



# Peligrosidad geológica y evaluación de la aptitud para la urbanización en Junín de los Andes (provincia de Neuquén)

## Geological Hazards and urban use assessment in Junin de los Andes (Neuquén Province)

Pereyra, F. X. ✉ - Lara, J. - Tobio, M. I.

Recibido: 16 de Julio de 2012 • Aceptado: 16 de Julio de 2013

### Resumen

*Se realizó un estudio geo-ambiental aplicado en la zona de Junín de los Andes (71°10' O y 39°55' S) como elemento de análisis territorial tendiente al ordenamiento y dirigir la expansión urbana. La zona estudiada se ubica en el sector norte de los Andes Patagónicos, en la provincia del Neuquén (Departamento de Huiliches). Se analizaron las características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, geotécnicas, climáticas, edáficas y bióticas. Sobre la base de los mismos se realizó un mapa de Sistemas de paisaje, diferenciándose: 1) Terrazas glacioluviales con estepa herbácea, 2) Terrazas y planicies fluviales con estepa, 3) Abanicos aluviales con estepa, 4) Laterales de valles con estepa y forestación, 5) Relieve denudacional en rocas con estepa mixta y 6) Morenas con estepa arbustiva. Asimismo, se estudiaron los diversos peligros naturales presentes. Los procesos que pueden constituir amenazas naturales en el área estudiada son: 1) Inundaciones y anegamientos por ascensos freáticos, 2) Inestabilidad de pendientes debidas a remoción en masa, 3) Erosión fluvial, 4) Sismos y 5) Volcanismo. Como producto final se evaluó y confeccionó un mapa de aptitud para la urbanización diferenciándose cuatro clases en función de la naturaleza del sustrato, ángulo de las pendientes, peligrosidad natural y morfodinámica actual, distancia a cursos fluviales, profundidad del nivel freático y incompatibilidad de usos de la tierra. La unidad más apta es para la urbanización son las Terrazas glacioluviales con estepa herbácea*

**Palabras Clave:** *Junín de los Andes, Andes Patagónicos, ordenamiento territorial, peligros naturales, urbanización.*

### Abstract

*As a tool for landscape planning and urban expansion an applied geo-environmental study was made in Junín de los Andes zone (71°10' O y 39°55' S). Studied area is located in northern Patagonic Andes, Neuquén Province (Departament of Huiliches). Main geologic, geomorphologic, hydrologic, soil, geotechnical, climatic y biotic features were analyzed. On the base of these factors a Landscape systems map was made. Units mapped are: 1) glaciofluvial terraces with steppe, 2)*

Dirección de Geología Ambiental y Aplicada, SEGEMAR,  
Julio A. Roca 651, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

✉ ferxp2007@yahoo.com.ar

*fluvial terraces and alluvial plains with steppe, 3) alluvial fans with steppe, 4) valley flanks with steppe and forestation, 5) denudational relief with mixed steppe and 6) moraines with schrub steppe. Natural hazards occurrence was also studied, evaluated and mapped. Main hazards are 1) floodings, 2) slope inestability, 3) fluvial erosion, 4) earthquakes and 5) volcanism. As a final product, urbanization landscape capacities was evaluated and mapped. Four classes were defined based on substrate nature, slopes, natural hazards occurrence, distance to rivers and creeks, subsurface water depth and land use incompatibilities. Most suitable landscape system unit for urbanization is glaciofluvial terraces with steppe*

**Keywords:** *Junín de los Andes, Patagonian Andes, land use planning, natural hazards, urbanization.*

## INTRODUCCIÓN

La localización de asentamientos humanos, su estructura interna y funcionamiento están fuertemente influenciada por los factores ambientales y, particularmente por la configuración del terreno. Como en la mayor parte de las poblaciones en la Patagonia Andina, la población se ha ido incrementando notoriamente en las últimas décadas lo que ha motivado la aparición de nuevos problemas ambientales y el agravamiento de los existentes. Estos aspectos justifican la necesidad de encarar estudios de ordenamiento ambiental, especialmente en lo concerniente a la aptitud para la urbanización de las diferentes unidades de paisaje, así como en lo referente a los conflictos de usos.

La zona estudiada se ubica en el sector norte de los Andes Patagónicos, en la provincia del Neuquén, incluyendo el sector ocupado por la ciudad de Junín de los Andes (71°10' O y 39°55' S, Figura 1) en el Departamento de Huiliches. Actualmente, el área urbanizada supera los 12000 habitantes. Mediante un convenio entre el SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino), la Municipalidad de Junín de los Andes y el Gobierno de la provincia de Neuquén se realizó un estudio geo-ambiental aplicado de un sector del ejido municipal, presentándose en este trabajo algunas de las conclusiones a las que se arribó.

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 Junín de los Andes 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 en las últimas décadas ha 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).

## METODOLOGÍA

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 se incluyen las características morfológicas y morfométricas, 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 peligros naturales. Finalmente, el tercer grupo de factores se relaciona con los aspectos esencialmente geotécnicos, ingenieriles y de recursos minerales necesarios para la construcción.

En la presente contribución se analizan dos aspectos: 1) diagnóstico de las características del territorio y su influencia en la tipología y distribución de los peligros o amenazas naturales y 2) evaluación de la aptitud para la urbanización del medio natural.

Para el primero de ellos, los aspectos geológicos, geotécnicos, geomorfológicos y edáficos, así como la peligrosidad geológica han sido cartografiados a una escala de 1:20000, utilizándose a tal efecto imágenes satelitales Landsat TM y ASTER del SEGEMAR, fotos aéreas de diferentes escalas y años, complementados por los correspondientes trabajos de campo. Se tomaron muestras de suelos y rocas y se identificaron diferentes aspectos geotécnicos y estructurales. En función de las limitaciones propias de las publicaciones en revistas, todos estos mapas no pueden ser presentados por lo que se refiere a su consulta en las publicaciones del SEGEMAR. Por su parte numerosos peligros naturales tienen lugar en la región; 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).

Para el segundo de ellos, se ha adoptado una aproximación metodológica desarrollada por *Pereyra et al. (2004)* para la zona de San Carlos de Bariloche (Río Negro). Esta metodología se basa en la definición y delimitación de unidades naturales homogéneas, denominadas Sistemas de paisaje. Estas se sustentan en la consideración cualitativa de aspectos geológicos, geomorfológicos, edáficos y bióticos. Una vez identificadas estas unidades se analiza la aptitud frente a diferentes acciones antrópicas asociadas al funcionamiento y expansión de una zona urbana. En los apartados correspondientes se detallan algunos aspectos metodológicos más.

## CARACTERIZACIÓN GEO-AMBIENTAL

El área de estudio se ubica en la provincia geológica Cordillera Patagónica Austral, aflorando en la misma: 1) secuencias volcánicas y volcanoclásticas paleógenas de la Fm. Auca Pan, 2) piroclásticas y sedimentitas clásticas de la Fm. Chimehuin, de edad mio-pliocena, 3) volcanitas neógenas, 4) depósitos glaciares, glaciofluviales y fluviales cuaternarios y 5) tetras holocenas.



Junín de los Andes se ubica principalmente sobre estos dos últimos, si bien, en función de la expansión urbana que esta experimentando, el crecimiento está involucrando litologías más antiguas. Desde el punto de vista tectónico, corresponde a una faja plegada y corrida de retroarco y, hacia el oeste, en la zona limítrofe, se encuentra representado el arco volcánico actual, destacando el Cerro Lanín. La localidad de Junín de los Andes se ubica en una estructura de rumbo norte-sur, coincidente con la estructuración andina. Las características geológicas regionales fueron tomadas de *Turner (1973)* y *Cucchi y Leanza (2005)*.

El clima, utilizando la clasificación de Koeppen corresponde a un tipo "Csa" (Subhúmedo mesotermal con moderada deficiencia de agua en el verano), con precipitaciones anuales comprendidas entre 700 y 600 mm y una temperatura media anual cercana a 15°C. Las características climáticas de la zona se basan en los trabajos de *Arroyo (1980)* y *Barros (1983)*, así como en datos disponibles del S.M.N. (Servicio Meteorológico Nacional). En los meses de invierno, las temperaturas mínimas medias se encuentran por debajo de 0°C, lo que implica el congelamiento parcial del agua contenida en el suelo, especialmente en las zonas más elevadas. En relación a las lluvias la zona se caracteriza por una marcada estacionalidad. La mayor parte de las precipitaciones se produce en los meses de invierno, con valores máximos en junio-julio, en los que predominan las nevadas. En la Tabla 1, se observan los principales parámetros climáticos de la zona, según datos del Servicio Meteorológico Nacional. Los vientos dominantes provienen del cuadrante oeste y son fuertes todo el año, si bien alcanzan valores mayores en los meses de primavera. Respecto al clima edáfico, la zona se encuentra en la transición entre los regímenes údico (al oeste) y xérico (centro y este de la zona estudiada). En relación a la vegetación, la región considerada se encuentra en la franja ecotonal que margina por el este al Bosque Andino-patagónico (Cabrera, 1994), representado a estas latitudes por

diversas variedades de *Nothofagus*, así como ciprés (*Austrocedrus chilensis*) y pehuén (*Araucaria araucana*). Consecuentemente predomina la estepa herbácea (dominada por diferentes variedades de coirón) y la estepa mixta, en este caso con la vegetación arbustiva subordinada a la herbácea. Las zonas forestadas son especialmente importantes al oeste del área urbanizada.

La región se caracteriza por poseer un paisaje labrado esencialmente por la acción glaciaria y glaci-fluvial asociada, a la que con posterioridad se sobrepuso la acción fluvial. La participación de material eólico (cenizas retransportadas y arenas) como material originario de los suelos, es fundamental. 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 (Figuras 2 y 3).

*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. La Última Glaciación habría tenido lugar entre los 40 Ka y los 14 Ka años AP aproximadamente. *Flint y Fidalgo (1964)* denominaron Nahuel Huapí a la Última Glaciación para la zona de Patagonia Norte. *Rabassa et al. (1987 y 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). En general se considera que el máximo del Estadio Isotópico 2 (LMG, Último máximo glaciario), se habría producido a los 18 Ka 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 11-10 Ka. En la zona del río Malleo, *Rabassa et al. (1987 y 1990)* no identificaron depósitos Tardiglaciales. Para la

**Tabla 1. Principales parámetros climáticos de la zona estudiada (Fuente S.M.N.).**

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



Figura 2. Vista parcial de la localidad de Junín de los Andes en la que se observa la planicie aluvial del río Chimehuin.

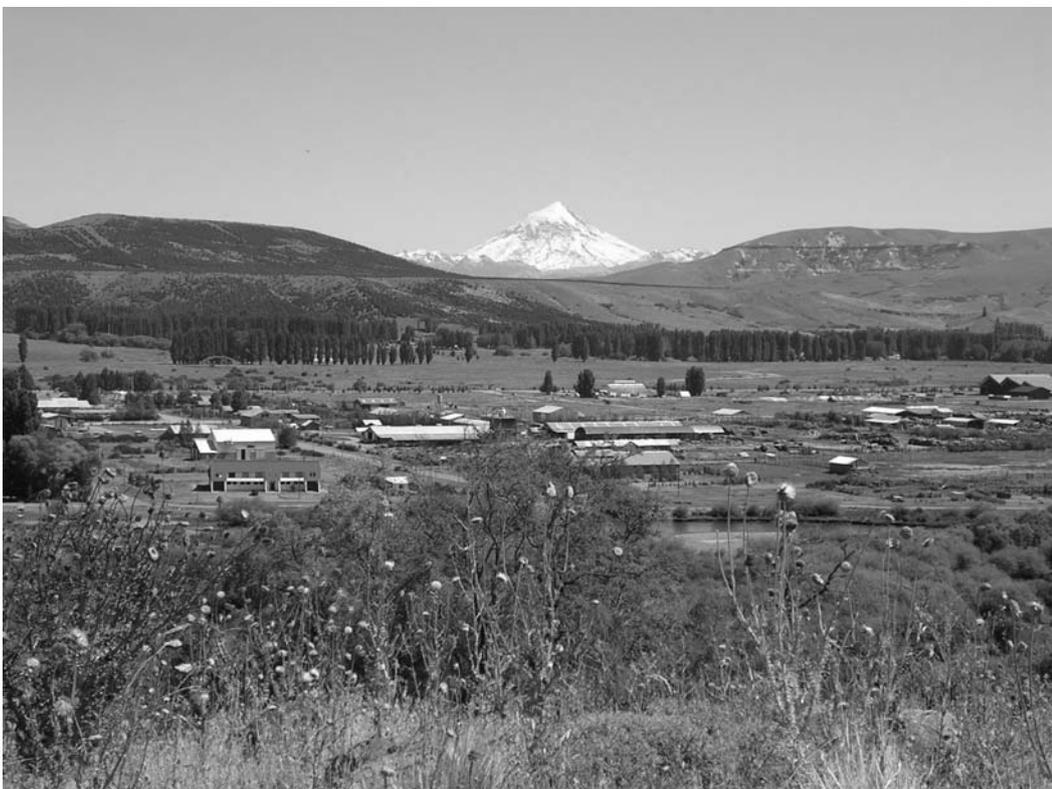


Figura 3. Vista de las características geomorfológicas del valle en el que se localiza Junín de los Andes, en segundo plano volcán Lanin. Se observa la disposición de las terrazas glaciafluviales y fluviales y los afloramientos de la Fm. Chimehuin.

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. 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 siglos XIII-XVIII aproximadamente.

En función de la acción diferencial de los procesos morfogenéticos han sido diferenciadas 12 unidades geomórficas: 1) Terrazas glacifluviales, 2) Morenas glaciarias, 3) Terrazas fluviales, 4) Planicies aluviales y cañadones, 5) Mallines (bajos anegables), 6) Pendientes aluvio-coluviales, 7) Abanicos aluviales, 8) Bajadas aluviales, 9) Nivel de agradación pedemontana, 10) Planicies estructurales labradas en la Formación Chimehuin, 11) Relieve erosivo en la Formación Chimehuin y 12) Relieve erosivo-estructural en volcánicas cenozoicas. La zona poblada se ubica principalmente en las terrazas glacifluviales y sobre las pendientes aluvio-coluviales que marginan las planicies estructurales en cotas cercanas a los 750-800 m de altitud (Figuras 4 y 5). Si bien a nivel regional las morenas ocupan extensas áreas, dentro de la zona urbanizada se encuentran escasamente representadas, ocupando un pequeño sector en la zona NO y SO.

Los suelos reconocidos pertenecen básicamente a cuatro Órdenes: Andisoles, Molisoles, Entisoles e Inceptisoles utilizando la Taxonomía de Suelos (USDA, 2010). Predominan los Hapludands, Haploxeroles y Xerortentes, pertenecientes respectivamente a los tres primeros Ordenes señalados. Las diferentes propiedades de los suelos (así como sus asignaciones taxonómicas que de ellas se desprenden) fueron reconocidas

tomando como base el trabajo de Ferrer y otros (2006). Independientemente de la asignación taxonómica los suelos de la región se caracterizan por poseer perfiles simples, en general A1-C o a lo sumo, A1-AC-C con escaso contraste morfológico, salvo en contados casos. En todos los casos el predominio de Andisoles y de subgrupos énticos, evidencia la dominante participación de las cenizas volcánicas post-glaciales (Laya, 1977) y en segundo lugar, lo reciente de su depositación, en el Holoceno (Figura 6).

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). En la zona urbanizada es también frecuente la presencia de un nivel freático somero que se materializa en la presencia de moteados y otras evidencias de hidromorfismo en los suelos. Asimismo, la pedregosidad es alta en las terrazas fluviales y glacifluviales, así como los contenidos de materia orgánica.

Se realizó la caracterización geotécnica del área considerada sobre la base de la geología, complementada por observaciones de campo específicas. Consecuentemente han sido



Figura 4. área de "mallín" en la zona urbanizada [suelos hidromórficos con nivel freático a menos de 1 m].



Figura 5. planicie aluvial del río Chimehuin en época seca aguas arriba de la población.



Figura 6. Haploxeroles ándicos, muy pedregosos en profundidad en terraza glacifluvial

diferenciadas las siguientes unidades: 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) y 4) Rodados, arenas y gravas fluviales inconsolidados. Las diferentes litologías que integran la Formación Chimehuin no presentan graves problemas geotécnicos, 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 poseen poca variabilidad. Para la clasificación geotécnica se ha utilizado la propuesta por Casagrande (Clasificación Unificada de Suelos). 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 y, en zonas planas, no implican problemas de fundaciones si bien en los cortes verticales artificiales 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. Finalmente, 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 general 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 glaciarios 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, debido a que son muy plásticos y tienen asentamientos diferenciales ante esfuerzos y la deshidratación. Esta situación se observa principalmente en la zona de mallines.

Para la identificación de los Sistemas de paisaje se ha seguido una metodología cualitativa expeditiva basada en las características geológico-geotécnicas, geomorfológicas, bióticas y edáficas. Estos sistemas corresponden a unidades de paisaje homogéneas a la escala de trabajo. Los lineamientos básicos utilizados han sido señalados por Pereyra et al. (2004) a los que se han sumado algunos aspectos planteados por Sánchez (2009) quien retoma lo establecido originariamente en Sánchez (1993). Los principales criterios adoptados para la delimitación de las unidades son: 1) presencia de roca aflorante o no, 2) granulometría de las formaciones superficiales, 3) proceso geomorfológico dominante, 3) grado de morfodinámica actual, 4) relieve relativo, 5) inclinación de las pendientes, 5) presencia de suelos y grado de desarrollo de los mismos y 6) tipo de cobertura vegetal y densidad o grado de cobertura.

Las unidades diferenciadas son: 1) Terrazas glacifluviales con estepa herbácea, 2) Terrazas y planicies fluviales con estepa, 3) Abanicos aluviales con estepa, 4) Laterales de valles con estepa y forestación, 5) Relieve denudacional en rocas con estepa mixta y 6) Morenas con estepa arbustiva. Las características de las mismas se sintetizan en la Tabla 2 y la distribución de las mismas se observa en la Figura 7.

**Tabla 2. características principales de los Sistemas de paisaje.**

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 Andisoles	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 discontinuos pequeños
Laterales de valles con estepa y forestación	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

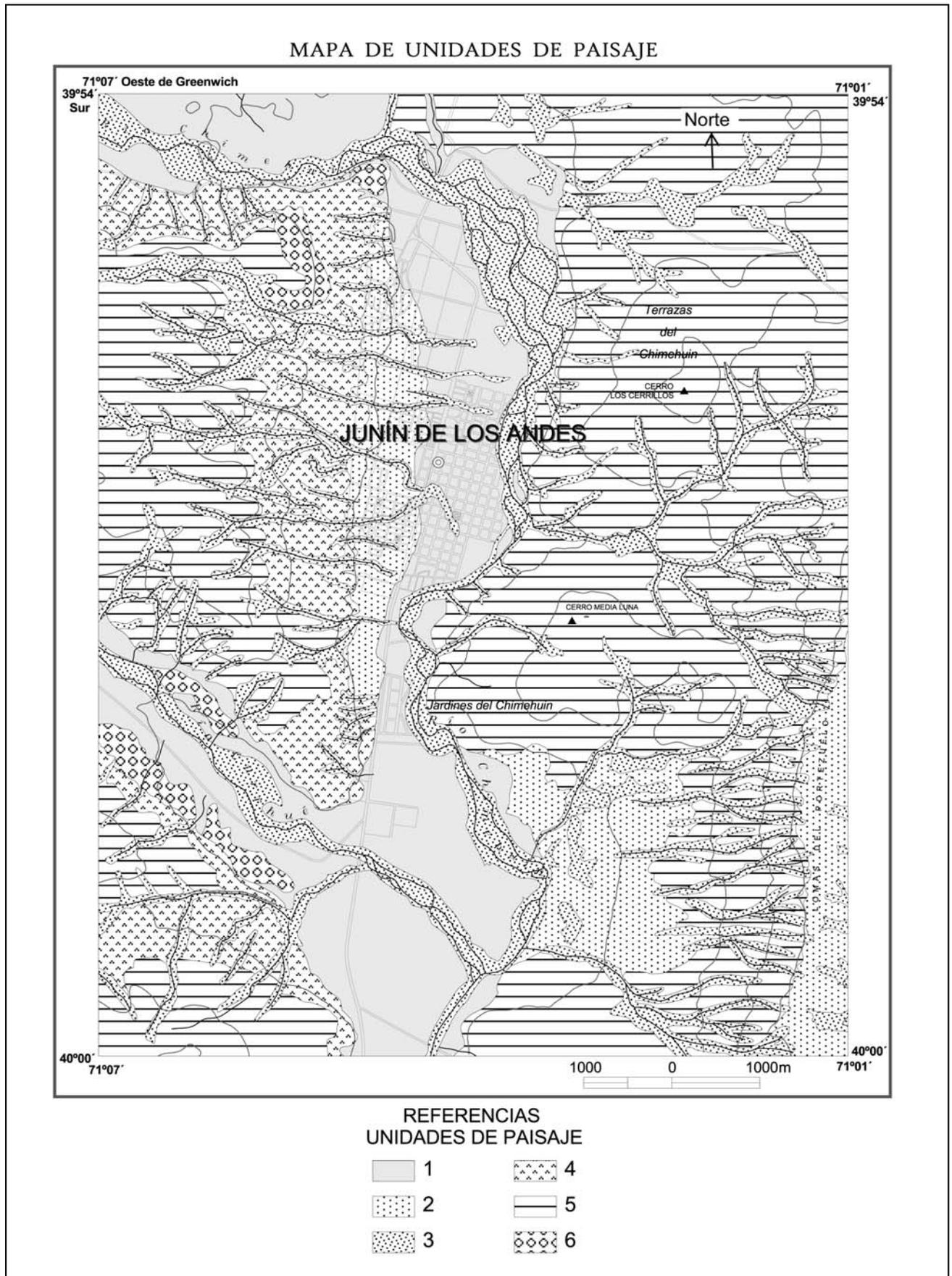


Figura 7. Mapa de Unidades de paisaje (Sistemas de paisaje). Referencias: 1) Terrazas glaci-fluviales con estepa herbácea, 2) Terrazas y planicies fluviales con estepa, 3) Abanicos aluviales con estepa, 4) Laterales de valles con estepa y forestación, 5) Relieve denudacional en rocas con estepa mixta y 6) Morenas con estepa arbustiva.

## PELIGROSIDAD NATURAL

Una amenaza o peligro natural es la existencia de una condición geológica, proceso o suceso potencial que puede suponer una afectación de la salud, bienestar o seguridad de una población, o para el desarrollo de las actividades económicas de una determinada sociedad. Por su parte, el riesgo es la mayor o menor probabilidad de que se produzca un daño en una zona dada debido a la ocurrencia de un fenómeno natural peligroso, o sea que incluye la exposición y la vulnerabilidad de las comunidades humanas, así como la evaluación de los daños ocasionados.

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 por procesos de remoción en masa constituyen los principales factores de peligrosidad natural en la zona, 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, pero que en el presente estudio no ha sido considerado en particular, ya que será motivo de una futura publicación.

Los procesos que pueden constituir amenazas naturales en el área estudiada son: 1) Inundaciones y anegamientos por ascensos freáticos, 2) Inestabilidad de pendientes debidas a remoción en masa (en particular flujos densos, deslizamientos y caídas), 3) Erosión fluvial y eólica, 4) Sismos y 5) Volcanismo. En la Tabla 3 se indican los grados de peligrosidad natural según 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 (morfodinámica actual), el registro de eventos históricos, la información suministrada por los pobladores y la comuna y controles de campo. Se consideraron la intensidad de los procesos, la recurrencia y frecuencia (en los casos en los que se contó con esa información), así como el grado de afectación areal y en infraestructura de cada factor de peligrosidad según la unidad geomórfica. En general es notoria la ausencia de información geológica publicada para la zona considerada, especialmente en lo referente a la peligrosidad natural.

Las inundaciones constituyen el principal peligro natural y en la región se producen por: 1) inundaciones por desborde de cursos, 2) ascensos freáticos (anegamientos) y 3) desbordes de lagos, si bien este último caso no afecta a la zona considerada ya que los lagos Huechulafquen y Curruhé se ubican al oeste de la misma. Debido a las características ecoambientales y geomorfológicas, las inundaciones poseen los 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). 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.

El río Chimehuin muestra grandes variaciones de caudal y de nivel a lo largo del año como respuesta a grandes precipitaciones. Así en la zona de Junín de los Andes, son frecuentes oscilaciones de más de 2 m del nivel del río y aumentos del caudal de más del 200% con recurrencias de menos de 50 años

**Tabla 3. Grados de peligrosidad según unidad geomórfica.**

	Inundaciones	Ascensos freáticos y flujos densos	Deslizamientos	Caídas de rocas	Erosión hídrica	Erosión eólica
Morenas	Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Alto	Bajo	Moderada
Terrazas glaciafluviales	Moderado	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Moderado	Alta
Relieve erosivo en la Formación Chimehuin	Nulo	Nulo	Alto	Muy alto	Alta	Baja
Planicies aluviales y cañadones	Muy alto	Muy alto	Moderado	Muy bajo	Muy alta	Baja
Nivel de agradación Moderada pedemontana		Muy bajo	Muy bajo	Bajo	Muy bajo	Moderada
Mallines (bajos anegables)	Muy alto	Muy alto	Muy bajo	Nulo	Moderada	Muy baja
Planicies estructurales labradas en la Formación Chimehuin	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	Bajo	Alto	Baja	Baja	
Pendientes aluvio-coluviales	Muy baja	variable	alto	alto	Muy alto	Moderada

(Cubero, 2001). Los sectores más proclives a sufrir anegamientos están localizados en las zonas aledañas al río, tanto en las planicies aluviales como en las terrazas fluviales. En las zonas de mallines y pequeñas lagunas ubicadas en el paisaje glaciar y glacialfluvial 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. Asimismo, 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. Particularmente evidentes son los efectos de la erosión lateral del río en la zona urbanizada denominada Jardines del Chimehuin.

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 abanicos también se encuentran en situación de potencial peligrosidad alta.

La remoción en masa se halla ampliamente distribuida 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, en función de lo observado en el campo, no alcanzan gran magnitud, lo cual podría deberse, en primer

lugar a la existencia de un relieve relativo y de pendientes no demasiado altos. El grado de perturbación antrópica y la erosión hídrica de los cursos fluviales actúan básicamente como factores disparadores, junto con las grandes precipitaciones (nieves 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 para la zona estudiada son: 1) tipo litológico aflorante, 2) grado de meteorización y diaclasamiento de las rocas, 3) presencia de cobertura detritica, 4) inclinación de las pendientes, 5) grado de cobertura y tipo de vegetación de las pendientes, 6) exposición (frente a las lluvias, sol y nieve) y 7) 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 estudio se han seguido los lineamientos básicos establecidos por Varnes (1978), con las modificaciones realizadas por Hungr et al. (2001). Los fenómenos más frecuentes pueden ser agrupados de la siguiente forma: 1) caídas y vuelcos (*fall y topless*), 2) soliflucción, 3) flujos densos (*debrisflows*) y 4) deslizamientos (planares y rotacionales). De ellos, los más comunes y los más peligrosos en la zona considerada son las caídas y los deslizamientos, 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 movilizadora originariamente (Figura 8).



Figura 8. Zona de arranque de pequeño deslizamiento planar en las inmediaciones del área urbanizada. Las rocas implicadas son las tobos de la Fm. Chimehuin.

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 sedimentitas 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 relación entre las estructuras y las pendientes determinan que las condiciones de estabilidad sean muy variables de un sitio a otro del paisaje. Así, cuando coinciden la dirección 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 generalmente subhorizontales, la situación antes aludida es menos significativa.

Por su parte, 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 del planos de debilidad y f) características del sustrato rocoso. Los sedimentos de las laderas son generalmente gruesos (glaciarios 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. Asimismo, las laderas que miran al sur son potencialmente más inestables debido a que son más húmedas y en consecuencia la humedad muchas veces pueden ser superiores 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 30° y 35° 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.

En función de las características de los peligros o amenazas naturales, 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: peligrosidad alta, peligrosidad moderada y peligrosidad baja a nula. 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 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 denominadas 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 glacifluviales, así como en el paisaje erosivo-depositacional debido al accionar de diferentes procesos.

La región se caracteriza por tener una moderada sismicidad y volcanismo activo. 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. Sismos de magnitud 5 o inferiores con epicentros en la zona son frecuentes, así como las réplicas de sismos mayores ocurridos en otras regiones como por ejemplo el terremoto de Concepción del 2010 que fuertemente sentido en toda la región. En el lago Huechulafquen, al oeste de la zona estudiada, réplicas de este sismo generaron oleajes importantes que afectaron algunos muelles.

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 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 (*González Ferrán, 1985*). Consecuentemente, el principal peligro volcánico es la caída de tefras. 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.

Existen muchos fenómenos peligrosos asociados al volcanismo, excluyendo los terremotos y tsunamis, se reconocen seis: Flujos de lavas, Caída balística de tetras, Flujos piroclásticos, Lluvias de cenizas, Emisión de gases y 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. Los efectos sobre la zona considerada se restringen esencialmente a la lluvia de cenizas, que pueden alcanzar gran intensidad como se desprende del registro geológico reciente. En las cercanías se encuentran tres volcanes considerados activos (*González Ferrán, 1985* y *Smithsonian program Website, 2013*): Lanín, Achen Niyeu o Huanquihue (en la zona de Lago Paimún) y Villarica.

El volcán Lanín es el de mayores dimensiones en toda la Patagonia y si bien no hay registros históricos de actividad volcánica, debe 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.

Al sur del lago Paimún se ubica en Argentina el Grupo Huanquihue, pequeños conos basálticos y piroclásticos con numerosas evidencias de actividad holocena y reciente, una de ellas de menos de 200 años, ubicada sobre el lago Epulafquen. Incluye los cerros La Angostura y Escorial (*Inbar et al., 1994*). Hacia el oeste, en territorio chileno se ubica el Volcán Villarica de importante y sostenida actividad, si bien, en tiempos recientes no ha significado un gran impacto en la zona argentina. La reciente erupción del 2011 del Cordón Caulle-Volcán Puyehue implicó la lluvia de cenizas finas en la zona si bien no alcanzó acumulaciones de espesores importantes. De todas formas la región estudiada debe ser considerada como de alta peligrosidad volcánica, especialmente en lo referente a la caída de tetras.

## 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. 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. 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 y 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.

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 Sistemas de paisaje. 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 (Figura 9) 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 criterios básicos fueron establecidos por Pereyra y otros (2004) para la zona urbana de San Carlos de Bariloche. Los factores tomados en cuenta, en lo referente al medio natural, son: 1) Naturaleza del sustrato (roca-suelo-consolidación-fracturación, etc.); 2) Pendientes; 3) Peligrosidad geológica y morfodinámica actual (grado relativo según zonificación previa); 4) Distancia a cursos fluviales; 5) Profundidad del nivel freático y 6) Incompatibilidad de usos (excluyente). Para cada una de los factores analizados se ha realizado una categorización. Para la Naturaleza del sustrato (roca-suelo-consolidación-fracturación, etc.), se plantearon las siguientes clases: Roca en buen estado, Roca fracturada y/o meteorizada, Suelo grueso, Suelo fino y Suelo expansivo. Para las Pendientes, se consideraron tres agrupamientos: Alta (más de 30°). Mediana (entre 5 y 30°) y Baja a horizontal (menos de 5°). La Peligrosidad geológica y morfodinámica actual se clasificó en forma cualitativa y global, planteado el grado relativo según zonificación (Alta, Moderada y Baja y muy baja). En relación a la Distancia a cursos fluviales (principales) se diferenciaron tres clases: 1) Aledaño (al lado), 2) Próximo (menos de 50 m) y 3) Alejado (más de 50 m); mientras que para la Profundidad del nivel freático, solo se distinguieron dos: 1) Somero o aflorante (a menos de 2 m) y 2) Profundo (más de 2 m). Finalmente se consideraron las Incompatibilidad de usos en relación a la urbanización, planteándose incompatibilidades con los usos protección naturaleza, recreativos-turísticos y forestal.

Por su parte, se consideraron dentro de la urbanización una serie de aspectos a los que se asignó un puntaje según la mayor o menor facilidad frente a cada tipo de acción. Las actividades consideradas son: A-Construcción de viviendas, B-Infraestructura de servicios (agua, gas, electricidad, cloacas, teléfono), C-Infraestructura vial y D- Construcción y funcionamiento de 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.

La consideración de estos aspectos fue aplicada a cada Sistema de paisaje en forma ponderada y relativa obteniendo una diferenciación de las mismas en Clases de aptitud para la urbanización, las que se encuentran sintetizadas en la Tabla 4. En tal sentido fueron distinguidas cuatro clases (las que se encuentran representadas en el Mapa adjunto, figura 2): 1) Apta, 2) Moderadamente apta (con restricciones), 3) Poco apta y 4) No apta (distinguiendo en el mapa una subclase de esta última asociada a las planicies aluviales). El cálculo de la mayor o menor aptitud se realizó 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

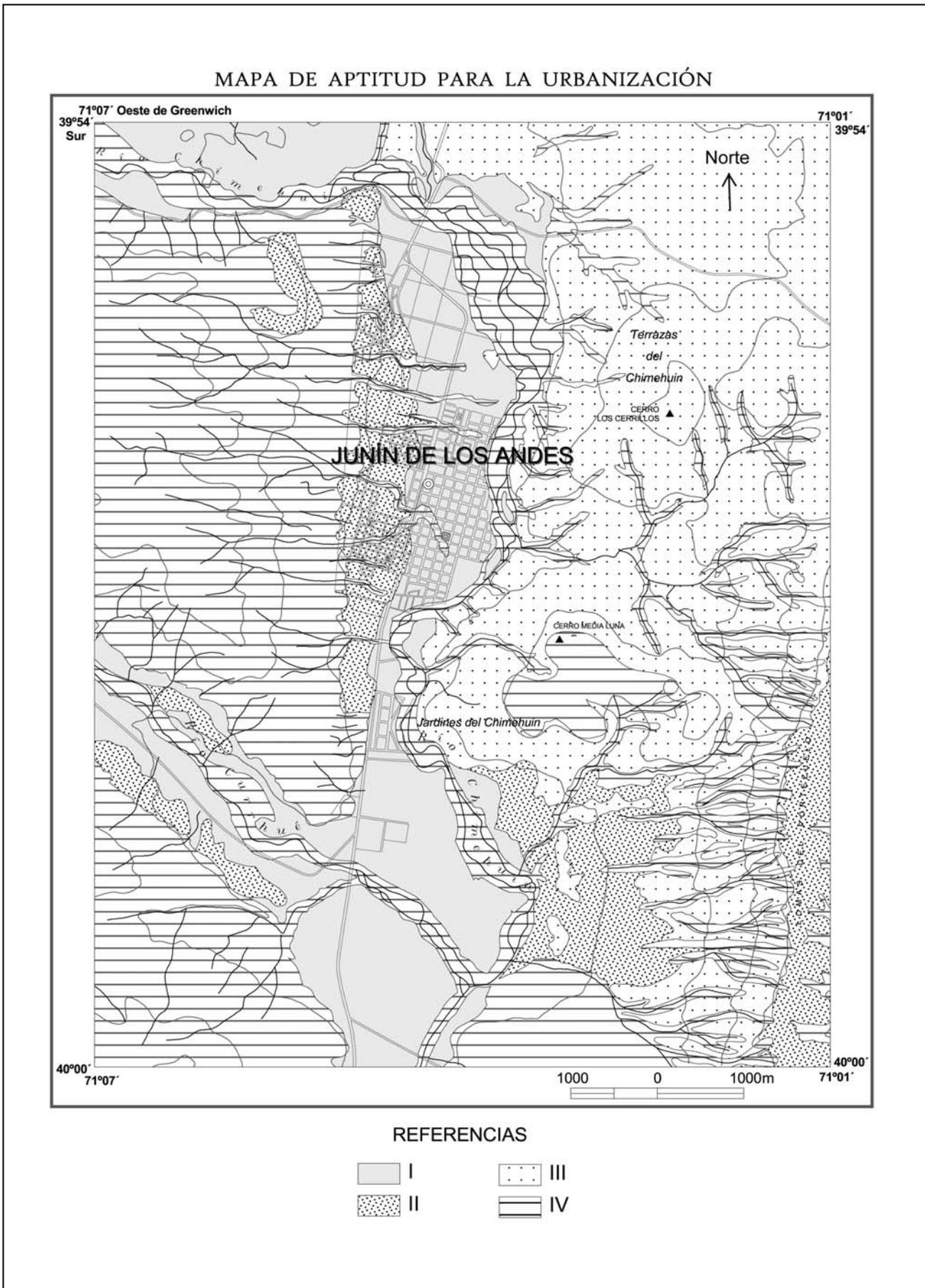


Figura 9. Mapa de aptitud para la urbanización. Referencias: Clases: I Muy apta, II Apta, III Poco apta y IV No apta.

difícil. El parámetro E correspondiente a las compatibilidades de uso, 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.

Las Unidades o Sistemas de paisaje que presentan las mejores posibilidades para ser utilizadas en un futuro como sectores de expansión urbana son la Terrazas 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, al oeste de la zona estudiada.

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 los 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 y en lo posible, 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.

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.

**Tabla 4. aptitud para la urbanización de los diferentes Sistemas 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**

	A	B	C	D	E	S	Clase
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	MC+1	14	IV
Morenas con estepa arbustiva y mixta	2	2	2	2	C	8	II
Terrazas glacifluviales con estepa herbácea	1	2	1	1	MC+1	6	I
Abanicos aluviales con estepa	1	2	2	1	MC+1	7	II
Relieve denudacional en rocas con estepa mixta	3	3	3	4	MC+1	14	IV

## CONCLUSIONES

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.

Las zonas de mayor peligrosidad natural corresponden principalmente a las planicies aluviales, abanicos aluviales y cañadones. Por su parte, 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.

Finalmente se ha analizado la aptitud para la urbanización para las diferentes unidades geoambientales distinguidas en el área sobre la base de la consideración cuali-cuantitativa de una serie de aspectos relevantes. Las unidades de paisaje que presentan las mejores posibilidades para ser utilizadas en un futuro como sectores de expansión urbana son las Terrazas glaci-fluviales con estepa mixta. Respecto a la unidad Terrazas y planicies fluviales, solo una parte de las mismas es efectivamente apta para la urbanización (terrazas altas), mientras que las planicies aluviales son absolutamente inapropiadas para la urbanización. 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. 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 ha-

cerse 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.

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, ubicados fuera del área abarcada en el presente estudio.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

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. Bue.nos 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, 2a Edición, 1a reimpresión, 85 pp. Acme. Buenos Aires. Argentina.*

CALDENIUS, K., 1932.

Las glaciaciones cuaternarias de Patagonia y Tierra del Fuego.

*Boletín del Servicio Geológico Nacional, 95: 1-150. Buenos Aires.*

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 Y H. LEANZA, 2005.

Hoja Geológica 3972-IV, Junín de los Andes.

*SEGEMAR Boletín 327, 102 pp. 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.*

FLINT, R.F. Y F. FIDALGO, 1964.

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.*

GÓMEZ OREA, D., 1994.

Ordenación del territorio. Una aproximación desde el medio físico.

*Instituto Geom-Minero de España (ITGE), Madrid, 238 páginas.*

GONZÁLEZ FERRÁN, O., 1995.

Volcanes de Chile.

*Instituto Geográfico Militar, Santiago de Chile, 641 páginas.*

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.
- 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.
- MERCER, J., 1976.  
Glacial History of Southernmost of Southamerica.  
*Quaternary Research*, 6: 125-166.
- PEREYRA, F., F. HELMS, W. KRUCK, A DZENDOLETAS Y C. LÓPEZ, 2004.  
Estudio geocientífico aplicado al ordenamiento territorial de San Carlos de Bariloche.  
*Publicación conjunta BGR-SEGEMAR. Serie Anales SEGEMAR N°42. 165 páginas. Buenos Aires.*
- 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.  
*10º 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.
- SÁNCHEZ, R., 1993.  
Zonificación ecológica-paisajística de la provincia de Salta.  
*Consejo Federal de Inversiones. Informe Final inédito*, 98 págs., Buenos Aires.
- SÁNCHEZ, R., 2009.  
Ordenamiento Territorial. Bases y estrategia metodológica para la Ordenación ecológica de las tierras.  
*Orientación Gráfica Editora S.R.L.*, 260 págs., Buenos Aires.
- SMITHSONIAN INSTITUTION, 2013.  
Global Volcanism Project, WEBSITE.
- 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.*
- USDA, 2010.  
Claves para la Taxonomía de Suelos.  
*10a Edición, 339 pp.*
- VARNES, D., 1978.  
Slope movements types and processes.  
*Transport Research Board, Special Report 176:11-33. Washington D.C.*