

Fig. 5.5 Mapa geomorfológico del tramo de estudio (Tomado de Duke Energy, 2009)

#### **5.4.Suelos.**

El área de estudio presenta en su extensión suelos del orden edáfico de los Aridisoles (Fig. 5.6). Son suelos que durante largos períodos de tiempo no disponen de agua suficiente para el crecimiento de cultivos o pasturas. En general se caracterizan por un horizonte superficial claro y pobre en materia orgánica; los procesos involucrados en su génesis incluyen la acumulación de sales solubles, carbonatos y arcillas silicatadas o concentraciones de calcáreo o sílice. Cuando no se encuentran bajo riego, los Aridisoles se asocian con vegetación xerófila escasa que no cubre completamente la superficie del suelo.

#### **5.5. Vegetación.**

La zona está incluida dentro de la provincia fitogeográfica de Monte, Dominio Chaqueño, Región Neotropical (Cabrera y Willink, 1980), caracterizada por una estepa arbustiva en donde son muy frecuentes las especies de Zigofiláceas, particularmente el género *Larrea*, comúnmente conocido como Jarilla. El Monte ha sido subdividido por Morello (1958) en dos zonas bien diferenciadas; al norte y al sur del río Colorado, como Monte Septentrional y Monte Austral, respectivamente. El área de análisis pertenece al Monte Austral, con menor complejidad estructural y florística y la ausencia de formas arbóreas, que sí están presentes en el Monte Septentrional.

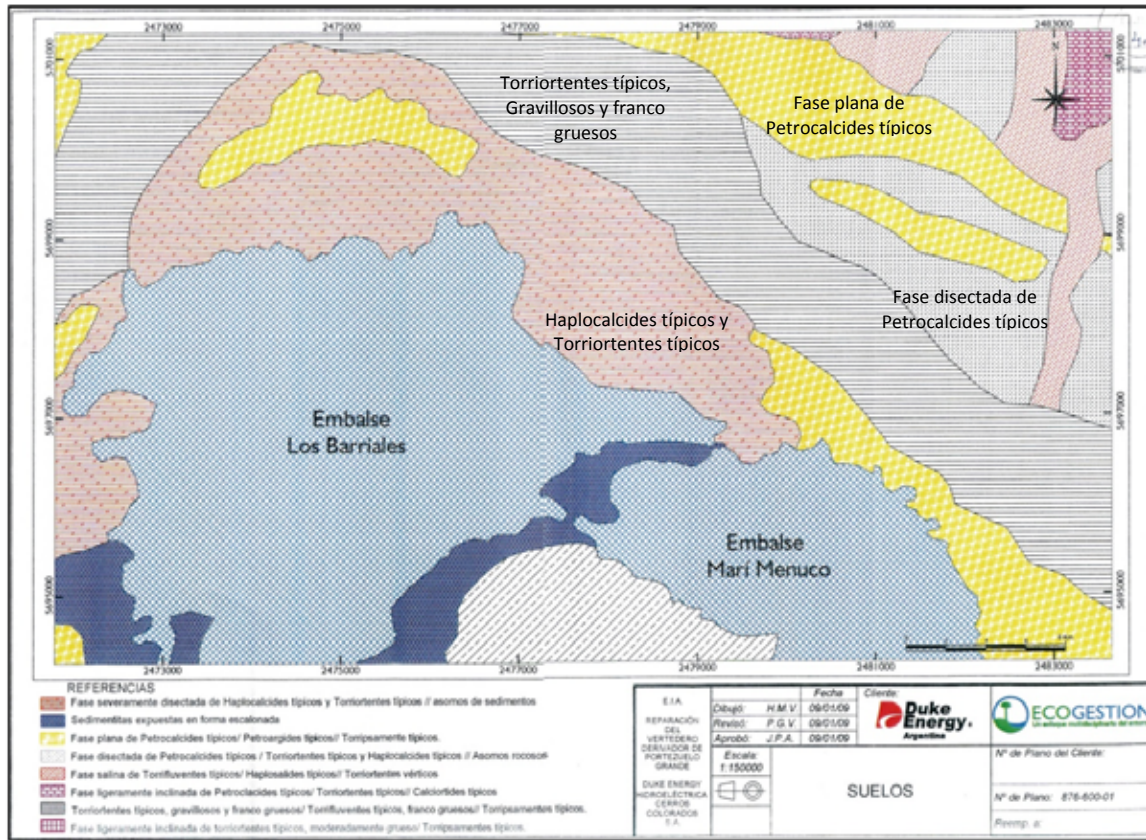


Fig. 5.6 Mapa de tipos de suelos del tramo de estudio (Tomado de Duke Energy, 2009).

## **5.6. Aprovechamientos en el Ambiente del Río Neuquén.**

En el entorno del río Neuquén se encuentran asentados (entre Portezuelo Grande y la confluencia con el río Limay), más de 31.000 habitantes y, específicamente aguas abajo de Portezuelo Grande hasta El Chañar, se ubica la localidad de Añelo cabecera del Departamento homónimo, con una población de más de 2000 habitantes, además de pobladores rurales diseminados en la planicie de inundación incluyendo comunidades mapuches.

La región se destaca por una diversidad productiva e importancia económica relevante. Dos líneas de tensión cruzan el río en el tramo estudiado, son la línea de 132 KV Planicie Banderita – Medanito, y la línea de 12,3 KV Planicie Banderita – El Chañar (Duke Energy Cerros Colorados S.A., 2004).

El entorno del río Neuquén posee características especiales para la generación de energía hidroeléctrica, lo que ha dado lugar a la construcción de las obras del complejo Cerros Colorados en un ambiente fisiográfico poco común para este tipo de aprovechamientos, tal es el del piedemonte cordillerano.

A modo de descripción sucinta, el Complejo Cerro Colorados, construido en 1972, se compone de una obra de cierre de la planicie del río Neuquén (la presa de Portezuelo Grande, Fig. 5.1), que permite la derivación artificial de caudales hacia la depresión de Los Barreales, y desde ésta hacia la de Mari Menuco, desde la cual el agua es turbinada

y vuelta al valle del Neuquén en las inmediaciones de la central hidroeléctrica de Planicie Banderita.

Mientras que el vertedero de la presa de Portezuelo Grande posee una capacidad de descarga de  $3600 \text{ m}^3/\text{s}$ , el de la obra de derivación fue diseñado para conducir un máximo de  $7900 \text{ m}^3/\text{s}$ , en consideración de los valores del hidrograma natural del río (Fig. 5.7), y a los surgidos de los cálculos sobre la “crecida máxima probable” que podría ocurrir en el sistema fluvial.

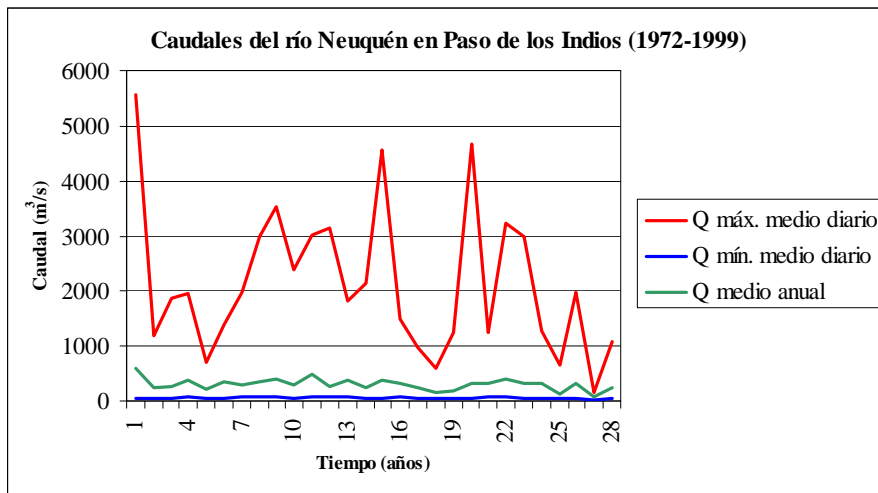


Fig. 5.7. Evolución de caudales medios registrados en la estación de aforos de Paso de los Indios, período 1972-1999 (AIC, 2002).

Desde que entró en operaciones el Complejo, el hidrograma variable del río fue reemplazado, en el tramo Portezuelo Grande – Planicie Banderita, por un caudal regulado de sólo 12 m<sup>3</sup>/s, lo que contribuyó a una rápida y diversificada intervención antrópica de la planicie aluvial aguas abajo de la presa, con desarrollo de parcelarios frutihortícolas y canalizaciones asociadas, actividades petroleras, y una intrincada red de caminos de servicio, entre otras formas de ocupación. La regulación de caudales trajo aparejada la reducción en ancho del cauce principal con el consiguiente asentamiento de comunidades vegetales palustres y el desarrollo de una abundante vegetación ribereña, en contraste con la vegetación arbustiva xerófila propia del área.

En los ambientes aluviales de la llanura de inundación actual y de las terrazas fluviales, se practican a nivel comercial cultivos relacionados con la fruticultura, horticultura, pasturas, floricultura y explotación forestal. Un conjunto de canales, construidos en diferentes épocas, abastecen con agua del río Neuquén los distintos emprendimientos productivos.

La producción frutícola más importante del valle es la de peras y manzanas, siendo el clima uno de las más aptos del mundo para este tipo de frutas. En segundo lugar de importancia se encuentra el cultivo de uva, destinándose casi toda ella a la producción de vino y a continuación se encuentran las producciones de frutas de carozo (ciruelas, duraznos, pelones), la de tomates y la de alfalfa (sobre todo semillas). La ganadería no se practica a escalas comerciales pero es un componente importante en el sustento de los pobladores del área (AIC, 2002).

En el siguiente cuadro se detalla en hectáreas la superficie total cultivada para el tramo de análisis (Duke Energy Cerros Colorados S.A., 2004).

<b>Tipo de Cultivo</b>	<b>Área Total Cultivada (ha)</b>
<b>Fruticultura</b>	2323,761
<b>Pasturas</b>	633,826
<b>Forestación</b>	598,528
<b>Viñedos</b>	96,901
<b>Horticultura</b>	56,257
<b>Total General</b>	3709,273

La producción de gas y petróleo forma parte de la economía nacional, abasteciendo a otras regiones. En el área existen gasoductos de interconexión, locales, de conducción, regionales y cabeceras de gasoductos troncales. El yacimiento de Loma de La Lata es el más importante en producción de Sudamérica. Posee aproximadamente un tercio de las reservas comprobadas de la República Argentina. Es cabecera de tres gasoductos troncales, cada uno de los cuales atraviesa el río Neuquén (AIC, 2002), que son: el **Centro oeste**, con un promedio diario de aproximadamente 15,6 millones de m<sup>3</sup> de gas a las provincias de Mendoza, San Luis, Córdoba, Santa Fe y Buenos Aires; el **Neuba II**: transporta unos 26,6 millones de m<sup>3</sup> diarios hacia Buenos Aires; y el **Gas Pacífico**, con capacidad de transporte de 3 millones de m<sup>3</sup> a la ciudad de Concepción, en la República de Chile.

Por otro lado, los tramos de las rutas provinciales N° 7 y 17 que atraviesan el área en estudio forman parte de un corredor de comercio que la vincula con otras regiones del país. Este corredor, que acompaña todo el tramo del río estudiado en su margen izquierda, permite el intercambio y la exportación de productos regionales y extrarregionales, transformándose en un importante componente que favorece el desarrollo. Existe, además, una gran cantidad de calles rurales que comunican

localmente los diferentes componentes de los desarrollos existentes (instalaciones de extracción de petróleo y gas, explotación agrícola, etc.), y son utilizadas para el transporte de insumos y productos (Duke Energy Cerros Colorados S.A., 2004).

### **5.7. La Crecida Extraordinaria de Julio de 2006.**

En el escenario descrito dominado por la intromisión humana en el ambiente fluvial ocurre, en Julio de 2006, una crecida *sin precedentes conocidos* en el sistema, con un caudal máximo instantáneo superior a los 9800 m<sup>3</sup>/s, durante la cual se debió permitir que ingresara al tramo de Portezuelo Grande – Planicie Banderita un caudal de aproximadamente 2000 m<sup>3</sup>/s, de los cuales aproximadamente 600 m<sup>3</sup>/s pasaron a El Chañar, quedando el volumen restante retenido en los bajíos de la planicie aluvial, que amortiguó el evento de crecida (Figs. 5.8, 5.9 y 5.10).

Estos valores, si bien eran menores que los caudales pasantes por el tramo antes de la regulación, resultaron extraordinarios para un sistema fluvial disminuido en tamaño por la regulación de descargas desde el año 1972. Afortunadamente la experiencia fue exitosa gracias a la funcionalidad de la obra de derivación, y a las acciones de anticipación, alerta temprana, y de labor coordinada de todos los organismos involucrados, tanto públicos como privados.

Con los datos de una simulación matemática encargada por la AIC luego de la crecida, se obtuvieron los límites que habría alcanzado la misma, con los supuestos de la modelación (Carta Temática N° 1). Lamentablemente no se encontraron antecedentes del área real de afectación de la crecida, aunque la visualización de fotos aéreas y los



comentarios de moradores locales logrados en el terreno validan razonablemente el área graficada. Los valores de caudal utilizados en la modelación de referencia fueron aproximadamente iguales a los de la crecida de 2006, con un tiempo de recurrencia de 100 años. Uno de los objetivos de la elaboración de este modelo fue estudiar la posibilidad de un mayor pasaje de caudales, de los actuales  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  a  $230 \text{ m}^3/\text{s}$  (AIC, 2002).

Dada la diversidad de formas de intromisión que allí se dan, su susceptibilidad ante crecidas extraordinarias como la registrada, el tramo indicado del río Neuquén surge como un ámbito adecuado para la evaluación de **variables que deban ser consideradas en planes de manejo de planicies aluviales ocupadas**, y de aquí la elección de esta área como tipo para este estudio orientado a la gestión en esta clase de ambientes, antes que a la evaluación específica del fenómeno de la crecida. A continuación se especifican detalladamente los diferentes pasos de la metodología de análisis implementada.

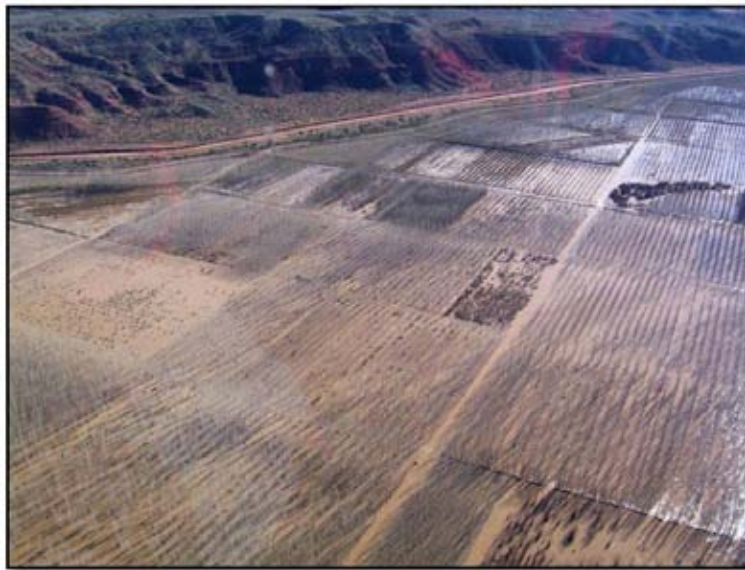


Fig. 5.8. Crecida de 2006 cubriendo parcelarios forestales en la planicie aluvial.



Fig. 5.9. Crecida de 2006 en Portezuelo Grande.



Fig. 5.10. Crecida de 2006 en instalaciones administrativas de Loma de la Lata.

## **6. Metodología de Análisis de Variables Ambientales**

Un requerimiento conveniente para el análisis de una región es el manejo de información de fácil comprensión. En este sentido, la elaboración de mapas que permitan identificar las variables ambientales, es de suma utilidad, debido a que son considerados como herramientas de síntesis de la información espacial (Buzai, 1998), que pueden utilizarse directamente en la gestión territorial, para tomar decisiones de localización de proyectos de inversión y otras acciones de planificación, investigación y desarrollo.

Para alcanzar el objetivo general del presente trabajo se realizó una recopilación de datos y de cartografía del área de estudio, a fin de establecer una situación base del espacio considerado. Asimismo se determinaron las características naturales de la planicie de inundación y los usos del suelo, con el fin de identificar las variables ambientales que incidieran en la obstrucción del escurrimiento de inundación y visualizarlas en un SIG, dado el carácter espacial del fenómeno estudiado.

Según Chuvieco (1996), “todos los peligros naturales, hasta cierto punto, pueden ser estudiados utilizando sensores remotos ya que casi la totalidad de los fenómenos geológicos, hidrológicos y atmosféricos son eventos o procesos recurrentes que dejan evidencia de su anterior ocurrencia. Tal evidencia puede ser observada, analizada e integrada en el proceso de planificación”.

En este marco, un Sistema de Información Geográfica es un método sistemático que ordena geográficamente la información sobre una unidad de espacio y facilita el almacenamiento, la recuperación y el análisis de datos en forma de mapas y de cuadros.

Estos tienen la capacidad de describir, localizar, codificar y clasificar no sólo los objetos espaciales a través de sus formas y localización, sino también a través de sus atributos, pudiendo establecer una jerarquización, una reclasificación y principalmente establecer relaciones espaciales.

De esta manera se utilizó esa herramienta de análisis espacial, para poder definir el grado de obstaculización de cada variable en el escurrimiento, y definir la organización territorial del área a partir del análisis de las relaciones espaciales de los distintos objetos que la conforman.

Las variables ambientales consideradas en este estudio fueron clasificadas en dos grupos: variables naturales, entre las cuales se incluyó cubierta vegetal, drenaje y relieve; y variables antrópicas, tales como uso del suelo, elementos lineales (camino, canales de riego, corta vientos), y elementos puntuales (puentes).

### **6.1.Segmentación Geomorfológica**

Como ha sido sugerido por diversos especialistas, los estudios sobre sistemas fluviales deberían iniciarse con algún tipo de diferenciación zonal de sus partes, sea mediante la identificación de unidades de paisaje (geomorfológicas, por caso), o de manera más simple, mediante el reconocimiento de segmentos geomorfológicos sucesivos del sistema cauce/planicie aluvial (Sear et al., 2003; Thorne, 1998; FISRWG, 1998, 2001). Estos autores han establecido un marco de procedimientos centrados en el valor de conservación geomorfológica de la red de drenaje, analizando básicamente la

distribución espacial de segmentos de cauce que mantengan los mismos atributos morfológicos, y la densidad de los cauces secundarios en la planicie.

Teniendo como base estos conceptos, con la información recopilada y las observaciones realizadas en campo se realizó una segmentación del área de estudio, basada en la diferenciación de atributos geomorfológicos en tramos sucesivos, considerándose fundamentalmente tres: patrón y dimensiones del cauce, conectividad de los cauces secundarios, y pendiente media de la planicie aluvial. Estos atributos fueron seleccionados debido a que son los puntos de coincidencia entre los autores citados anteriormente, siendo además aspectos físicos sobresalientes del tramo de estudio, de fácil determinación.

Inherente a este análisis es la evaluación de un cambio geomorfológico que responde, o se ajusta, a la modificación de una variable determinada. Este problema hace referencia al concepto de “estado de equilibrio” caracterizado por una determinada morfología, por la predisposición al ajuste durante un alteración hidrológica o de carga de sedimentos, es decir la “sensibilidad”; y por la “resiliencia” del cauce es decir, la habilidad de este para acomodarse a nuevas situaciones y para modificar su umbral de ajuste frente a un disturbio.

## **6.2. Identificación de variables ambientales**

En el primer paso para la identificación de las variables ambientales fue fundamental contar con imágenes satelitales que permitieran diferenciar las distintas cubiertas

vegetales, usos del suelo y diferentes elementos antrópicos presentes en el tramo en cuestión.

Con la implementación del programa ArcGIS 9.3, se procedió a la superposición de las bandas espectrales 3, 5 y 4 de una imagen LANDSAT7 ETM+ ortorrectificada (resolución espacial 28 metros) de abril de 2006, con el objeto de lograr una composición color que permitiera la diferenciación de suelo, agua y tipos de cubierta vegetal (pastizal, arbustal xerófilo y vegetación ribereña). Luego se realizó la georreferenciación de las bandas combinadas resultantes tomando puntos de control de imágenes satelitales del servicio online de ESRI World User Imagery (2010). El sistema de referencia utilizado fue POSGAR 94, y la proyección Gauss Krüger Argentina Faja 2. La clasificación de esta imagen se realizó con el módulo Multivariate de la extensión Spatial Analyst de ArcGIS 9.3.

Se efectuó un reconocimiento de campo de la zona de estudio para chequear y verificar la información registrada en las imágenes aéreas y satelitales. Como trabajo previo se armó un mosaico a escala 1:20.000 con imágenes Quick Bird extraídas de Google Earth, donde se consideraron diferentes puntos de interés en los cuales se realizó un relevamiento fotográfico en el terreno.

Para el análisis de la evolución morfológica histórica del cauce principal del río Neuquén se realizó un análisis visual, y la comparación y digitalización de fotografías aéreas pertenecientes a relevamientos aerofotogramétricos del año 1962 (escala 1:50.000), y de Diciembre/Marzo de 1993/1994 (escala 1:20.000), referido en adelante

como del año 1994. El cauce principal actual fue digitalizado de imágenes Quick Bird de alta resolución, de diciembre de 2006- enero de 2007.

Del análisis de las imágenes se obtuvo información para realizar cartas temáticas que proporcionaron una idea general del comportamiento morfológico en planta del río, y de los tipos y distribución de uso del suelo. A su vez, la imagen satelital permitió identificar construcciones, canales de riego, caminos y calles, asentamientos poblacionales y otras estructuras permanentes, tales como hileras corta vientos, puentes y gasoductos, necesarias para ser estudiadas según su grado de afectación frente a una inundación fluvial. La digitalización definitiva, en formato vectorial, de todas estas estructuras y variables se realizó en las imágenes Quick Bird en formato JPEG, en el programa ArcGIS 9.3.

El mapa de uso del suelo fue modificado de un mapa de relevamiento realizado por la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas (AIC, 2007c), el cual se obtuvo a partir de un estudio base de los diferentes usos, de información catastral, de interpretación visual de imágenes Quick Bird, y de un vuelo fotográfico expeditivo del 19/21 de Agosto de 2005.

Se determinaron sectores afectados por la inundación de julio de 2006. El diseño de este mapa se basó en el estudio realizado por técnicos de la Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas, que definieron una línea de ribera a partir de datos de los perfiles topobatimétricos de la planicie del río Neuquén y su modelación hidrodinámica correspondiente.

Esa modelación determinó la zona potencialmente inundable por operación en Cerros Colorados de una crecida asociada a un tiempo de recurrencia de 100 años (AIC, 2007b), con un caudal pico que asumiría un valor de 9850 m<sup>3</sup>/seg aguas arriba del cierre de Portezuelo Grande. Este valor es prácticamente coincidente con el de la crecida de julio de 2006, cuyo caudal pico en la Estación La Higuera (ubicada a más de 8 km aguas abajo de Paso de Indios), fue valorado en 9900 m<sup>3</sup>/seg.

Para determinar las pendientes medias de la planicie de inundación, se utilizaron los datos geográficos (X, Y, Z) obtenidos desde 38 perfiles transversales realizados en el tramo Portezuelo Grande-El Chañar en febrero de 1998 por la Dirección Provincial de Recursos Hídricos de Neuquén, que fueron facilitados desde ese organismo. Cada perfil transversal tenía una densidad de 75 a más de 210 puntos acotados (IGM) por perfil, espaciados aproximadamente entre 1 y 3 km con los perfiles adyacentes.

Cada segmento geomorfológico fue dividido en áreas de aproximadamente la misma superficie, resultando un total de 15 en el tramo; además, se establecieron tres líneas longitudinales a la dirección del valle, en una posición central y dos laterales (en las fajas derecha e izquierda de la planicie).

Así, se obtuvieron tres puntos de intersección con cada uno de los perfiles topobatimétricos transversales. En cada uno de ellos se calculó un valor medio entre 3-4 valores de cotas. Con estas tres medias se calcularon los valores medios para la pendiente y para la amplitud del relieve local de cada área.



### **6.3.Reclasificación y Evaluación Jerárquica de las Variables Ambientales**

Se decidió hacer una ponderación cualitativa de las variables de modo que el análisis sea sencillo, y de esta manera aplicable fácilmente a la gestión territorial y extrapolable a otros casos similares.

En SIG, los distintos métodos o técnicas de Evaluación Multicriterio se diferencian básicamente en los procedimientos aritméticos-estadísticos que realizan sobre las matrices de evaluación y de prioridades, con lo cual se obtiene una evaluación final de las alternativas. Las técnicas compensatorias y aditivas establecen prioridades a partir de las jerarquías y pesos de los criterios o variables (Barredo Cano, 1996; Aránguiz, 2002).

Todos los mapas vectoriales fueron previamente convertidos al formato GRID de ESRI (formato raster) para luego reclasificarlos en una escala común de valores de 1 a 3, siendo 3 la condición menos favorable al escurrimiento de inundación.

Para realizar el modelo de jerarquización de las variables se utilizó el módulo Weighted Overlay, perteneciente a la extensión Spatial Analyst de ArcGIS 9.3, mediante el cual se le asignó a cada variable un peso, en porcentaje, que refleja su grado de influencia en la obstaculización de la escorrentía dentro de la planicie aluvial.

El procedimiento Weight (peso) utiliza una técnica aditiva de comparación por pares para desarrollar un conjunto de pesos de los factores en una evaluación multicriterio.

Las comparaciones se refieren a la importancia relativa de los factores en la determinación de sus aptitudes para un objetivo determinado.

Por lo tanto, los valores de cada celda de las imágenes originales son multiplicados por su porcentaje de influencia, y luego los resultados de los píxeles de ambas imágenes se suman para crear una nueva imagen raster, la cual tendrá valores enteros en cada píxel.

En el capítulo siguiente se detallan los resultados sobresalientes para la reclasificación y jerarquización de variables, obtenidos con la implementación de la metodología aquí descrita.

## **7. Resultados**

### **7.1. Diferenciación de Segmentos Geomorfológicos.**

#### **7.1.1. Características Geomorfológicas Naturales del Río Neuquén.**

Previamente a la delimitación de los segmentos de planicie del área de estudio, se realizaron observaciones aguas arriba de la presa de Portezuelo Grande, fuera de su área de influencia, a fin de tener una idea del río Neuquén en su condición más natural. En el tramo escogido, ubicado a unos 17 km aguas arriba del cierre, el río posee un patrón de cauce mixto entrelazado-meandriforme, con cauce principal sinuoso ( $> 1.26$ ), en una planicie aluvial de poco más de 2 km de anchura. Esta está compuesta por la acreción lateral de bancos de arena y grava, y contiene cauces secundarios también sinuosos.

El río presenta en esta zona un ancho promedio aproximado de 600 metros, de los cuales 250 pertenecen al cauce principal. Este es de lecho gravoso con presencia de canales de distintas jerarquías; en consideración de sus anchos y profundidades efectivas se reconocen cuatro órdenes de cauce: el cauce principal, los cauces secundarios, y los cauces de tercer y cuarto orden. Estos dos últimos son funcionales sólo en las inundaciones, mientras que los demás son activos permanentemente.

Se diferencian 4 ambientes deposicionales organizados en 3 niveles (Fig. 7.1). El más alto que se eleva más de 2 metros respecto del nivel del cauce en estiaje, corresponde al de planicie aluvial y al de los bancos de grava de crecida. El segundo nivel se eleva entre 1 y 1,5 metros, y el tercero corresponde a la depositación marginal del cauce

durante los estiajes, por debajo del anterior. Estos niveles de bancos difieren, además de en altura, en sedimentología y cobertura vegetal.



Fig. 7.1. Algunos niveles de depositación aguas arriba de Portezuelo Grande. Referencias: NSB: nivel superior de bancos de cauce; CSI: cauce secundario inactivo; PA: planicie aluvial.

Los bancos más altos poseen menos del 50 % de cobertura vegetal constituida específicamente de una especie arbustiva: *Tamarix gallica* (tamarisco); poseen una superficie gravosa acorazada, con gravas que superan los 40 cm de diámetro; estos bancos poseen desniveles internos del orden de 1 metro, que corresponden a los canales de cuarto orden (Fig. 7.3).

El nivel intermedio de bancos está formado por gravas de menor tamaño, de aproximadamente 15 cm de diámetro, el porcentaje de cobertura vegetal oscila entre 40 – 50 % y las especies que la integran son herbáceas de 50-70 cm de altura.

El nivel inferior corresponde a los bancos de arena, dejados durante la fase recesiva de las crecidas y están ocupados exclusivamente por especies de gramíneas rastreras en densidad variable (Figs. 7.2 y 7.4).



Fig. 7.2. Niveles superior e intermedio de bancos de cauce. Referencias: NSB: nivel superior de bancos de cauce; NI: nivel intermedio; CSI: cauce secundario inactivo.

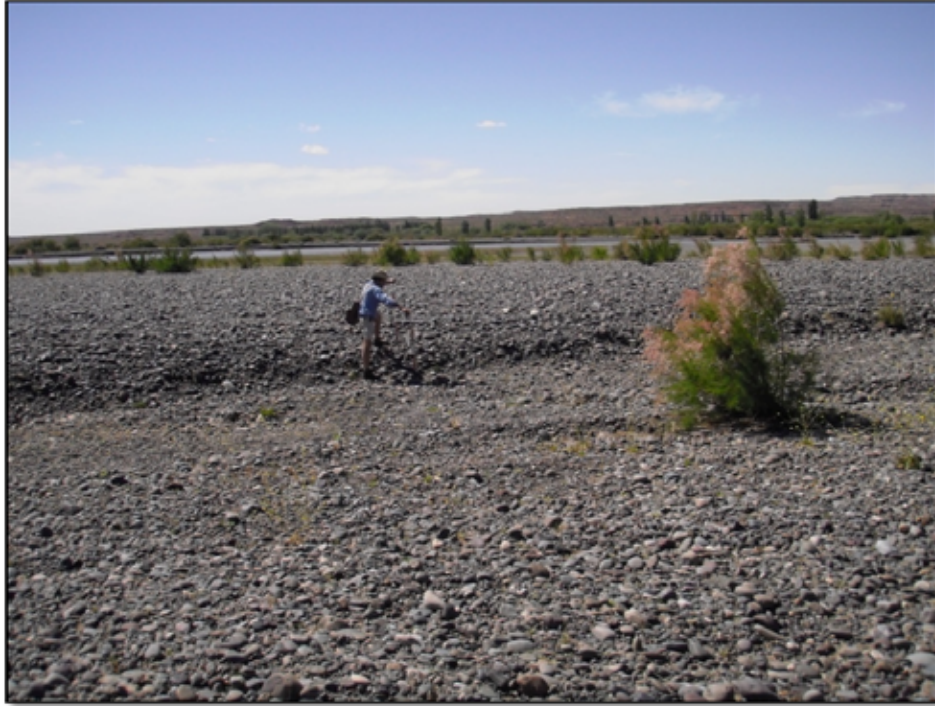


Fig. 7.3. Nivel superior de bancos de cauce con Tamariscos; la persona está ubicada sobre un canal de cuarto orden, al fondo el cauce principal del río Neuquén.



Fig. 7.4. Nivel inferior de bancos de cauce: bancos de arena, al lado de un banco gravoso de nivel intermedio.

### **7.1.2. Segmentos del Río Neuquén aguas abajo de Portezuelo Grande.**

El tramo del río entre Portezuelo Grande y el embalse El Chañar fue dividido en 6 segmentos, en base a propiedades geomorfológicas, de relieve, y de patrón del cauce principal, que están directamente relacionadas tanto con la macrorrugosidad como con el impedimento de la escorrentía de inundación.

En geomorfología fluvial, la sinuosidad es un parámetro muy importante directamente relacionado con la macrorrugosidad de la planicie, de ahí su elección para la diferenciación de los segmentos (Ramonell y Amsler; 2002).

Justamente, la segmentación fue realizada en base al grado de sinuosidad, parámetro que expresa la diferencia entre ríos meandriformes y ríos rectos; y en base al grado de anastomosamiento y entrelazamiento. Estos dos últimos parámetros se encuentran implícitos en los atributos de conectividad y densidad de la variable cauces secundarios. Las medidas de correspondientes se presentan en la Tabla 7.1 (Carta Temática N° 2).

En el segmento número 6 se encuentra el área perteneciente al embalse El Chañar, razón por lo cual las mediciones resultaron afectadas especialmente en parámetros areales y específicos del cauce principal.

Segmen- to	Patrón General del Cauce Activo	Sinuosi- dad	Ancho Promedio del Cauce Activo (m)	Grado de Anasto- mosamiento	Amplitud media del relieve local (m)	Pendien- te (m/km)	Ancho promedio de planicie (km)	Longitud del segmento (Km)	Área del segmen- to (Km <sup>2</sup> )	Área con ocupación antrópica continua
<b>1</b>	Recto	1.209	96	< 5%	3.03	1.76	2.3	14	33	10 %
<b>2</b>	Recto	1.188	82	35 - 65%	2.82	1.03	2.5	21	31	30 %
<b>3</b>	Meandriforme	1.299	129	5 - 34%	3.35	1.54	2.5	11	22	10 %
<b>4</b>	Meandriforme	1.345	108	35 - 65%	2.17	2.24	2.6	8	27	20 %
<b>5</b>	Recto	1.169	89	5 - 34%	1.94	2.67	2.4	7	19	90 %
<b>6</b>	Recto	1.067	87	5 - 34%	2.54	2.43	2.5	7	17	20 % (1)

Tabla 7.1. Características de segmentos del río entre Portezuelo Grande y El Chañar (bases de datos: imagen satélite de 2006 y perfiles topográficos de AIC, 2002). (1) El 80 % de este segmento está ocupado por las aguas del embalse El Chañar.



En todos los segmentos puede observarse en mayor o menor grado la ocupación antrópica dispersa no planificada dentro de la planicie aluvial y la deforestación de la cubierta vegetal natural para delimitación de nuevos parcelarios destinados a emprendimientos frutihortícolas. En la planicie aluvial es abundante la presencia de médanos que se elevan 3 metros sobre el nivel de la misma, así como también la removilización y acumulación antrópica de gravas.

Con relación al grado de anastomosamiento, es un parámetro descriptivo a través del cual se pudo evaluar si la presencia de cauces secundarios es local o generalizada en cada segmento (Brice, 1984). El segmento número 1 es el que posee menor cantidad de cauces secundarios; recién hacia el final de este segmento se observa el comienzo de un sistema de canales transversales donde nace la derivación de caudales, provocando una bifurcación del cauce principal. Los segmentos 2 y 4 tienen grados que varían entre 35 - 65 %; en el segmento número 3 así como también en los dos últimos segmentos, el grado es menor al 5-34%, al ser la presencia de cauces secundarios localizada.

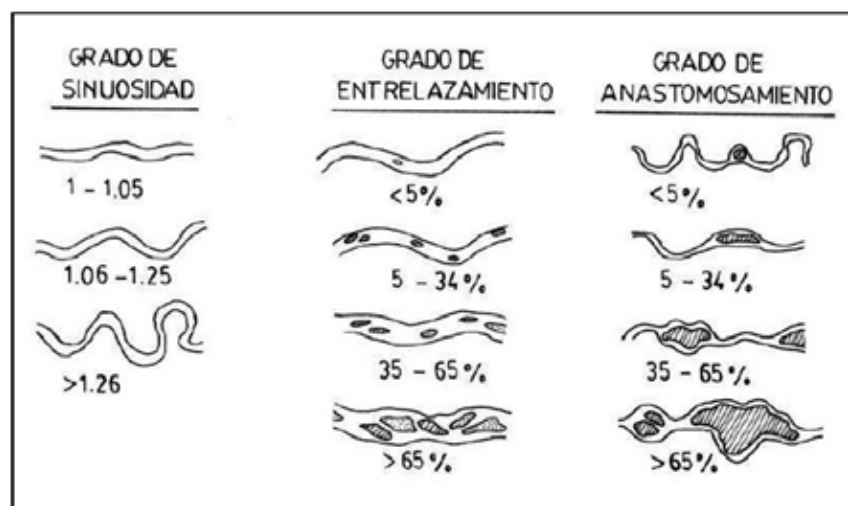


Fig. 7.5. Diferentes magnitudes de propiedades de la forma en planta de los cauces aluviales. (Tomado de Brice, 1984).

Tanto el carácter de la sinuosidad como el carácter del anastomosamiento permiten establecer una comparación visual entre los segmentos, para realizarla se utilizó como referente la Fig. 7.6 (Brice, 1984). De este modo, para los segmentos 3 y 4 el cauce es de fase única, más ancho en curvas, con rectificaciones raras, predominando cauces laterales sinuosos. Para los demás segmentos también se observa una fase única en el cauce, con ancho homogéneo y predominio de curvas rectificadas.

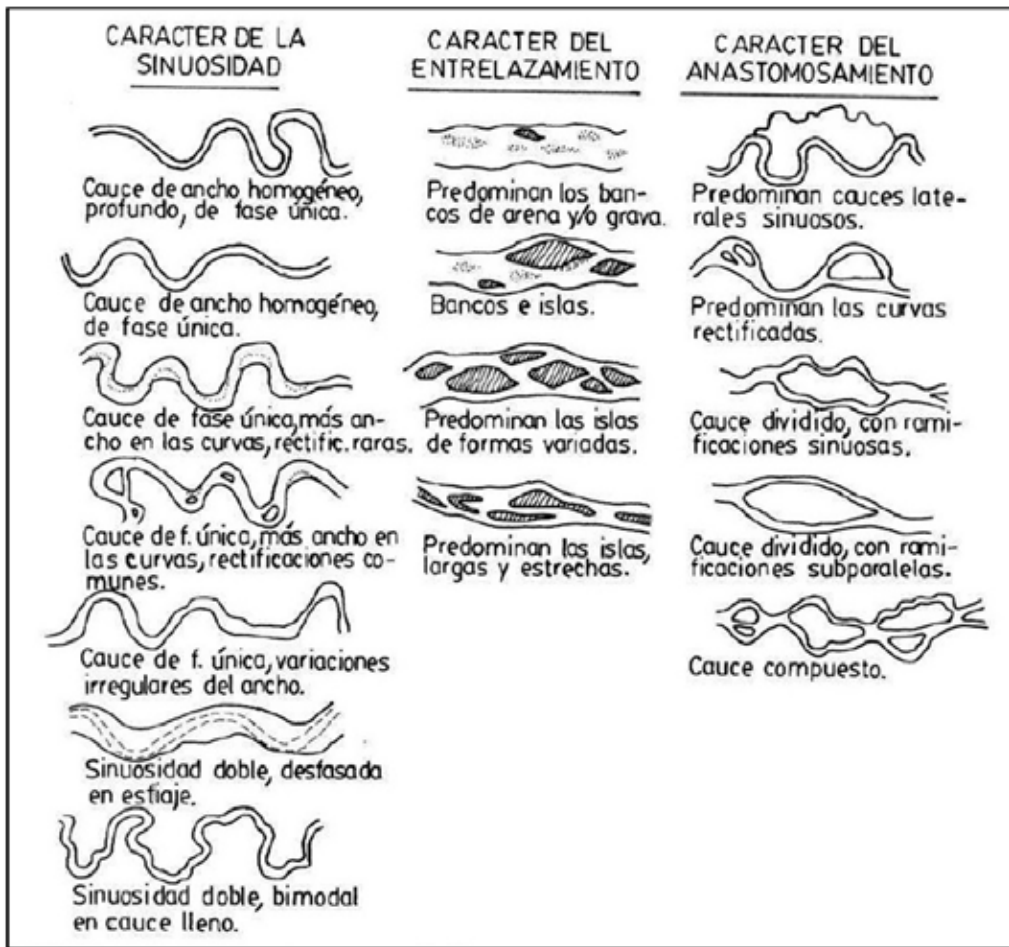


Fig. 7.6. Plantilla comparativa empleada para describir variedades de segmentos de cauces aluviales.

(Tomado de Brice, 1984).

La pendiente promedio de la planicie es relativamente suave y presenta variaciones importantes entre los distintos segmentos. Desde el segmento 4 hacia aguas abajo la pendiente media es más fuerte que aguas arriba, aproximadamente del doble en magnitud.

La variabilidad topográfica o amplitud media del relieve local es irregular en todos los segmentos, consecuencia de un modelado fluvio-eólico. No obstante, en los tres primeros segmentos la amplitud es mayor debido a la presencia de distintos niveles de terraza que forman ondulaciones con desniveles bien marcados en el terreno; y a la existencia de morfologías de médanos sobre impuestas a la planicie aluvial (Fig. 7.7 y 7.8).

Su rol en la crecida del 2006 fue que la esorrentía se concentrara entre estos sectores, lo cual dio lugar a pozos erosivos (Fig. 7.9), en los cuales se puede estimar mediante la vegetación depositada por el agua, que la altura de la crecida en esta zona osciló los 2,50 metros a nivel de planicie.

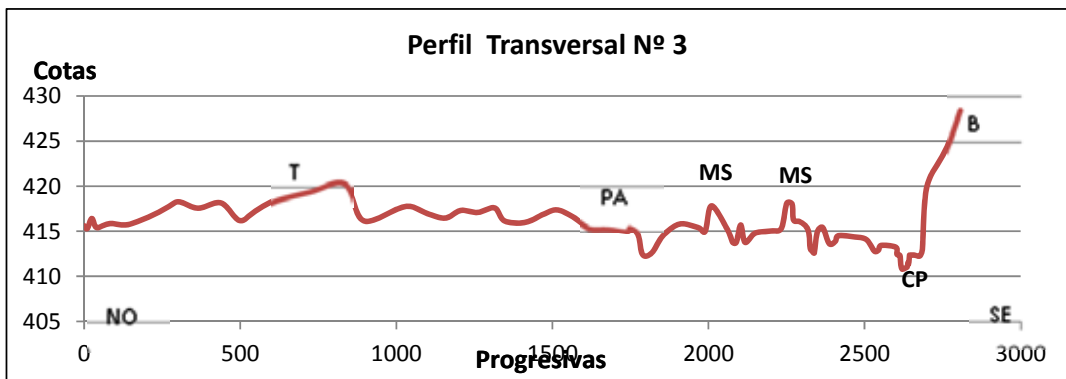


Fig. 7.7. Perfil topográfico transversal N° 3 (AIC, 2002), correspondiente al Segmento N° 1. Referencias:

NO: noroeste; SE: sureste; B: lateral de barda; PA: Planicie aluvial; T: terraza, MS: médanos  
sobreimpuestos; CP: cauce principal.