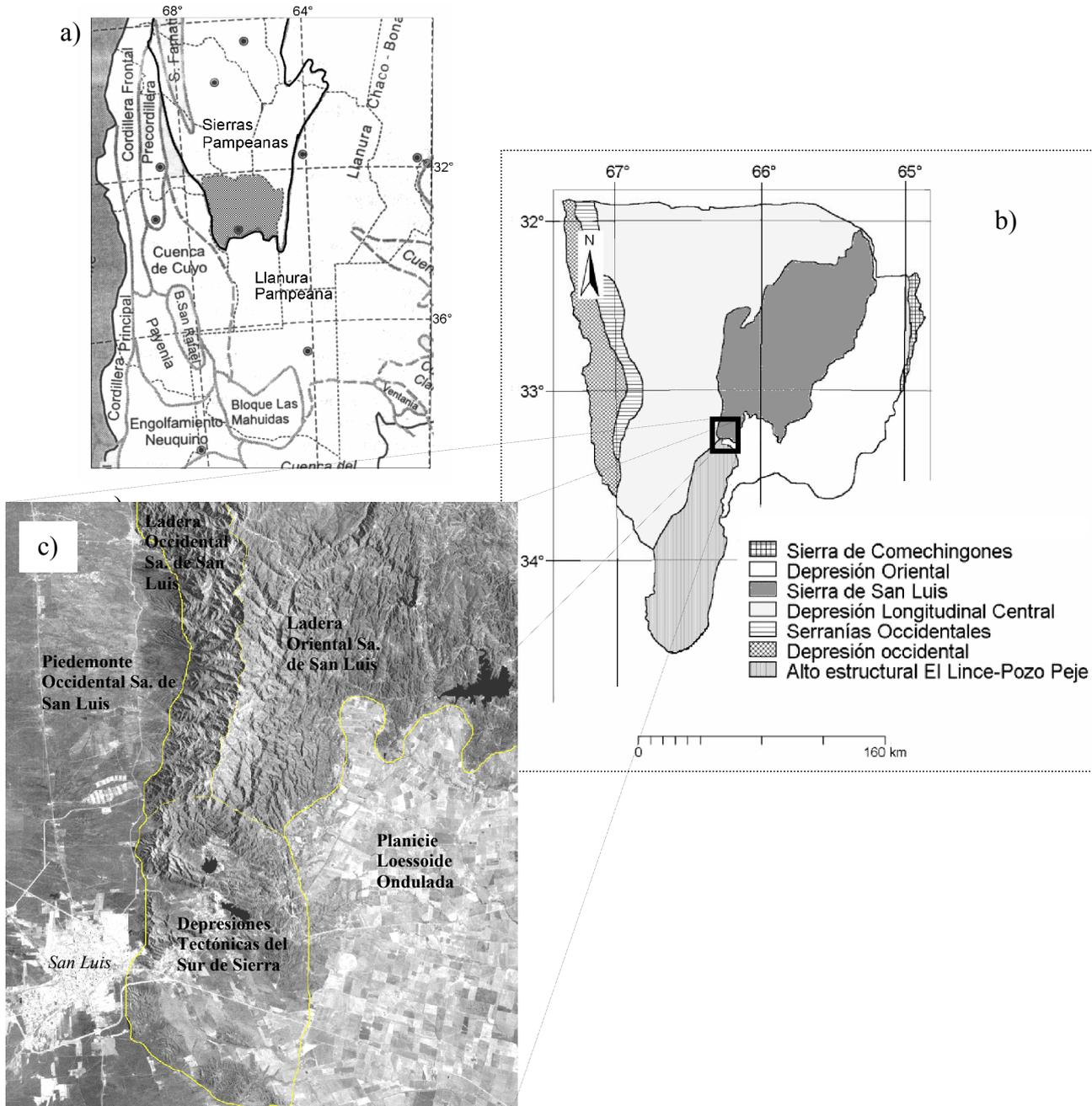


### 3.4 GEOMORFOLOGIA

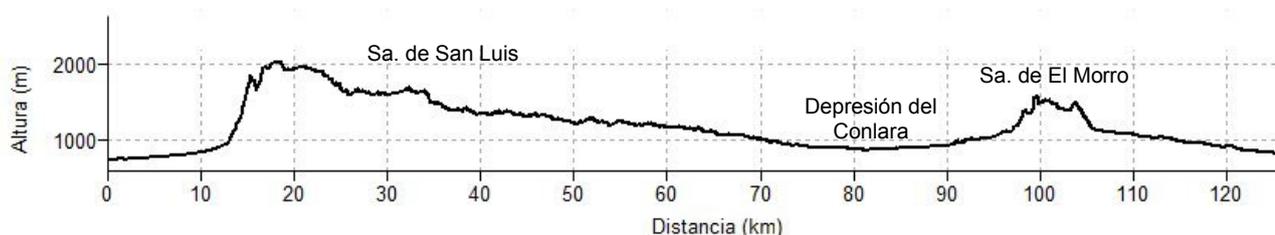
El paisaje del municipio de Juana Koslay pertenece al ambiente de Sierras Pampeanas, provincia geomorfológica que abarca una amplia superficie de la zona central y norte de la República Argentina (Fig. 15a). Dentro de esta, el área municipal integra la porción austral de la denominada “Región Geomorfológica de la Sierra de San Luis” (Fig. 15b) y en función de sus rasgos morfológicos dominantes, se la asigna a la “Asociación Geomorfológica de las Depresiones Tectónicas del Sur de Sierra” (Fig. 15c).



**Figura 15: Clasificación jerárquica del relieve para el extremo sur de la sierra de San Luis**  
a) Provincias geomorfológicas b) Regiones geomorfológicas c) Asociaciones geomorfológicas

La Provincia Geomorfológica de Sierras Pampeanas se caracteriza por un paisaje dominado por cordones serranos y valles intermontanos de orientación submeridiana. Localmente los valles y serranías presentan desniveles relativos que no superan los 300 metros de altura y su rasgo más notorio corresponde a la marcada asimetría transversal en las laderas de dicha sierra, con un flanco occidental corto y escarpado y otro oriental mucho más extenso y de suave pendiente. El origen de esta asimetría está relacionado al levantamiento diferencial de los bloques rocosos a partir de fallas inversas localizadas comúnmente en el flanco occidental.

La Región Geomorfológica de la Sierra de San Luis comprende el ámbito de la sierra homónima con una longitud de 150 km y un ancho máximo de 70 km en su zona central, donde alcanza sus máximas alturas (aprox. 2200 m.s.n.m). En planta presenta una morfología ovoidal con su eje mayor en dirección NNE-SSO. Debido a la asimetría de las laderas, más del 80% de la superficie serrana corresponde a la ladera oriental caracterizada por una suave pendiente regional al este menor a  $1^\circ$  (Fig. 16). Esta configuración morfológica ha determinado el mayor desarrollo de los sistemas hídricos sobre el flanco oriental y explica la presencia de las principales cuencas hidrográficas del territorio provincial como son las del río Quinto y el río Conlara.



**Figura 16: Perfil topográfico oeste-este de la sierra de San Luis a la latitud de Nogolí.** La escala vertical se encuentra exagerada para resaltar los rasgos morfológicos.

En el extremo sur de la Sierra de San Luis la ladera oriental pierde identidad morfológica debido a su desmembramiento en una serie de bloques menores, ocasionados por el hundimiento de bloques a partir de fallas directas NO-SE que originaron las depresiones tectónicas del tipo hemigraben como las de Potrero de los Funes, Las Chacras y Juana Koslay.

Como fue señalado previamente en el capítulo de Geología, posteriormente a la formación en profundidad de los materiales ígneos y metamórficos que constituyen las elevaciones serranas, estos fueron llevados a superficie mediante la actividad de fallas y

la erosión de la cobertura sedimentaria por la erosión. La intensa actividad de los procesos exógenos sobre estas rocas, en particular la acción erosiva ejercida por el agua de escurrimiento superficial a lo largo del tiempo geológico, dio lugar a un paisaje serrano dominado por la presencia de valles fluviales.

Los productos de la erosión fluvial (detritos) generados principalmente durante diferentes periodos del Cenozoico, fueron depositados en las zonas bajas rellenando así parcialmente las zonas deprimidas tectónicamente. Ello dio lugar a los depósitos que integran actualmente las unidades geológicas conocidas como Formación San Roque, Formación Las Chacras y otras equivalentes. A partir del Pleistoceno superior y durante gran parte del Holoceno, asociado a una aridización del clima a nivel regional, se produce la depositación de sedimentos eólicos que cubrieron el paisaje preexistente en forma de mantos de hasta 12 metros de espesor. Estos sedimentos corresponden a la Formación Barranquita.

En el presente y desde al menos la época de la colonia, existen condiciones climáticas semiáridas donde la principal actividad morfogenética esta desarrollada nuevamente por el agua. La acción de la escorrentía superficial es en la actualidad la principal responsable del modelado del paisaje a través de la acción erosiva (erosión laminar y en cárcavas) y agradacional (depósitos pedemontanos, depósitos de llanura aluvial y deltas lacustres). A ella se suman en forma subordinada otras acciones como la producida a través de procesos gravitacionales (deslizamientos y caídas de rocas) y también la erosión y depositación eólica, pero con mucha menor magnitud que la mencionada previamente.

Podemos concluir así que las geoformas presentes en el municipio de Juana Koslay son el resultado de una actividad compleja, originada por la acción combinada de procesos endógenos y exógenos particulares que actuaron en el sur de la sierra, a través del tiempo geológico (ver Figura 17).

En la elaboración del presente Atlas se han identificado dentro del área municipal nueve unidades (y/o complejos geomorfológicos) principales, cuya distribución espacial se presenta en el mapa de la Figura 18 .

PROCESOS EXOGENOS			
MORFOGÉNESIS			EDAFOGENESIS
	FLUVIAL /ALUVIAL	EOLICO	
CUATERNARIO	Holoceno	Erosión en cárcavas y procesos de ladera Erosión y sedimentación (Fm. Algarrobito)	Desarrollo del suelo actual Desarrollo del suelo Los Toldos
	Plenistoceno	Reactivación de la erosión en las áreas serranas y pedemontanas y depositación de los sedimentos de la Fm. Alto Grande Basculamiento de la Fm. San Roque. Erosión en las áreas serranas y pedemontanas y depositación de los sedimentos de la Fm. Dónovan, Fm. Las Chacras y equivalentes.	Sedimentación (Loess de la Fm. Barranquita)
NEOGENO	Plioceno	Erosión en las áreas serranas (inicio de la formación de valles en "v") y sedimentación en las depresiones (depósitos de la Fm. San Roque)	
	Mioceno		

FII

FI?

Figura 17: Esquema morfoevolutivo del área de estudio (FI-FII fases diastróficas principales )

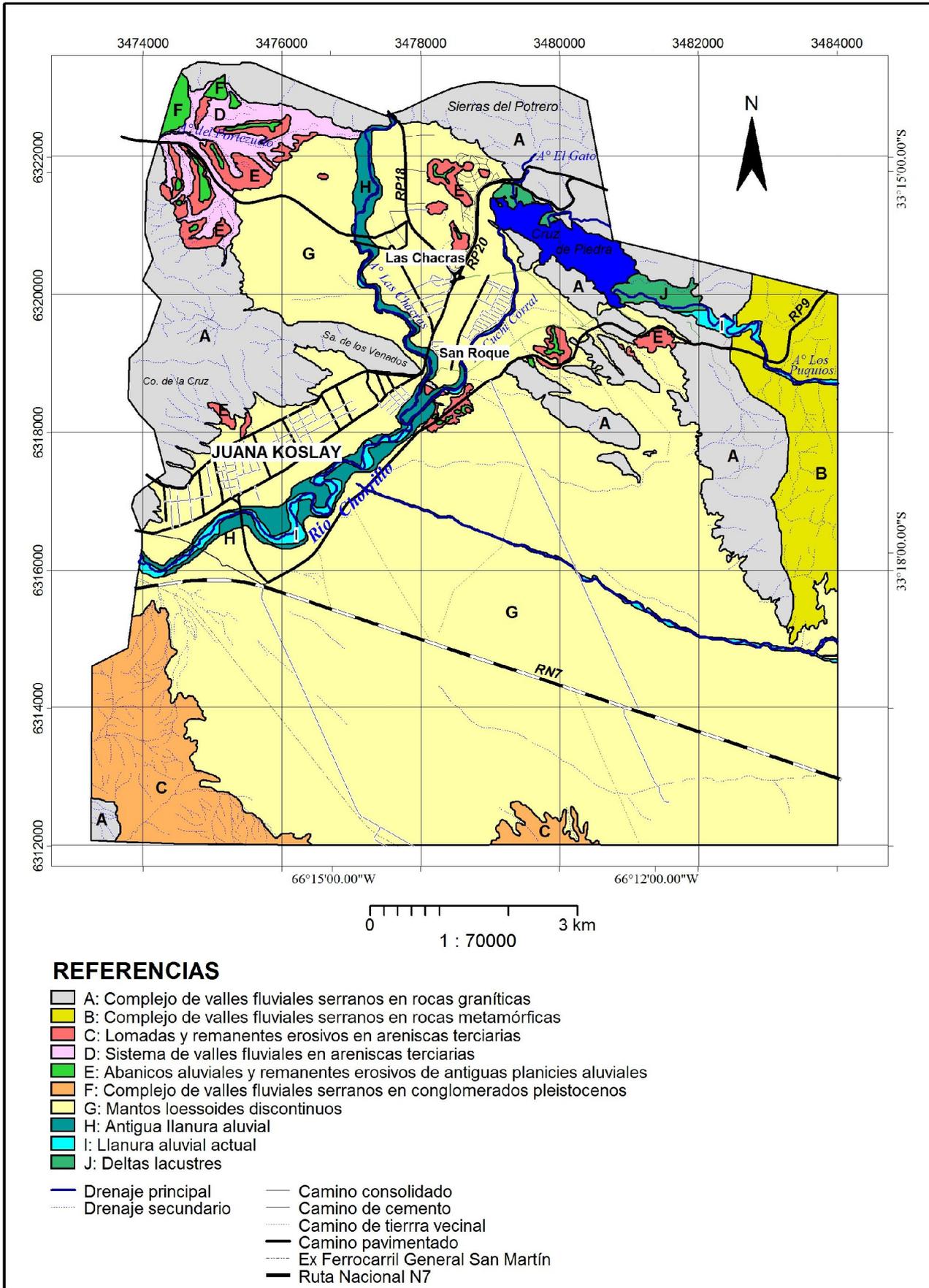


Figura 18: Mapa de unidades geomorfológicas

## A - Complejo de valles serranos en rocas graníticas

Las elevaciones serranas que rodean por el oeste y el norte a las depresiones de Las Chacras y Juana Koslay están constituidas principalmente por rocas graníticas pertenecientes al basamento cristalino de la sierra de San Luis. Sobre ellas, la erosión hídrica ha desarrollado valles fluviales que se caracterizan por su fuerte “encajamiento” vertical y el desarrollo de perfiles transversales con forma de “v” (Foto 7). Desde el punto de vista geomorfológico, estos rasgos determinan la existencia de un paisaje “juvenil”, el cual se explica por la edad relativamente reciente del levantamiento del área serrana - cuyo episodio más importante habría comenzado en el Plio-Pleistoceno- y la continuidad de dicho levantamiento hasta el presente.



Foto 7: Valles fluviales en “v” desarrollados sobre rocas graníticas del área serrana.

Los valles fluviales son las geoformas dominantes del área serrana y se encuentran separados entre sí por superficies interfluviales angostas y con formas agudas a subredondeadas (Fig. 19). Debido a ello y teniendo en cuenta la escala de trabajo, no es factible separar cartográficamente las crestas interfluviales de los valles fluviales, en consecuencia ambas geoformas se agrupan aquí bajo el término de “Complejo Geomorfológico”.

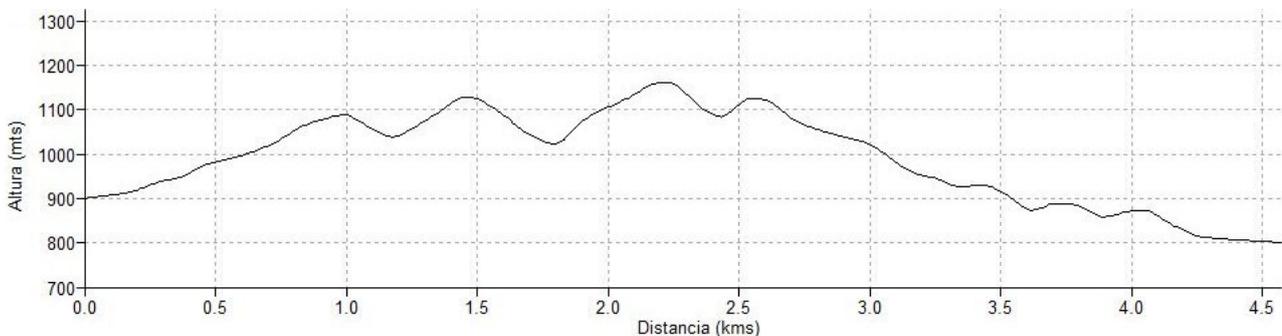
En su mayoría los valles fluviales han sido generados por cursos temporarios cuya distribución en planta determina el desarrollo de diseños de drenaje dendríticos y subdendríticos. Estos diseños pueden verse claramente en el sector serrano occidental

(Serranía de los Venados y Cerro de la Cruz) donde la homogeneidad litológica ha favorecido el desarrollo de sistemas fluviales arborescentes, parcialmente controlados por las fallas y fracturas del basamento cristalino.

Los máximos desniveles relativos de este complejo de valles fluviales se localizan en la mitad occidental del municipio, coincidente con los sectores de mayor levantamiento tectónico. Allí los desniveles frecuentes oscilan entre 80 y 150 metros de altura, mientras que hacia el este los valores máximos no superan los 40 metros.

Al sur de la serranía de Los Venados los cursos que integran la cuenca del río Chorrillo presentan direcciones dominantes NO-SE y ONO-ESE, hacia el norte en cambio, los valles tienen direcciones dominantes NE-SO, aportando sus aguas al aquí denominado “Arroyo del Portezuelo”. Ello puede interpretarse en relación a la presencia de distintos dominios morfotectónicos, los cuales ejercen un control estructural a través de juegos de fracturas con diferentes direcciones.

Sobre la ladera sur de la Sierra del Potrero, en particular al este de la Qda. de los Cóndores, el mayor control que ejercen las estructuras ONO-ESE determina un diseño de drenaje dominante del tipo subdendrítico (ver mapa geomorfológico).



**Figura 19: Perfil topográfico N-S del Complejo de valles fluviales sobre rocas graníticas en el sector del Cerro de La Cruz** (escala vertical es aproximadamente el doble de la horizontal).

## **B) Complejo de valles serranos en rocas metamórficas**

En el extremo oriental del municipio de Juana Koslay los materiales que conforman el basamento cristalino se encuentran dominados por rocas metamórficas. En dicho sector se extiende con dirección norte-sur una faja de aproximadamente 1 km de ancho donde predominan rocas esquistosas que ha influido notoriamente en el modelado del paisaje fluvial.

Las características litológicas y estructurales de estas rocas (principalmente esquistos micáceos) han contribuido a elaborar un paisaje dominado por serranías bajas, con crestas interfluviales subredondeadas y desniveles internos que en general no superar los 30 metros de altura (Foto 8). La foliación metamórfica ha ejercido un importante control en la dirección de desarrollo de los valles fluviales. Ello se pone en evidencia por el predominio de diseños de drenaje del tipo rectangular lo cual contrasta con aquellos desarrollados en las rocas graníticas.

Con excepción del arroyo Los Puquios, los cursos fluviales que han modelado esta unidad son de carácter temporario y conforman una red moderadamente integrada. Corresponden en general a cursos de morfología rectilínea en planta, que ocupan valles con forma de “v” o “uv”. Estos últimos se describen así debido a que presentan un relleno sedimentario de origen mixto (eólico, fluvial y/o coluvial) que origina un fondo de valle plano. La escorrentía superficial suele concentrarse sobre dicho fondo, el cual por su conformación litológica (sedimentos de textura fina como arenas y limos) son menos resistentes a la erosión y desarrollan formas fluviales incipientes típicas como son los surcos y las cárcavas.

Los valles con dirección meridiana pueden presentar tanto perfiles transversales simétricos como asimétricos y las pendientes de sus laderas son moderadas a bajas (5-10°).



**Foto 8: Paisaje de valles y lomadas serranas**

### C) Lomadas y remanentes erosivos en areniscas terciarias

En la zona de Las Chacras se destacan una serie de lomadas de coloración rojiza que emergen de las zonas de llanura circundantes. Muchas de estas lomadas aparecen aisladas, rodeadas por los sedimentos de los mantos loessoides, mientras que otras están adosadas a las laderas serranas.

Las lomadas se caracterizan por presentar crestas subredondeadas a planas y flancos cortos de fuerte pendiente. Sus alturas máximas no superan los 30 metros y se localizan -según el sector- entre los 850 m.s.n.m y los 950 m.s.n.m. La coloración rojiza dominante se debe a la presencia de hierro ( $Fe^{+++}$ ) como pigmento en las arcilitas, limonitas y areniscas finas que integran la Fm. San Roque (Foto 9).



Foto 9: Lomadas terciarias en la zona del barrio Cerros Colorados en Las Chacras.

El origen de las lomadas esta vinculado a la actividad erosiva desarrollada por la escorrentía fluvial sobre los sedimentos cenozoicos, fundamentalmente después de ocurrido el levantamiento principal del área serrana en el Plio-Pleistoceno y la depositación de los conglomerados de la Fm. Las Chacras. La relativamente baja consolidación y permeabilidad de las areniscas de la Fm. San Roque favoreció su intensa erosión y el desarrollo de valles fluviales que luego fueron cubiertos por los mantos eólicos que integran la Fm. Barranquita.

### D) Sistema de valles fluviales en rocas sedimentarias terciarias

En el sector del abra del Portezuelo, los mantos loessoides han sido casi completamente eliminados por la erosión fluvial. El relieve está constituido por lomadas

rojizas que se encuentran separadas por valles fluviales amplios, los cuales drenan la escorrentía superficial al oeste hacia la cuenca del Bebedero. Los valles conforman un sistema de drenaje con direcciones variables que generan un diseño contributivo hacia el abra. Su lecho está labrado directamente sobre las sedimentitas rojizas de la Fm. San Roque o bien pueden presentar una delgada capa de sedimentos recientes de origen fluvio-coluvial, asociada a la actividad morfogenética actual.

Este relieve de lomadas y valles que caracteriza el extremo noroccidental del municipio puede ser considerado como un relieve “exhumado” por la erosión hídrica debido a un sistema fluvial cuyas cabeceras se encuentran más al este. Ello queda en evidencia si se compara este sitio con aquel ubicado al este del monumento de Las Chacras, donde los mantos loessoides no han sido afectados tan intensamente por la erosión fluvial y aún cubren y nivelan casi completamente el relieve de valles fluviales subyacentes.

### **E) Abanicos aluviales y remanentes erosivos de antiguas planicies aluviales**

Esta unidad comprende pequeños cuerpos de abanicos aluviales adosados al frente serrano y remanentes erosivos de antiguas planicies aluviales que han quedado aisladas por efecto de la erosión. Están constituidas por conglomerados de coloración grisácea pertenecientes a la Fm. Las Chacras y equivalentes.

Uno de los elementos más representativo de esta unidad se encuentra localizado en el extremo noroccidental del municipio y ha sido denominado aquí “Abanico del Portezuelo”. Este cuerpo conserva muy bien la morfología de abanico con un ápice claramente distinguible en la desembocadura de un valle serrano y su zona distal se encuentra conectada a través del cuerpo con una pendiente muy suave que irradia desde dicho ápice. De acuerdo a los límites municipales establecidos en el presente trabajo, este solo comprende una pequeña porción de dicho abanico correspondiente a su flanco oriental.

En el faldeo austral de la Sierra del Potrero los cuerpos de abanicos tienen sus ápices localizados entre los 950 y 1000 m.s.n.m. y se extienden con dirección hacia el sur. El Abanico del Portezuelo mide longitudinalmente unos 1,3 km y su altura mínima se localiza a unos 840 m.s.n.m. (Foto 10a)



Foto 10: a) Imagen satelital del Abanico del Portezuelo b) Vista panorámica obtenida desde el camino a las Chacras (ver flecha).

Estas geoformas presentan en la actualidad una escasa actividad morfogénica y su superficie aluvial se encuentra completamente vegetada (Foto 10b). Ello puede ser explicado por la disminución del tamaño de la cuenca de aporte debido a la erosión y desconexión de subcuencas a través del tiempo geológico.

En algunos sectores las lomadas rojizas se encuentran coronadas por los depósitos conglomerádicos grisáceos de la Fm. Las Chacras. Estos se disponen como capas subhorizontales que apoyan sobre una antigua superficie de erosión labrada sobre la Fm. San Roque (Foto 11).

En los alrededores del arroyo Los Puquios y el dique Cruz de Piedra se presentan restos aislados de depósitos conglomerádicos muy erosionados por la acción fluvial. Conforman morfologías de lomadas con patrones de drenaje particulares que permite su diferenciación de las rocas del basamento cristalino que las rodean.



Foto 11: Corte norte-sur de una lomada sobre la multitrocha ruta 9. En la base se observa las areniscas rojizas de la Fm. San Roque cubiertas en discordancia angular y erosiva por los depósitos de de la Fm. Las Chacras.

## F) Complejo de valles serranos en conglomerados pleistocenos

Esta unidad caracteriza el extremo suroeste del municipio y corresponde en términos generales a cordones de escasa altitud, que representan la continuidad austral de las elevaciones serranas (Sa. de Los Padres, Cerro el Lince, etc.). Alcanzan alturas máximas cercanas a los 900 m.s.n.m. y sus desniveles internos varían comúnmente entre 15 y 20 metros aunque en algunos sectores pueden medir hasta 44 metros (Foto 12).

Estas unidades serranas están constituidas en superficie por rocas conglomerádicas de coloración grisácea (Fm. Las Chacras/Fm. Dónovan?) sobre las cuales los cursos fluviales han labrado valles fluviales. Los cursos que integran la red de drenaje se encuentran bien integrados y son en su totalidad de carácter temporarios. En planta desarrollan un diseño dendrítico bien definido.

Los valles fluviales pueden presentar un relleno sedimentario que modifica parcialmente su perfil transversal transformando los valles en “v” en valles de fondo parcialmente plano asociados a la presencia de un relleno sedimentario limo-arenoso eólico (loess), parcial o totalmente mezclado con sedimentos de origen fluvio-coluvial.



Foto 12: Vista panorámica del complejo de valles serranos en conglomerados pleistocenos en cercanías de la ruta nacional N° 7

## F) Mantos Loessoides Discontinuos

Esta unidad corresponde a la de mayor extensión dentro del ámbito del municipio y ocupan un 65% de su superficie. Se caracteriza por su morfología tabular o mantiforme la cual en superficie genera una llanura suavemente ondulada, ocasionalmente interrumpida por las elevaciones serranas y las llanuras de los cursos fluviales principales. Dicha superficie puede ser considerada como un “reflejo” muy suavizado del paleorelieve subyacente, como efecto de la adaptación morfológica de los mantos loessoides, que de por sí carecen de forma propia (Foto 13).

Los mantos loessoides se ubican altitudinalmente entre los 800 y 900 m.s.n.m. Las ondulaciones de terreno originan desniveles internos predominantes entre 2 y 5 metros aunque algunos kilómetros al este, en la zona de La Petra, pueden alcanzar hasta los 12 metros. Las pendientes dominantes son bajas, variando en general entre 2 y 5 grados.



Foto 13: Vista panorámica con dirección al sur de la unidad de Mantos Loessoides.

Los mantos loessoides están constituidos por sedimentos finos, limo-arenosos, de coloración dominante castaño claro, y escasa cohesión, atribuibles a las unidades geológicas conocidas como Fm. Barranquita y Fm. Algarrobito en menor proporción. Como fue señalada previamente, su origen está relacionado a la depositación de polvos eólicos durante un extenso periodo de aridez acaecido entre el Pleistoceno superior y gran parte del Holoceno. La alternancia con periodos de mayor humedad produjo la reelaboración y mezcla de los sedimentos puramente eólicos con otros de origen fluvial-coluvial, provenientes del área serrana (sedimentos loessoides).

En la actualidad la depositación de polvos eólicos como proceso morfogenético continúa desarrollándose pero a un ritmo mucho menor o bien, fuertemente

contrarrestado por la acción erosiva fluvial. Ello tiene lugar fundamentalmente durante la época seca (Abril-Septiembre) cuando el suelo se encuentra menos protegido por la vegetación (ya sea por causas naturales o antrópicas) y tienen lugar las tormentas de polvo.

La gran permeabilidad de estos sedimentos impide el desarrollo de redes de drenaje bien integradas. La escorrentía superficial que se genera durante las lluvias luego de la saturación del suelo, se mueve primariamente pendiente abajo en forma de “laminas” de agua muy delgadas. Luego comienza a concentrarse a partir de pequeñas irregularidades del terreno formando surcos (canales menores a 50 cm de profundidad) y luego cárcavas (canales mayores a 50 cm de profundidad). De esta manera, las suaves ondulaciones de la planicie loessoides determinan sectores de pendiente convexa con erosión laminar y áreas cóncavas donde la escorrentía superficial se concentra y se desarrollan formas erosivas como surcos y cárcavas.

Las cárcavas son geoformas erosivas que llaman la atención debido a que desarrollan paredes laterales muy verticales sobre los sedimentos loessoides de típica coloración castaño claro (Foto 14).

La erosión hídrica de los mantos loessoides es un problema ambiental grave. Si bien esta tiene lugar durante periodos cortos en determinadas épocas del año, los daños que provoca son enormes y en su mayoría de carácter irreversible. A modo de ejemplo cabe mencionar la eliminación de la capa fértil del suelo, la fragmentación de los campos de cultivos, la rotura de infraestructura de comunicaciones y la colmatación sedimentaria de los embalses de agua.



Foto 14: Vista de la unidad de Mantos Loessoides Discontinuos en contacto con las lomadas del sector oriental del municipio.

## H-I) Llanuras aluviales actuales y antiguas

La llanura aluvial o llanura de inundación de un río corresponde desde el punto de vista morfodinámico a las áreas cubiertas por el agua durante las crecidas que se producen luego de precipitaciones pluviales de alta intensidad y duración. Dentro de los límites municipales estas geoformas constituyen fajas de 25 a 200 metros de ancho, comúnmente “encajadas” varios metros en los sedimentos de la Planicie Loessoide y que pueden presentar morfologías en planta tanto rectilínea como sinuosa. Estas variaciones morfológicas están vinculadas a la existencia o no de controles estructurales en el desarrollo de la llanura aluvial. A excepción del arroyo Los Puquios y el río El volcán, los cuales corren más o menos encajonados en rocas cristalinas del área serrana, el resto puede ser considerado como cursos de llanura. Debido a ello, estos últimos presentan en mayor o menor medida un comportamiento sinuoso que en el caso del río Chorrillo queda evidenciado por la presencia de meandros bien desarrollados.

Ejemplo de cursos rectilíneos controlados por las estructuras subyacentes es aquel presente al norte de la ruta nacional 7, que cuenta con una dirección prácticamente paralela al trazado de esta ruta y que desemboca en el río Chorrillo.

Las llanuras aluviales principales corresponden a aquellos cursos fluviales de carácter permanente como el arroyo Las Chacras, el arroyo Los Puquios, el arroyo Cuchi Corral y el río Chorrillo. Para el caso del arroyo Las Chacras y su continuidad hacia el SO como río Chorrillo, en el mapa geomorfológico se han identificado dos sectores diferentes en relación a estas geoformas, uno central correspondiente a la llanura aluvial con actividad actual, inundable luego de las precipitaciones pluviales, y otra más amplia que la contiene, correspondiente a la antigua llanura aluvial. En el presente esta se encuentra inactiva debido en parte al cambio del régimen hídrico producido por la regulación de los caudales de crecida por el Embalse de Potrero de los Funes. En el sector del arroyo Las Chacras hay evidencia además que la faja fluvial ha tenido un desplazamiento desde el este hacia el oeste, lo cual ha dejado inactivas antiguas zonas de llanura aluvial. La actividad fluvial de este arroyo ha tenido evidentemente una gran importancia en otras épocas. Su paleollanura aluvial alcanza en algunos sectores más de 350 metros de ancho y es posible detectar diferentes niveles de terrazas.

El arroyo Cuchi Corral, en su tramo desde el Dique Cruz de Piedra hasta la localidad de San Roque, presenta sectores muy rectilíneos probablemente debido a la influencia de estructuras subyacentes del basamento cristalino. Al llegar a la localidad de

Cuchi Corral, el arroyo homónimo aumenta sin embargo su sinuosidad generando una amplia curva (o meandro) que finaliza en el sector de “El Salto”, ya sobre rocas del basamento.

En general los materiales predominantes de las llanuras aluviales son sedimentos areno-gravosos, provenientes de la erosión de las áreas serranas. La presencia ocasional de bloques de 50 cm de diámetro o algo mayor, es un indicio del nivel de energía que se alcanza durante las crecidas (Foto 15).

Dentro de las llanuras aluviales se puede diferenciar un canal principal, activo la mayor parte del año, con un ancho predominante cercano a los 5-10 metros, los sectores próximos al mismo caracterizados por una alta actividad durante las crecidas de la época húmeda, y aquellos sectores marginales, algo más elevados, constituidos por depósitos de barras laterales, los cuales son cubiertos solo por crecidas de carácter excepcional o bien ya permanecen como formas relícticas, sin actividad en el presente.



**Foto 15: Vista de la llanura aluvial del arroyo Los Puquios sobre el puente de la Multitrocha Ruta 9.**

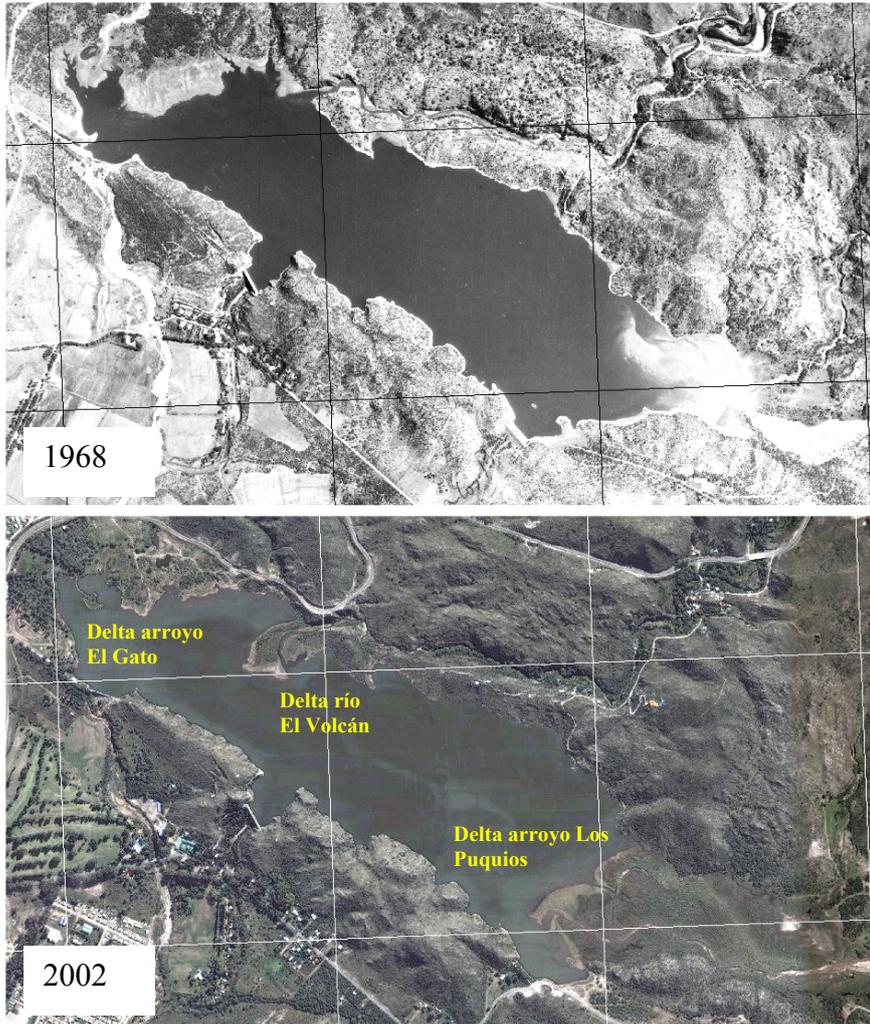
## **J) Deltas lacustres**

En el Dique Cruz de Piedra se han desarrollado tres deltas asociados a la sedimentación que se produce en la desembocadura del río El Volcán (Foto 16) y los arroyos Los Puquios y El Gato.



**Foto 16: Vista del delta del río El Volcán en el dique Cruz de Piedra (año 2008)**

El análisis de imágenes multitemporales entre los años 1968 y 2003 permite detectar un importante crecimiento de los deltas asociados al arroyo Los Puquios y el río El Volcán. En particular el primero muestra un crecimiento aproximado de unos 400 metros hacia el oeste (Fig. 20). Ello se explica debido a que la cuenca alta de ambos cursos se desarrollan sobre sedimentos finos, altamente erodables, pertenecientes a la Planicie loessoide. Ello pone en relieve dos problemas ambientales destacados: la gran actividad erosiva en las cuencas hídricas que drenan los mantos loessoides presentes al este de El Volcán y la colmatación sedimentaria que dicha actividad produce en los embalses artificiales construidos para abastecimiento de agua.



**Figura 20: Cambios en las áreas deltáicas analizadas mediante imágenes multitemporales. Nótese el crecimiento del delta del río Volcán y Los Puquios.**

Tabla 3: Características morfométricas y morfográficas

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS		Superficie (%)	Relieve relativo	Pendiente	Diseño de drenaje	Perfil transversal	Densidad de drenaje
A	Complejo de valles fluviales serranos en rocas graníticas	18	45 ± 30	11° ± 7°	Subdendrítico	Valles en “v” y crestas subangulosas	Media
B	Complejo de valles fluviales serranos en rocas metamórficas	4.7	20 ± 7	6° ± 3°	Subparalelo a subdendrítico	Valles en “v” y en “uv” con crestas subredondeadas	Media
C	Lomadas y remanentes erosivos en areniscas terciarias	3	20 ± 15	5° ± 4°	Subdendrítico	Crestas subredondeadas a planas con laderas cortas y escarpadas	Baja
D	Sistema de valles fluviales en areniscas terciarias	2	18 ± 13	4° ± 3°	Subdendrítico a subangular	Valles de fondo plano	Media
F	Abanicos aluviales y remanentes erosivos de antiguas planicies aluviales	0.3	-	8° ± 4°	Distributivo	Suavemente cóncavo	Baja
E	Complejo de valles fluviales serranos en conglomerados pleistocenos	5	16 ± 7	4° ± 2°	Subdendríticos	Valles en “v” y en “uv” con crestas redondeadas	Media
G	Mantos loessoides discontinuos	62	7 ± 6	2° ± 2°	Subdendrítico a subparalelo	Ondulado	Baja
H	Antigua llanura aluvial	2.5	-	2° ± 1°	Subparalelo	Plano	-
I	Llanura aluvial actual	1.5	-	2° ± 2°	Subdendrítico	Plano – suavemente cóncavo	-
J	Deltas lacustres	0.6	-	2° ± 2°	Distributivo	Plano a suavemente convexo	-