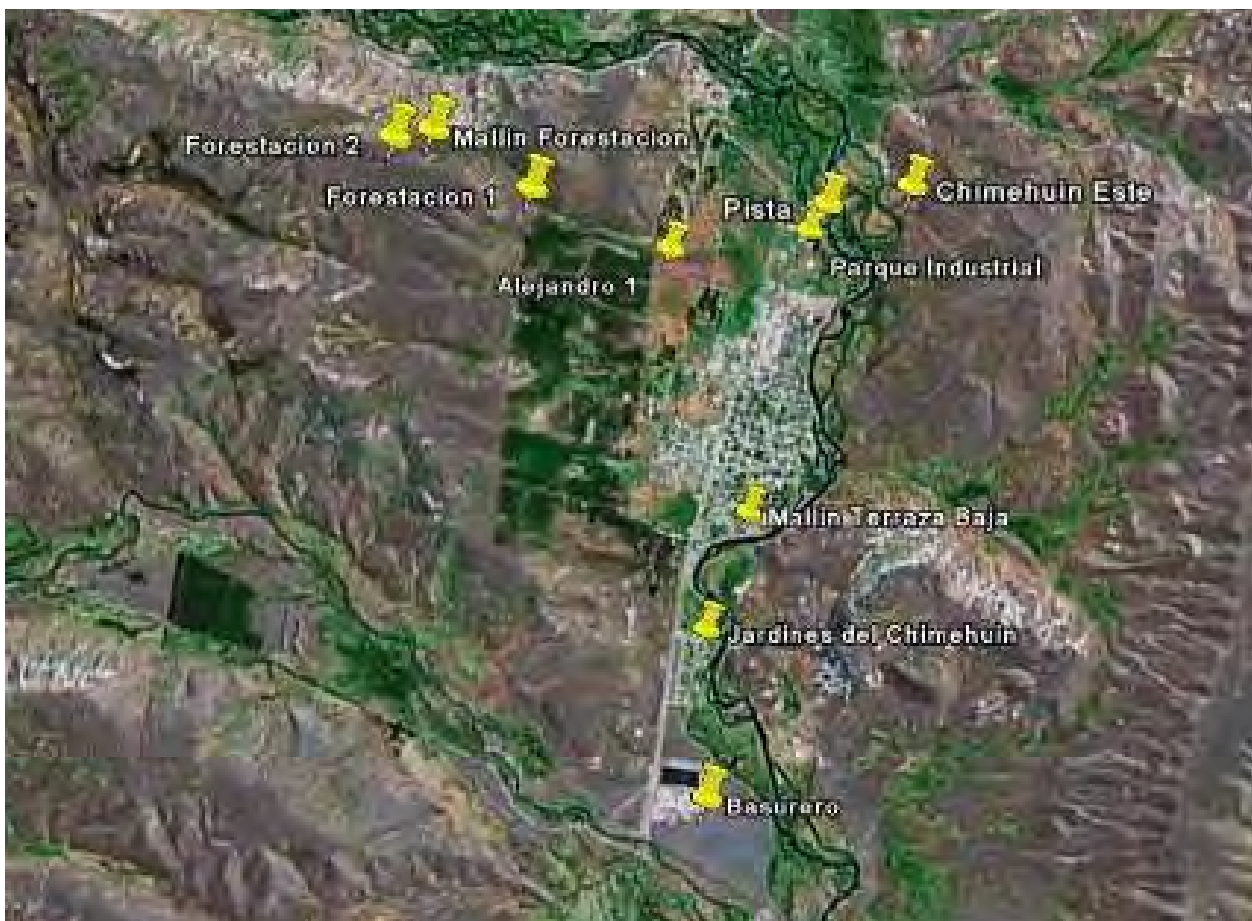


Figura 4: Localización de los sitios de muestreo de suelos

do de lixiviación. Sin embargo, la naturaleza del material originario combinado con este régimen hídrico no ha facilitado la argiluvación y consiguiente formación de horizontes argílicos, salvo en la situación en la que, debido a la ocurrencia cercana de basaltos, la disponibilidad de arcillas es algo mayor. En esta situación, verificada en la margen oriental del río Chimehuin, frente a la población, se observa un horizonte Bt moderadamente bien desarrollado, si bien poco potente.

El factor relieve aparece como importante en la diferenciación de los suelos a nivel Subgrupo, por ejemplo, generando la presencia de subgrupos líticos y ácuicos. La distribución de los suelos en esta área se halla claramente influenciada, también por la intensidad y variación en el tiempo y en espacio de los procesos morfogenéticos. Tal como se ha mencionado, el espesor de las tefras holocénicas no suele superar el metro, en contraposición con los 4 a 7 m de espesor en la zona de los «7 lagos». Por ello los suelos no son profundos y su sustrato suele ser till, depósitos glaciales, capas de escoria e incluso varves.

A modo de conclusión parcial, el predominio de Andisoles y de subgrupos énticos, evidencia la

dominante participación de las cenizas volcánicas post glaciales y en segundo lugar, lo reciente de su depositación (Holoceno). La existencia de varios eventos de caída de cenizas aún en tiempos recientes, ha resultado en un permanente «rejuvenecimiento» de los suelos. Estos hechos se registran por haberse constatado la presencia de una delgada capa de ceniza muy superficial fresca y por el creciente grado de alteración de los piroclastos en profundidad. Finalmente, otros aspectos importantes en la génesis de los suelos de la región han sido las oscilaciones climáticas holocenas, en particular durante el neoglacial. La morfogénesis del sector abarcado en este trabajo es comparativamente importante, por lo que la existencia de largos períodos de estabilidad, necesarios para el desarrollo de los suelos, no ha sido frecuente para la región. El factor relieve aparece como importante en la diferenciación de suelos a nivel Subgrupo (líticos y ácuicos).

A continuación se transcriben las características morfológicas y los datos analíticos de los suelos descriptos en la zona para el presente estudio. En la figura HH se observa la ubicación de las calicatas realizadas.

**PERFIL CHIMEHUIN ESTE**

<b>Ubicación:</b>	39° 55' 45,4" S - 71° 03' 13,3" O Margen este del río Chimehuin
<b>Clima:</b>	Mésico / Xérico
<b>Geomorfología:</b>	Pendiente aluvio-coluval
<b>Vegetación:</b>	Estepa de gramíneas (Coirón)
<b>Material parental:</b>	Arenas eólicas y coluvio sobre basaltos Moderadamente bien drenada, anegamiento raro. Erosión laminar y en surcos moderada. Argixerol ándico

**Descripción de horizontes**

A: 0-20 cm.	Color en seco 10 YR 4/2. Castaño grisáceo oscuro. Textura franco-arenosa. Estructura migajosa a bloques angulares gruesos débiles. Abundantes raíces. Límite claro.
Bt: 20-60 cm.	Color en seco 7,5 YR 4/6. Castaño oscuro. Textura franco-arenosa. Estructura en prismas gruesos moderados, con abundantes cutanes (argilanes). Escasas raíces. Límite gradual.
BC: >60 cm.	Color en seco 10 YR 4/6. Castaño amarillento oscuro. Textura franca. Estructura en bloques medios débiles. Escasos cutanes. Presencia de carbonatos.

**Clasificación:** Argixerol típico

**DATOS ANALÍTICOS**

		N° de Muestra	2504	2505	2506
%	Mat. Org.		2.66	1.03	4.03
	C. Org.		1.55	0.6	2.34
	Nitrógeno				
%	Arcilla		7.3	12.1	17.0
	Limo		46.1	51.1	53.5
	Arena		46.6	36.8	29.5
	Clase textural		fA	Fl	fl
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.		64	82	65
	PH pasta		6.34	6.19	6.22
	PH FNa	2'		8.06	
		60'		9.21	
dS/m	Conduct. eléct.		0.30	0.19	0.15
Meq/100 gr	Ca <sup>+2</sup>		8.95	15.0	13.95
	Mg <sup>+2</sup>		1.74	9.41	13.12
	Na <sup>+1</sup>		0.26	0.31	0.35
	K <sup>+1</sup>		1.20	0.26	1.02
	C.I.C				
%	Agua a 0.3 atm		15.8	22.3	25.3
	Agua a 15 atm				
	Agua útil				



**Foto:** Depósitos glacifluviales con cobertura de tetras edafizadas (Basurero actual).



**Foto:** Perfil Chimehuín Este. Ubicación: 39° 55' 45,4" S - 71° 03' 13,3" W

**PERFIL ALEJANDRO 1°**

<b>Ubicación:</b>	39° 56' 04,0" S - 71° 04' 54,5" O Camino hacia el oeste desde el Hotel Alejandro 1°
<b>Clima:</b>	Mésico / Xérico
<b>Geomorfología:</b>	Abanicos aluviales y pendientes aluvio-columial
<b>Vegetación:</b>	Estepa de gramíneas
<b>Material parental:</b>	Arenas eólicas, depósitos aluviales finos e importante participación de tefras Moderadamente bien drenada, anegamiento raro. Erosión laminar y en surcos baja

**Descripción de horizontes**

A1: 0-26 cm.	Color (h) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro. Textura franco-arenosa. Estructura bloques angulares gruesos débiles. Abundantes raíces. Límite gradual.
A2: 26-40 cm.	Color (s) 10 YR 4/2. Castaño grisáceo oscuro. Textura franco-arenosa. Estructura bloques angulares gruesos débiles. Abundantes raíces. Límite gradual.
2A: 40-80 cm.	Color (h) 10 YR 3/1. Gris muy oscuro. Textura franco-arenosa. Estructura bloques medios angulares débiles. Escasas raíces. Límite gradual.
2BA: 80-105 cm.	Color (h) 10 YR 3/1. Gris muy oscuro. Textura franco-arenosa. Estructura bloques subangulares medios fuertes. Límite gradual.
2Bw: 105-140 cm.	Color (h) 10 YR 3/4. Castaño amarillento oscuro. Textura areno-franca. Bloques subangulares medios fuertes. Límite difuso.
2BC: >140 cm.	Color (h) 10 YR 3/3. Textura areno-franca. Bloques angulares medios débiles.

**Clasificación:** Haploxerol ándico

**DATOS ANALÍTICOS**

	N° de Muestra	2495	2496	2497	2498	2499	2500	
%	Mat. Org.	3.90	2.32	2.94	1.77	0.75	0.82	
	C Org.	2.27	1.35	1.71	1.03	0.44	0.48	
	Nitrógeno	0,23	0,14					
%	Arcilla	7.3	7.3	7.3	4.9	4.9	7.3	
	Limo	48.6	43.7	46.1	44.3	34.0	36.4	
	Arena	44.1	49.0	46.6	50.8	61.1	56.3	
	Clase textural	fA	FA	fA	fA	fA	fA	
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.	56	67	69	73	76	68	
	PH pasta	6.16	6.39	6.32	6.72	6.77	6.97	
	PH FNa	2'	7,67	7,94	8,42	8.27	8.38	8.26
		60'	7,89	8,32	9,04	9.42	9.55	9.63
dS/m	Conduct. electr.	0.17	0.13	0.14	0.11	0.09	0.09	
Meq/100 gr	Ca <sup>+2</sup>	4.79	5.42	5.10	5.62	4.79	5.42	
	Mg <sup>+2</sup>	2.0	2.29	3.32	1.08	2.98	4.67	
	Na <sup>+1</sup>	0.22	0.31	0.26	0.26	0.33	0.43	
	K <sup>+1</sup>	1.20	1.94	1.63	1.63	1.63	1.53	
	C.I.C	8,7	9,6	10,7	12,4	11,7	13,6	
%	Agua a 0.3 atm	13.6	14.5	10.1	10.6	13.3	16.2	
	Agua a 15 atm	6,8	6,7	3,8	5,2	7,2	7,7	
	Agua útil							



Foto: Perfil Alejandro 1° Ubicación: 39° 56' 04,0" S - 71° 04' 54,5" W



Foto: Perfil Basurero Ubicación: 39° 59' 02,0" S - 71° 04' 41,4" W

**PERFIL FORESTACIÓN 1**

<b>Ubicación:</b>	39° 55' 47,2" S - 71° 05' 51,6" O Camino hacia el oeste, por la estancia San Jorge, aguas arriba de la población
<b>Clima:</b>	Mésico / Xérico
<b>Geomorfología:</b>	Pendiente aluvio - coluvial
<b>Vegetación:</b>	Estepa herbácea y Forestación
<b>Material parental:</b>	Tefras y arenas eólicas sobre la Fm. Chimehuin
<b>Pendiente:</b>	12%. Bien drenada, anegamiento raro. Erosión laminar y en surcos moderada

**Descripción de horizontes**

A1: 0-25 cm.	Color (s) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro. Textura areno-franca. Estructura bloques subangulares medios moderados, Abundantes raíces. Límite gradual.
A2: 25-33 cm.	Color (s) 10 YR 3/1. Gris muy oscuro. Textura areno-franca Estructura en bloques angulares, medios débiles. Escasas raíces. Tefras escasas. Límite claro.
Bw: 33-60 cm.	Color (s) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro Textura areno-franca Estructura en bloques angulares medios moderados. Tefras escasas. Límite gradual.
BC: >60 cm.	Color (s) 10 YR 3/4. Castaño amarillento oscuro Textura areno-franca Estructura masiva. Tefras abundantes.

**Clasificación:** Haploxerol ándico

**DATOS ANALÍTICOS**

	N° de Muestra	2512	2513	2514	2525	
%	Mat. Org.	1.29	0.89	0.89	0.34	
	C Org.	0.75	0.52	0.52	0.58	
	Nitrógeno					
%	Arcilla	1.2	1.2	1.2	2.4	
	Limo	18.2	23.1	23.1	19.5	
	Arena	80.6	75.7	75.7	78.1	
	Clase textural	Af	Af	Af	Af	
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.	66	77	80	66	
	pH pasta	6.94	7.14	7.21	7.07	
	pH FNa	2'	7.99	8.47	8.61	7.92
		60'	9.29	9.83	9.94	9.18
dS/m	Conduct. electr.	0.12	0.12	0.09	0.10	
Mec/100 gr	Ca <sup>+2</sup>	5.10	5.53	7.86	6.25	
	Mg <sup>+2</sup>	1.18	1.92	1.96	0.42	
	Na <sup>+1</sup>	0.26	0.59	0.39	0.51	
	K <sup>+1</sup>	0.86	0.98	0.98	2.65	
	C.I.C					
%	Agua a 0.3 atm	8.1	9.2	11.4	6.4	
	Agua a 15 atm	4,5	4,7	5,3	3,7	
	Agua útil					



**Foto:** Perfil Forestación 1 Ubicación: 39° 55' 47,2" S - 71° 05' 51,6" W



**Foto:** Perfil Forestación 2. Ubicación: 39° 55' 32,6" S - 71° 06' 45,6" W

**PERFIL BASURERO**

Ubicación: 39° 59' 02,0" S - 71° 04' 41,4" O  
 Depósito de basura, sector sur del ejido

Clima: México / Xérico

Geomorfología: Terraza fluvial alta

Vegetación: Estepa de gramíneas

Material parental: Gravas glaciafluviales  
 Bien drenada, anegamiento raro. Erosión laminar y en surcos baja

**Descripción de horizontes**

A: 0-20 cm. Color (h) 10 YR 2/2. Castaño muy oscuro. Textura Areno-franca. Bloques subangulares medios débiles. Escasas raíces. Límite gradual.

AB: 20-40 cm. Color (h) 10 YR 2,5/2. Castaño muy oscuro Textura Areno-franca Bloques subangulares medios débiles. Escasa pedregosidad. Límite gradual.  
 Grisáceo muy oscuro Textura areno-franca Estructura en bloques angulares medios moderados. Tefras escasas. Límite gradual.

BC: >60 cm. Color (s) 10 YR 3/4. Castaño amarillento oscuro Textura areno-franca Estructura masiva. Tefras abundantes.

**Clasificación:** Haploxerol ándico

**DATOS ANALÍTICOS**

		N° de Muestra	2501	2502	2503
%	Mat. Org.		1.17	1.13	1.10
	C Org.		0.68	0.66	0.64
	Nitrógeno		0,08		
%	Arcilla		1.2	1.2	1.2
	Limo		23.1	18.2	25.5
	Arena		75.7	80.6	73.3
	Clase textural		Af	Af	Af
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.		67	78	88
	PH pasta		6.18	6.66	6.74
	PH FNa	2'	9.65	9.55	9.83
		60'	10.70	10.71	10.81
dS/m	Conduct. Electr..		0.10	0.11	0.08
Meq/100 gr	Ca <sup>+2</sup>		1.46	2.08	2.60
	Mg <sup>+2</sup>		0.16	0.86	1.39
	Na <sup>+1</sup>		0.18	0.18	0.20
	K <sup>+1</sup>		0.39	0.73	1.06
	C.I.C		9,6	8,8	12,4
%	Agua a 0.3 atm		8.2	10.1	14.0
	Agua a 15 atm		3,4	5,7	6,2
	Agua útil				



**Foto:** Perfil Mallín Forestación. Ubicación: 39° 55' 30,2" S - 71° 06' 25,2" W



**Foto:** Perfil Mallín Terraza Baja. Ubicación: 39° 57' 29,0" S - 71° 04' 22,4" W

## PERFIL FORESTACIÓN 2

Ubicación:	39° 55' 32,6" S - 71° 06' 45,6" O Camino hacia el oeste, por la estancia San Jorge, aguas arriba de la población
Clima:	Mésico / Xérico
Geomorfología:	Pendientes aluvio-coluviales y Morenas sobre tobas de la Fm. Chimehuin
Vegetación:	Estepa arbustiva - herbácea
Material parental:	Arena eólicas, tetras y coluvio fino Bien drenada, anegamiento raro. Erosión laminar y en surcos moderada

### Descripción de horizontes

A1: 0-35 cm.	Color (s) 10 YR 4/1. Gris oscuro. Textura areno-franca Estructura migajosa. Abundantes raíces. Límite claro.
A2: 35-50 cm.	Color (s) 10 YR 4/1. Gris oscuro Textura areno-franca Estructura en bloques subangulares medios moderados. Abundantes raíces. Límite claro.
Bw: 50-90 cm.	Color (s) 10 YR 3/3. Castaño oscuro. Textura franco-arenoso Estructura en bloques subangulares medios débiles. Escasas raíces. Límite gradual.
BC / C: >90 cm.	Color (s) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro Textura franco-arenoso. Estructura masiva. Escaso lapilli.

**Clasificación:** Haploxerands húmico

### DATOS ANALÍTICOS

	N° de Muestra	2515	2516	2517	2518	
%	Mat. Org.	1.84	2.49	1.70	2.63	
	C Org.	1.07	1.45	0.98	1.53	
	Nitrógeno					
%	Arcilla	1.2	1.2	1.2	1.2	
	Limo	13.4	15.8	32.8	37.7	
	Arena	85.4	83.0	66.0	61.1	
	Clase textural	A	Af	fA	FA	
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.	84	86	88	63	
	pH pasta	6.56	6.68	7.03	6.89	
	pH FNa	2'	8.80	9.16	10.32	10.61
		60'	10.34	10.42	11.16	11.42
dS/m	Conduct. eléct.	0.17	0.20	0.07	0.06	
Mec/100 gr	Ca <sup>+2</sup>	6.37	8.08	11.06	8.51	
	Mg <sup>+2</sup>	0.10	0.16	0.71	2.47	
	Na <sup>+1</sup>	0.22	0.18	0.22	0.20	
	K <sup>+1</sup>	0.98	0.77	0.96	1.00	
	C.I.C					
%	Agua a 0.3 atm	5.2	6.5	13.6	15.8	
	Agua a 15 atm	3,5	3,5	7,8	9,6	
	Agua útil					



Foto: Perfil Parque Industrial. Ubicación: 39° 55' 58,2" S - 71° 03' 56,0" W



Foto: Perfil Pista. Ubicación: 39° 55' 50,5" S - 71° 03' 48,4" W

## PERFIL MALLÍN FORESTACIÓN

<b>Ubicación:</b>	39° 55' 30,2" S - 71° 06' 25,2" O Cañadón entre la forestación aguas arriba de la población
<b>Clima:</b>	Mésico / Xérico
<b>Geomorfología:</b>	Planicie aluvial en cañadón y mallín
<b>Vegetación:</b>	Hidrófita y Chacay
<b>Material parental:</b>	Arenas y limos aluviales y tefras Pobremente drenada, Anegamiento frecuente. Erosión laminar y en surcos moderada

### Descripción de horizontes

A1: 0-25 cm.	Color (h) 10 YR 3/1. Gris muy oscuro. Textura franca. Estructura en bloques angulares gruesos moderados. Abundantes raíces. Límite claro.
AC: >25 cm.	Color (h) 10 YR 2/1. Negro. Textura franca. Estructura en bloques angulares gruesos moderados. Abundantes raíces. Abundantes moteados. Límite claro. A los 50 cm se encuentra la superficie freática.

**Clasificación:** Endoacuículo cúmulo

### DATOS ANALÍTICOS

		N° de Muestra	2507	2508
%	Mat. Org.		2.05	2.67
	C. Org.		1.19	1.55
	Nitrógeno			
%	Arcilla		9	4.9
	Limo		38.8	41.3
	Arena		56.3	53.8
	Clase textural		fA	fA
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.		46	65
	pH pasta		5.33	4.75
	pH FNa	2'		
		60'		
dS/m	Conduct. electr.		0.40	0.16
Mec/100 gr	Ca <sup>+2</sup>		1.67	2.50
	Mg <sup>+2</sup>		1.30	1.96
	Na <sup>+1</sup>		0.22	0.37
	K <sup>+1</sup>		0.82	0.31
	C.I.C			
%	Agua a 0.3 atm		30.8	22.7
	Agua a 15 atm			
	Agua útil			

**PERFIL PARQUE INDUSTRIAL**

<b>Ubicación:</b>	39° 55' 58,2" S - 71° 03' 56,0" O Terraza alta del Chimehuin, dentro del Parque Industrial.
<b>Clima:</b>	Mésico / Xérico
<b>Geomorfología:</b>	Terraza fluvial alta
<b>Vegetación:</b>	Estepa de gramíneas
<b>Material parental:</b>	Gravas y arenas glaciales y arenas eólicas Pobremente drenada. Anegamiento ocasional. Erosión laminar y en surcos baja

**Descripción de horizontes**

A1: 0-20 cm.	Color (s) 10 YR 4/1. Gris oscuro. Textura franca arenosa. Bloques subangulares gruesos moderados. Abundantes raíces. Límite claro.
A2: 20-50 cm.	Color (h) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro. Textura franca. Bloques subangulares gruesos moderados. Abundantes raíces. Límite claro.
BA: 50-78 cm.	Color (h) 10 YR 3/1. Gris muy oscuro. Textura franca. Bloques subangulares gruesos débiles. Abundantes raíces. Moteados abundantes. Escasas raíces. Límite claro.
Bt: 78-140 cm.	Color (h) 10 YR 3/3. Castaño oscuro. Textura franca. Estructura en prismas medios débiles que pasan a bloques. Abundantes Cutanes. Moteados abundantes. Pedregosidad baja. Límite claro.
2C: >140 cm.	Gravas fluviales. Moteados abundantes.

A los 150 cm se encuentra la superficie freática.

**Clasificación:** Haploxerol oxiácuico

**DATOS ANALÍTICOS**

	N° de Muestra	2519	2520	2521	2522
%	Mat. Org.	2.28	1.21	1.49	0.65
	C Org.	1.32	0.70	0.87	0.38
	Nitrógeno				
%	Arcilla	2.4	2.4	4.9	9.7
	Limo	26.8	31.6	31.5	46.2
	Arena	70.8	66.0	63.6	44.1
	Clase textural	fA	Fa	fA	F
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.	56	64	67	69
	pH pasta	6.50	7.78	7.35	6.89
	pH FNa	2'	8.27	8.68	8.32
			60'	9.75	9.71
dS/m	Conduct. eléct.	0.28	0.24	0.23	0.19
Meq/100 gr	Ca <sup>+2</sup>	6.79	8.91	10.63	14.02
	Mg <sup>+2</sup>	2.62	2.07	3.88	6.39
	Na <sup>+1</sup>	0.20	0.53	0.61	0.57
	K <sup>+1</sup>	1.63	1.94	0.92	0.51
	C.I.C				
%	Agua a 0.3 atm	6.0	12.5	16.8	22.1
	Agua a 15 atm	3,6	6,7	9,8	12,4
	Agua útil				

**PERFIL MALLÍN TERRAZA BAJA**

Ubicación:	39° 57' 29,0" S - 71° 04' 22,4" O Terraza baja del Chimehuin en la población
Clima:	Mésico / Xérico
Geomorfología:	Terraza fluvial baja (Mallín) Vegetación: hidrófilas y parches de estepa herbácea
Material parental:	Gravas y arenas fluviales y arenas eólicas Pobremente drenada, Anegamiento frecuente. Erosión laminar y en surcos moderada

**Descripción de horizontes**

A: 0-25 cm.	Color (h) 10 YR 2/1. Negro. Textura arenosa. Estructura en bloques angulares medios moderados. Abundantes raíces. Límite claro.
AC: 25-52 cm.	Color (h) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro. Textura areno-gravillosa. Estructura en bloques medios débiles. Escasas raíces. Abundantes moteados. Límite claro.
C: 52-70 cm.	Color (h) 10 YR 3/2. Castaño grisáceo muy oscuro. Textura gravillosa. Estructura en bloques gruesos débiles. Abundantes moteados. Límite claro.
2C: >70 cm.	Gravas fluviales. Abundantes moteados.

**Clasificación:** Haploxerol oxiácuico

**DATOS ANALÍTICOS**

		N° de Muestra	2509	2510	2511
%	Mat. Org.		2.25	0.82	0.27
	C. Org.		1.31	0.48	0.16
	Nitrógeno				
%	Arcilla			1.2	1.2
	Limo		38.9	10.9	10.9
	Arena		53.8	87.9	87.9
	Clase textural		FA	A	A
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.		78	76	72
	PH pasta		6.75	6.98	6.99
	PH FNa	2'	8.09	7.82	7.80
		60'	9.35	8.60	8.40
dS/m	Conduct. electr.		0.50	0.12	0.8
Meq/100 gr	Ca <sup>+2</sup>		10.63	7.22	9.35
	Mg <sup>+2</sup>		8.59	2.57	11.06
	Na <sup>+1</sup>		0.86	0.43	0.45
	K <sup>+1</sup>		0.10	0.37	0.59
	C.I.C				
%	Agua a 0.3 atm		11.9	6.5	
	Agua a 15 atm				
	Agua útil				

**PERFIL PISTA**

<b>Ubicación:</b>	39° 55' 50,5" S - 71° 03' 48,4" O Terraza baja del río Chimehuin, al final de la pista de carreras de caballos
<b>Clima:</b>	Mésico / Xérico
<b>Geomorfología:</b>	Terraza fluvial baja
<b>Vegetación:</b>	Estepa de gramíneas
<b>Material parental:</b>	Gravas y arenas fluviales y arenas eólicas Pobremente drenada, Anegamiento ocasional. Erosión laminar y en surcos baja

**Descripción de horizontes**

A: 0-20 cm.	Color (h) 10 YR 4/2. Castaño grisáceo oscuro. Textura franca. Estructura en bloques angulares gruesos débiles. Pedregosidad baja. Moteados. Abundantes raíces. Límite claro.
C: 20-35 cm.	Color (h) 10 YR 5/3. Castaño. Textura franca. Estructura granular gruesa moderada. Pedregosidad alta. Escasas raíces. Moteados abundantes. Límite claro.
2C: >35 cm.	Gravas fluviales con abundantes moteados rojos. A los 100 cm se encuentra la superficie freática.

**Clasificación:** Haploxerol ácuico

**DATOS ANALÍTICOS**

		N° de Muestra	2523	2524
%	Mat. Org.		2.49	1.49
	C Org.		1.45	0.87
	Nitrógeno			
%	Arcilla		7.3	9.7
	Limo		38.9	41.3
	Arena		53.8	49.0
	Clase textural		fA	f
%	PO <sub>4</sub> <sup>=</sup> ret.		46	48
	pH pasta		6.71	6.31
	pH FNa	2'		
		60'		
dS/m	Conduct. electr.		0.28	0.11
Mec/100 gr	Ca <sup>+2</sup>		5.21	5.21
	Mg <sup>+2</sup>		9.30	9.30
	Na <sup>+1</sup>		0.20	0.28
	K <sup>+1</sup>		3.15	3.20
	C.I.C			
%	Agua a 0.3 atm		15.7	16.7
	Agua a 15 atm		9,6	10,8
	Agua útil			

### 3.7. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUB-TERRÁNEA

#### Hidrología superficial

La zona estudiada se encuentra totalmente comprendida dentro de la cuenca del río Chimehuin, el cual, a su vez, forma parte de la cuenca del Collón Cura-Limay. Este curso tiene sus nacientes a 30 km de la ciudad de Junín de los Andes, en el lago Huechulafquen que, en conjunto con los lagos Paimún y Epulafquen, forman un complejo lacustre de gran extensión. Además, en la porción occidental se hallan los lagos Currhué Grande y Chico donde nace el río del mismo nombre y Lolog donde nace el río Quilquihue que, en conjunto, conforman un área lacustre total de 154 km<sup>2</sup>.

La cuenca del río Chimehuin está localizada entre los paralelos de latitud 39° 30' y 40° 15' S y entre los meridianos 70° 45' y 71° 45' O y abarca una superficie de 2649 km<sup>2</sup>. El río Chimehuin posee un régimen regulado naturalmente por el complejo lacustre mencionado anteriormente. A pesar de ello, el comportamiento del río en época de crecidas afecta áreas ribereñas de la localidad de Junín de los Andes, situación que se ha visto agravada por el crecimiento urbano.

El lago Paimún tiene como principal tributario al río homónimo, cuyas cabeceras se localizan en el faldeo occidental del volcán Lanín, en la laguna Carrilafquen y en el río Blanco. En el SE de este lago desemboca el arroyo Burriquete. Otros tributarios son los arroyos del Salto, Caquituco, Commonpulli, Ecufulé y Rime Co. Los dos lagos Epulafquen están unidos por un curso de 600 m de longitud que también tiene este nombre. Recibe a los arroyos Ocón y del Escorial (sector norte del portezuelo de Auquínco). A través de este curso se produce el desagüe del lago Currhué Grande en el lago Epulafquen. En este sector se observa que el lago Currhué Grande está desvinculado del Currhué Chico pese a encontrarse en el mismo valle glacial. En este caso las morenas que separan ambos cuerpos lacustres actúan como divisorias de aguas. El Currhué Chico desemboca en el río homónimo. Este curso, tras la afluencia de algunos tributarios menores y al arroyo Collón Co, confluye con el río Chimehuin al sur de Junín de los Andes.

El lago Huechulafquen se ubica a una cota cercana a los 900 m y si bien recibe numerosos tributarios, los mismos son de escaso desarrollo, salvo el caso del río Blanco o Hueyeltué, con más de 30 km de recorrido e importante caudal. Este curso drena parte de la sierra de Mamuil Malal y al sector sur del volcán Lanín. El lago Huechulafquen desagua

en el río Chimehuin. Finalmente, al sur del área estudiada y tras la afluencia del río Currhué, recibe al río Quilquihue, proveniente del lago Lolog, tras lo cual vuelve a torcer su rumbo hacia el este, hasta desembocar en el río Collón Cura.

El río Chimehuin tiene un régimen predominantemente pluvionival, presentando un período de aguas bajas en febrero, marzo y abril y dos épocas de crecientes; la primera, más importante, en invierno, en los meses de junio, julio y agosto en los que se producen los máximos eventos de precipitación; la segunda, en primavera, en los meses de septiembre, octubre y noviembre en los que se fusiona la nieve en la alta cordillera. Del análisis de los datos hidrográficos, se desprende que los caudales varían durante el año, notándose de manera clara las dos ondas de crecida correspondientes a las épocas mencionadas anteriormente, mientras que en el de precipitación pluvial se aprecia sólo el máximo coincidente con el primer período en el que aumenta el caudal.

La morfología del río es típica de los ríos de cordillera, discurre en partes encajonado, especialmente en el tramo previo al cambio de rumbo que presenta en la zona ubicada N de la localidad. Este brusco cambio puede deberse a una variación respecto al comportamiento del mismo en relación con la estructura geológica, pasando de un estilo transversal a uno paralelo, en este último caso N-S. El tramo considerado tiene una pendiente media de 1.8 0/00, que puede tomarse como moderada para la región.

El cauce principal del tramo en estudio está compuesto por bloques y gravas, moderadamente bien seleccionado con escasa presencia de partículas finas de limos y arcillas. En la planicie de inundación se encuentran árboles de porte mediano y alto, matorrales bajos y pastizales. El hábito es típicamente anastomosado, con frecuentes barras transversales y longitudinales que forman rápidos y pequeñas islas semipermanentes.

En el estudio de Cubero (2001) se presentan los siguientes valores de caudales máximos medios diarios para la estación Casa de Lata (tabla 7).

De la serie, en el estudio aludido, se han calculado los parámetros estadísticos, como son el promedio, el máximo, el mínimo y el desvío, en m<sup>3</sup>/seg, los cuales se transcriben a continuación en las tablas 8 a, b y c. Asimismo, para describir el comportamiento de los caudales anuales se pueden utilizar las distribuciones de probabilidad de Gumbel y Log Pearson III, que se ajustan particularmente bien a este conjunto de datos. Luego, para diferentes recurrencias, en el informe de la AIC el autor obtiene la recta de

Caudales Máximos Medios Diarios (m <sup>3</sup> /seg)													
Año	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	QMA
1936/37	67.7	99.8	114.4	167.2	189.2	189.2	111.9	164.2	161.2	119.5	58.4	46.5	89.2
1937/38	31.8	167.2	248.2	167.2	252.0	161.2	62.0	73.6	90.6	73.6	41.8	37.3	52.0
1938/39	38.8	46.5	84.0	97.5	73.6	65.8	99.8	127.4	127.4	92.9	53.1	34.5	27.4
1939/40	28.0	152.4	152.4	205.7	202.4	99.8	109.4	88.4	67.7	41.8	24.3	25.5	05.7
1940/41	56.6	240.9	226.5	155.3	130.0	69.6	84.0	79.8	117.0	73.6	29.2	28.0	40.9
1941/42	29.2	67.7	99.8	119.5	164.2	127.4	95.2	135.4	152.4	104.6	41.8	37.3	64.2
1942/43	41.8	73.6	81.9	49.7	62.0	86.2	88.4	90.6	84.0	41.8	17.9	19.9	90.6
1943/44	16.9	58.4	58.4	92.9	60.2	69.6	81.9	75.6	54.8	28.0	15.0	9.3	92.9
1944/45	12.4	29.2	199.1	233.6	152.4	99.8	216.0	192.5	186.0	77.7	54.8	49.7	33.6
1945/46	48.1	216.0	240.9	127.4	152.4	149.5	141.0	152.4	138.2	97.5	48.1	24.3	40.9
1946/47	F	73.6	138.2	111.9	99.8	102.2	86.2	111.9	114.4	88.4	33.1	16.9	38.2
1947/48	18.9	79.8	167.2	182.8	117.0	63.9	77.7	77.7	58.4	33.1	21.0	8.6	82.8
1948/49	9.3	31.8	62.0	99.8	99.8	71.6	97.5	97.5	88.4	67.7	41.8	95.2	99.8
1949/50	95.2	271.0	282.7	155.3	88.4	75.6	60.2	60.2	44.9	43.3	35.9	26.7	82.7
1950/51	18.9	167.2	223.0	138.2	143.8	143.8	67.7	111.9	58.4	63.9	62.0	40.3	23.0
1951/52	46.5	240.9	354.0	226.5	114.4	114.4	109.4	104.6	92.9	77.7	13.3	34.5	54.0
1952/53	34.5	152.4	155.3	71.6	56.6	49.7	46.5	37.3	13.3	14.1	12.4	10.8	55.3
1953/54	6.1	182.8	298.8	252.0	252.0	233.6	99.8	124.7	152.4	88.4	41.8	16.9	98.8
1954/55	16.9	48.1	69.6	88.4	354.0	271.0	86.2	143.8	152.4	67.7	34.5	21.0	54.0
1955/56	40.3	92.9	99.8	102.2	54.8	58.4	79.8	84.0	81.9	186.0	71.6	40.3	86.0
1956/57	46.5	79.8	56.6	67.7	65.8	60.2	77.7	90.6	49.7	23.2	16.0	10.1	90.6
1957/58	7.9	67.7	58.4	149.5	124.7	97.5	75.6	117.0	124.7	99.8	41.8	24.3	49.5
1958/59	23.2	111.9	155.3	199.1	176.5	73.6	67.7	81.9	54.8	30.5	28.0	23.2	99.1
1959/60	111.9	127.4	114.4	130.0	130.0	141.0	161.2	143.8	81.9	49.7	26.7	16.9	61.2
1960/61	21.0	43.3	99.8	161.2	161.2	75.6	130.0	111.9	95.2	73.6	62.0	26.7	61.2
1961/62	28.0	127.4	158.2	223.0	199.1	111.9	111.9	99.8	88.4	41.8	23.2	15.0	23.0
1962/63	22.1	25.5	60.2	62.0	138.2	161.2	65.8	54.8	48.1	25.5	17.9	18.9	61.2
1963/64	44.9	56.6	92.9	97.5	104.6	179.6	149.5	173.4	141.0	60.2	56.6	49.7	79.6
1964/65	23.2	48.1	90.6	81.9	149.5	179.6	107.0	114.4	111.9	81.9	F	56.6	79.6
1965/66	44.9	65.8	223.0	205.7	186.0	111.9	88.4	155.3	F	114.4	37.3	28.0	23.0
1966/67	46.5	152.4	149.5	F	104.6	67.7	77.7	107.0	216.0	97.5	75.6	44.9	16.0
1967/68	25.5	122.1	119.5	107.0	107.0	107.0	135.4	117.0	95.2	71.6	34.5	31.8	35.4
1968/69	24.3	40.3	69.6	69.6	77.7	107.0	102.2	86.2	75.6	58.4	28.0	22.1	07.0
1969/70	35.9	73.6	130.0	186.0	189.2	107.0	81.9	109.4	107.0	73.6	28.0	14.1	89.2
1970/71	18.9	99.8	117.0	127.4	111.9	84.0	69.6	99.8	124.7	117.0	81.9	51.4	27.4
1971/72	28.0	226.5	170.3	186.0	167.2	99.8	111.9	127.4	124.7	97.5	65.8	48.1	26.5
1972/73	41.8	216.0	233.6	161.2	237.2	176.5	107.0	111.9	81.9	49.7	F	15.0	37.2
1973/74	16.9	53.1	155.3	146.6	71.6	75.6	90.6	95.2	86.2	F	F	F	55.3
1974/75	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1975/76	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1976/77	F	F	F	F	F	F	92.9	84.0	75.6	54.8	29.2	16.9	92.9
1977/78	19.9	233.6	345.2	167.2	122.1	114.4	124.7	146.6	135.4	67.7	30.5	16.9	45.2
1978/79	10.1	44.9	92.9	240.9	271.0	199.1	146.6	149.5	84.0	0.0	18.9	13.3	71.0
1979/80	9.3	60.2	65.8	311.1	298.8	252.0	119.5	111.9	0.0	79.8	67.7	90.6	11.1
1980/81	102.2	219.5	216.0	0.0	0.0	0.0	63.9	75.6	56.6	53.1	43.3	26.7	19.5
1981/82	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1982/83	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1983/84	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1984/85	F	F	F	132.4	113.9	97.2	198.3	198.1	136.1	96.0	46.0	30.0	98.3
1985/86	78.7	199.3	194.8	149.7	59.4	62.0	62.3	74.9	59.7	26.5	19.0	20.6	99.3
1986/87	62.5	142.2	153.9	121.8	143.7	99.6	79.9	100.7	108.8	48.9	20.6	22.8	53.9
1987/88	27.8	35.6	103.5	176.2	117.4	75.9	81.9	78.3	53.0	32.4	30.9	30.9	76.2
1988/89	30.9	F	F	48.2	72.7	65.2	77.0	87.9	67.9	47.4	22.9	18.1	87.9
1989/90	15.3	13.8	73.2	73.9	77.2	67.7	65.3	58.6	96.0	62.7	24.1	25.1	96.0
1990/91	67.9	70.6	103.2	97.2	113.9	141.6	97.1	59.1	39.4	27.2	16.4	15.4	41.6
1991/92	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1992/93	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
1993/94	52.9	134.6	217.3	258.7	158.8	148.4	86.7	90.6	177.6	78.7	40.5	21.8	58.7
1994/95	25.3	85.3	124.0	166.9	132.0	127.4	134.2	113.3	135.9	84.2	40.0	23.2	66.9
1995/96	27.6	44.9	161.3	162.2	108.0	118.1	100.2	100.2	84.3	46.3	25.7	24.9	62.2
1996/97	33.7	50.7	66.4	46.2	74.0	70.7	63.0	55.4	43.5	26.2	34.5	20.3	74.0
1997/98	65.9	108.1	138.7	216.2	215.4	172.6	94.7	111.5	100.1	62.0	29.9	22.2	16.2
1998/99	19.6	21.9	30.7	47.1	62.2	49.8	44.0	41.5	28.8	22.4	15.0	9.6	62.2
1999/00	8.8	19.2	116.1	105.1	136.4	104.8	86.5	80.2	50.7	25.3	27.4	23.6	36.4
2000/01	20.4	37.9	0.0	202.9	97.5	69.0	98.8	104.6	-	-	-	-	02.9

**Tabla 7:** Datos de caudales. (Fuente: Base de datos históricos HIDRO. Secretaría Operativa y de Fiscalización. Autoridad Interjurisdiccional Cuencas).

<b>PROMEDIO</b>	186.3
<b>MAXIMO</b>	354.0
<b>MINIMO</b>	62.2
<b>DESVIO</b>	69.6

TR años	Probabilidad (%)	$Y_T$	$Q_m$ m <sup>3</sup> /seg
5	20	1.5	236.4
10	10	2.3	277.1
25	4	3.2	328.5
50	2	3.9	366.6
100	1	4.6	404.5

TR años	$Q_p$ m <sup>3</sup> /seg	Área inundada hectáreas
5	260	361.56
10	305	397.97
25	362	430.11
50	404	465.07
100	445	591.50

**Tablas 8:** Caudales y de recurrencias del río Chimehuin en la zona de Junín de los Andes (Fuente: Autoridad Interjurisdiccional Cuencas).

ajuste a los datos y los valores de caudal asociados a las mismas.

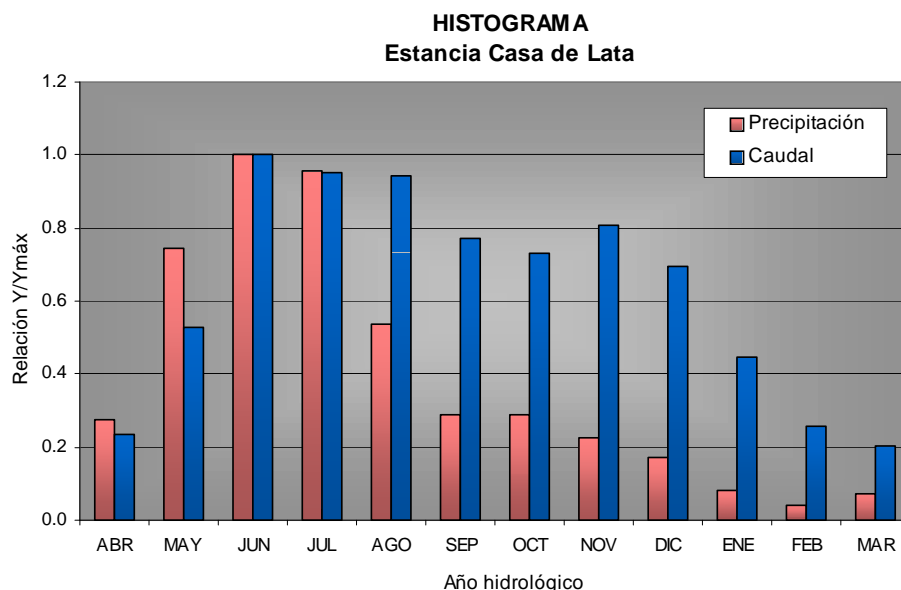
### Hidrología subterránea

Respecto a la hidrogeología, como resultado del análisis de los Mapas Geológico y Geomorfológico conjuntamente con observaciones de campo, se pueden identificar distintas unidades hidrogeológicas que, a grandes rasgos, se pueden agrupar en basamento hidrogeológico y depósitos cuaternarios. Por su lado, Sosic (1978) estableció los lineamientos principales

de los recursos hidrogeológicos de la región andino-patagónica. Debe señalarse que no se han realizado análisis de calidad de aguas subterráneas ya que la población se abastece de las aguas superficiales. Asimismo, debe tenerse en cuenta que la disponibilidad de esta fuente es más que suficiente para la actual población y para hacer frente a potenciales aumentos en la demanda en futuros escenarios de crecimiento poblacional. La calidad de las aguas superficiales (ríos Chimehuin y Malleo y lago Huechulauquen) ha sido evaluada por los organismos provinciales pertinentes y es apta para el consumo humano. Finalmente, el Municipio de Junín de los Andes no requirió estos estudios, probablemente por los aspectos ya señalados.

El Basamento hidrogeológico está constituido esencialmente por la Formación Chimehuin (sedimentaria y piroclástica) del Terciario superior. Desde un punto de vista hidrogeológico, en general, presenta muy baja permeabilidad primaria. Con el surgimiento de la Cordillera de los Andes, todo el complejo mencionado anteriormente fue plegado y fracturado, adquiriendo una permeabilidad secundaria de la cual no existen referencias cuantitativas. Localmente se pueden observar vertientes que corresponden al agua procedente de zonas meteorizadas o fracturadas, restringidas a los niveles más superficiales. A los fines de este estudio se lo considera como basamento hidrogeológico de baja permeabilidad.

Existen zonas de mayor diaclasamiento que se ubican cerca de fallas. En estas zonas se encuentran acuíferos en roca fracturada (fisurales) que muestran una temperatura que corresponde con su profundidad y presentan un gradiente geotérmico



**Figura 5.** Histograma Casa de Lata (Fuente IAC)



**Foto:** Vista de la planicie aluvial y terraza baja del río Chimehuin y, en segundo plano, la población (Parque Industrial).



**Foto:** Vista hacia el oeste en la que se observa, de adelante hacia atrás, terraza fluvial, terraza glacifluvial, abanicos aluviales, pendiente aluvio-coluvial y planicie estructural.

elevado. Permite esto la conclusión que existe un intercambio importante con la superficie (infiltración rápida por fracturas).

Bajo la denominación de Depósitos cuaternarios se incluyen depósitos morénicos, glacifluviales, glacialacustres y fluviales indiferenciados, que poseen ciertas diferencias respecto de su comportamiento hidrogeológico, lo que permite su diferenciación. No se conoce el espesor total de esta cubierta cuaternaria, si bien puede superar los 100 m en algunos sectores. Los Depósitos morénicos tienen una granulometría muy heterogénea que puede ir desde limo fino a bloques. A grandes rasgos, la permeabilidad es media a media-alta, lo que permite considerarlos como unidad acuífera. Sin embargo, presentan sectores de menor permeabilidad. Esta característica provoca que esta unidad actúe como límite lateral discontinuo de unidades de mayor permeabilidad, o bien como límite inferior de acuíferos colgados, pudiendo dar lugar a vertientes. Los depósitos morénicos aparecen como geoformas de relieve positivo.

Los Depósitos glacifluviales consisten del material que fue transportado por el glaciar y luego fue seleccionado y depositado por los arroyos generados por el derretimiento del hielo. Están compuestos generalmente por gravas y arenas estratificadas. Las permeabilidades son altas a muy altas. Roman y Sisul (1986) calcularon teóricamente valores que oscilan entre 1200 y 2000 m/día para el área del Barrio El Frutillar en S.C. de Bariloche. Los depósitos glacifluviales se localizan entre morenas, por detrás o delante de ellas y en situación lateral, debido a una secuencia de estadiales e interestadiales que erosionaron partes de los depósitos de eventos anteriores y depositaron sus propios. Representan la unidad de mayor importancia hidrogeológica relativa en la zona de estudio.

Finalmente, los Depósitos fluviales indiferenciados corresponden a los depósitos fluviales de cursos actuales y de paleocauces, compuestos generalmente por arena y grava, actúan en ciertos casos como acuíferos subálveos. Sin embargo poseen poca extensión y espesor, y por lo tanto son considerados acuíferos de importancia menor.

Los acuíferos observados en la zona se comportan hidráulicamente como libres, a excepción de los posibles acuíferos que puedan existir en profundidad entre el basamento hidrogeológico y un depósito de till de fondo, entre dos depósitos de till de fondo o en lentes permeables dentro de los mismos, los que serían confinados. Pero no se tienen

datos cuantitativos al respecto. Estos supuestos acuíferos confinados podrían encontrarse intercalados con o por debajo de los depósitos morénicos, glacifluviales y glacialacustres representados en el mapa.

La recarga de los acuíferos libres es de tipo local por infiltración del agua de lluvia-nieve y por infiltración del agua que escurre por las laderas de los cerros. En menor medida, y en forma estacional, puede producirse una recarga limitada desde lagos y ríos. Esto último provoca que muchos cauces superficiales que nacen en los cerros pierdan o atenuen su identidad al alcanzar la zona en donde afloran los depósitos de origen glaciar, glacifluvial o fluvial. Teniendo en cuenta el valor elevado de precipitación media anual la recarga de los acuíferos sería abundante. La descarga de las aguas subterráneas se produce esencialmente hacia el río Chimehuin y, en menor medida, también hacia las numerosas vertientes y en los arroyos más importantes.

Dada la gran heterogeneidad granulométrica existente en los depósitos de origen glaciar, los acuíferos de la zona son generalmente discontinuos. Esta característica, sumada a la escasez de datos de profundidades de niveles freáticos, impide elaborar un mapa de flujo del agua subterránea detallado. Por otra parte, las vertientes proporcionan cierta información al indicar la intersección de niveles freáticos con el topográfico. Sin embargo, en el caso de las vertientes ubicadas en depósitos de origen glaciar, generalmente representan la descarga de acuíferos colgados y, por lo tanto, estos datos no son extrapolables a un contexto regional. Asimismo, los mallines (individualizados en el Mapa Geomorfológico) señalan que el nivel freático se encuentra cercano a la superficie. Observaciones de campo realizadas en época invernal indican que en la zona considerada pueden encontrarse zonas inundables, aparentemente debidas al ascenso del nivel freático y no por desbordes de arroyos. Con respecto a las direcciones de escurrimiento subterráneo, es posible que la misma sea predominantemente hacia el SE, coincidiendo con el curso del río Chimehuin y la topografía. En la figura 5 se muestra el histograma para la estancia Casa de Lata. En la tabla 9 se sintetizan algunos criterios para tener en cuenta en lo referente a la realización de perforaciones. La misma se basa en experiencias recogidas en trabajos específicos en la región y aplicables al sitio estudiado.

Zonas a evitar	Fundamentación
Aguas abajo de fuentes existentes o probables de contaminación. Si no se conoce la dirección de escurrimiento subterráneo, en una primera aproximación, se puede considerar equivalente a pendiente abajo.	Tanto para el caso de vertientes, pozos cavados o perforaciones, la dirección natural de escurrimiento del flujo subterráneo arrastrará los contaminantes hacia la zona de la captación.
Cercanías de fuentes existentes o probables de contaminación.	Las perforaciones o pozos profundos y los pozos cavados provocan una alteración de las direcciones de escurrimiento naturales del flujo subterráneo generando un cono de depresión con ápice en la captación y direcciones de flujo concéntricas, como resultado de la extracción de agua. Los pozos cavados no son planificados para la extracción de grandes caudales, ni atraviesan la totalidad del espesor del acuífero, y por lo tanto no suelen generar conos de depresión importantes. Pero en el caso de explotaciones más intensivas, perforaciones ubicadas aguas arriba de fuentes de contaminación (aparentemente zonas seguras) pueden captar aguas contaminadas si este cono de depresión se extiende hasta los focos contaminantes.
Cercanías de cursos o cuerpos de agua superficiales.	Lo mismo ocurre si las perforaciones están ubicadas cerca de cuerpos o cursos de agua superficiales efluentes (reciben agua subterránea), que en principio no presentaban ningún riesgo. Si el cono de depresión provoca una inversión en la relación agua superficial-agua subterránea se originará un ingreso de aguas superficiales que podrían estar contaminadas.
Cercanías de otras captaciones, propias o ajenas.	Si en un acuífero se establecen varias captaciones de agua, éstas se influyen unas a otras ya que el descenso en cualquier punto del acuífero explotado es la suma de los descensos provocados en el mismo por cada una de las perforaciones consideradas individualmente (fenómeno de interferencia de pozos). Este fenómeno puede incrementar las modificaciones en las direcciones del flujo subterráneo y también generar costos excesivos en el funcionamiento de las perforaciones (costos de bombeo).

**Tabla 9:** Aspectos a considerar en la localización de perforaciones para la extracción de agua. (Elaboración propia)





4

# *Peligrosidad natural*

---



#### 4. PELIGROSIDAD NATURAL

La zona estudiada se encuentra localizada en una zona de gran variabilidad ecoambiental por lo que numerosos peligros naturales e inducidos tienen lugar en la región, la cual exhibe una marcada fragilidad frente a acciones antrópicas. Las inundaciones y la inestabilidad de pendientes constituyen los principales factores de peligrosidad natural, mientras que la degradación del paisaje, de la vegetación y de los suelos, junto con los incendios y contaminación de aguas y suelos aparecen como peligros de tipo mixto (natural-antrópico). Asimismo, la peligrosidad volcánica es un aspecto que debe ser encarado con mayor detenimiento a los efectos de evaluar su potencial impacto.

En la tabla 10 se indican los grados de peligrosidad natural según la unidad geomórfica basados en criterios cualitativos. En la confección de la misma se tuvieron en cuenta las características relevantes de las principales unidades geomórficas, el grado de actividad de los procesos geomorfológicos, el registro de eventos históricos, la información suministrada por los pobladores y la comuna y controles de campo. Asimismo, se consideraron la intensidad de los fenómenos, la recurrencia y frecuencia, así como el grado de afectación areal y en infraestructura de cada factor de peligrosidad según la unidad geomórfica.

Los procesos que pueden constituir amenazas naturales en el área estudiada son:

- Inundaciones y anegamientos por ascensos freáticos
- Inestabilidad de pendientes debidas a remoción en masa
- Erosión fluvial y cárcavamiento

- Sismos
- Volcanismo

#### Inundaciones y anegamientos por ascensos freáticos

Se ha analizado el grado de susceptibilidad a las inundaciones y anegamientos que presenta la zona sobre la base de los mapas e información generada en aspectos geomorfológicos, de pendientes, de suelos, de vegetación y de red de drenaje, considerándose además información climática, hidrológica e hidrogeológica, datos de usos del territorio y características de las formaciones superficiales. Asimismo, se han tomado en cuenta la existencia de varios estudios previos sobre la problemática, como por ejemplo el de Cubero (2001). Las inundaciones en ambientes fluviales, o sea el desborde de cursos que abandonan el cauce y ocupan las planicies aluviales, son fenómenos naturales que implican un impacto sobre los hombres cuando éstos ocupan o utilizan geoformas aledañas a los cursos fluviales.

Las inundaciones en la región se producen por: 1) inundaciones por desborde de cursos, 2) ascensos freáticos (anegamientos) y 3) desbordes de lagos. Debido a las características ecoambientales y geomorfológicas, las inundaciones poseen las rasgos propios de *flash-floods*, o sea inundaciones relámpago, en las cuales los picos llegan muy rápido (muy próximos a la ocurrencia de las precipitaciones). Los principales aspectos tenidos en cuenta en la cartografía han sido:

- Diferencia de altura respecto al nivel del curso fluvial
- Mayor o menor proximidad a los cursos fluviales
- Densidad de drenaje de cada unidad geomórficas

	Inundaciones	Ascensos freáticos	Deslizamientos y flujos densos	Caidas de rocas	Erosión hídrica	Erosión eólica
Morenas	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Bajo	Moderada
Terrazas glaci-fluviales	Moderado	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Moderado	Alta
Relieve erosivo en la Formación Chimehuín	Nulo	Nulo	Alto	Muy alto	Alta	Baja
Planicies aluviales y cañadones	Muy alto	Muy alto	Moderado	Muy bajo	Muy alta	Baja
Nivel de agradación pedemontana	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Moderada	Moderada
Mallines (bajos anegables)	Muy alto	Muy alto	Muy bajo	Nulo	Moderada	Muy baja
Planicies estructurales labradas en la Formación Chimehuín	Muy Bajo	Nulo	Moderado	Muy bajo	Baja	Moderada
Bajadas aluviales	Alto	Bajo	Alto	Bajo	Alta	Moderada
Terrazas fluviales	Muy alto	Muy alto	Muy bajo	Muy bajo	Muy alta	Alta
Abanicos aluviales	Alto	Alto	Moderado	Nulo	Muy alta	Alta
Relieve erosivo-estructural en volcanitas cenozoicas	Nulo	Nulo	Bajo	Alto	Baja	Baja
Pendientes aluvio-coluviales	Muy baja	Variable	Alto	Alto	Muy alto	Moderada

Tabla 10: Peligrosidad natural según geoformas (Elaboración propia)

- Génesis de las geoformas
- Tipo de vegetación y el grado de cobertura (teniendo en cuenta la presencia de comunidades especializadas)
- Tipos de suelos (presencia de rasgos hidromórficos, textura del suelo y asignación taxonómica)
- Presencia de drenaje endorreico, pendientes (en general más bajas, más peligrosidad, si bien existen excepciones)
- Permeabilidad de los materiales superficiales y afloramientos rocosos
- Información histórica recogida a partir de diversas fuentes

En la tabla 11 pueden observarse las principales causas de inundaciones y anegamientos en la región Andino-Patagónica Norte. En la misma se han distinguido tres conjuntos causales principales: climáticas, geológico-geomorfológicas y antrópicas. Asimismo, es posible apreciar la complejidad del fenómeno estudiado para la zona. En primera instancia puede señalarse que las mayores inundaciones tienen lugar cuando se combinan tres factores: 1) intensas nevadas seguidas de un fuerte aumento de temperatura, 2) ocurrencia a continuación de intensas lluvias y 3) ocupación de planicies aluviales. Otro aspecto importante a considerar es que los lagos presentan grandes variaciones en su nivel tanto estacionales como interanuales.

Los sectores más proclives a sufrir anegamientos están localizados en las zonas aledañas al río Chimehuin, tanto en las planicies aluviales como en las terrazas fluviales. En las zonas de mallines y pe-

queñas lagunas ubicadas en el paisaje glaciario y glacifluvial también se producen anegamientos. En este último caso, los anegamientos se deben esencialmente a ascensos freáticos tras importantes precipitaciones, mientras que en los anteriores se trata esencialmente de desbordes.

El río Chimehuin muestra grandes variaciones de caudal y de nivel a lo largo del año y como respuesta a grandes precipitaciones, así en la zona de Junín de los Andes, son frecuentes oscilaciones de más de 2 m del nivel. Incrementos aún mayores han sido registrados, por lo que los lotes ubicados sobre la costa del río, en la terraza fluvial, pueden verse afectados por los mismos, produciéndose tanto anegamientos como efectos erosivos de consideración (por erosión lateral del río en su natural migración). Debe tenerse en cuenta que el potencial erosivo de los cursos fluviales se incrementa considerablemente durante los picos de crecida destruyendo puentes y afectando viviendas y otras instalaciones. En líneas generales, los puentes y alcantarillas existentes en los tributarios poseen escasa luz, por lo que se convierten en diques.

La peligrosidad por inundaciones también es alta en los pequeños abanicos aluviales que se forman en la desembocadura de los cañadones, en la parte alta del área urbana. En estos casos las viviendas se ubican en zonas de potenciales desbordes de los cursos fluviales. En éstos pequeños cañadones se observan numerosas evidencias de intervenciones antrópicas que afectan su comportamiento natural, incrementando el grado de peligrosidad de los mismos. Los lotes localizados en los ápices de los aba-

Causas de las inundaciones		Acciones y procesos
Naturales	Climáticas	Tormentas
		Grandes lluvias
		Grandes nevadas
	Geológico-geomorfológicas	Afloramientos rocosos
		Materiales superficiales poco permeables
		Altas pendientes
		Abanicos aluviales
		Planicies aluviales amplias
		Red de drenaje poco integrada
		Ocurrencia de fenómenos de remoción en masa
Alto nivel freático		
Antrópicas		Impermeabilización por urbanización
		Remoción de la cubierta vegetal
		Rectificación de cursos
		Obstrucción de cursos
		Ocupación de zonas anegables
		Modificación de la línea de costa de lagos
Remoción de la cobertura edáfica y compactación de los materiales superficiales		

**Tabla 11:** Principales causas de las inundaciones en la región (Elaboración propia)

nicos también se encuentran en situación de potencial peligrosidad alta.

### **Inestabilidad de pendientes debidas a la remoción en masa**

Los fenómenos de remoción en masa se hallan ampliamente distribuidos en la zona estudiada debido básicamente al alto relieve relativo disponible y a la acción glaciaria que "preparó" la roca y dejó como resultado grandes depósitos de material escasamente cohesivo. Sin embargo no alcanzan gran magnitud. El grado de perturbación antrópica y la erosión hídrica de los cursos fluviales actúan básicamente como factores disparadores, junto con las grandes precipitaciones (niveas y pluviales). Los sismos también pueden ser disparadores de movimientos, si bien no existen registros que vinculen ambos fenómenos.

En relación con la inestabilidad de pendientes debida al accionar de la remoción en masa, los factores controlantes considerados más relevantes son: 1) tipo litológico aflorante, 2) características climáticas (intensidad de las precipitaciones, ocurrencia de precipitaciones niveas, congelamiento del aguas, entre otras), 3) grado de meteorización y diaclasamiento de las rocas, 4) presencia de cobertura detrítica, 5) inclinación de las pendientes, 6) grado de cobertura y tipo de vegetación de las pendientes, 7) exposición de las pendientes (frente a las lluvias, sol y nieve) y 8) suelos de bajo grado de desarrollo.

Existen diferentes clasificaciones de movimientos gravitacionales, si bien en líneas generales todas suelen utilizar criterios semejantes: tipo de movimiento, velocidad, material implicado, participación del agua. En el presente informe se han seguido los lineamientos básicos establecidos por Varnes (1978), con las modificaciones realizadas por Dikau *et al.* (1996) y Hungr *et al.* (2001). Los fenómenos más frecuentes pueden ser agrupados de la siguiente forma: 1) caídas y vuelcos, 2) soliflucción, 3) flujos densos (*debris flows*) y 4) deslizamientos (planares y rotacionales).

De ellos, los más comunes y los potencialmente más peligrosos son los primeros, si bien debe establecerse que algunos movimientos son complejos, incluyendo una facies inicial como caída o vuelco y una facies posterior como flujo denso al encauzarse parcialmente en rills o cárcavas preexistentes e incorporar agua a la masa rocosa seca movilizada originariamente. La mayor parte de las clasificaciones de movimientos de remoción en masa diferencian entre caídas y vuelcos, indicando un movimiento esencialmente vertical para el primero y un basculamiento del material para el segundo. Sin embargo dada las características de los faldeos, la ocurrencia

de uno u otro fenómeno y la similitud en las causas y acumulaciones que generan, los mismos son considerados en forma conjunta.

La mayoría de las caídas/vuelcos se producen por la combinación de varios factores. En primer lugar la acción erosiva glaciaria y la configuración geológico-estructural resultó en la presencia de paredones subverticales. En segundo lugar las discontinuidades observadas (comentadas en detalle en el apartado precedente) favorecen a estos procesos gravitacionales en detrimento de los otros.

La mayor peligrosidad se relaciona con los laterales de los valles, en las pendientes aluvio-coluviales y en las zonas de afloramientos rocosos, por lo que sólo son importantes, salvo excepciones, en la zona marginal o periférica de la urbanización. Sin embargo debe tenerse en cuenta que pueden afectar seriamente a las vías de comunicación que conectan a Junín de los Andes tanto con San Martín de los Andes como con La Rinconada y con el lago Huechulafquen.

La existencia de numerosas familias de diaclasas en las rocas aflorantes (Formación Chimehuin) y especialmente aquellas subverticales y casi paralelas al frente rocoso, se materializa en la presencia de potenciales planos de debilidad que favorecen el desprendimiento por la acción de cuña al crecer la fractura hacia abajo. Así, se van separando columnas rocosas del frente del afloramiento. La vegetación arbórea, particularmente los cipreses o forestaciones de pinos en la zona alta a veces intensifica la acción de cuña, ya que sus raíces aprovechan estos planos subverticales para penetrar en la roca.

Los bloques desprendidos varían entre varios metros (algunos superan los 8 m de diámetro) hasta alrededor de 1 metro. Usualmente, los bloques mayores se disponen en la zona media de la pendiente, cercanos al frente rocoso, mientras que los materiales más pequeños se ubican a cotas inferiores. En general se encuentran en mayor concentración en los cañadones o en sus aledaños. Los detritos menores presentan un comportamiento diferente. Es frecuente que conformen pequeños conos de caída de rocas que coalescen parcialmente en forma lateral conformando un *rock fall talus*. Estos conos se sitúan inmediatamente al pie de la pared rocosa por encima del camino perimetral alto y difícilmente superan los 10 m de longitud. La generación de bloques de dimensiones generalmente inferiores a 40 cm se ve favorecido por el grado de meteorización de roca. Los detritos, producto de las caídas y de la erosión de talud, son retransportados por la acción del agua superficial o movilizados por reptaje u otros

procesos de remoción en masa, constituyendo la zona media-inferior del talud. Este, tal como se dijera antes está compuesto principalmente por conos de deyección que progradan sobre las formas preexistentes.

Los flujos densos del tipo *debris flows* son otro factor de peligrosidad geológica. Se producen por la saturación con agua de los materiales que tapizan la pendiente, los que al movilizarse incluyen al material edáfico y se encauzan parcialmente por los cañadones o cárcavas. No se han observado evidencias de flujos de dimensiones considerables, ni de una recurrencia significativa. Los pequeños cañadones de ambos laterales del valle de los ríos Chimehuin y Currhué pueden constituir sectores en los cuales puedan encauzarse flujos densos, los que potencialmente podrían afectar zonas pobladas. Diversos factores influyen en la ocurrencia tanto de flujos densos como de deslizamientos, entre los que se cuentan altas pendientes de las cabeceras (más de 30°), deforestación intensa, ocupación de terrenos con altas pendientes y en sectores aledaños a los cañadones y una cobertura de las pendientes de material grueso poco consolidado (morénico y aluvio coluvial) que se asienta sobre roca. Al insumirse el agua en el material muy permeable (morénico o glacifluvial), favorecido por la deforestación y el excedente agua por uso domiciliario, llega al sustrato rocoso y ahí corre a favor de la pendiente quitando sustentación al material suprayacente y favoreciendo su deslizamiento.

Debe tenerse en cuenta que su generación se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones de estabilidad de las acumulaciones de detritos en las pendientes medias, por lo que es fundamental preservar la cobertura vegetal natural de estos sectores a la vez que evitar completamente la realización de movilizaciones de material en las mismas. La preservación de los cañadones, su no obstrucción constituye un aspecto más de seguridad ya que permitirá el encauzamiento de los flujos aguas abajo. Si bien los deslizamientos y la soliflucción son procesos activos, los mismos no son en general, dadas sus propias características, amenazas considerables para la zona implicada en la urbanización.

### **Erosión fluvial y carcavamiento**

La acción erosiva hídrica es importante en todo el sector medio-bajo del faldeo oriental y occidental del valle del río Chimehuin. Tal como se dijera en el apartado Geomorfología, la red de drenaje del faldeo se estructura a partir de varios arroyos y cañadones en los que coalescen la mayor parte de los pequeños rills y cárcavas que tienen sus nacientes

al pie de los afloramientos rocosos superiores. Si bien se encuentran en muchos casos parcialmente ocultos por la vegetación, son muy frecuentes ya que la vegetación arbórea y las características edáficas favorecen (tanto por su textura como por la estructura) la concentración del flujo y el escurrimiento superficial.

A los efectos de evitar generalizar la erosión hídrica en todo el faldeo debe evitarse la degradación de la cobertura vegetal en todos sus estratos (no solamente el arbóreo). Asimismo, no deben obstruirse los pequeños cursos ya existentes a los efectos de impedir que se generen nuevos por desbordes de los anteriores. En las zonas en que los caminos cruzan los cañadones debe impedirse que los obstruyan, ya que ante una lluvia de importancia la seguridad de los caminos se vería seriamente comprometida. Consecuentemente deberá contemplarse la ubicación de alcantarillas y de cunetas en algunos sectores que dirijan el escurrimiento hacia aquellas, así como la colocación de gaviones en la cara libre del camino a los costados de las cunetas. Estas acciones son especialmente importantes en el camino perimetral superior. Debe contemplarse el mantenimiento de estas pequeñas obras y la limpieza periódica de cauces y alcantarillas. A modo de conclusión parcial, si bien la erosión hídrica es un proceso activo y generalizado en todo el faldeo su peligrosidad puede considerarse baja, si se toman algunas mínimas acciones.

### **Peligrosidad sísmica**

Un factor importante a tener en cuenta en la estabilidad de las pendientes es la sismicidad, factor natural que es poco considerado en la región, si bien existen políticas nacionales y provinciales al respecto en lo que se refiere a las características constructivas de la obra pública y privada. Un terremoto es la liberación repentina de energía acumulada en un sector de la corteza terrestre. Los movimientos naturales de la Tierra se producen por el desplazamiento de las ondas sísmicas en superficie con su lógico impacto sobre las obras de infraestructura y viviendas. Asimismo, son responsables de generar movimientos en las fallas.

La zona estudiada está comprendida dentro de una zona de arco resultante de la interacción de las placas Sudamericana y del Pacífico, en la cual esta última se subducta por debajo de la primera. Constituye por lo tanto un margen activo. Consecuentemente, la región se caracteriza por tener una moderada sismicidad y volcanismo activo. Tal particularidad es compartida por todo el sector cordillerano de la Argentina, si bien es posible observar diferencias



**Foto:** vista hacia el sudeste de Junín de los Andes. Se observa la morfología plana de la terraza glacifluvial en la que se asienta la población. En último plano, se ve el cerro Medialuna con su corona de basalto neógeno y más allá afloramientos de la Formación Auca Pan (necks) y Nivel de agradación pedemontana antiguo (lomas del Portezuelo).



**Foto:** valle del río Curruhue. Se observan las terrazas glacifluviales y lomas morénicas en la zona inferior. En segundo plano se ven los dos niveles de Planicies estructurales labradas en la Fm. Chimehuin. Hacia la derecha cerro Media luna y Nivel de agradación pedemontano.

de magnitudes tanto en lo referente a los terremotos como al volcanismo. Esta heterogeneidad se debe a la combinación de una serie de factores tectónicos entre los cuales se encuentran las heterogeneidades de las placas (litológicas, térmicas, cronológicas), la velocidad de convergencia, las variaciones en los ángulos de incidencia, las características de las rocas aflorantes en la zona de antepaís (fuera de la zona de arco) y las estructuras preexistentes. Los Andes Patagónicos presentan un menor régimen compresivo respecto a los Andes Centrales, lo que resulta en una sismicidad menor (tanto en número de sismos como en intensidad y magnitud de los mismos) y un volcanismo muy importante. Esta situación es más manifiesta en la zona del arco propiamente dicho, ubicado a esta latitud esencialmente en territorio chileno.

Existen diferentes formas de evaluar los terremotos. Por un lado la denominada Escala de Richter, mide la magnitud de los sismos, en función de la energía liberada y propagada como ondas sísmicas. Por ejemplo, el terremoto de Valdivia de 1960, el más grande determinado hasta el presente, fue casi de 9. Por otro lado, la Escala de Mercalli mide la intensidad de los sismos en función de sus efectos destructores. Tiene doce clases (I-XII) y es una clasificación más subjetiva, pero más fácilmente utilizable.

Según la zonificación de la Argentina, realizada por el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica), la región en consideración se encuentra localizada dentro de la Zona 2 correspondiente a un riesgo sísmico moderado. Esta asignación es realizada en función de la ponderación de una serie de indicadores y variables entre los que se destacan la recurrencia histórica de sismos, sus intensidades, la probabilidad de ocurrencia de sismos de magnitud alta, la localización geológico-estructural, la presencia de fallas activas y la actividad neotectónica.

No se observan evidencias de fallas activas dentro de la zona abarcada por el presente trabajo, lo que no implica que no puedan tener lugar sismos con epicentros en la zona estudiada, producidos en profundidad o que puedan sentirse los efectos de sismos ocurridos en regiones cercanas.

Según el INPRES, la Zona 2, es aquella que presenta una probabilidad superior al 75 % de sufrir los efectos de sismos de intensidad VI, según la escala de Mercalli modificada. Los antecedentes de sismos especialmente destructivos, en el ámbito de la región son escasos, si se lo compara con otras regiones cordilleranas del país. La intensidad IV de la escala de intensidad Mercalli se caracteriza por que se siente en el interior de los edificios, reconocién-

dose que se trata de un sismo; los objetos colgantes oscilan y las puertas y ventanas crujen; se perciben vibraciones como las ocasionadas por un camión pesado, crujen las paredes de madera y tintinean vasos y la loza. Por su parte en la intensidad VI, los movimientos son percibidos por todos; muchos se asustan y salen al descubierto, las personas caminan inseguras, ventanas, platos y artículos de vidrio se rompen, mientras que los adornos, libros y objetos similares se caen de los estantes y algunos cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se vuelcan, los revoques débiles y la mampostería se agrietan, las campanas pequeñas repican (iglesias, escuelas, etc.) y los árboles y arbustos se sacuden visiblemente.

Los sismos registrados poseen magnitudes, según la escala de Richter que oscilan entre 4 y 5, con algunos picos de casi 6 (2 de junio de 1959 en la zona del Parque Nacional Los Alerces, 8 de mayo de 1971 en lago Puelo, localizado al sur del área estudiada entre otros) e intensidades máximas según la escala de Mercalli modificada de V (ver tabla 12).

Los antecedentes de sismos destructivos en la zona de Junín de los Andes y de San Martín de los Andes son escasos, sin embargo en los últimos años se han producidos sismos de baja intensidad, como el ocurrido el 28 de marzo de 1998 con una intensidad de IV (en la segunda localidad), si bien no ocasionó víctimas ni daños materiales se reportaron pequeñas caídas de rocas. El sismo que destruyó a la ciudad de Valdivia en 1960, fue percibido por los pobladores de la zona que sostienen que las aguas del lago Lacaar se «retiraron» para volver con fuerza en forma de una gran ola que cubrió totalmente su playa y zona aledañas.

En líneas generales, los efectos directos de los sismos en la región pueden ser comparativamente pocos significativos sobre la población y sus actividades. Para eventos de menor magnitud que V, el impacto mayor tiene lugar en forma indirecta, ya que los sismos suelen actuar como disparadores de los fenómenos de remoción en masa los cuales sí pueden ser catastróficos. Aún sin ocasionar necesariamente grandes movimientos gravitacionales, los sismos actúan como factor importante de inestabilidad de taludes y pendientes y por consiguiente, para la zona considerada, debe tenerse en cuenta en la planificación y realización de cualquier tipo de emprendimiento.

### **Peligrosidad volcánica**

Entre los 37° y los 42° S se localiza una zona de muy activo volcanismo, con numerosos volcanes que presentan actividad actual e histórica y numerosos



**Foto:** Afloramientos de la Formación Chimehuin en la zona de forestación aledaña a la población. Se observan facies ignimbríticas y tobáceas. Nótese erosión y probable zona de arranque de deslizamiento.



**Foto:** Deslizamiento en la Formación Chimehuin.

Fecha	Hora	Fuente	Coordenadas		Prof km	Mag. Esc. Richter		Inten. Esc. Mercalli	Lugar	Daños
			Latitud	Longitud		Mb Fuent.	Ms Fuent.			
23/09/1952	2:05:24	ISS	-40,700	-72,000	100	0,00	0,00			Desconocidos
28/07/1955	1:59:30	CGS	-40,000	-71,500	0	0	0			Desconocidos
05/01/1956	0:54:18	BCI	-41,000	-71,500	0	0	0			Desconocidos
07/06/1960	5:22:34	LPA	-40,500	-72,000	33	0	0			Desconocidos
24/06/1961	12:11:02	CGS	-41,100	-70,700	33	0	0			Desconocidos
15/06/1963	19:14:27	CGS	-40,200	-71,800	56	4,1 GS	0			Desconocidos
29/08/1965	21:35:16	CGS	-40,200	-71,700	98	3,9 GS	0			Desconocidos
19/08/1969	15:40:40	ISC	-41,910	-71,180	14	4,9 ISC	0			Desconocidos
01/08/1973	18:36:32	ISC	-40,353	-71,568	119	4,4 GS	0			Desconocidos
02/09/1976	8:44:58	GS	-41,645	-71,904	33	5,1 GS	5,5 S/A	V	Río Villegas, Río Negro	Desconocidos
19/04/1978	7:16:45	ISC	-40,280	-71,910	33	4,5 ISC	0	III	Límite Argentina-Chile	Desconocidos
23/04/1979	1:31:40	ISC	-40,110	-71,750	62	4,8 ISC	0			Desconocidos
04/11/1979	23:33:40	ISC	-40,000	-42,500	33	0	0			Desconocidos
20/01/1983	19:54:04	CGS	-40,950	-71,677	33	5,0 GS	0			Desconocidos
20/10/1984	9:48:10	GS	-40,380	-41,950	26	4,3 GS	0			Desconocidos
30/11/1984	6:00:54	GS	-40,439	-41,411	33	4,6 GS	0			Desconocidos
29/08/1989	6:10:12	ISC	-40,865	-71,494	142	4,6 ISC	0			Desconocidos
31/08/1989	8:17:22	GS	-41,850	-71,678	154	5,4 GS	0			Desconocidos
02/01/1995	5:41:37	GS	-41,630	-71,040	78	4,9 GS	0			Desconocidos
11/03/1998	11:56:07	GS	-42,184	-71,868	126	5,2 GS	0		El Bolsón, Río Negro	Desconocidos
08/10/1988	22:39:29	GS	-40,005	-71,263	179	4,5 GS	0			Desconocidos
27/01/1999	21:24:28	SJA	-40,790	-72,144	45	4,5 SJA	0	IV	Límite Argentina-Chile	Desconocidos
27/03/1999	11:13:34	SJA	-40,045	-71,600	33	5,2 GS	5,1 GS	IV	Volcán Lanín, Neuquén	Desconocidos
05/04/2000	16:02:48	GS	-40,559	-71,403	152	4,7 GS	0			Desconocidos
06/01/2001	5:11:09	PDE	-40,511	-71,781	139	4,2 UC	0			Desconocidos
14/08/2001	9:16:45	SJA	-40,300	-71,700	30	0	0	III	San Martín de los Andes, Neuquén	Desconocidos
08/05/2003	3:58:31	PDE	-40,320	-71,333	134	4,6 GS	0			Desconocidos

**Tabla 13:** Principales parámetros de los peligros naturales más frecuentes en la zona estudiada.  
Referencias 1 más grande/rápido-3 más chico (Elaboración propia)

aparatos volcánicos que pueden ser considerados como dormidos. La mayor parte de los volcanes activos se ubican en territorio chileno o en la zona del límite, por lo tanto relativamente alejados de los principales centros poblados de la Patagonia Cordillerana argentina. Consecuentemente, el principal peligro volcánico es la caída de tefras y otros materiales piroclásticos. Debido a su posición latitudinal y su relación con las masas oceánicas, la región de los Andes Patagónicos se caracteriza por tener alta frecuencia de vientos procedentes del O y del SO de gran intensidad. Esta situación incrementa las posibilidades de caída de cenizas y otros productos piroclásticos.

En función de su actividad, los volcanes pueden dividirse en tres grupos: 1) Activos: volcanes que muestran evidencias de actividad actual o en tiempos históricos y en el Holoceno (menos de 10 Ka), 2) Inactivos: volcanes que no han tenido erupciones en tiempos históricos y holocenos y se encuentran fuertemente erosionados y 3) Dormidos: no muestran evidencias de actividad reciente pero los aparatos volcánicos no se están erosionados.

Algunos de los principales volcanes activos de la región son el Llaima, Osorno, Villarrica y Calbuco, entre otros. Si bien no han ocurrido en tiempos históricos eventos de depositación de cenizas de gran magnitud, el registro geológico holoceno evidencia grandes episodios, por lo que la posibilidad de ocurrencia de caídas de cenizas de magnitud, en el área considerada, es alta, así como es alta la probabilidad de que tengan lugar numerosos eventos de menor magnitud. Hacia el sur de la latitud de S.C. de Bariloche el riesgo volcánico disminuye considerablemente. La mayor peligrosidad sísmica coincide con la zona de mayor actividad volcánica actual.

Existen numerosos factores de peligrosidad relacionados a la actividad volcánica. Los estilos eruptivos determinan la potencial peligrosidad de una erupción volcánica. La viscosidad del magma es el factor central. Cuanto más viscoso es el magma menor fluidez tendrá la lava eruptada. La viscosidad depende de tres factores: la composición química y mineralógica; la temperatura del magma y el contenido de volátiles (gases del magma). A su vez, estos tres factores son consecuencia de la ubicación geológica del volcán. Si la lava es muy viscosa, la erupción volcánica será de tipo explosiva y por lo tanto mucho más peligrosa. Según el grado de explosividad de un volcán, predominan en la erupción diferentes productos: lavas, fragmentos de rocas (piroclastos) y gases. Consecuentemente, según el predominio de uno u otro producto, las erupciones pueden ser efusivas, explosivas o exhalativas.

Es posible diferenciar, según los factores antes señalados (composición química-mineralógica, temperatura del magma y contenido de volátiles), distintos tipos de lava, las cuales presentan mayor o menor viscosidad. Por su parte, los materiales piroclásticos, fragmentos de roca de volcán y de lava parcialmente solidificada expulsados por explosión durante las erupciones, son clasificados básicamente según su tamaño. En consecuencia los principales tipos considerados son: bombas (fluidas, redondeadas) y bloques (angulosos), ambos de varias decenas de centímetros; lapilli, de tamaños mayores a 2 mm y generalmente menos de 10 cm y la denominada ceniza, de tamaño arena (menos de 2 mm hasta 0,62 mm). Parte del material cae en forma balística, directamente por efecto de la explosión; otra parte se moviliza como flujos piroclásticos y, finalmente, la parte más fina, como lluvia de cenizas (mediando acción del viento).

En función de la ubicación geológica-estructural, profundidad de generación del magma y características estructurales y litológicas previas, se producirán diferentes tipos de erupciones. En primera instancia pueden distinguirse dos grandes grupos: explosivas y no explosivas. Dentro de las primeras se encuentran las denominadas *flood lavas* Islándicas ("lavas de inundación") y las Hawaianas. Ambos tipos son poco peligrosas. Los magmas son fluidos por lo que las cámaras se vacían lentamente por efusión de las lavas, generando grandes volúmenes de material. Se producen en zonas de rift o intraplaca y actualmente no tienen lugar en los Andes Patagónicos.

Dentro del grupo de las erupciones explosivas es posible diferenciar varios tipos en grado de creciente explosividad y, por consiguiente peligrosidad. Las erupciones Strombolianas se caracterizan por presentar primero la eyección rítmica de tefras fundidas seguido de volúmenes moderados de lavas básicas-intermedias moderadamente fluidas (tipo *aa*); forma conos volcánicos muy simétricos y empinados con cono de cenizas al tope. Le siguen las erupciones Vulcanianas, que se relacionan con magmas más ácidos y viscosos, por lo que generan grandes volúmenes de bloques y cenizas eyectados y escasos o nulos flujos de lavas; las tefras pueden alcanzar alturas de más de 10 km y las explosiones pueden durar varios meses. Los volcanes están compuestos por piroclastos, lavas e intrusivos y poseen evidencias de repetidos eventos de destrucción y construcción.

Las erupciones Surtseyanas o freatomagmáticas tienen lugar bajo el agua (puede relacionarse al hielo derretido). Son violentamente explosivas y se pro-

duce un polvo fino que forma anillos de cenizas alrededor del conducto de salida. Se pueden generar grandes tormentas eléctricas asociadas a las erupciones.

Finalmente, las erupciones Plinianas son las más explosivas con dispersión balística de tefras. Para darse una idea de la violencia de este tipo de erupciones debe considerarse la energía que puede liberarse al subir 1 km<sup>3</sup> de magma a 600 m/seg desde 25 km de profundidad en pocas horas. Luego del rápido vaciamiento de la cámara ocurre el colapso del volcán y la formación de calderas. La columna de tefras colapsa y forma flujos piroclásticos y también pueden generarse lahares. Las erupciones Peleanas son similares a las anteriores, salvo por una mayor participación de flujos piroclásticos, conocidos como nubes ardientes, que forman ignimbritas. También puede haber flujos por base *surge* o flujos basales (por erupciones laterales).

Según el predominio en el tiempo de uno u otro tipo de erupción y la combinación de los mismos, se forman diferentes geoformas volcánicas. Los volcanes de los Andes del Sur de la Argentina y de Chile son esencialmente volcanes compuestos o estratovolcanes en los que predominan las erupciones explosivas y efusivas (strombolianas, vesubianas y plinianas) y por consiguiente presentan grados de peligrosidad moderada a alta.

Existen muchos fenómenos peligrosos asociados a los volcanes, excluyendo los terremotos y tsunamis, se reconocen seis:

1. Flujos de lavas
2. Caída balística de tefras
3. Flujos piroclásticos
4. Lluvias de cenizas
5. Emisión de gases
6. Lahares y *glacier bursts* (explosión de glaciares)

En líneas generales, los efectos de los diferentes peligros volcánicos se limitan a las cercanías de los aparatos volcánicos, a excepción de las lluvias de cenizas, las cuales pueden afectar grandes extensiones y zonas alejadas a varios cientos de kilómetros del centro eruptivo.

En Chile y en la zona fronteriza, entre los 37° S y los 42° S se ubica una de las zonas de mayor volcanismo activo de la Cordillera de los Andes (figura 6). Numerosos cuerpos volcánicos de diferentes tipos y dimensiones se localizan en el mismo. Algunos son grandes estratovolcanes o volcanes compuestos, el mayor de ellos es el Lanín con 3770 m de altura seguido de los volcanes Osorno, Villarrica, Calbuco y Quetrupillan. Asimismo, se reconocen numerosas estructuras de calderas, como por ejem-

plo la caldera Cordillera Nevada en la que se advierten aparatos menores activos asociadas a la actividad de la misma, como los cerros Carrán y los Venados entre otros.

Por su posible influencia en la zona de Junín de los Andes, tal como se dijera, esencialmente vinculada a la caída de tefras (cenizas y lapilli), se consideran brevemente las características e historias eruptivas de algunos centros volcánicos. La información se basa en el Programa de monitoreo volcánico internacional del Instituto Smithsonian de EUA, en González Ferrán (1995) y en Petit Breuilh (1999). En la figura 6 se observa la distribución de los principales volcanes de la región. Alineados sobre una zona de falla de dirección ONO-ESE se ubican tres grandes estratovolcanes: Villarrica, Quetrupillan y en el límite, el Lanín, entre los 39° 25' S y los 39° 37' S.

El volcán Villarrica es uno de los más activos de Chile, con numerosas erupciones registradas en el siglo XX y que mostró actividad en el presente año. Es un estratovolcán de 2847 metros. Se ubica al lado de la población y lago del mismo nombre. Presenta una estructura compleja, con una antigua caldera de 6 km de diámetro de edad pleistocena, sobre la cual se formó una nueva caldera (de 2 km de ancho) de 3500 años de antigüedad en la que se desarrolló el actual cono. Éste es de composición andesítica-basáltica y se localiza en el extremo NO de la caldera pleistocena. Posee más de 30 conos de tefras y fisuras en sus flancos. Posee una compleja historia eruptiva en la que se mezclan erupciones explosivas (plinianas) y mixtas (vesubianas). Se observan evidencias de flujos lávicos, flujos piroclásticos y lahares ocurridos en tiempos históricos (hay menciones escritas desde 1558). Han sido registradas caídas de tefras ocurridas en tiempos recientes en territorio argentino procedentes de este volcán, principalmente en territorio del Neuquén con espesores mínimos.

El volcán Quetrupillan se ubica en el medio de la estructura, a pocos kilómetros del límite internacional. Alcanza una altura de 2360 metros. Al igual que el anterior muestra una estructura compleja, con una gran caldera antigua de colapso, dentro de la cual se ubica una nueva caldera más pequeña y sobre los flancos de la misma, el cono actual. Es más ácido que el anterior (riolítico-dacítico). Posee domos riolíticos y conos de escoria asociados. Aparentemente la última erupción de este volcán habría ocurrido en 1872.

El volcán Lanín es el de mayores dimensiones en toda la Patagonia y si bien no hay registros históricos de actividad volcánica, posee actividad fumarólica, posibles anomalías térmicas y se ha observado un flujo de lavas de menos de 500 años ubi-



**Foto:** Volcán Lanín y lago Huechulafquen. En la zona media, morenas de la Última Glaciación.



**Foto:** Vista desde Terrazas del Chimehuin de la planicie aluvial y terraza baja del río homónimo y, en segundo plano, la población en terraza glacial. Nótese la forestación al oeste de la zona urbana.



Figura 6. Localización de los principales centros eruptivos en la región de los lagos.

cado en el lago Paimún, por lo que debería ser considerado un volcán activo. Es un estratovolcán simétrico de más de 3700 m que se eleva 2500 m sobre unas hombreras que conformaron una antigua caldera pleistocena.

Este volcán se formó en cuatro etapas desde fines del Plioceno hasta el Holoceno y es de composición basáltica a traquiandesítica. De un pequeño domo lávico fluyó lava en bloques hacia el norte hace aproximadamente 2200 años. Un pequeño volcán post glacial (esencialmente de tefras), denominado volcán Arenal, se emplaza en su flanco SO. Temblores locales y ruidos subterráneos han sido señalados por los pobladores. En caso de una erupción

importante este volcán sería, dada su localización, el más peligroso de la Argentina. Al sur del lago Paimún se ubica en la Argentina el denominado Grupo Huanquihue, integrado por pequeños conos basálticos y piroclásticos con numerosas evidencias de actividad holocena y reciente, una de ellas de menos de 200 años se localiza sobre el lago Epulafquen. Incluye los cerros La Angostura y Escorial (Inbar *et al.*, 1995).

Al sur de los anteriores, entre los 39° 30' S y los 41° se ubican en Chile varios volcanes en la zona cercana a la frontera entre los que destacan los cerros Mocho-Choshuenco, Carrán, Los Venados, Cordón Caulle y Puyehue. En todos los casos se



**Foto:** Detalle de las lavas del escorial del Paimún.



**Foto:** Cerro Huanquihue y lavas del escorial. Nótese el desarrollo incipiente de pequeños ñires en la roca volcánica.

trata de volcanes de menores dimensiones que los anteriores pero que muestran numerosas erupciones en tiempos históricos en los cuales han tenido lugar flujos piroclásticos y lávicos, así como lahares. También han ocurrido erupciones plinianas y freatomagmáticas que han implicado la formación de importantes volúmenes de tefras (cenizas, lapilli y fragmentos pumíceos) los que se han depositado en territorio argentino en distintos momentos.

El volcán Puyehue es un estratovolcán de 2360 m localizado en las cercanías del Paso Internacional Cardenal Samoré. Si bien no presenta evidencias de erupciones históricas, su participación como fuente de tefras acumuladas durante el Holoceno en la región de Bariloche y Villa La Angostura ha sido importante. Erupciones históricas que eran atribuidas a este volcán en realidad tuvieron lugar en el Cordón Caulle, ubicado al oeste del Puyehue. Es un grupo de centros efusivos fisurales situados en una faja de 17 por 2,5 km que se extiende sobre el flanco sudoriental de la caldera Cordillera Blanca. Esta caldera es la única fuente conocida de tefras riolíticas de la región. Tal como se dijera en el apartado de Geología, dentro de la Formación Río Pireco (que agrupa a las tefras pleistocenas-holocenas) se encuentran niveles de tefras ácidas, por lo que las mismas han debido provenir de este centro efusivo. En el Cordón Caulle se han registrado numerosas erupciones en los siglos XIX y XX, entre otras en 1922 y en 1960. Las cenizas producidas en las mismas se depositaron también en la zona de Bariloche y sur de Neuquén.

Por último, prácticamente a la latitud de Bariloche se encuentran en Chile dos volcanes de gran actividad en tiempos históricos, los volcanes Osorno ( $41^{\circ} 6'S-72^{\circ} 29'O$ ) y Calbuco ( $41^{\circ} 19'S-72^{\circ} 37'O$ ). En ambos casos se trata de estratovolcanes que se localizan al nordeste y al sur del lago Llanquihue, respectivamente y evidencian una muy activa historia eruptiva. Entre el volcán Osorno y el límite fronterizo argentino-chileno se halla el volcán Puntagüedo-Cordón Cenizas. El volcán pleistoceno está fuertemente erodado por la acción glaciaria, generando la forma que le da su nombre. En 1850 se produjo una erupción en el Cordón Cenizas que provocó lluvias de cenizas. El cerro Tronador es un antiguo estratovolcán plio-pleistoceno fuertemente erodado por los hielos que no muestra signos de actividad pleistocena ni holocena, por lo que debe ser considerado como apagado. Al sur del mismo (13 km) se encuentra el denominado cerro Volcánico de 1930 metros.

Si se tiene en cuenta la localización de los volcanes en la Cordillera de los Andes y la ubicación de

los centros poblados en la Argentina, salvo en contados casos los efectos de las erupciones se limitarían a la lluvia de cenizas. Dentro de la zona directamente abarcada por el presente proyecto y en las zonas inmediatamente aledañas (que pudieran tener un efecto directo sobre la zona urbanizada), no hay evidencias de volcanismo cuaternario, por lo que se descarta la posibilidad de una erupción volcánica en la zona.

Sin embargo, el volcán Lanín ubicado, tal como ya se dijera, sobre una estructura regional de rumbo aproximada oeste-este, en la cual se localizan en Chile varios volcanes activos (Villarrica y Quetrupillán), podría producir otros peligros geológicos como coladas lávicas, flujos piroclásticos y especialmente lahares. Asociados a los anteriores podrían tener lugar incendios y generar el deterioro de la calidad del recurso agua. La mayor peligrosidad sísmica coincide con la zona de mayor actividad volcánica actual. Asimismo, en la zona denominada del Escorial (Huanquihue), entre los lagos Curruhue y Paimún, se encuentran lavas escoriáceas y en bloque que son de tiempos históricos, lo que indica que este centro efusivo debería ser considerado como activo.

Consecuentemente, la zona comprendida en el proyecto presenta un grado de peligrosidad volcánica moderada, si se consideran la mayor parte de los productos que pueden generar los aparatos volcánicos. El área se halla fuera del alcance de las fracciones volcánicas más gruesas (tefras balísticas) y de aquellos procesos generados por las erupciones como flujos piroclásticos, lahares, flujos lávicos y exhalaciones gaseosas, si bien el efecto de estos potenciales procesos sobre las aguas de los lagos, en especial el Huechulafquen, puede ocasionar serios peligros de inundaciones catastróficas sobre Junín de los Andes. Esta situación deberá ser analizada, estudiada y evaluada cuidadosamente.

En relación con la caída de tefras (cenizas y lapilli), favorecida por la dirección e intensidad del viento (más del 80% procedentes del oeste), tiende a aumentar la peligrosidad y la zona potencialmente más afectada se dispone en forma homogénea en toda la región considerada, ya que depende esencialmente del volumen y tamaño de los materiales eyectados y de la dirección de los vientos en el momento de la erupción.

Los efectos e impactos de las lluvias de ceniza en la región, si bien son múltiples y variables, pueden resumirse en los siguientes:

- Sobre la vegetación natural y la fauna
- Incendios forestales
- Sobre la agricultura y la ganadería (pérdida de cosechas y mortandad de animales)



**Foto:** lava escoriácea en la zona del volcán Huanquihue, escorial del Paimún. Esta colada es de tiempos históricos (alrededor de 200 años de antigüedad).



**Foto:** Planicie aluvial y terrazas fluviales del río Chimehuin al noroeste de Junín de los Andes. Al fondo afloramientos de las formaciones Chimehuin y Auca Pan.

- Sobre los cuerpos de agua y sobre el abastecimiento de agua
- Sobre las viviendas, vías de comunicación y obras de infraestructura
- Sobre el transporte (terrestre y aéreo)
- En las comunicaciones
- Sobre la salud de las personas (principalmente problemas respiratorios, pero también puede provocar afecciones en la piel o en la vista)

Es importante destacar, que salvo en lo referente a incendios forestales, los otros aspectos no se suelen encontrar incorporados a los planes de contingencia (como por ejemplo garantizar el suministro de agua potable durante una erupción). Actualmente, en el SEGEMAR se ha iniciado un proyecto tendiente a evaluar adecuadamente todos los peligros que podrían estar vinculados a una hipotética reactivación eruptiva del volcán Lanín.

### **Evaluación de la peligrosidad geológica**

En función de las características de los potenciales peligros, la configuración de las pendientes (teniendo en cuenta tanto los diferentes tramos diferenciados como sus inclinaciones y los procesos geomorfológicos involucrados) y la distribución de los suelos y la vegetación en el faldeo, se ha realizado una zonificación de la peligrosidad diferenciando tres sectores, tanto para las inundaciones, como para movimientos gravitacionales y la erosión hídrica:

1. Peligrosidad alta
2. Peligrosidad moderada
3. Peligrosidad baja a nula

En la tabla 13 se observa los efectos de los peligros detectados. Asimismo, se han generado tres mapas temáticos: Peligrosidad por inundaciones y anegamientos, Erosión hídrica y el Inestabilidad de pendientes y Erosión eólica.

Considerando la conjunción de fenómenos naturales peligrosos, la zona de mayor peligrosidad co-

rresponde a aquellos sectores en los que las pendientes son mayores al 40%, la proporción de afloramientos rocosos es alta y los suelos son poco potentes o se encuentran cubiertos por detritos movilizados por remoción en masa o por escurrimiento superficial. Asimismo, son los sectores en los cuales son frecuentes los bloques grandes en la pendiente, alguno de ellos frescos, lo que evidencia una alta actividad geomorfológica materializada principalmente en caídas o vuelcos.

La zona de alta peligrosidad corresponde principalmente a las geoformas planicies aluviales, abanicos aluviales y cañadones. En estos sectores se concentra la mayor parte de la actividad geomorfológica si bien, tal como se dijera previamente, la mayor parte de las mismas se encuentra en la zona aledaña a la población. Las zonas de peligrosidad moderada y baja se localizan en las morenas y terrazas glaciales, así como en el paisaje erosivo-depositacional debido al accionar de diferentes procesos.

Por último, si se tiene en cuenta la recurrencia, en tiempos geológicos recientes de la depositación de cenizas, la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos es alta y por lo tanto debe ser tomada en cuenta en el futuro en los planes de defensa civil.

Un fenómeno natural constituye un riesgo solo si es así percibido por un sector de la población y la consideración de un fenómeno natural como tal tiene que ver, en primer lugar, con el grado en el cual un evento dado excede las expectativas humanas en un lugar y en un momento determinado. Es decir, que el nivel de severidad de un evento natural particular se transforma en amenaza o peligro sólo en relación con la capacidad de la sociedad o de los individuos a lidiar con él. Consecuentemente, la predicción y la prevención (tanto en lo referente a medidas estructurales como no estructurales) constituyen elementos centrales que deben ser incorporados a los planes de desarrollo urbano.



# *Ecosistemas y paisajes*

---



## 5. ECOSISTEMAS Y PAISAJES

El paisaje corresponde a la percepción del medio a partir de su expresión externa, de su forma y aspecto. El medio se hace paisaje cuando alguien lo aprecia, siendo esta percepción altamente subjetiva y condicionada al receptor y su experiencia personal. La observación del paisaje, y en general la experiencia perceptiva constituye el principal aspecto tenido en cuenta por los turistas para visitar la región, por lo que su preservación aparece como una prioridad en especial si se considera que el turismo es la actividad económica preponderante para la región. De esta forma la presencia de un entorno valorado justifica y refuerza la necesidad del desarrollo de un análisis del mismo.

El paisaje como recurso ambiental es comparable al suelo, la vegetación o la fauna y requiere ser dimensionado en toda su amplitud, considerando la determinación de la capacidad y fragilidad del territorio donde se desarrollan las actividades humanas. El concepto de paisaje, tradicionalmente se encuentra asociado a una serie de sensaciones o recuerdos difíciles de expresar con palabras, situándose habitualmente en un punto muy abstracto e intuitivo. Muchos especialistas de distintos campos de las ciencias y las artes, utilizan el concepto dándole diversas interpretaciones. Patroni y Keningsberg (1999) distinguieron los siguientes tipos de paisaje y establecieron su diferencia:

1. Paisaje natural: conjunto de caracteres físicos visibles de un lugar que no ha sido modificado por el hombre.
2. Paisaje cultural: modificado por la presencia y actividad del hombre (cultivos, rutas, ciudades, etc.)
3. Paisaje urbano: conjunto de elementos plásticos naturales y artificiales que compone la ciudad: cerros, ríos, calles, plazas, árboles, anuncios, semáforos, entre otros.

Con la intención de desagregar este término en sus componentes esenciales, es necesario referirse a la existencia de dos enfoques principales. En primer lugar el paisaje puramente estético: que hace alusión a la armonía, a la combinación de formas y colores del territorio, e incluso a la representación artística de él. En segundo lugar, al paisaje desde el punto de vista ecológico; refiriendo a los sistemas naturales que lo configuran, determinando un complejo de interrelaciones derivadas de la interacción de elementos físicos y bióticos (rocas, agua, aire, plantas y animales, etc.).

En el presente análisis ambos enfoques son considerados y tienen relevancia dentro del paisaje del

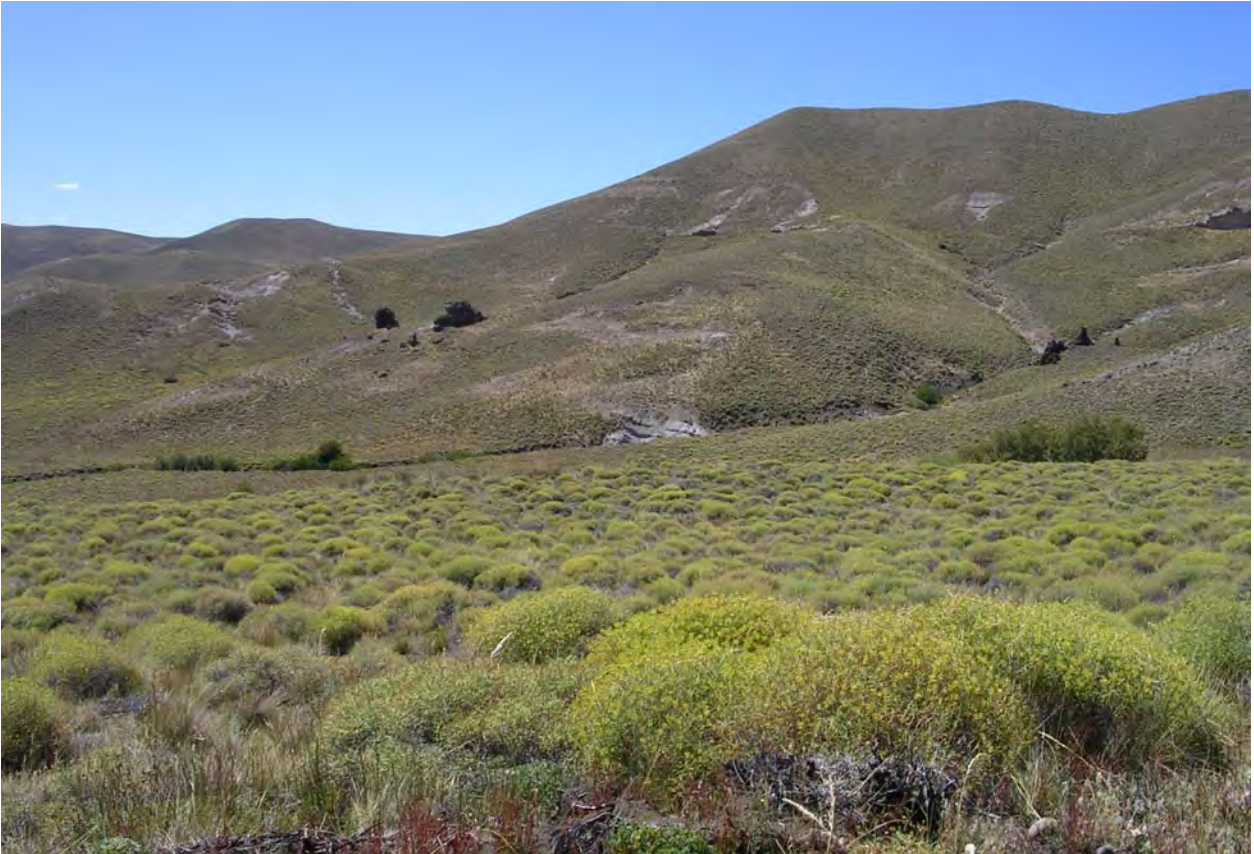
área, el cual se define como la representación sensible del amplio grupo de elementos y procesos que conforman el medio ambiente perceptible (relieve, vegetación, suelo e intervenciones antrópicas).

El paisaje del área de estudio, abstraído a unidades visuales denominadas cuencas, es analizado y definido a partir de los siguientes componentes de la imagen visual: a) Forma, b) Línea, c) Color y d) Textura. Estos se refieren a la expresión objetiva del paisaje, no a las preferencias personales ni a otro tipo de respuesta del observador frente a éste. Se debe considerar que desde esta perspectiva, el paisaje exige un espectador pensante, sin éste, carecería de significado propio convirtiéndose en una muda entidad biofísica. El calor o el frío, los ruidos y los olores forman parte de la esfera sensorial adscrita al observador.

En primer lugar puede establecerse que el paisaje natural ha sido fuertemente modificado por la acción antrópica desde el comienzo de la ocupación por europeos y criollos. Así, la incorporación de estas tierras a las actividades ganaderas de ovinos supuso un cambio sustancial del paisaje. Dada su localización ecotonal, estas tierras fueron especialmente buscadas para la localización de grandes estancias ganaderas desde fines del siglo XIX, época en la que comienza su efectiva ocupación tras la denominada Conquista del Desierto, la que supuso el desalojo compulsivo de la población originaria. Así, estos sectores debido a su gran variabilidad natural proveían una oferta diversificada y continua a lo largo del año para las actividades agrícola-ganaderas.

La destrucción del bosque y matorral natural tanto por el pastoreo como por los frecuentes incendios generados intencionalmente por los primeros pobladores significó un fuerte deterioro del paisaje natural. Otro aspecto destacable es la actividad forestal, primero a expensas del bosque natural y luego a partir de su reemplazo por forestaciones. En este caso la introducción de especies exóticas y la monoespecificidad, también implicó un deterioro del paisaje al perjudicar la regeneración de la vegetación natural y por consiguiente reduciendo la biodiversidad, así como por la acidificación de los suelos y la modificación de la estructura superficial de los mismos, lo que ha implicado modificaciones en la tasa de erosionabilidad de los suelos.

Varias estancias se establecieron en la región, por lo cual, salvo en las áreas altas, el paisaje fue fuertemente impactado en el pasado. De todas formas, aún mantiene numerosos aspectos que siguen convirtiéndolo en un aspecto central en la ocupación del terreno y el uso turístico del suelo. Se destaca el río Chimehuin, sus costas, las montañas adyacentes, los remanentes



**Foto:** Bosque de Nothofagus en lago Tromen.



**Foto:** Cárcavas y rills en las pendientes aluvio-coluviales. Obsérvese vegetación de estepa mixta.

de bosques mixtos y cipresales, así como los bosques y matorrales ribereños. Asimismo, tal como se dijera previamente, el sector estudiado constituye la puerta de entrada a los lagos de la región, al Parque Nacional y al volcán Lanín. En este sentido conforma el área de amortiguación del Parque Nacional, elemento necesario para la preservación del medio objetivo de su definición como tal.

El paisaje en el área de influencia de la urbanización, sobre todo en sectores adyacentes al eje vial ha sido y está siendo modificado por las diferentes actividades de desarrollo y la expansión de los loteos y su actual urbanización, así como por las actividades forestales localizadas en el área circundante. Algunos de los elementos citados arriba suponen efectos de detrimento de la calidad visual desde puntos del predio, tales como el cúmulo de techos reflectantes, la emisión ocasional de humos (por quemas más o menos controladas de material leñoso y broza), el polvo generado por los vehículos que transitan, entre otros.

En cuanto a la afectación del paisaje que supone la expansión urbana, si se tiene en cuenta que se encuentra previamente transformado por las forestaciones de pinos y cortafuegos intermedios, en un contexto con fuerte presencia de infraestructura antrópica, no resultará en un impacto paisajístico relevante. El emplazamiento de construcciones armónicas, priorizando el uso de materiales patagóni-

cos o alpinos típicos (madera, piedra, tejados oscuros) y de cierta unidad conceptual y de categoría, en un entorno de parquización armónica dando una dinámica determinada a los espacios pueden erigirse como un factor positivo en el paisaje del sitio.

A modo de conclusión parcial, puede establecerse que en términos generales, la zona abarcada en este estudio muestra un estado de conservación alterado, habiéndose modificado la estructura y composición de los ambientes, principalmente por la incorporación de la forestación de especies exóticas como lo es el pino. La presencia y persistencia de la forestación como actividad productiva relacionada con la producción maderera supone asimismo futura remoción de parches, corredores y o amplios sectores forestados, con la consecuente dinámica del paisaje asociada. A su vez, la existencia de la forestación como tal supone un riesgo de incendio que podría traducirse en un relevante impacto paisajístico en el sitio y áreas aledañas, ya sea de estepa como de otras forestaciones, y la pérdida de productividad.

Los suelos de la zona poseen en general una alta vulnerabilidad a procesos erosivos, principalmente en áreas de mayores pendientes y en donde se observa menor cobertura vegetal. En las recorridas efectuadas se vieron cárcavas, parches de suelo desnudo o de baja cobertura vegetal, y sectores de laderas parcialmente desestabilizadas.



**Foto:** Detalle de la vegetación de estepa mixta (herbáceo-arbustiva) típica de la zona oriental del área estudiada, transición del ecotono a la estepa.



**Foto:** Uno de los brazos del río Chimehuin en la ciudad de Junín de los Andes. Foto tomada en época de estiaje.



6

## *Identificación de las unidades de paisaje*

---



## 6. IDENTIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE

La región considerada presenta una gran variabilidad en los diferentes aspectos analizados del medio físico (relieve, vegetación, geología, suelos y clima). Consecuentemente, a los fines de brindar pautas acerca de una futura urbanización, es necesario realizar una zonificación que considere cualitativamente todos los aspectos, ya que de otra forma, al privilegiar uno de ellos se correría el riesgo de subestimar o sobreestimar algún factor. En tal sentido se han seguido los lineamientos básicos planteados en Pereyra *et al.* (2005) para la zona de S.C. de Bariloche.

Se ha hecho una zonificación en función de las características más relevantes del medio natural, definiéndose seis Unidades de paisaje. Se entiende por ellas a aquellos sectores ambientalmente homogéneos en comparación con otros alrededores en una ecoregión determinada. Surge de la consideración cualitativa de los principales aspectos que hacen a la dinámica natural y se han definido en función de:

1. Características geomórficas
2. Características bióticas
3. Características geológicas
4. Características edáficas
5. Características hidrológicas.

Las áreas han surgido de la reinterpretación del Mapa Geomorfológico y su combinación con la información sobre vegetación. Las unidades geomórficas incluyen una serie de aspectos que hacen a los otros factores, en particular los geológicos y los climáticos. Los factores que se han considerado son el proceso geomórfico dominante, los procesos secundarios, la intensidad, la antigüedad y la forma que ha adquirido el accionar de los mismos. Los parámetros físicos que se tuvieron en cuenta y, que reflejan parcialmente a los anteriores, son: relieve relativo, rugosidad del terreno, características de la red de drenaje y de los cursos fluviales presentes, grado de actividad morfodinámica, inclinación de las pendientes, existencia de afloramientos rocosos o cobertura de detritos sueltos, entre otros.

En referencia a las unidades de vegetación se han estimado especialmente las grandes formaciones vegetales: bosque, selva, estepa arbustiva, estepa herbácea, estepa mixta, comunidades especializadas y cultivos o forestaciones y en cada caso se ha prestado atención al grado de cobertura existente. Asimismo, se analizaron los aspectos más relevantes de los suelos, básicamente el grado de desarrollo de los mismos, profundidad, textura dominante

y las características más relevantes de los horizontes superficiales.

En algunos casos, según los parámetros considerados, se han realizado valoraciones cualitativas y semicuantitativas en grandes rangos, como por ejemplo en lo referente a los rangos de pendientes, muy alta, alta, media, baja y muy baja o en el establecimiento de grados de desarrollo de suelos o en los grados relativos de morfodinámica. Las unidades así definidas pueden ser utilizadas como unidades de análisis para evaluar el grado de aptitud de las mismas ante diferentes acciones antrópicas, como por ejemplo aptitud frente a la expansión y desarrollo urbano. Los elementos así definidos, representados en el Mapa adjunto, son:

1. Planicies glacifluviales con estepa herbácea
2. Terrazas y planicies fluviales con estepa
3. Abanicos aluviales con estepa
4. Laterales de valles con estepa y forestaciones
5. Relieve denudacional en rocas con estepa mixta
6. Morenas con estepa arbustiva y mixta

Las características relevantes del medio físico para cada una de las Unidades de paisaje diferenciadas se encuentran resumidas en la tabla 14. En líneas generales toda la zona considerada muestra mayor o menor grado de intervención antrópica por lo que se ha tenido en cuenta, para cada una de estas unidades, los diferentes usos actuales de la tierra, densidad de ocupación y grado de modificación del medio natural debido a la acción humana. Estas unidades, al reflejar las características del medio natural y el grado de intervención humana constituyen unidades homogéneas las cuales pueden ser utilizadas como base del análisis y propuesta de futuras acciones en el ámbito del ejido municipal y zonas aledañas.

### 1) Planicies glacifluviales con estepa herbácea

En esta unidad se observan sedimentos gruesos glacifluviales, depósitos fluviales y ocasionales afloramientos rocosos. Los primeros son bloques, gravas, arenas y limos en proporciones variables. Estos materiales se disponen en forma heterogénea, presentando intercalaciones de granulometrías gravillo-arenosas con estratificación. En las depresiones hay sedimentos finos orgánicos en los mallines. En algunos sectores hay gravas y arenas con estratificación. En la parte superior se encuentran sedimentos arenosos eólicos recientes de escaso espesor. En los cañadones de los cursos que disectan las terrazas glacifluviales hay gravas y bloques actuales debidas al retrabajo fluvial de las mismas. Cubriendo



**Foto:** Niveles de planicie estructural en la zona del río Curruhue. En el valle se observan pequeñas lomadas morénicas (glaciares).



**Foto:** Planicie estructural en la Formación Chimehuin.

Unidad de paisaje	Formaciones geológicas aflorantes	Material Superficial	Morfodinámica actual	Relieve relativo pendientes	Suelos principales	Vegetación	Agua subterránea
Terrazas glacifluviales con estepa herbácea	Cuaternario (gravas+tefras)	Grueso y arenoso	Baja	Muy bajo	Molisoles Entisoles	Estepa herbácea y mixta	Varios acuíferos
Terrazas y planicies fluviales con estepa	Cuaternario	Grueso y arenoso	Alta	Muy bajo	Entisoles Molisoles	Estepa arbustiva y mixta	Varios acuíferos
Abanicos aluviales con estepa	Cuaternario	Grueso y arenoso	Alta	Bajo	Entisoles Molisoles	Estepa arbustiva y mixta	Acuíferos pequeños discontinuos
Laterales de valles con estepa y foerestación	Fm. Chimehuin Cuaternario (till+tefras)	Grueso, tefras y afloramiento rocoso	Muy alta	Muy alto	Entisoles Andisoles Inceptisoles	Ecotono, Bosque mixto.y Matorral	Sin acuíferos, permeabilidad fisural
Relieve denudacional en rocas con estepa mixta	Fm. Chimehuin	Grueso y afloramiento rocoso	Muy alta	Muy Alto	Entisoles Inceptisoles	Ecotono, Bosque mixto, Matorral estepa de altura	Sin acuíferos, permeabilidad fisural
Morenas con estepa arbustiva	Cuaternario (till+tefras)	Grueso, arenas y tefras	Baja	Moderado	Andisoles Molisoles	Estepa arbustiva y mixta	Acuíferos pequeños discontinuos

**Tabla 14:** principales características de las unidades de paisaje diferenciadas (Elaboración propia)

parcialmente a las anteriores se hallan tefras principalmente holocenas, las que alcanzan espesores mayores en las depresiones, si bien en todos los casos están implicadas en los suelos.

Esta unidad comprende las terrazas glacifluviales ubicadas en el sector oeste del área poblada, la zona del basurero y los sectores aledaños al río Currhué. En líneas generales las pendientes son muy bajas así como el relieve relativo. La morfodinámica es baja, salvo en los sectores marginales (escarpas de erosión) y en los cauces que la disectan, en los que la erosión hídrica es importante así como los anegamientos. En los tramos en los que la remoción de la cobertura vegetal ha sido considerable la erosión eólica puede ser importante.

La vegetación de esta unidad es variada, si bien predomina la estepa herbácea. Sobre los ocasionales afloramientos rocosos crece el bosque de ciprés y en algunos sectores matorrales de ñire y mixto. En las áreas más modificadas por urbanización crecen especies exóticas y la regeneración se produce en forma natural. Se ha considerado la Naturalidad como Media, la Rareza es Baja al igual que la Singularidad geográfica.

Los suelos dominantes son principalmente Molisoles y Andisoles (suelos desarrollados a partir de tefras) con moderado grado de desarrollo. Los horizontes superficiales son ricos en materia orgánica. Tienen alta retención hídrica. Comparativamente presentan menores propiedades ándicas que los suelos ubicados más al oeste. En menor proporción hay Inceptisoles y Entisoles, en ambos casos de menor desarrollo, usualmente más delgados y más jóvenes. En las depresiones hay suelos hidromórficos y orgánicos. En los abanicos aluviales y cauces flu-

viales se encuentran Ortentes (Entisoles) muy pedregosos y con muy bajo grado de desarrollo. Los contenidos de materia orgánica si bien superiores al 1%, son menores que en los suelos del bosque. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada, lo que indica, en el primero de los casos, la participación de materiales eólicos.

La peligrosidad geológica en general es baja, siendo la erosión hídrica el principal factor. La inestabilidad de pendientes debida a la remoción en masa, salvo en sitios aislados es poco importante. Los recursos naturales (suelos, agua, paisaje) muestran claras evidencias de degradación y la deforestación es muy importante.

La zona presenta un uso predominantemente urbano de baja a media densidad. También tienen lugar usos recreativo-turísticos Tiene gran importancia como núcleo de distribución de tránsito. Tal como se dijera previamente, la mayor parte del sector urbanizado se ubica en las unidades Planicies glacifluviales con estepa herbácea y Terrazas fluviales.

## 2) Terrazas y planicies fluviales con estepa

En esta unidad aparecen depósitos fluviales heterogéneos, predominantemente gruesos. Son sedimentos gravillo-arenosos generalmente con gruesa estratificación. En las depresiones hay sedimentos finos orgánicos en los mallines. En la parte superior se observan sedimentos arenosos eólicos recientes de escaso espesor. En los cañadones de los cursos que disectan la morena y terrazas glacifluviales hay gravas y bloques actuales debidos al retrabajo fluvial de las mismas. Cubriendo parcialmente a las

anteriores se encuentran tefras principalmente holocenas, de escasa potencia.

Comprende las terrazas y planicie aluvial de los ríos Chimehuin y Currhué. El relieve es subhorizontal. Los diferentes niveles de terrazas se escalonan con pequeños resaltos subverticales y están disectadas por pequeños cursos que desaguan en los ríos antes mencionados. Las pendientes son bajas así como el relieve relativo y la morfodinámica actual, la que se limita a la erosión-depositación fluvial localizada en los pequeños cursos y en la escarpa de erosión que limita la terraza baja en relación con el cauce actual de los ríos. La erosión eólica se limita a los sectores en los cuales la vegetación natural ha sido removida.

La vegetación se presenta como un mosaico formado por matorrales mixtos, estepa con árboles (sauces y ñires entre otros) en las zonas marginales, estepas herbáceo arbustiva y forestaciones. Son áreas muy modificadas por diversos usos del suelo, por lo que la Complejidad sería media. La vegetación sufre la tala en épocas invernales y se verifica una presión constante respecto de las formaciones naturales. La Naturalidad es considerada en este caso como media, mientras que tanto la Rareza como la Singularidad son bajas.

Respecto a los suelos, aparecen Molisoles y Entisoles (Ortentes) de escaso a moderado grado de desarrollo, con perfiles simples. Las propiedades ándicas se encuentran poco manifiestas. Los contenidos de materia orgánica si bien superiores al 1% (en los primeros), son menores que en los suelos del bosque. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada a alta observándose también la participación de materiales eólicos. En las zonas deprimidas se han formado suelos hidromórficos y orgánicos.

La unidad posee un grado de peligrosidad natural moderada a alta debido esencialmente a las posibilidades de inundaciones y anegamientos a los que se suma la erosión hídrica. La degradación de la cobertura vegetal natural es muy importante. El uso urbano es de alta, media y baja densidad y hay también algunas áreas forestadas y de recreación.

### 3) *Abanicos aluviales con estepa*

Los materiales que se observan en esta unidad están compuestos básicamente por rodados, gravas y arenas de origen fluvial. Son materiales esencialmente gruesos y groseramente estratificados, con intercalaciones de lentes de sedimentos más finos (limosos, arcillosos y orgánicos). Estos sedimentos son de origen fluvial y se deben a eventos de agradación que fueron constituyendo los diferentes aba-

nicos aluviales de los arroyos tributarios del río Chimehuin. Son recientes a actuales. Hay pequeñas acumulaciones superficiales de arenas eólicas y tefras de escaso espesor y, en las depresiones pueden encontrarse materiales finos orgánicos de mallines. En la zona SE hay varios niveles de abanicos aterrazados.

Las pendientes y el relieve relativo son bajos salvo en los resaltos que marginan las terrazas, configurando un relieve sub-horizontal. En las planicies aluviales actuales de los cursos de los abanicos la morfodinámica es alta, mientras que en el resto de la unidad la misma es baja. El proceso actuante es la erosión hídrica y el aluvionamiento.

La vegetación de los abanicos es la estepa mixta (herbácea-arbustiva), mientras que cerca de las desembocaduras, corresponde a un matorral ribereño con dominio de sauces aunque también se observan elementos exóticos. Las especies conservan su carácter fisonómico-florístico respecto de las formaciones naturales y la regeneración se produce en forma natural, pero con modificaciones por la presencia de especies exóticas. La Naturalidad es media y la Complejidad sería de media a baja. La Rareza y la Singularidad se consideran bajas.

Predominan, asociados a los cursos fluviales, los suelos de tipo Entisoles de muy escaso desarrollo y muy pedregosos (Ortentes). También hay Molisoles de escaso a moderado grado de desarrollo, con perfiles simples y generalmente con rasgos hidromórficos. En el segundo de los casos las propiedades ándicas se encuentran poco manifiestas y en mucha menor proporción. Los contenidos de materia orgánica si bien superiores al 1%, son menores que en los suelos del bosque. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada e indican la participación de materiales eólicos. En las zonas deprimidas aparecen suelos hidromórficos y orgánicos.

La peligrosidad natural es moderada y se limita a las inundaciones y a la erosión hídrica. El estado de los recursos naturales es aceptable, si bien la degradación de la cobertura vegetal es considerable. Los usos actuales se vinculan básicamente a un uso urbano de baja densidad y, en las zonas aledañas, es predominantemente ganadero. Existen algunas instalaciones comunitarias y sociales y vías de comunicación.

### 4) *Laterales de valle con estepa y forestaciones*

En esta unidad afloran en forma localizada volcanitas, piroclastitas y sedimentitas (basaltos, tobas, conglomerados, tufitas, brechas, areniscas e ignim-



**Foto:** Vista hacia el oeste en la que se observa, de adelante hacia atrás, planicie aluvial, terraza fluvial, terraza glaciﬂuvial, abanicos aluviales, pendiente aluvio-columial y los dos niveles de planicie estructural. Nótese la presencia de cárcavas y pequeñas muescas de deslizamientos en la pendiente.



**Foto:** Afloramiento de basalto neógeno sobre lateral del valle.

britas) de las formaciones Chimehuin, Rancahué y Hueyuntué. La proporción de afloramientos rocosos es más elevada en las partes más altas. En los valles tributarios pueden aparecer depósitos de till (bloques, gravas, arenas y limos), correspondientes a la degradación de morenas pleistocenas y de planicies glacifluviales. Las pendientes están cubiertas por una importante acumulación aluvio-columial reciente formada por materiales heterogéneos (tanto composicional como granulométrico) poco consolidados. Estos materiales ocupan la mayor proporción areal de la unidad. En el piso de los valles se hallan gravas y arenas fluviales recientes. En las depresiones se observan sedimentos finos orgánicos de mallines de edad holocena-reciente. Finalmente, cubriendo parcialmente a las anteriores se encuentran tefras principalmente holocenas, de escasa potencia.

Se ubica básicamente en la unidad geomórfica Pendientes aluvio-columiales. Es una unidad caracterizada por una activa morfodinámica, altas pendientes y un alto relieve relativo. Las pendientes muestran sectores en los que dominan los afloramientos rocosos, planos aluvio-columiales. Pequeños cursos fluviales de altas pendiente la atraviesan formando conos aluviales. El reptaje es el proceso dominante y forma conos de deyección y taludes por coalescencia de los mismos. También se generan taludes de caídas de rocas (*rock fall talus*). En los abanicos aluviales mayores se observan evidencias de numerosos flujos densos (torrentes de barro o *debris flows*). La morfodinámica actual es alta, con predominio de la remoción en masa y la erosión hídrica.

La vegetación dominante corresponde a matorrales mixtos y matorrales de ñire en los faldeos, mientras que en las partes altas solían crecer bosques de cipreses. Estos ambientes conservan sus estratos de vegetación característicos y composición florística acorde sólo en algunos pequeños sectores. Por lo tanto la vegetación presentaba una Complejidad media a alta y la Naturalidad es actualmente baja. Se considera la Rareza y la Singularidad geográfica en este caso como bajas. Las forestaciones de pinos alcanzan una gran superficie dentro de la misma.

Los suelos son principalmente Andisoles potentes (suelos desarrollados a partir de tefras) con moderado grado de desarrollo. Los horizontes superficiales son ricos en materia orgánica y tienen alta retención hídrica, si bien las propiedades ándicas son menos manifiestas que en la zona occidental. En menor proporción se hallan los Inceptisoles y Entisoles, en ambos casos de menor desarrollo, usual-

mente más delgados y más jóvenes. En las depresiones hay suelos hidromórficos y orgánicos. En los abanicos aluviales y terrazas fluviales se encuentran Ortentes (Entisoles) muy pedregosos y con muy bajo grado de desarrollo. Finalmente, aparecen Molisoles de escaso a moderado grado de desarrollo, con perfiles simples, arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada e indican la participación de materiales eólicos.

La zona presenta un grado de peligrosidad geológica moderada a alta dada sus características naturales. La inestabilidad de pendientes es alta y se producen caídas de rocas, deslizamientos y flujos densos. Asimismo, en la parte media y baja del faldeo, existen problemas importantes de erosión hídrica y anegamientos localizados. El estado de los recursos naturales (suelo, agua y paisaje) es aceptable, salvo en lo referente a la deforestación y a la repoblación con especies exóticas, las que muestran una tendencia preocupante y aumentan la frecuencia de los incendios. El uso se vincula esencialmente con la actividad forestal y ganadera; la zona se encuentra dentro del área de expansión urbana.

##### 5) *Relieve denudacional en rocas con estepa mixta*

En esta unidad afloran volcanitas, piroclastitas y sedimentitas (basaltos, tobas, conglomerados, tufitas, brechas, areniscas e ignimbritas) de las formaciones Chimehuin, Rancahué y Hueyuntué. En los sectores aplanados más elevados suelen encontrarse depósitos gruesos de diversos orígenes. Predominan depósitos pedemontanos aluviales y, en menor medida, till (bloques, gravas, arenas y limos), correspondientes a la degradación de morenas pleistocenas y de planicies glacifluviales. En todos los casos exhiben una importante cobertura eólica arenosa, parcialmente edafizada. Las pendientes están cubiertas por una importante acumulación aluvio-columial reciente formada por materiales heterogéneos (tanto composicional como granulométrico) poco consolidados. En las depresiones se observan sedimentos finos orgánicos de mallines de edad holocena-reciente. Finalmente, cubriendo parcialmente a las anteriores se encuentran tefras principalmente holocenas, de escasa potencia.

Se ubica básicamente en la unidad geomórfica correspondiente a las Planicies estructurales. Es una unidad caracterizada por una moderada morfodinámica, bajas pendientes y bajo relieve relativo. En los sectores cuspidales en la actualidad predomina la acción eólica, facilitada localmente por la degradación de la cobertura vegetal. Las pendientes muestran sectores en los que dominan los aflo-

ramientos rocosos, planos aluvio-coluviales y se localizan entre los diferentes niveles "aterrazados". Pequeños cursos fluviales de altas pendiente la atraviesan formando conos aluviales. En las pendientes el reptaje es el proceso dominante y forma conos de deyección y taludes por coalescencia de los mismos. En las mismas la morfodinámica actual es alta, con preponderancia de la remoción en masa y la erosión hídrica.

La vegetación dominante corresponde a una estepa herbácea y estepa mixta (herbácea-arbustiva), con algunos matorrales arbóreos en los faldeos. En algunos sectores, especialmente en el nivel inferior, esta unidad se encuentra forestada con plantaciones de coníferas. Con relación a la vegetación natural, la Complejidad es media a baja y se conservan sus estratos de vegetación característicos y composición florística acorde sólo en algunos sectores. La regeneración se produce en forma natural lo que permite estimar a la Naturalidad como alta. Se consideran la Rareza y la Singularidad geográfica como bajas. Debe señalarse que las forestaciones de pinos alcanzan una gran superficie dentro de la misma y el uso ganadero sostenido ha resultado en una sostenida degradación de la cobertura vegetal natural.

Los suelos son principalmente Molisoles, Entisoles y, en menor medida, Andisoles. Los Andisoles son potentes (suelos desarrollados a partir de tefras) con moderado grado de desarrollo. Los horizontes superficiales pueden ser ricos en materia orgánica y tienen alta retención hídrica, si bien las propiedades ándicas son menos manifiestas que en la zona occidental. Los Entisoles son suelos de menor desarrollo, usualmente más delgados y más jóvenes y pedregosos. Son Xerortentes y Xeropsamientos, en este último caso formados a partir de depósitos eólicos arenosos. En los abanicos aluviales y terrazas fluviales se encuentran Ortentes (Entisoles) muy pedregosos y con muy bajo grado de desarrollo. Los Molisoles son principalmente Xeroles, de moderado grado de desarrollo, tienen perfiles simples, son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada y evidencias de participación de materiales eólicos.

La zona presenta un grado de peligrosidad geológica moderada a baja dada sus características naturales. La inestabilidad en las pendientes es media a alta y se producen frecuentes caídas de rocas, deslizamientos y flujos densos. Asimismo, en la parte media y baja del faldeo, existen problemas importantes de erosión hídrica y anegamientos localizados. El estado de los recursos naturales (suelo, agua y paisaje) es aceptable, salvo en lo referente a la

deforestación y a la repoblación con especies exóticas. Los incendios son frecuentes y el uso de la tierra se vincula esencialmente con la actividad ganadera y forestal y se halla parcialmente dentro del área de expansión urbana.

#### 6) *Morenas con estepa arbustiva y mixta*

En esta unidad los depósitos aflorantes corresponden casi totalmente a till. Son bloques, gravas, arenas y limos en proporciones variables. En este caso se trata de morenas laterales acumuladas durante la Última Glaciación o en la Anteúltima. Estos materiales se disponen en forma heterogénea, presentando intercalaciones de granulometrías gravillo-arenosas con estratificación. Ocasionalmente aparecen algunos afloramientos rocosos de la Formación Chimehuin. Ocupan sólo un pequeño sector del área cartografiada, pero alcanzan gran extensión hacia el oeste, dentro del área de expansión futura, especialmente en la zona de la Boca del Huechulafquen. Hacia el este, en la parte superior hay sedimentos arenosos eólicos recientes. Finalmente, cubriendo parcialmente a las anteriores se hallan tefras principalmente holocenas, de escasa potencia.

Corresponde a la unidad geomórfica homónima y los diferentes niveles se disponen entre los 900 y los 800 m aproximadamente. En las depresiones se encuentran mallines. Algunos pequeños cursos disectan los cordones morénicos, desembocando en los ríos Chimehuin y Currhué. Las pendientes son moderadas, así como el relieve relativo. La morfodinámica actual es baja y los procesos activos son las erosiones hídrica y eólica.

La vegetación dominante corresponde a estepas herbáceo arbustivas, estepa arbustiva con árboles, estepa herbácea y se observaron también mallines. Las estepas y mallines conservan su carácter fisonómico-florístico respecto de las formaciones naturales. Se considera la Complejidad como media y, teniendo en cuenta que la regeneración se produce en forma natural, la Naturalidad sería alta. Las especies vegetales son autóctonas, la fisonomía de la estepa y demás ambientes se ve también en otras áreas cercanas y de la región, consecuentemente se considera Rareza como baja, así como la Singularidad. Existen algunos sectores de forestaciones y se verifica la presencia de vegetación introducida dispersa.

Aparecen Molisoles y Andisoles de escaso a moderado grado de desarrollo, con perfiles simples. En los Andisoles las propiedades ándicas son poco manifiestas. En líneas generales, los contenidos de materia orgánica si bien superiores al 1%, son me-



**Foto:** Vista de la población desde las Terrazas del Chimehuin.



**Foto:** Basaltos neógenos intercalados en la Formación Chimehuin.

nores que en los suelos del bosque. Los suelos son arenosos y areno-francos y la pedregosidad es moderada, indicando la participación de materiales eólicos. Hacia el este aumenta la proporción de los Molisoles en detrimento de los segundos. En las zonas deprimidas hay suelos hidromórficos y orgánicos. Asociados a los cursos fluviales aparecen Entisoles de muy escaso desarrollo y muy pedregosos (Ortentes).

Esta unidad posee una peligrosidad natural baja, limitada a anegamientos y erosión hídrica localizados. Las pendientes en general son estables. En la zona abarcada en este trabajo, el uso es forestal y ganadero, si bien, tal como se dijera previamente, la futura urbanización del loteo de la Boca del

Huechulafquen se encuentra esencialmente en esta Unidad de paisaje.

A modo de conclusión parcial y considerando las características generales del paisaje, la zona estudiada presenta una gran variabilidad geoambiental que se plasma en un complejo mosaico de Unidades de paisaje. De la combinación de los diferentes aspectos considerados: relieve, topografía, geología, vegetación, geomorfología, hidrología e hidrogeología, suelos y variabilidad climática han surgido las seis Unidades de paisaje antes descritas, las cuales presentan un aceptable grado de homogeneidad interna. Consecuentemente, las mismas son unidades funcionales, útiles a los fines de su ponderación frente a una futura urbanización.





7

*Evaluación de la  
aptitud para la  
urbanización*

---



## 7. EVALUACIÓN DE LA APTITUD PARA LA URBANIZACIÓN

El ordenamiento territorial es la concreción espacial, en forma de normativas y directrices, de las políticas sociales, culturales y económicas de una sociedad de forma tal que sean compatibles con las características naturales del medio físico. El objetivo es conseguir un desarrollo equilibrado y sustentable de regiones, optimizar la utilización de los recursos naturales a la vez que la organización física del territorio, todo lo cual debe redundar en la mejora de la calidad de vida de todos los habitantes actuales y futuros de una región o país. Si bien existen diferentes metodologías, cualquier plan de ordenamiento territorial utiliza, en forma interdisciplinaria e integrada, el conocimiento científico y técnico generado por numerosos especialistas.

La resolución de los conflictos que se plantean en diversos niveles entre los diferentes actores sociales que interactúan en un espacio dado, implican potenciales definiciones y desarrollos que se apartan en uno u otro sentido de un ideal de crecimiento armónico. Por lo tanto es estrictamente necesario llegar a diferentes grados de consensos y acuerdos sociales que permitan el mantenimiento de condiciones de vida adecuadas para toda la población. Estos consensos, plasmados en las primeras etapas de cualquier plan son el verdadero componente del ordenamiento territorial.

Existen cuatro conflictos paradigmáticos y recurrentes: 1) la contradicción entre conservación y desarrollo, 2) la pugna entre intereses públicos y privados, 3) el conflicto de intereses entre diversos sectores y 4) la confrontación entre intereses locales y nacionales/provinciales. De la resolución no equilibrada de los conflictos planteados se desprenden toda una serie de problemas cuya síntesis puede ser: a) Desequilibrio territorial, b) Impactos ecológicos y paisajísticos debido usos incompatibles con el medio físico, c) Mezcla y superposición de usos, d) Derroche de recursos naturales, e) Localización de actividades sin considerar los peligros naturales, f) Incoherencia en la distribución de infraestructuras y servicios, g) Conflicto entre usos, actividades y sectores y h) Desorganización administrativa, superposición de incumbencias.

Los planes de ordenamiento territorial deben procurar:

1. Adaptar las actividades a las capacidades de acogida del medio físico frente a cada una de las actividades socio-económicas.
2. Optimizar las interacciones entre las diversas actividades a localizar.

3. Tender a una utilización múltiple del territorio en el cual se garantice la superposición de actividades compatibles y complementarias en el tiempo y en el espacio.

Consecuentemente los objetivos del ordenamiento son la utilización racional del territorio que permita una gestión responsable y sustentable de los recursos naturales y un desarrollo socioeconómico equilibrado de regiones y comarcas. Esto resulta en la preservación del medio físico y una mejora de la calidad de vida.

Metodológicamente pueden distinguirse tres etapas:

- Análisis territorial
- Planificación
- Gestión

El análisis territorial (también conocido como diagnóstico territorial), que es donde se focaliza la primera parte del presente informe, se orienta a comprender el funcionamiento de los sistemas naturales, su incidencia en los procesos económico-sociales, culturales y ambientales y las repercusiones territoriales de los mismos. En tal sentido incluye la caracterización del medio físico, el análisis de los usos del suelo y la ocupación del territorio.

A partir de la consideración de las diferentes características relevantes en cada una de las Unidades de paisaje se ha realizado una valoración cualitativa de la distribución y potencial respuesta del medio natural frente a los principales factores de peligros naturales y problemas ambientales detectados en la región.

La capacidad de acogida de un territorio puede definirse en forma empírica a través de una serie de aproximaciones (Gómez Orea, 1994). Se desprende del compromiso existente entre la aptitud potencial de los ecosistemas y el impacto o fragilidad de los mismos, los que conjugados permiten hacer una valoración de la capacidad de aceptación del ecosistema. En una segunda etapa se ha combinado este resultado con la valoración de los procesos activos y peligros naturales lo que permite establecer la capacidad de acogida del territorio. Las categorías de ordenación han resultado finalmente, de la consideración conjunta de las capacidades de acogida y el Mapa de Unidades de paisaje. En la tabla 15 se proponen los usos sugeridos basados en las capacidades de acogida de los de cada una de las unidades de paisaje diferenciadas

Se han definido 5 clases de acciones según los usos: recomendado, aceptable, aceptable con restricciones, inaceptable y no corresponde. En el caso

	1	2	3	4	5	6
Protección de ecosistemas	A	A	A	R	R	R
Conservación estricta	A	A	A	A	R	R
Recreación y turismo	A	A	A	A	A	A
Urbanización de alta densidad	AL	AL	AL	I	I	I
Urbanización de baja densidad	A	A	A	AL	I	I
Industrial	AL	AL	I	I	I	I
Instalaciones técnicas de servicios	AL	AL	I	I	I	I
Disposición de residuos	AL	AL	I	I	I	I
Minería de áridos	AL	AL	AL	I	I	I
Horticultura-floricultura-fruticultura	AL	AL	AL	AL	I	I
Vías de transporte	A	A	AL	AL	AL	I
Líneas de tendido aéreo	AL	AL	AL	AL	AL	AL
Forestación	AL	AL	AL	AL	I	I

**Tabla 15:** Aptitud de las diferentes Unidades frente a potenciales usos. . 1-Morenas con estepa arbustiva, 2-Planicies glaciafluviales con estepa herbácea, 3-Abanicos aluviales con estepa, 4-Terrazas y planicies fluviales con estepa, 5-Laterales de valles con bosque y 6- Relieve denudacional en rocas con estepa mixta. Referencias. **R:** recomendado; **A:** aceptable; **AL:** aceptable con limitaciones, necesita estudio de impacto ambiental; **I:** inaceptable; **-:** no corresponde (Elaboración propia)

de aceptable con restricciones, esta clase implica la necesidad de estudios especiales y específicos frente a potenciales acciones.

A partir de la información generada previamente y como insumo básico para la elaboración de planes y políticas de desarrollo urbano, se ha realizado un Mapa de Aptitud para la urbanización para el área de Junín de los Andes sobre la base de la consideración cuali-cuantitativa de una serie de aspectos relevantes. Los factores tomados en cuenta son:

1. Naturaleza del sustrato (roca-suelo-consolidación-fracturación, etc)
2. Pendientes
3. Peligrosidad geológica y morfodinámica actual (grado relativo según zonificación previa)
4. Incompatibilidad de usos (excluyente)
5. Distancia a cursos fluviales y cuerpos de agua
6. Profundidad del nivel freático

A su vez, para cada una de los factores analizados se ha realizado una categorización:

Naturaleza del sustrato (roca-suelo-consolidación-fracturación, etc)

- Roca en buen estado
- Roca fracturada y/o meteorizada
- Suelo grueso
- Suelo fino
- Suelo expansivo

Pendientes

- Alta (más de 30°)

- Mediana (entre 5 y 30°)
- Baja a horizontal (menos de 5°)

Peligrosidad geológica y morfodinámica actual (grado relativo según zonificación)

- Alta
- Moderada
- Baja y muy baja

Incompatibilidad de usos

- Protección naturaleza
- Recreativos-turísticos
- Forestal

Distancia a cursos fluviales y cuerpos de agua

- Aledaño
- Próximo (menos de 50 m)
- Alejado (más de 50 m)

Profundidad del nivel freático

- Somero o aflorante (a menos de 1 m)
- Profundo

La consideración de estos aspectos fue aplicada a cada Unidad de paisaje (o subunidad cuando correspondiera o justificara su desagregación) en forma ponderada y relativa obteniendo una diferenciación de las mismas en Clases de aptitud para la urbanización. En tal sentido fueron distinguidas cuatro clases (las que se encuentran representadas en el Mapa adjunto):

1. Apta
2. Moderadamente apta (con restricciones)
3. Poco apta



**Foto:** Cerro Medialuna. En la pendiente aflora la Formación Chimehuin y en la parte cuspidal los basaltos neógenos. Se observan pequeñas cárcavas y deslizamientos rotacionales.



**Foto:** Terrazas del Chimehuin. Aspecto de la planicie aluvial, terrazas fluviales y relieve erosivo labrado en rocas de las formaciones Chimehuin y Hueyultue.

#### 4. No apta

La existencia de sectores poco aptos o moderadamente aptos no supone la imposibilidad de su loteo ni de su ocupación, sino que significa que la utilización de los mismos implicará estudios específicos en cada caso. Estos dependerán de las intenciones y objetivos de los propietarios particulares y de la política que al respecto se trace la Municipalidad de Junín de los Andes y la Provincia.

Se han clasificado las Unidades de paisaje en función de su mayor o menor aptitud frente a una futura expansión de la urbanización, teniendo en cuenta la necesidad de controlar el desarrollo urbano y la localización espacial de la misma ante las demandas sociales, las restricciones naturales, el uso sustentable de los recursos naturales y la conservación de la naturaleza. La propuesta surge de la consideración de todos los aspectos analizados en este trabajo en forma cuali-cuantitativa, ponderándolos de acuerdo con su participación específica en los factores considerados.

Se consideraron dentro de la urbanización una serie de aspectos, los cuales fueron luego evaluados por separado para cada una de las unidades de gestión. Se asignó un puntaje según la mayor o menor facilidad frente a cada tipo de construcción. En este aspecto, no solo se estimó la facilidad/dificultad ingenieril, sino también los costos relativos de construcción y mantenimiento.

Las actividades son:

##### A-Construcción de viviendas

- casas
- edificios
- hoteles
- otros

##### B-Infraestructura de servicios (agua, gas, electricidad, cloacas, teléfono)

- aérea
- subterránea

##### C-Infraestructura vial

- caminos asfaltados
- caminos de ripio
- zonas de transferencias (pasajeros, cargas, tránsito en general)

##### D-Instalaciones comunitarias, incluyendo industriales, de servicios, sociales (escuelas, salitas, policía, bomberos), recreativas, turísticas y comerciales.

En función de las anteriores se definieron cinco conjuntos. El primero, denominado A considera la facilidad/dificultad para construcción de viviendas. El B, la facilidad/dificultad para construcción infraestructura de servicios. El C estima la facilidad/dificultad para construcción infraestructura vial, mientras que el cuarto, D, la facilidad/dificultad para construcción de instalaciones comunitarias. Finalmente, el factor E cuantifica las compatibilidades con otros usos sugeridos/deseables.

El cálculo de la mayor o menor aptitud se realiza a partir de la suma de los valores obtenidos para cada conjunto en cada Unidad de paisaje. De A a D, los valores son de 1 a 4, correspondiendo el 1 a fácil y el 4 muy difícil. El parámetro E, tiene tres valores, C, compatible, MC, medianamente compatible e I, incompatible. MC suma 1 punto más, mientras I es excluyente y la unidad en cuestión pasa directamente a no apto. En función de los puntajes asignados y

	Facilidad/dificultad para construcción de viviendas	Facilidad/dificultad para construcción infraestructura de servicios	Facilidad/dificultad para construcción infraestructura vial	Facilidad/dificultad para construcción de instalaciones comunitarias	Compatibilidades con otros usos sugeridos o deseables	Suma	Clases
	A	B	C	D	E	S	CL
Terrazas y planicies fluviales con estepa	2	2	3	4	MC+1	12	III
Laterales de valles con estepa y forestaciones	3	3	3	4	I	13	IV
Morenas con estepa arbustiva y mixta	2	2	2	2	C	8	II
Planicies glaciófluviales con estepa herbácea	1	2	1	1	MC+1	7	I
Abanicos aluviales con estepa	1	2	2	1	MC+1	8	II
Relieve denudacional en rocas con estepa mixta	3	3	3	4	I	13	IV

**Tabla 16:** aptitud para la urbanización de las diferentes unidades de paisaje. Referencias:

Clases: I Muy apta, II Apta, III Poco apta y IV No apta. A: facilidad/dificultad para construcción de viviendas. B: facilidad/dificultad para construcción infraestructura de servicios. C: facilidad/dificultad para construcción infraestructura vial. D: facilidad/dificultad para construcción de instalaciones comunitarias. E: Compatibilidades con otros usos sugeridos/deseables. De A a D, los valores son de 1 a 4, correspondiendo el 1 a fácil y el 4 muy difícil. E tiene tres valores, C, compatible, MC, medianamente compatible e I, incompatible. MC suma 1 punto más, mientras I es excluyente y pasa a clase IV automáticamente. (Elaboración propia)



**Foto:** vista hacia el este de la zona central de Junín de los Andes. Se observa la morfología plana de la terraza glacial en la que se asienta la población. En último plano, se ve el Nivel de agradación pedemontana antiguo.



**Foto:** Planicie aluvial del río Chimehuin, se observan barras transversales y pequeños islotes.

la suma de los mismos, las unidades fueron agrupadas en cuatro clases de aptitud a la urbanización: I Muy apta, II Apta, III Poco apta y IV No apta. Los resultados obtenidos se observan en la tabla 16.

Del análisis de los factores antes señalados, de su ponderación relativa y de su combinación se desprenden una serie de conclusiones. Las mismas pueden ser incorporadas a cualquier plan futuro de desarrollo urbano, con el objetivo de dirigir la expansión urbana de forma tal de que sea compatible con la preservación del medio natural y con la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

Las Unidades de paisaje que presentan las mejores posibilidades para ser utilizadas en un futuro como sectores de expansión urbana son la Planicies glacifluviales con estepa herbácea, precisamente sobre las cuales se desarrolla la mayor parte de la expansión urbana en ejecución.

La Unidad Morenas con estepa arbustiva y mixta ocupa sólo una pequeña porción del área estudiada por lo cual no ha sido considerada en la estimación, si bien puede señalarse que se trataría de un ambiente apto para la urbanización, salvo limitantes localizados, como por ejemplo pendientes altas y presencia de materiales muy gruesos. Este aspecto es relevante, si se tiene en cuenta los futuros loteos y urbanizaciones en la zona del lago Huechulafquen.

La Unidad de paisaje, Laterales de valles con estepa y forestaciones, posee una aptitud aceptable para la urbanización si bien su posible utilización como zona de expansión urbana debería hacerse con al-

gunas limitaciones y precauciones diferentes a las consideradas precedentemente. En primera instancia, debe establecerse que la capacidad de carga de la misma es inferior a las primeras, por lo tanto no puede pensarse en una ocupación densa. En segundo lugar, deberán realizarse estudios de impacto ambiental de detalle previo a loteos y construcción de instalaciones sociales, comunitarias y comerciales, así como para la construcción de vías de comunicación e infraestructura de servicios.

Respecto a las unidades Abanicos aluviales y Terrazas y planicies fluviales, debe tenerse en cuenta que estas unidades, dadas sus características, solo una parte de las mismas es efectivamente apta para la urbanización (correspondiendo a los abanicos antiguos y terrazas altas). Por otro lado, dentro ellas, las planicies aluviales y terraza inferior son absolutamente inapropiadas para la urbanización y su uso debería ser prohibido totalmente.

La utilización de la Unidad de paisaje Relieve denudacional en rocas con estepa mixta para futura expansión urbana es totalmente desaconsejable a riesgo de producir impactos irreversibles sobre el medio natural así como garantizar la rentabilidad de las inversiones a mediano y largo plazo. La diferencia entre las clases III y IV es que en la segunda, la urbanización debería ser vedada, mientras que en la primera debería restringirse a su menor expresión posible, si bien podría permitirse, previo estudio pormenorizado de impacto ambiental, ciertas construcciones.



8

## *Conclusiones y recomendaciones*

---



## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *CONCLUSIONES DE ÍNDOLE GENERAL*

Considerando las características generales del paisaje, la zona estudiada presenta una gran variabilidad geo y ecoambiental que se plasma en un complejo mosaico de Unidades de paisaje. De la combinación de los diferentes aspectos considerados: relieve, topografía, geología, vegetación, geomorfología, hidrología e hidrogeología, suelos y variabilidad climática han surgido seis Unidades de paisaje, las cuales presentan un aceptable grado de homogeneidad interna. Consecuentemente, las mismas son unidades funcionales, útiles a los fines de su ponderación frente a una futura urbanización y como herramienta de zonificación del ejido municipal y área de expansión urbana futura.

En términos generales, la zona abarcada en este estudio muestra un estado de conservación alterado, habiéndose modificado la estructura y composición de los ambientes, principalmente por la incorporación de la forestación de especies exóticas como lo es el pino. Los suelos de la zona poseen en general una alta vulnerabilidad a procesos erosivos, principalmente en áreas de mayores pendientes y en donde se observa menor cobertura vegetal.

Considerando la conjunción de fenómenos naturales peligrosos, la zona de mayor peligrosidad corresponde a aquellos sectores en los que las pendientes son mayores al 40%, la proporción de afloramientos rocosos es alta y los suelos son poco potentes o se encuentran cubiertos por detritos movilizables por remoción en masa o por escurrimiento superficial.

La zona de alta peligrosidad corresponde principalmente a las planicies aluviales, abanicos aluviales y cañadones. En estos sectores se concentra la actividad geomorfológica si bien, tal como se dijera previamente, la mayor parte de las mismas se encuentra en la zona aledaña a la población. Las zonas de peligrosidad moderada y baja se localizan en las morenas y terrazas glacifluviales. Si se tiene en cuenta la recurrencia, en tiempos geológicos recientes de la depositación de cenizas, la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos es alta y por lo tanto debe ser tomada en cuenta en el futuro en los planes de defensa civil.

Las Unidades de paisaje que presentan las mejores posibilidades para ser utilizadas en un futuro como sectores de expansión urbana son la Planicies glacifluviales con estepa herbácea. La Unidad Morenas con estepa arbustiva y mixta ocupa sólo una

pequeña porción del área estudiada por lo cual no ha sido considerada en la estimación, si bien puede señalarse que se trataría de un ambiente apto para la urbanización, salvo limitantes localizados, como por ejemplo pendientes altas y presencia de materiales muy gruesos. Este aspecto es relevante, si se tiene en cuenta los futuros loteos y urbanizaciones en la zona del lago Huechulafquen.

La Unidad de paisaje, Laterales de valles con estepa y forestaciones, posee una aptitud aceptable para la urbanización si bien su posible utilización como zona de expansión urbana debería hacerse con algunas limitaciones y precauciones diferentes a las consideradas precedentemente. En primera instancia, debe establecerse que la capacidad de carga de la misma es inferior a las primeras, por lo tanto no puede pensarse en una ocupación densa. Respecto a las unidades Abanicos aluviales y Terrazas y planicies fluviales, debe tenerse en cuenta que estas unidades, dadas sus características, solo una parte de las mismas es efectivamente apta para la urbanización (correspondiendo a los abanicos antiguos y terrazas altas).

Del análisis de los factores antes señalados, de su ponderación relativa y de su combinación se desprenden una serie de conclusiones. Las mismas pueden ser incorporadas a cualquier plan futuro de desarrollo urbano, con el objetivo de dirigir la expansión urbana de forma tal de que sea compatible con la preservación del medio natural y con la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

En tal sentido se plantea la necesidad de la adecuación de las normativas vigentes a los resultados, conclusiones y recomendaciones que se desprenden del presente estudio. Asimismo, se considera necesario adaptar las normativas vigentes a la variabilidad eco-ambiental que presenta el ejido en toda su extensión y especificarla cuando sea necesario, especialmente en lo referente al futuro desarrollo de los loteos de la Boca del Huechulafquen y de Quilquihue.

En función de los factores analizados, se considera que la expansión urbana debería realizarse hacia el norte y el sur. En tal sentido es fundamental el establecimiento de políticas públicas e intervenciones arquitectónicas adecuadas que dirijan la ocupación hacia esos sectores. Consecuentemente sería necesario establecer un plan consensuado con los diferentes actores sociales para dirigir y controlar la futura expansión urbana sobre la base de los resultados y recomendaciones que se desprenden del presente estudio, así como de otros preexistentes.

Finalmente, se quiere enfatizar la utilidad de difundir completamente y en forma adecuada a la co-

munidad los resultados, conclusiones y alcances del presente estudio, teniendo en cuenta que la misma es el destinatario principal de las investigaciones de un Organismo Público Nacional como el SEGE-MAR.

## RECOMENDACIONES PARTICULARES

### 1) Evaluación y mitigación de peligros naturales

#### *Inundaciones:*

- Debe ampliarse la luz y el ancho de la mayor parte de los puentes que cruzan los arroyos. En algunos puentes existentes hay problemas de erosión por lo que debería encararse acciones de control y remediación. La sección de los puentes y alcantarillas es en muchos casos inadecuada, por lo que durante grandes tormentas se producen taponamientos que ocasionan el flujo del agua sobre las calles. En consecuencia deben identificarse los puntos más conflictivos y ampliarlos.
- Establecer una distancia mínima de seguridad para localización de viviendas y construcciones respecto del cauce actual de los arroyos medido durante períodos de estiaje (caudales máximos).
- En la zona de Jardines del Chimehuin es necesario realizar medidas de estabilización de las riberas.
- En la escarpa occidental de la zona urbanizada es necesario ejecutar acciones que tiendan a disminuir la generación de condiciones de inestabilidad como por ejemplo inhibir o reducir la infiltración en la parte superior.
- Debe cambiarse el paradigma utilizado hasta el presente respecto a las acciones de mitigación frente a inundaciones. Las acciones a llevar a cabo deberían tener en cuenta el manejo del agua desde las cabeceras, tratando de intervenir en el sector urbanizado de los arroyos lo menos posible. Esto es especialmente importante para futuras urbanizaciones.
- Retirar cualquier tipo de construcción que avance sobre el cauce de los arroyos y ríos de la zona o modifique su natural sinuosidad ya de por sí, en algunos casos actualmente reducida.
- El área aledaña al río Chimehuin, independientemente de las medidas de protección de riberas instrumentadas, constituye probablemente el sector más conflictivo del área actualmente urbanizada. En consecuencia debe limitarse la expansión urbana en la misma.
- Vegetar las pendientes artificiales usualmente vinculadas a la apertura de vías de comunicación, con especies arbustivas y herbáceas naturales de la región. La revegetación confiere un mayor grado de estabilidad general a la pendiente, favoreciendo el desarrollo de suelos y disminuyendo la escorrentía superficial y la posibilidad de ocurrencia de pequeños movimientos gravitacionales.
- Los loteos ubicados en la margen oriental del río Chimehuin pueden presentar problemas de estabilidad de pendientes por los que deberán ser estudiados adecuadamente en cada caso, tanto en relación con la construcción de viviendas particulares como con la apertura de caminos e instalaciones de servicios públicos.
- La zona presenta un riesgo sísmico moderado, por lo que debe vigilarse el cumplimiento adecuado de las normativas vigentes con respecto a las construcciones sismo-resistentes. Su consideración debe incorporarse también a los planes de Defensa Civil.
- El principal factor de peligrosidad volcánica en la zona es la caída de cenizas. Ante un evento de magnitud, en primer lugar debe asegurarse la provisión de agua potable por lo que habría que construir reservorios para agua de red en caso de erupción. Debe, asimismo, incorporarse a los planes de manejo de incendios, al Código Urbano y a la Defensa Civil.
- En relación con el peligro volcánico y teniendo en cuenta la existencia de forestaciones en zonas aledañas a la población deberán instrumentarse planes de manejo del fuego y planes de evacuación en relación con incendios.
- El puente actual sobre el río Collón Cura en la zona de La Rinconada casi constituye el único acceso a la región. El mismo es absolutamente deficiente por lo que su reemplazo debería ser una prioridad para la Provincia.
- Debe mejorarse el acceso alternativo a la región desde la zona de Calefufu.

## 2) Preservación y uso sustentable de los recursos naturales

- La localización actual del basurero y la forma de manejo implica la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, la contaminación de los suelos y la ocurrencia de incendios. Se suma a estos aspectos el impacto visual, dada su ubicación sobre la ruta que conecta a Junín de los Andes con San Martín de los Andes. Debe impermeabilizarse las zonas de relleno y deberán instrumentarse medidas tendientes al adecuado manejo de los lixiviados, así como el establecimiento de barreras de árboles par minimizar el impacto visual.
- En función de lo anterior, debe encararse un plan tendiente a la localización de nuevo sitio de disposición de residuos.
- Modificación de las metodologías de disposición de residuos, avanzando en el reciclado y en la implementación de capas protectoras para futuros rellenos sanitarios.
- Realización de pozos de monitoreo en la zona del basural actual y del futuro sitio de disposición de residuos.
- Levantamiento de todos los basurales abandonados y clandestinos. Manejo de los residuos y disposición en los sitios nuevos.
- Realización de análisis químicos completos de aguas subterráneas en áreas específicas del ejido. Instalación de pozos piezométricos a los efectos de conocer el comportamiento del nivel freático en diferentes como base para la futura expansión urbana.
- Instrumentación de planes de abandono y recuperación de canteras y ejecución de los mismos, en forma concertada entre los propietarios, el Municipio y la Provincia.
- Identificación de nuevas áreas de explotación de ripio para el futuro que permitan un uso sostenible de las mismas. Trasladar la explotación hacia el este de la ciudad. Dirigir la búsqueda de nuevas áreas a los sectores en los cuales aparecen depósitos glacifluviales y morenas marginales.
- Monitoreo de los cambios en la vegetación natural por acciones antrópicas, especialmente en las zonas de bosque y matorral.

- Estudios de impacto ambiental de la forestación, con el objetivo de evitar que ésta se realice en desmedro de la vegetación natural.
- Revegetar exclusivamente con plantas autóctonas ya que la vegetación exótica, en especial los pinos, implican el deterioro del suelo por acidificación y plantean problemas para la regeneración de la vegetación natural autóctona.

## 3) Normativo-Propositivo

- Prohibir la realización de cortes de talud verticales, salvo en roca y si ésta no está diaclasada. A tal efecto deben exigirse estudios previos de estabilidad de pendientes para aprobar las obras.
- Limitar el fraccionamiento de los lotes existentes. Controlar nuevos loteos. Implementar una política diferenciada según los conflictos ambientales y características naturales del sector en cuestión.
- Protección de los humedales, prohibición de construir a una distancia mínima, considerando la época de mayor expansión.
- En relación con la inestabilidad de pendientes, incorporar al Código Urbano el concepto de distancia de seguridad para la ocupación y construcción. Tales valores deben ser determinados en cada sitio conflictivo y no en forma general.
- Generar información específica para problemas de fundación como capacidad de carga de suelos, estabilidad de taludes, etc, como base a la planificación, considerando en primer lugar los sitios de potencial expansión urbana.
- Cualquier obra que tienda a la estabilización de las pendientes y a mitigar el efecto de las inundaciones implica necesariamente el mantenimiento de las mismas. Esto debe estar incluido en la planificación y en las asignaciones de partidas presupuestarias.
- Preservar los espacios verdes y de recreación municipales, en especial en las zonas de faldeos, en las zonas aledañas al río Chimehuin y a las tierras comprendidas entre las instalaciones militares y la zona urbanizada.
- En las zonas no servidas por cloacas implementar la instalación de las mismas. Analizar la localiza-

ción de las plantas de tratamientos de efluentes y los sitios de vuelco, las que deberían encontrarse aguas abajo del área urbanizada.

- Prohibir las construcciones en las planicies aluviales y en las zonas activas de los abanicos aluviales. Delimitar las mismas adecuadamente con la participación de profesionales geólogos
- Patrimonio natural. A los fines de ampliar la oferta turística, aumentando a la vez la conciencia ambiental incorporar el concepto de patrimonio geológico-geomorfológico. Realizar el inventario del mismo, puesta en valor e incorporación a circuitos de interpretación.

- Realización de cursos y actividades de capacitación para el personal municipal, especialmente en temas referidos a las amenazas naturales y a la degradación del medio natural en la región. En tal sentido, el SEGEMAR, junto con las áreas competentes del Municipio, pueden efectuar una propuesta concreta.

No se han realizado propuestas acerca de incendios, protección de la fauna ni de protección del patrimonio arqueológico e histórico ya que los mismos no han sido abordados en el presente estudio. Si embargo se quiere enfatizar la importancia de los mismos.



# *Bibliografía*

---



**BIBLIOGRAFÍA**

- ARROYO, J., 1980. Clima de la Provincia del Neuquén. En: Relevamiento y priorización de áreas con posibilidades de riego. Publicación Especial COPADE - CFI, 2, 181 pp. Buenos Aires.
- BARROS, V., 1983. Cartas de precipitación de la zona oeste de las Provincias Río Negro y Neuquén. Facultad Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Comahue. Argentina.
- CABRERA, A.L., 1994. Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler, W. (Ed.), Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería, 2, 2<sup>a</sup> Edición, 1<sup>a</sup> reimpresión, 85 pp. Acme. Buenos Aires. Argentina.
- CABRERA, A.L. y A. WILLINK, 1980. Biogeografía de América Latina. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.
- CALDENIUS, K., 1932. Las glaciaciones cuaternarias de Patagonia y Tierra del Fuego. Boletín del Servicio Geológico Nacional, 95: 1-150. Buenos Aires.
- CLAPPERTON, C., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. Elsevier, 746 pp.
- CORREA, M.N., 1984. Flora Patagónica. Colección científica del INTA. Buenos Aires, Argentina.
- CRIVELLI, E. y M. SILVEIRA, 1983. Radiocarbon chronology at a tephra layer in Río Traful Valley, Province of Neuquén, Argentina. Quaternary of South America an Antarctic Peninsula, 1:135-150. Balkema, Rotterdam.
- CUBERO, C., 2001. Cuenca del río Chimehuin. Estudio de las Inundaciones en la localidad de Junín de los Andes. AIC. Informe inédito. Cipoletti.
- CUCCHI, R., 1998. Hoja Geológica 4169-I, Piedra del Águila, provincias del Neuquén y Río Negro. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1: 50.000. SEGEMAR. Boletín 242, 74 pp. Buenos Aires.
- CUCCHI, R y H. LEANZA, 2005. Hoja Geológica 3972-IV, Junín de los Andes. SEGEMAR Boletín 327, 102 pp. Buenos Aires.
- DALLA SALDA, L., M. LEGUIZAMÓN, M. MAZZONI, J. MERODIO, C. RAPELA y L. SPALLETTI, 1981. Características del vulcanismo paleógeno en la Cordillera Nordpatagónica entre las latitudes 39° 30' y 41°20' S. 8° Congreso Geológico Argentino, 3: 629-657. Buenos Aires.
- DALLA SALDA, L., C. CINGOLANI y R. VARELA, 1991. El basamento pre-andino ígneo metamórfico de San Martín de los Andes, Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 46 (3-4): 223-234. Buenos Aires.
- DALLA SALDA, L., R. VARELA y C. CINGOLANI, 1999. El basamento Pre-Gondwánico del Centro-Oeste del Macizo Nordpatagónico. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. Anales 29 (5-1): 107-132. Buenos Aires.
- DEL VALLE, A.E. y P. NÚÑEZ, 1990. Los peces de la Provincia del Neuquén. Dirección General de Bosques y Parques Provinciales, Subsecretaría de Asuntos Agrarios, Neuquén. Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- DESSANTI, R.N., 1972. Andes Patagónicos Septentrionales. En: Leanza, A.F. (Ed.), Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias: 655-688, Córdoba.
- DIKAU, R., D. BRUNSDEN, L. SCHROTT y M. IBSEN (Eds.), 1996. Landslide recognition. J. Wiley & Sons, 251 pp.
- DIMITRI, M.J., 1982. La Región de los Bosques Andino Patagónicos. Flora Dendrológica. INTA. Buenos Aires.
- FERRER, J.A., 1981. Geografía y Propiedades de los suelos de Patagonia. Actas 1<sup>as</sup> Jornadas Regionales de suelos de Patagonia: 11-58. Neuquén y San Carlos de Bariloche (provincia de Río Negro).
- FERRER, J.A., J. IRISARRI y J.M. MENDÍA, 1990. Estudio Regional de Suelos de la Provincia del Neuquén. Publicación Especial COPADE - CFI, 900 pp. Buenos Aires.
- FERRER, J.A., F.X. PEREYRA y D. VILLEGAS, 1999. Geoformas y suelos en el Valle del Río Traful, Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 54 (3): 270-280. Buenos Aires.
- FERRER, J.A., J. IRISARRI y J.M. MENDÍA, 2006. Suelos de la provincia del Neuquén. Escala 1:500.000. INTA-CFI-UN del Comahue, 224 pp. Buenos Aires.
- FIDALGO, F. y N. PORRO, 1978. Geología Glacial. En: Geología y Recursos Naturales del Neuquén. 7° Congreso Geológico Argentino. Relatorio: 129-136. Buenos Aires.
- FLINT, R.F. y F. FIDALGO, 1963. Geología glacial de la zona de borde entre los paralelos 39° 10' y 41° 20' de latitud sur, en la Cordillera de los Andes. Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín 93. Buenos Aires.
- FLINT, R.F. y F. FIDALGO, 1964. Glacial geology of the east flank of the Argentine Andes. Geological Society of America Bulletin, 75: 335-352.
- FLINT, R.F. y F. FIDALGO, 1969. *Drift* glacial al este de los Andes entre Bariloche y Esquel. Ins-

- tituto Nacional de Minería, Boletín 119. Buenos Aires.
- GALLI, C.A., 1954. Acerca de una nueva interpretación de las Formaciones Rético-liásicas de la Patagonia septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 8 (4): 220-235. Buenos Aires
- GALLI, C.A., 1969a. Descripción geológica de la Hoja 38c, Piedra del Águila, Provincias de Neuquén y Río Negro. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 111: 1-67. Buenos Aires.
- GALLI, C.A., 1969b. Descripción geológica de la Hoja 35a, Lago Aluminé, provincia del Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín 108: 1-49. Buenos Aires.
- GÓMEZ OREA, D., 1994. Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico. Instituto Geom-Minero de España (ITGE), Madrid, 238 páginas.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E.F., 1982. Chronological zonation of granitic plutonism in the Northern Patagonian Andes: the migration of intrusive cycles. *Earth Sciences Review*, 18: 365-393. Amsterdam.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E.F. y F. NULLO, 1980. Cordillera Neuquina. En: Turner, J.C.M. (Ed.), *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias: 1099-1147. Córdoba.
- GONZÁLEZ DÍAZ, E.F. y J.C. RIGGI, 1984. La Formación Chimehuín: su correspondencia con las Formaciones Collón Curá y Río Negro, en el sur del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 39 (1-2): 94-106. Buenos Aires.
- GONZÁLEZ FERRÁN, O., 1995. Volcanes de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile, 641 páginas.
- GROEBER, P., 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. *Dirección General de Minas, Geología e Hidrología*, 58: 1-109. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1946. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 1. Hoja Chos Malal. *Revista de la Sociedad Geológica Argentina*, 1 (3): 177-208. Buenos Aires.
- GROEBER, P., 1956. Anotaciones sobre el Cretácico, Supracretácico, Paleoceno, Eoceno y Cuartario. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 10 (4) :234-261. Buenos Aires.
- HUNGR, O., S. EVANS, M. BOVIS y J. HUTCHINSON, 2001. A review of the classification of landslides of the flow type. *Environ. & Engineering Geosciences*, 7(3):221-238.
- INBAR, M., C. RISSO y C. PARICA, 1994. The morphological development of a young lava flow in the Southwestern Andes, Neuquén, Argentina. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 39 (4): 479-487. Stuttgart.
- INDEC, 2001. Censo Nacional de Población y Vivienda INDEC.
- INTA, 1989. Atlas de suelos de la República Argentina. Buenos Aires.
- KOEPPEN, W. 1936. *Climatología*. Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1° edición, 477 páginas
- LAGORIO, S. y G. MASSAFERRO, 1991. Depósitos ignimbríticos al norte de Aluminé, provincia del Neuquén, Argentina. Su caracterización petrográfica y geoquímica. 6° Congreso Geológico Chileno, Resúmenes Expandidos, 1: 829-832. Viña del Mar. Chile.
- LAGORIO, S., T. MONTENEGRO, G. MASSAFERRO y M.E. VATTUONE, 1998. Edad y geoquímica de las ignimbritas de Aluminé, provincia del Neuquén, Argentina. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, 2: 321-325. Buenos Aires.
- LARA, L. y H. MORENO, 2000. Informe geológico preliminar del área Liquiñe-Neltume. 1-18. SERNAGEOMIN. Santiago de Chile.
- LAYA, H., 1969a. Génesis de suelos a partir de productos piroclásticos postglaciales. Sector Portezuelo Puyehue - Nahuel Huapí (provincia del Neuquén). 5ª Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo: 387-396. Santa Fe.
- LAYA, H., 1969b. Cartografía de los principales grupos de suelos y sus relaciones genéticas en la región de Junín y San Martín de los Andes (provincia del Neuquén). 5ª Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo: 331-343. Santa Fe.
- LAYA, H., 1977. Edafogénesis y paleosuelos de la Formación téfrica Río Pireco. (Holoceno), Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 32 (1): 3-23. Buenos Aires.
- LEANZA, A.F. y H.A. LEANZA, 1979. Descripción geológica de la Hoja 37 c, Catán Lil, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, Boletín 169:1-65. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A., 1985. Descripción geológica de la Hoja 36 b, Cerro Chachil, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, 144 pp., inédito. Buenos Aires.
- LEANZA, H.A. y C.A. HUGO, 1997. Hoja Geológica 3969- III - Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Naturales, SEGEMAR, Boletín 218: 1-135. Buenos Aires.
- MERCER, J., 1976. Glacial History of Southernmost of Southamerica. *Quaternary Research*, 6: 125-166.

- MARCOLÍN, A., C. LÓPEZ, M.L. LANCIOTTI, D. BRAN, J. AYESA y F. COLMET DAAGE, 1988. Características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de la Cordillera de los Andes y Precordillera del norte de la Patagonia. Convenio INTA-ORSTOM, 16 pp. Bariloche, Río Negro.
- MOVIA, C., 1983. Estudio de la Vegetación de la Provincia del Neuquén. Ministerio de Economía y Hacienda de la Nación. Argentina.
- NAROSKY, T. y D. IZURIETA, 2003. Guía para la identificación de las Aves de Argentina y Uruguay. Edición de Oro. Vázquez Mazzini Editores. Buenos Aires.
- PEREYRA, F., F. HELMS, S. CAVALLARO, C. LÓPEZ y A. DZENDOLETAS, 2005. Estudio geocientífico aplicado al ordenamiento territorial. San Carlos de Bariloche. SEGEMAR. Serie Anales N°42. Convenio SEGEMAR-BGR, 165 páginas. Buenos Aires.
- PETIT BREUILH, M., 1999. Cronología eruptiva histórica de los volcanes Osorno y Calbuco. Andes del Sur. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, Subdirección de Geología, Publicación 53, 67 páginas.
- RABASSA, J., 1974. Geología de la región de Pilcaniyeu-Comallo, provincia de Río Negro, Argentina. Fundación Bariloche, Publicación N° 17: 1-129. San Carlos de Bariloche.
- RABASSA, J. y G. CLAPPERTON, 1990. Quaternary glaciations of the Southern Andes. *Quaternary Science Review*, 9: 153-174.
- RABASSA, J., E. EVENSON, G. SHLIEDER, J.M. CLINCH, G. STEPHENS y P. ZITLER, 1987. Edad Pre-Pleistoceno superior de la glaciación El Cóndor, valle del río Malleo, Neuquén. República Argentina. 10° Congreso Geológico Argentino, 3: 261-263. San Miguel de Tucumán.
- RABASSA, J., E. EVERSON, J.M. CLINCH, G. SCHLIEDER, P. ZILTER y G. STEPHENS, 1990. Geología del cuaternario del valle del río Malleo, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 45 (1-2): 55-68. Buenos Aires.
- RAMOS, V., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina*. Anales 29 (3): 41-96. Buenos Aires.
- RAPELA, C.W., L.A. SPALLETTI, J.C. MERODIO y E. ARAGON, 1982. Estudio geoquímico y petrológico del vulcanismo paleógeno en la zona de San Carlos de Bariloche y la Sierra de Cuyín Manzano. Provincias de Río Negro y Neuquén, Argentina. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, 9: 567-584. Buenos Aires.
- RAPELA, C.W., L.A. SPALLETTI y C.J. MERODIO, 1983. Evolución magmática y geotectónica de la «Serie Andesítica» Andina (Paleoceno - Eoceno) en la Cordillera Nordpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 38 (3-4): 469-484. Buenos Aires.
- RE, G.H., S.E. GEUNA y M. LÓPEZ MARTÍNEZ, 2000. Geoquímica y geocronología de los basaltos neógenos de la región de Aluminé (Neuquén - Argentina). 9° Congreso Geológico Chileno, 2: 62-66. Puerto Varas.
- ROMAN, A. y A. SISUL, 1986. Consideraciones hidrogeológicas en los barrios El Pilar y Frutillar, San Carlos de Bariloche. Instituto Tecnológico Minero de Aguas Subterráneas (ITMAS), San Antonio Oeste. Informe inédito.
- SOSIC, M., 1978. Recursos hídricos subterráneos. 7° Congreso Geológico Argentino, Relatorio de Geología y Recursos Naturales del Neuquén: 309-319. Buenos Aires.
- TURNER, J.C.M., 1965a. Estratigrafía de la comarca de Junín de los Andes. *Academia Nacional de Ciencias, Boletín* 44: 5-51. Córdoba.
- TURNER, J.C.M., 1965b. Estratigrafía de Aluminé y adyacencias. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 153-164. Buenos Aires.
- TURNER, J.C.M., 1973. Descripción geológica de la Hoja 37 a-b, Junín de los Andes, provincia del Neuquén. Servicio Nacional Minero Geológico, *Boletín* 138: 1-86. Buenos Aires.
- TURNER, J.C.M., 1976. Descripción geológica de la Hoja 36 a, Aluminé, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, *Boletín* 145: 1-80. Buenos Aires.
- USDA, 2006. Claves para la Taxonomía de Suelos. 10ª Edición, 339 pp.
- USDA-SCS, 1999. Keys to Soil Taxonomy. Soil Survey Staff-USDA, 644 pp. Washington
- VARNES, D., 1978. Slope movements types and processes. Transport Research Board, Special Report 176:11-33. Washington D.C.
- VATTUONE, M.E. y C.O. LATORRE, 1998. Caracterización geoquímica y edad K/Ar de basaltos del Terciario superior de Aluminé. Neuquén. 10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nacional de Geología Económica, 2: 184-190. Buenos Aires.

