

Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina

1:250.000

Carta de Peligrosidad Geológica 2766-IV **CONCEPCIÓN**



Vista de la quebrada del río Marapa

Provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero

Diego Sebastián Fernández, María Ana Lutz



INSTITUTO
DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS
MINERALES

Boletín N° 365

Buenos Aires, 2006

SEGEMAR
SERVICIO GEOLOGICO
MINERO ARGENTINO

Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas
de la República Argentina
1:250.000

Carta de Peligrosidad Geológica 2766-IV "Concepción"

Provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero

Autores: Diego Sebastián Fernández y María Ana Lutz

2006

AUTORIDADES

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO
PRESIDENTE
ING. JORGE MAYORAL

SECRETARIO EJECUTIVO
LIC. PEDRO ALCÁNTARA

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA
Y RECURSOS MINERALES
LIC. ROBERTO F. N. PAGE

DIRECTOR DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA
LIC. OMAR R. LAPIDO

AÑO 2006

Índice General

RESÚMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Ubicación	4
1.2 Objetivos	4
1.3 Características geográficas y morfológicas	6
1.4 Características climáticas	7
1.4.1 Distribución de las temperaturas	9
1.4.2 Distribución de las precipitaciones	9
1.5 Vegetación	10
1.6 Población y usos de la tierra	20
1.6.1 Población	20
1.6.2 Usos de la tierra	21
1.7 Características geológicas	23
2. METODOLOGÍA	26
3. MAPA LITOLÓGICO	
Introducción	27
Rocas Metamórficas	31
Rocas Plutónicas	33
Unidades Sedimentarias	38
Unidades Volcánicas y Volcanoclásticas	44
Depósitos Superficiales	45
4. MAPA GEOMORFOLÓGICO	
4.1 Introducción	49
4.2 Asociaciones Geomorfológicas	52
5. MAPA DE SUELOS	
5.1 Introducción	62
5.2 Descripción general	65
6. MAPA DE PENDIENTES	
6.1 Introducción	76
6.2 Pendientes generales de la carta	76
6.3 Clasificación de las pendientes	78
7. MAPA DE PROCESOS GEOLÓGICOS	
7.1 Introducción	81

7.2 Procesos geológicos exógenos	
7.2.1 Procesos de erosión	81
7.2.2 Proceso de inundación-sedimentación	87
7.2.3 Procesos de remoción en masa	98
7.2.4 Proceso de salinización	108
7.3 Procesos geológicos endógenos	
7.3.1 Sismicidad	110
7.3.2 Erupciones volcánicas	112
8. MAPA DE PELIGROSIDAD GEOLÓGICA	
Zonificación De Peligrosidad Geológica	
8.1 Introducción	116
8.2 Zonas de peligrosidad baja	116
8.3 Zonas de peligrosidad moderada	117
8.4 Zonas de peligrosidad alta	119
8.5 Zonas de peligrosidad muy alta	121
9. CONCLUSIONES	123
10. BIBLIOGRAFÍA	125

RESUMEN

La carta de peligrosidad geológica 2766-IV "Concepción", fue realizada de acuerdo a las normativas fijadas por el Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas para la República Argentina del Servicio Geológico Minero Argentino, el cual tiene por objeto el relevamiento del territorio nacional a escala 1:250.000. Este tipo de cartografía resulta de la combinación de una serie de 6 mapas temáticos conteniendo información sobre unidades geomorfológicas, pendientes, suelos y litologías dominantes, información climática regional y vegetación. A esta información se le suma la correspondiente a procesos geológicos activos e históricos que hayan provocado daños en obras de infraestructura o causado pérdidas humanas.

La carta de peligrosidad "Concepción" se encuentra comprendida entre los paralelos 27° y 28° de latitud sur y los meridianos de 64° 30' y 66° de longitud oeste. De esta forma se completa la información sobre peligrosidad geológica para la provincia de Tucumán y zonas adyacentes, que comenzara en el año 2002 con el relevamiento del sector norte de la provincia con la carta "San Miguel de Tucumán".

El clima de la región cubierta por la carta muestra un marcado gradiente en sentido este-oeste influenciado principalmente por la región montañosa del oeste tucumano. De esta forma se observa un sector oriental cálido y seco con precipitaciones que oscilan alrededor de los 700 mm anuales y balance hídrico negativo, y un sector occidental templado y húmedo con precipitaciones que pueden alcanzar los 2000 mm anuales en algunos sectores serranos. En cuanto a las precipitaciones son principalmente estivales y de tipo torrencial registrándose la mayor parte de ellas entre los meses de diciembre a marzo.

El mapa litológico fue realizado sobre la base de la Hoja Geológica "Concepción" (Dal Molin *et al.*, 2003) agrupándose las distintas formaciones geológicas descriptas en dicha hoja según su distribución areal, litología dominante y edades. De esta forma se pretende brindar información general importante sobre el posible comportamiento mecánico de los materiales distribuidos en la hoja frente a potenciales procesos al menos a escala regional. De tal forma, fueron descriptas 5 unidades litológicas principales: 1. Rocas metamórficas, 2. Rocas plutónicas, 3. Unidades sedimentarias, 4. Unidades volcánicas y volcanoclásticas y 5. Depósitos superficiales. A su vez, estas 5 unidades principales fueron divididas en 18 unidades cartográficas, cada una con sus características litológicas propias.

Desde el punto de vista geomorfológico, el sector de estudio presenta un paisaje compuesto, formado por procesos endógenos generadores de relieve y posteriormente modelado por la acción de procesos exógenos como la acción fluvial y eólica actual. Para la elaboración del mapa geomorfológico el área fue dividida en cinco asociaciones geomorfológicas principales: 1. Ambiente serrano (Sierras Occidentales), 2. Ambiente Serrano (Sierra de Guasayán), 3. Ambiente Pedemontano, 4. Valles intermontanos y 5. Ambiente de llanura. Estas 5 asociaciones fueron divididas en unidades geomorfológicas, describiéndose para cada una de ellas las principales geoformas y procesos actuantes con el detalle que la escala regional permite.

Para la realización de la cartografía de suelos, estos fueron agrupadas en 8 unidades principales y a su vez desagregadas en subunidades, en donde cada subunidad se encuentra conformada por una asociación de suelos específica y relacionada con las unidades de paisaje determinadas previamente. De esta forma los suelos dominantes para el sector serrano son los Inceptisoles y Entisoles, para los valles intermontanos los Entisoles, para el sector pedemontano y llanura húmeda los Molisoles con régimen de humedad Udico (suborden Udoles), en la transición del régimen Udico al Ustico (sector centro este de la carta) fueron descriptos Molisoles (suborden Udoles, Ustoles) con Entisoles (suborden fluventes) subordinados a las fajas fluviales, en el sector de la llanura seca predominan los Molisoles con régimen de humedad Ustico (suborden Ustoles) y en la región del perillago del embalse Río Hondo se observan Alfisoles y Molisoles de régimen hídrico ústico y ácuico con presencia de sales.

El mapa de procesos activos se llevó a cabo mediante fotointerpretación y análisis de imágenes satelitales, pudiéndose mapear aquellas evidencias de procesos (depósitos, cicatrices de deslizamientos, etc.) cuya magnitud permitiera ser representada a escala 1:250.000. A este mapeo se le agregaron las evidencias de procesos que fueron identificados y posicionados durante el relevamiento de campo (106 puntos en total) y la ubicación de aquellos sectores que sufrieron problemas en los últimos años por procesos naturales en base a información de archivo (66 puntos en total). Además se representó la infraestructura urbana, vial y energética con el objetivo de tener un panorama claro de las posibles interacciones entre los procesos naturales y el uso del territorio.

En la Carta de Peligrosidad "Concepción" el área de estudio fue dividida en zonas de igual peligrosidad en base a la superposición de los mapas previamente descriptos. Estas zonas fueron clasificadas en base a 4 tipos de peligrosidad a las cuales se le asignaron colores según el esquema de semáforo (rojo para la más alta y verde para la más baja) y se le agregaron rastras indicando el o los principales procesos geomorfológicos actuantes en cada una de las zonas.

Debido a las características propias del área de estudio, descriptas sucintamente en los párrafos previos, es decir un relieve montañoso muy acentuado (con alturas máximas en el orden de los 5000 m.s.n.m.) con precipitaciones del orden de los 2000 mm anuales, un sector pedemontano y de llanura que se extiende hacia el sector oriental sobre el que discurren numerosos ríos de importancia y la presencia de un embalse de grandes dimensiones sobre el que vierten sus aguas estos ríos, hacen que, las zonas de mayor peligrosidad se encuentren asociadas a los sectores en donde los procesos fluviales tienen gran influencia. De esta manera los procesos de erosión-sedimentación hídrica y de inundación son los que revisten mayor importancia, desde el punto de vista de la peligrosidad, y son causantes de cuantiosas pérdidas materiales y en vidas humanas en la región centro-occidental de la Carta. Otros procesos que adquieren importancia en este sector son la degradación de suelos por erosión hídrica y los procesos de salinización.

En el sector montañoso del oeste de la Carta predominan los procesos de remoción en masa y de erosión hídrica. Dentro de este sector, las áreas cumbresales y las laderas de las principales

sierras presentan una peligrosidad moderada, mientras que en las quebradas de los principales ríos y en los valles intermontanos (por ejemplo los valles de Sínguil y El Bolsón) los procesos gravitacionales y de erosión hídrica adquieren gran importancia generando zonas de peligrosidad alta a muy alta.

Finalmente hacia el sector oriental de la Carta se observan zonas de peligrosidad moderada y baja, en donde los procesos presentes en este sector son principalmente la erosión eólica e hídrica que genera la degradación en los suelos de la zona.

Por otro lado la intervención del hombre sobre estos ambientes, a través del crecimiento desordenado de las ciudades, la expansión de la frontera agrícola y las obras de infraestructura sin un adecuado mantenimiento, han contribuido en gran forma a la gravedad de la situación que se observa en algunas zonas.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Ubicación

La Carta de Peligrosidad Geológica 2766-IV "Concepción", fue realizada como parte del Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del Servicio Geológico Minero Argentino. La zona de estudio se encuentra comprendida entre los meridianos 64° 30´ y 66° de longitud oeste y los paralelos 26° y 27° de latitud sur, cubre una superficie aproximada de 17.000 Km² abarcando la mitad sur de la provincia de Tucumán, una pequeña franja del oeste de la provincia de Santiago del Estero y sectores reducidos de la provincia de Catamarca (ver figura 1).

Como referencia rápida de los límites de la hoja sirven las localidades de Famaillá, Bella Vista y Leales, al norte; Rumipunco (provincia de Tucumán) y San Pedro de Guasayan (provincia de Catamarca) al sur; Termas de Río Hondo (provincia de Santiago del Estero) al este y al oeste el límite coincide con el cordón montañoso de la Sierra del Aconquija y las sierras del SO tucumano.

1.2 Objetivos

La Cartografía de peligrosidad geológica tiene como objetivo realizar una división del espacio físico para un sector determinado, con el objeto de identificar los procesos naturales que puedan constituir potenciales peligros para la ocupación humana y sus actividades y realizar una zonificación de la peligrosidad en función del accionar de los diferentes procesos identificados.

Los conceptos de peligrosidad y riesgo geológico si bien están estrechamente relacionados no son sinónimos. El concepto de peligrosidad se refiere a la evaluación del proceso natural en sí a partir de su tipificación y de la estimación cualitativa de la posibilidad o probabilidad de su ocurrencia independientemente de las consecuencias que pudiera ocasionar. Por tratarse de una cartografía sistemática tendiente a realizar una primera aproximación a nivel país, y dada la gran disparidad en la distribución poblacional, la dificultad de obtener valoraciones comparables de una región a otra y la escala de trabajo, se ha decidido trabajar bajo el concepto de peligrosidad. Esta aproximación resulta la más adecuada a la hora de realizar un inventario regional y brindar pautas de ordenamiento territorial a organismos nacionales y provinciales.

El presente documento reúne toda la información de campo, gabinete y recopilación, integrada en un mapa final de fácil lectura, el que puede ser utilizado como documento base en la toma de decisiones y elaboración de políticas de planificación territorial.



Figura 1: Ubicación del área de estudio

1.3 Características Geográficas y Morfológicas

El relieve de la zona de estudio se encuentra caracterizado por presentar un marcado gradiente altitudinal en sentido oeste-este. De esta manera el límite oeste de la carta se encuentra caracterizado por una serie de cordones montañosos con sentido general NNE-SSO y NNO-SSE que pertenecen al sistema morfoestructural de Sierras Pampeanas, en donde se observan las máximas alturas que pueden superar los 5000 msnm, como en el caso del cerro de la Laguna Verde (5.039 msnm).

Las principales unidades orográficas, citadas de norte a sur, son: La Sierra del Aconquija, las cumbres de Santa Ana, Narváez, las Higueras, de los Pinos, de los Llanos, del Potrerillo, Balcozna y cumbrecita del Molle. Al este, en la provincia de Santiago del Estero, se ubica el extremo norte de la Sierra de Guasayán (ver figura 2).

Entre el sector montañoso del oeste y la llanura tucumana se desarrolla la zona pedemontana, en donde se disponen en sentido paralelo al cordón montañoso, y a lo largo de la Ruta Nacional N° 38, las principales ciudades del interior de la provincia de Tucumán. Este sector, conjuntamente con la parte oeste de la llanura tucumana alberga la mayor actividad productiva de la provincia.

Hacia el este de la zona pedemontana se extiende la llanura deprimida tucumana caracterizada por ser una región suavemente ondulada con débiles depresiones y cuya pendiente general ronda el 0,5%. Este sector se encuentra disectado por una red hidrográfica que se desarrolla principalmente con dirección oeste-este, perteneciente a la cuenca del río Salí, en la que se destacan los ríos Salí, Seco, Gastona, Balderrama, Medinas y Marapa. Estos ríos alimentan el embalse Río Hondo, principal cuerpo de agua de la región, que desagua hacia el este por el río Dulce.

En el sector oriental de la carta se ubica una llanura de pendiente muy suave, perteneciente al ambiente de llanura Chaco-Pampeana, que presenta orientación hacia el NE y se encuentra conformada por depósitos loésicos de espesor variable con presencia de bajos salinos.

El tipo BShaw responde a un clima estépico-caliente con veranos cálidos e inviernos secos que predomina en la franja ubicada entre las isoyetas de 500 a 700 mm. Zuccardi y Fadda (1972), diferencian dos subtipos, uno más húmedo coincidente con la llanura central (equivalente a la planicie aluvial del mapa geomorfológico de la Carta) que se ubica entre las isoyetas de 600 y 750 mm y otro seco coincidente con la llanura oriental (equivalente a la planicie aluvial disectada y parte de la planicie loesica), ubicada al este de la isoyeta de 600 mm.

Hacia el oeste de la isoyeta de 700 mm comienza la transición del tipo climático BShaw a Cwa, coincidiendo con el pasaje del ambiente de llanura al ambiente pedemontano. El tipo Cwa responde a un clima templado-cálido húmedo, con veranos cálidos e inviernos secos. Dentro de este último tipo climático se diferenciaron dos zonas: un sector que corresponde al sector occidental de la planicie aluvial y parte oriental del piedemonte, que responde a un subtipo Cwah (Temp. Media Anual $> 18^{\circ}$ y mes más frío $< 18^{\circ}$); y un sector que se ubica dentro del sector pedemontano caracterizado por un subtipo Cwak (Temp. Media Anual $< 18^{\circ}$ y mes más caluroso $> 18^{\circ}$).

A medida que se avanza hacia el oeste el tipo climático Cwa pasa paulatinamente a un Cwb, que es el tipo climático predominante en la ladera oriental de la Sierra del Aconquija y en las Sierras del Sudoeste tucumano. El tipo Cwb constituye un clima templado húmedo con veranos templados e inviernos secos.

La diferencia entre ambos tipos, que se representa con las letras minúsculas a y b, está dada en relación a la temperatura del mes más cálido. Cuando la temperatura del mes más cálido es superior a 22° C son del tipo a, caso contrario pertenecen al tipo b.

A su vez, dentro del tipo Cwb están representados en el ámbito de la Carta, dos subtipos: Cwbk (Temp. Media Anual $< 18^{\circ}$ y mes más caluroso $> 18^{\circ}$) que predomina en las laderas orientales de las sierras hasta aproximadamente los 800 msnm y Cwbk' (Temp. Media Anual $< 18^{\circ}$ y mes más caluroso $< 18^{\circ}$), que predomina en sectores serranos más altos hasta aproximadamente los 2.000 msnm.

En las zonas de los valles intermontanos ubicados al SO de la Carta (valles de Singuil, El Bolsón y Balcozna) predomina el tipo climático BSkbw, estépico-frío con veranos templados e inviernos secos.

Finalmente en los sectores cumbresales de la Sierra del Aconquija y en sectores restringidos de la Sierra de Humaya, en los ángulos NO y SO de la carta, predomina el tipo EB caracterizado por ser un clima seco y frío de alta montaña. El pasaje del tipo Cw al tipo EB está dado por la isoterma de los 10° C para el mes más cálido.

1.4.1 Distribución de las temperaturas

La distribución de las temperaturas en el ámbito de la Carta presenta un marcado patrón descendente en sentido este-oeste, debido al control que sobre las mismas ejercen las cadenas montañosas ubicadas al oeste. Por otro lado dentro del mismo sector montañoso también se observan fluctuaciones como consecuencia directa de las diferencias de altura y de la orientación de las distintas unidades orográficas con respecto a la circulación general del aire.

En la zona de llanura, las temperaturas medias anuales oscilan entre 18 y 20° C pudiéndose registrar valores mayores hacia la provincia de Santiago del Estero. En verano, la temperatura media registra valores entre 24 y 27° C y en invierno oscila entre los 10 y 13° C.

En las zonas montañosas los registros térmicos están directamente relacionados con la altitud. Así en las sierras del SO y en sectores bajos de la ladera oriental de la Sierra del Aconquija, se observan valores que oscilan entre 12 y 17° C, mientras que en los sectores más altos de la Sierra del Aconquija oscilan entre 8 y 10° C.

Otro aspecto a tener en cuenta particularmente en las zonas de alta montaña y en los valles intermontanos, son la generación de vientos térmicos locales, fríos y descendentes por la tarde y noche y cálidos y ascendentes al mediodía (Sesma *et al.*, 1998).

1.4.2 Distribución de las precipitaciones

El régimen de precipitaciones del sector de la Carta, se caracteriza por una marcada estacionalidad de las lluvias, registrándose la mayor parte de ellas en el período que abarca entre los meses de Diciembre a Marzo.

En el sector de llanura, se observa un sector oriental muy seco con precipitaciones medias anuales inferiores a 500 mm, el cual pasa en forma gradual hacia la llanura tucumana con valores que oscilan entre los 600 y 800 mm anuales.

Más hacia el oeste se observa el sector pedemontano y parte de las laderas orientales del sector serrano, cuyas precipitaciones medias anuales oscilan entre 800 y 1100 mm.

El sector montañoso puede ser dividido en forma general en 2 grandes áreas: un área ubicada al norte del embalse Escaba, que abarca las laderas orientales de la Sierra del Aconquija y parte de las Sierras del SO (Cumbres de Santa Ana), cuyas precipitaciones medias anuales oscilan entre los 1.000 y 1.200 mm, pudiéndose alcanzar en el sector de Cochuna precipitaciones del orden de los 2000 mm anuales; y un área ubicada al SO del embalse Escaba, que incluye a una serie de valles intermontanos de altura (valles de Singuil, El Bolsón y Balcozna) con precipitaciones medias anuales que oscilan entre 600 y 700 mm.

Respecto al tipo de precipitaciones, las mismas presentan marcadas diferencias según la estación. Así, mientras en invierno las lluvias tienen características de lloviznas persistentes de poco milimetraje y en general favorables para el suelo, en verano adquieren características de tormentas de gran intensidad, pudiéndose registrar más de 100 mm en un solo episodio. Estas lluvias suelen tener una influencia nociva en aquellos suelos desprovistos de vegetación, en donde la energía de la precipitación puede desencadenar serios procesos erosivos (Sesma *et al.*, 1998).

Las relación entre las precipitaciones y la evapotranspiración potencial determinan si el balance hídrico de un sector es positivo o negativo. De esta forma, en el sector oriental de la Carta se observan precipitaciones del orden de los 500 a 600 mm anuales y la evapotranspiración potencial es de unos 950 mm anuales, lo que genera un marcado déficit hídrico del orden de los 300 mm anuales.

Más hacia el oeste, en el sector de la planicie aluvial disectada, donde se observan precipitaciones medias anuales del orden de los 700 mm, se registra una evapotranspiración potencial de 900 mm por lo que el déficit hídrico alcanza los 200 mm.

De esta forma el balance hídrico negativo va decreciendo en sentido este-oeste hasta hacerse positivo en la zona oeste de la planicie aluvial y en el sector pedemontano en donde las precipitaciones medias anuales pueden alcanzar los 1000 mm y la evapotranspiración potencial es de 850 mm aproximadamente.

1.5 Vegetación

Para la caracterización de la vegetación se utilizó el trabajo realizado por Sirombra y Neder (2003) quienes, con la finalidad de poder identificar los principales tipos de vegetación dentro de la Carta de Líneas de Base Ambiental "Concepción", dividieron el área en grandes unidades. Esta división fue realizada principalmente en función de la tonalidad reflejada por la vegetación en imágenes satelitales, morfología del relieve, textura de la imagen y patrones de uso del suelo. Una vez delimitadas, fueron a su vez, divididas en subunidades menores, que por poseer características conspicuas (tonalidad uniforme, tipo de parcelamiento, topografía, etc), sugieren un determinado tipo de vegetación y/o uso de suelo.

Una vez establecido el tipo de formación vegetal correspondiente a cada unidad - subunidad (selva, bosque, estepa, pastizal, esteros, etc.) y definida su identidad fitogeográfica (Dominio, Provincia Fitogeográfica, Distrito, Sector etc), se describió su fisonomía característica y las principales especies componentes de cada una. Debido a las limitaciones impuestas por la escala de la imagen, no se describe el conjunto de especies ni su grado de cobertura, por lo que se recurrió a fuentes bibliográficas históricas y actualizadas.

Por la simpleza de la terminología y uso habitual general, el esquema fitogeográfico propuesto por Cabrera (1976), con pequeños ajustes, es el que se siguió en este trabajo, para identificar las diferentes provincias fitogeográficas representadas en las unidades y subunidades. Para

precisar el tipo de comunidades vegetales y los límites altitudinales de cada unidad – subunidad, se utilizó la carta topográfica, de idéntica escala a la imagen satelital.

Con respecto a las grandes unidades pueden distinguirse dos grandes grupos bien diferenciables: a) *vegetación nativa o natural*, principalmente sobre las áreas montañosas del oeste y sudeste de la hoja y b) *campos de cultivo*, en la llanura oriental. El grado de explotación – uso de la vegetación nativa y del suelo es variable y se indica en cada caso.

Cabe destacar que la unidad conformada por el Embalse Río Hondo y su periferia, (incluida en la Provincia Chaqueña), posee características muy diferentes a las de las unidades vecinas debido a su carácter de cuerpo de agua artificial que embalsa las aguas provenientes de la cuenca del río Salí.

En la hoja topográfica, esta subunidad está delimitada por la cota de 3.500 msnm, con picos superiores a los 5.000 msnm. Incluye a la Sierra del Aconquija - Cumbres de las Animas. La vegetación del área corresponde a las provincias fitogeográficas de la Puna y Altoandina, ubicadas por encima de los 3.000 msnm (Cabrera y Willink, 1973 y Cabrera, 1976).

Ambas están incluidas en el Dominio Andino patagónico. Climáticamente se caracterizan por ser frías, secas y con marcada amplitud térmica, que varía localmente según la exposición y otras características particulares. Los valores de precipitación oscilan entre 100 - 200 mm / año. Las cumbres más altas poseen nieves permanentes.

La morfología superficial observada en la imagen, responde a un modelado glaciario pasado, con valles poco profundos rellenados con depósitos de morrenas glaciarias. No presentan una dirección predominante sino que su distribución es aleatoria. En la imagen, mediante interpretación visual, se observa una coloración grisácea que indicaría un tipo de vegetación característica de musgos y líquenes en las áreas cumbrales y matas de plantas desarrolladas en lugares resguardados.

Altitudinalmente se podría efectuar una división de tipos de vegetación si consideramos que por encima de los 3.500 msnm se encuentra la estepa arbustiva; a medida que se asciende hacia los picos de mayor altura la estepa arbustiva deja paso a la estepa de gramíneas y luego a líquenes y musgos que crecen en grietas de rocas. Finalmente en las áreas cumbrales el suelo está desprovisto de vegetación y expuesto a los factores de meteorización.

El tipo característico de vegetación es la estepa arbustiva y de gramíneas, por lo general baja, rala y adaptada a la rigurosidad climática impuesta por el frío (*heladas casi todo el año*), la aridez (*en algunos casos fisiológica*) y sobre todo por los fuertes vientos. El término *ESTEPA* hace referencia a que las plantas dejan entre ellas espacios de suelo desnudo (Cabrera y Willink, 1973).

En sitios donde se concentra el agua que escurre por las laderas se desarrollan suelos hidromórficos que forman "*vegas*" o "*ciénagas*" cuya vegetación predominante son principalmente "*céspedes*" compuestos principalmente por especies de Ciperáceas, Juncáceas y

Gramíneas. También están presentes *Nototriche rugosa*, *Hypochoeris oligophylla*, *Oxyichloe andina*, los géneros *Alchemilla*, *Cyperus*, *Koeleria*, *Mimulus*. Existen numerosas especies endémicas de estos lugares cuya biología es poco conocida (Bertonatti y Corcuera, 2000).

La Puna es considerablemente más árida que la provincia Altoandina. Es un desierto frío que se desarrolla entre 3.400 - 4.500 metros de altura. Sus suelos son de texturas variables, pedregosos o salinos y están escasamente cubiertos por vegetación. También se desarrollan "vegas" (Bertonatti y Corcuera, 2000). Los valores de precipitaciones disminuyen hacia el sur y el oeste de los límites de la provincia fitogeográfica. La vegetación característica es la estepa arbustiva (Cabrera, 1976). Está compuesta por arbustos y pastizales de gramíneas, en matas aisladas, con una cobertura inferior al 50 %. Las especies características son *Parastrephia lepidophylla*, *P. phyllicaeformis*, *P. lucida* (tolas), *Baccharis boliviensis*, *B. caespitosa*, *B. grisebachii*, *B. incarum*; *Fabiana denudata*, *F. densa* (tolilla), *F. brioides*; *Mutisia ledifolia*, *Mutisia orbigniana*, *Buddleja hieronymi*, *Salvia gilliessi*, *Menodora pulchella*, *Ephedra breana*, *Satureja parviflora*, *Senecio punae*, *Baccharis incarum*, *Solanum lyciforme*, *Adesmia horrida*, *A. spinosissima*, *Astragalus hypsogenus*, *A. micranthellus*.

En la hoja topográfica la altitud varía entre 2.500 - 4.000 msnm. La vegetación de esta subunidad está representada por elementos de las provincias fitogeográficas de la Puna (descrita anteriormente), de la Prepuna y de las Yungas (piso de los Bosques Montanos).

La provincia de la Prepuna está incluida en el dominio Chaqueño. Se desarrolla principalmente sobre valles y laderas áridas del NOA, entre 1.000 y 3.400 msnm. Su relieve es generalmente abrupto, con clima seco y temperaturas más bien altas. Se caracteriza por comunidades de carácter chaqueño formadas principalmente por cactáceas en candelabro, que emergen de un estrato de matas, mayormente arbustivas o en cojín, formado por las Bromeliáceas *Dychia floribunda*, *D. velazcana.*, *Deuterocohnia longipetala*, *D. Schreiteri*, *Abromeitiella abstrusa*, *A. brevifolia*, *A. lorentziana* y especies del género *Tillandsia*, también hay arbustales bajos de *Cassia crasiramea*, *Gochnatia glutinosa*, *Caesalpinia tricocarpa*, *Cercidium andicola*, *Zuccagnia punctata*, *Adesmia inflexa* y otras cactáceas de los géneros *Opuntia* (*O. bruchii*, *O. glomerata*, *O. kiskaloro*, *O. papirantha*), *Lobivia*, etc. La fisonomía típica está definida por dos especies de cactáceas columnares (cardones) *Trichocereus terscheckii* (cardón del valle) y *T. pasacana* (menos ramificado, crece en laderas y puede ascender hasta la puna). En depresiones o quebradas se encuentran bosquecillos de churqui (*Acacia visco*) y molle (*Schinus molle* - *S. molle*).

Esta provincia fitogeográfica, también conocida como eco-región de Las Yungas (Dinerstein *et al*, 1995), se extiende por el pie y faldeo de las laderas orientales de los Andes como una faja angosta a lo largo de 4.000 Km. (Hueck, 1978) desde Venezuela hasta el noroeste de Argentina. Allí se la conoce como "Selva Tucumano-Oranense" o "Selvas Subtropicales de Montaña" y están ubicadas sobre las laderas de las montañas desarrollándose aproximadamente entre los 400 y los 3000 msnm (Cabrera, 1976). A lo largo de este recorrido recibe la influencia florística de los variados ecosistemas y provincias fitogeográficas con las que se contacta (Morales *et al*, 1995). En su parte oriental limita con el Dominio Chaqueño y al oeste con la Provincia Prepuneña, o bien directamente con la Provincia de la Puna.

En territorio argentino se distribuye discontinuamente en las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca, integrándose por lo general a las Sierras Subandinas, desde el límite con Bolivia a 22° Sur hasta aproximadamente 29° Sur. Ocupa una superficie de 3.900.000 has aproximadamente.

Este fuerte gradiente altitudinal (400 – 3.000 msnm) origina importantes variaciones climáticas locales y, en consecuencia, diferentes tipos de formaciones vegetales. Para algunos autores actuales, la vegetación se organiza según pisos ecológicos, pudiéndose distinguir en base a la combinación de especies, (fisonomía) tres pisos altitudinales: selva pedemontana, selva montana y bosque montano (Sirombra, 1993), (Morales *et al.*, 1995).

a) Selva Pedemontana: forma una zona muy irregular a lo largo de las llanuras y montañas bajas inmediatas a los primeros contrafuertes de la cordillera, entre los 350 y los 600 msnm. Generalmente forma el borde oriental de la Provincia de las Yungas, entre el Distrito de las Selvas y la Provincia Chaqueña. La precipitación suele ser menor que en los otros pisos, con valores entre 700 - 1000 mm anuales.

En Argentina es exclusiva de la región del noroeste y es considerada actualmente como Eco región independiente de la ecoregión de Yungas (Dinerstein, *et al.*, 1995). A pesar de tener muy poca extensión (alrededor de 1.000.000 de ha), posee marcada importancia por la presencia de numerosas especies de gran valor forestal, principalmente en el sector norte (Salta y Jujuy). La retracción poblacional de algunas de estas especies debido a la extracción descontrolada, obliga a preservar las poblaciones remanentes como potencial fuente de semillas para repoblaciones futuras (Vides Almonacid *et al.*, 1998).

Los epífitos son comparativamente raros y entre éstos sólo se encuentran especies resistentes a la sequía como pequeños cactus, helechos que enrollan sus hojas y reviven cuando llueve, etc. Las semillas, en su mayoría, son dispersadas por el viento durante el fin del invierno y principios de la primavera. Esta selva es denominada selva de "palo blanco" y "palo amarillo" en Salta y Jujuy. En la Provincia de Tucumán, recibe el nombre de Selva de "cebil" y "pacará". En el pasado reciente, estas selvas tuvieron importancia forestal.

En Tucumán puede considerarse prácticamente extinta (*sensu* Dinerstein *et al.*, 1995) ya que fue casi totalmente reemplazada por cultivos y la urbanización. Algunos relictos quedan al pie de las serranías del este y sur de la Provincia. El conocimiento con que se cuenta se remite a las descripciones de los primeros naturalistas que llegaron a Tucumán a partir de la segunda mitad del siglo pasado. En las Provincias de Salta y Jujuy su estado es crítico. A pesar de ser un ambiente de reconocida importancia forestal hay una carencia casi absoluta de estudios sobre vegetación y fauna. Los existentes son descripciones someras o se refieren a ensayos puntuales sobre algunas especies forestales.

b) Selva Montana: es el piso altitudinal de las Yungas donde ocurre la máxima precipitación (1.500 – 3000 mm) y se desarrolla entre los 600 – 1.500 msnm, es templado-cálida y

húmeda. Se pueden reconocer dos niveles: Selva de Tipa y Laurel (600 – 1.000 msnm) y Selva de Mirtáceas (1.000 - 1.500 msnm). Meyer (1963), distingue un piso inferior del laurel (*Cinnamomum porphyria*), Cebil (*Anadenanthera colubrina - Parapiptadenia excelsa*) y Tipa (*Tipuana tipu*) entre 500 y 800 msnm; y uno superior de Mirtáceas, entre 800 y 1.200 m.snm. Cabrera (1976) y Vervoort (1982) ponen de manifiesto la inexistencia del piso de mirtáceas; si bien sostienen que en determinadas estaciones y localidades dominan ejemplares de esta familia, en general especies de ambos pisos se encuentran tanto arriba como abajo. Lo que se manifiesta es una disposición vertical de la vegetación, que depende del relieve, altitud, orientación y localidad.

Las denominaciones “Selva Nublada” o “Bosque Nublado” se refieren correctamente a la franja de vegetación que se desarrolla entre 1.000 y 2.000 m.snm. Corresponde a los pisos de Selva de Mirtáceas y Bosques Montanos, ya que presentan mayor frecuencia de nubes y neblinas (Brown y Grau, 1993). Estos mismos autores incorporan bajo este mismo término a la Provincia Fitogeográfica de las Yungas en el NOA. El término “bosque nublado” se refiere entonces a aquellos tipos de bosques en donde las nubes juegan un rol ecológico importante. A medida que se asciende por las laderas, el ambiente cambia. El valor porcentual de humedad incrementa, la temperatura se hace más uniforme y desaparece el riesgo de heladas. Las lluvias llegan hasta valores medidos de 3.000 mm. anuales y en casi todas partes superan los 1.200 mm. A esta precipitación pluvial, se suma la humedad aportada por las neblinas, casi constantes en el verano y el otoño y ocasionalmente en el resto del año, y que es denominada “precipitación horizontal” (Stadmüller, 1987 y Hunzinger, 1995).

Las Selvas montanas se desarrollan sobre las laderas orientales de las primeras cadenas de montañas del NOA. Poseen un relieve escarpado. Representan el nivel altitudinal de mayor biodiversidad del ecosistema de Yungas, solo comparable en la Argentina con la selva atlántica de Misiones. A nivel regional se trata del tipo de ambiente de bosque húmedo más extenso, mejor representado en reservas y en mejor estado de conservación general. Esto se explica, en parte, debido a que casi no existen en él asentamientos humanos permanentes y a que la explotación forestal es selectiva, concentrándose en una sola especie: el cedro (*Cedrela lilloi*).

Estructura general de la Selva Montana:

El estrato superior, formado por las copas de los grandes árboles (30 m altura y 1 m diámetro) incluye: horco-molle (*Blepharocalyx salicifolius*), laurel (*Cinnamomum porphyria*), cedro (*Cedrela lilloi*), nogal (*Juglans australis*), cebil (*Parapiptadenia excelsa*), palo San Antonio (*Myrsine laetevirens*) entre otras.

Un segundo estrato lo forman las especies que rara vez sobrepasan los 20 m, como palo luz (*Prunus tucumanensis*), cochucho (*Fagara coco*), tala blanca (*Crinodendron tucumanum*), ramo (*Cupania vernalis*), chal chal (*Allophylus edulis*) y suncho amargo (*Bocconia pearcei*).

Los arbustos forman un tercer estrato de 2-4 m de altura. Se destacan *Chusquea lorentziana*, la única bambúsea de este distrito, *Urera baccifera*, *Miconia ioneura*, *Piper tucumanum*, *Bohemeria caudata*, *Pavonia malvaceae*, *Cestrum parquii*, *Baccharis tucumanensis* y otros.

El cuarto estrato lo constituyen las hierbas de 1 a 2 m de altura. Es muy frecuente el helecho *Pteris deflexa*, que a veces cubre completamente el suelo. También se encuentran, *Pharus glaber*, *Oplismenus hirtellus*, *Pennisetum latifolium*, *Begonia boliviana*, *B. micranthera*, *Seemannia gymnostoma*, *Polymnia connata*, *Senecio peregrinus*, *S. bomanii*, *Bomarea macrocephala*. Entre las hierbas de menor altura se puede citar a *Iresine paniculata*, *Tibouchina paratropica*, *Elephantopus mollis* entre las pteridofitas: *Blechnum sprucei*, *Equisetum bogotense*, *Adiantum lorentzii* y otras.

El quinto estrato, está formado por las especies que crecen a ras del suelo, llamado estrato muscinal, con fanerógamas rastreras como *Sibthorpia conspicua*, *Stellaria media*, *Hydrocotyle filipes*. También crecen teridofitas como *Sellaginella novae-hollandiae* y numerosas especies de musgos, hepáticas y líquenes.

Las lianas y las enredaderas son muy abundantes, varias pasionarias (*Passiflora urnaefolia*, *P. tenuifolia*, *P. morifolia*), el jazmín de Chile (*Mandevilla laxa*), la uña de gato (*Macfadyena unguiscati*), *Chamissoa altissima* y otras.

Son muy abundantes las epífitas, particularmente sobre los laureles con un neto predominio de líquenes, helechos y bromeliáceas. Entre éstas últimas, *Aechmea distichanta*, *Tillandsia maxima*, *T. schreiteri* y *Vriesea friburgensis*. También se desarrollan cactáceas como *Rhipsalis tucumanensis* y varias orquídeas como *Oncidium viperinum*, *O. bifolium* y *O. herzogii*.

En las laderas orientales es posible observar que las quebradas orientadas al este o al sureste, en el fondo y la falda expuesta al sur o al sureste, están ocupadas por especies perennifolias: *Cinnamomum porphyria*, *Myrsine laetevirens*, *Miconia ioneura*, *Eugenia uniflora*, *Myrcianthes pungens*, *Piper tucumanum* y otras.

Las cumbres y laderas expuestas al norte y noreste, están cubiertos por elementos caducifolios: *Tipuana tipu*, *Parapiptadenia excelsa*, *Anadenanthera colubrina*, *Terminalia triflora*, *Tabebuia avellanadae* y *Pisonia ambigua*.

c) Bosques Montanos: se sitúa entre 1.500 – 1.700 msnm, y puede llegar a desarrollarse hasta los 3.000 msnm, es templado húmedo, con valores de precipitación entre 900 -1.300 mm (con nevadas y heladas invernales). En general son bosques monoespecíficos. Cabrera (1976) indica que el distrito de los Bosques Montanos (B.M) se desarrolla entre 1.200 - 2.500 msnm.

Se extiende desde el límite con Bolivia hasta la Provincia de Catamarca y desde los 1.200 a 2.500 msnm (Cabrera, 1976). Los límites altitudinales propuestos por Brown y Grau, (1995) varían entre 1.500/2.500 – 3.000 msnm.

A escala de paisaje, esta unidad biogeográfica es un mosaico de diferentes unidades de vegetación entre los que se destacan los pastizales, los arbustales dominados por compuestas y los bosques simples de *Alnus jorullensis var spachii*, *Podocarpus parlatorei*, *Sambucus peruviana* y *Polylepis australis*. Hacia el límite altitudinal inferior los bosques son más diversos formados

principalmente por *P. parlatorei*, *Ilex argentina*, *Prunus tucumanensis*, *Cedrela lilloi*, *Juglans australis* y diversas mirtáceas (Cabrera 1976 y Hueck, 1978).

Pueden reconocerse distintos tipos de bosques. Bosques de Pino del cerro *Podocarpus parlatorei*, Bosques de Aliso *Alnus jorullensis var spachii* (1.400 – 2.100 msnm) y Bosques de Queñoa *Polylepis australis* (1.900 – 2.300 msnm).

En los bosques de pinos, es común encontrar a los pinos del cerro acompañados por *Juglans australis* (nogal criollo) y *Alnus jorullensis* (aliso del cerro). En los bosques de Aliso se pueden encontrar como especies acompañantes ejemplares de *Podocarpus parlatorei*, *Polylepis australis*, *Sambucus peruviana* (sauco), *Duranta serratifolia*. Entre los arbustos más frecuentes *Lepechina graveolens*, *Eupatorium viscidum*, *Tibouchina paratropica*. En los bosques de queñoa, los árboles son achaparrados (hasta 6 metros de altura), que disminuye a medida que aumenta la altitud de las laderas, volviéndose más retorcidos (aspecto arbustivo) y hallarse dispersos en la comunidad siguiente.

d) Pastizales de Altura: templado-fríos y subhúmedos. Alternan con manchones de bosque montano y arbustales y ya a mayor altitud, conforman comunidades herbáceas puras. Generalmente se ubican en la cabecera de cuencas.

Los pastizales de altura (praderas montanas, pastizales de neblina), situados en la cabecera de cuencas (cima de las montañas), son considerados por algunos botánicos como pertenecientes a las Yungas, mientras que otros los consideran como una unidad independiente, debido características particulares muy diferentes a las de la selva de yungas, relacionándolos así con el dominio Andino Patagónico. El pastizal reemplaza a los árboles, debido a que estos no pueden prosperar a causa de los fuertes vientos y falta de aptitud de los suelos que permitan su desarrollo. Pueden alcanzar los 3.000 m de altura donde se integran con los pastizales de la puna húmeda. Entre las gramíneas más abundantes se puede mencionar a *Festuca hieronymi*, *Deyeuxia rosea*, *Deyeuxia poligama*, *Paspalum lineispatha*, *Stipa tucumana* entre otras.

Fitogeográficamente la vegetación corresponde a la PROVINCIA CHAQUEÑA (Cabrera, 1976). En la Argentina se extiende por Formosa, Chaco, este de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca, oeste de Corrientes penetrando en el norte de Córdoba y Santa Fe y llegando hasta La Rioja y San Luis.

Limita al oeste con la Provincia de las Yungas y luego con la Provincia del Monte, al este con la Provincia Fitogeográfica del Espinal. Hacia el norte se extiende por el centro y oeste del Paraguay y sudeste de Bolivia hasta Santa Cruz de la Sierra. Penetra también en el sudoeste del Brasil.

El sector oriental de la Provincia de Tucumán y oeste de Santiago del Estero, están comprendidos en el Chaco Semiárido (Distrito Chaqueño Occidental, Cabrera, 1976).

El chaco occidental es la eco-región con mayor superficie en el NOA (23.170.000 has), que representa el 50.37 % del NOA (Vides Almonacid *et al.*, 1998). Es la que más sufrió el impacto

de la acción humana y una marcada degradación de su paisaje original, por agricultura, ganadería y explotación forestal, sumado a su frágil tipo de suelo.

El tipo de vegetación característica es el bosque xerófilo, cuyos árboles se vuelven más ralos hacia el chaco árido (suroeste). Según las zonas y subregiones predominarán bosques serranos, sabanas - pastizales, palmares, estepas halófilas, cardonales (Cabrera, 1976).

Las zonas más altas poseen bosques xerófilos de quebracho colorado santiagueño y quebracho blanco (quebrachales), con mistol, itín, yuchán, brea, duraznillo, varias cactáceas, arbustos del género *Acacia aroma* (tusca) y *Capparis sp*, *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Tipuana tipu* (tipa), *Acacia furcata* (garabato), *Zyziphus mistol*, *Jodina rhombifolia* (sombra de toro), varias especies de cactáceas *Cereus sp* (cardones), *Opuntia sp* (tunas) y *Caesalpinia paraguariensis* (guayacán). En las áreas bajas, la salinidad y las restricciones en el drenaje condicionan la composición florística, dando lugar a comunidades de algarrobos y chañar, y en los salares a vegetación con predominio de especies halófilas. Los bosques alternan con pastizales (pampas) de "aibe" (*Festuca hieronymi*), asociados a antiguos cauces colmatados.

Comunidad riparia (riberas y cauces) Ríos Salí, Medina, Marapa - San Ignacio. Se destacan los bosques de sauce *Salix humboldtiana*, que son bosquecillos de la orilla arenosa y de bancos de arena. Predomina también *Tessaria integrifolia* (aliso de río). También encontramos bosques de "tusca" (*Acacia aroma*), bosques de "timbó" (*Enterolobium contortisiliquum*), pajonales, estepas de jume entre cardonales. Mezclados con estas especies o bien formando matorrales suelen hallarse arbustos de hojas lanceoladas denominadas "chilcas" que corresponden a *Baccharis coridifolia* y *Eupatorium buniifolium*. También *Sporobolus sp*, *Cortaderia sp* y *Juncus sp*.

Comunidades palustres (área deltaica de los ríos previa a la desembocadura en el dique El Frontal).

Las zonas delimitadas en la imagen bajo este tipo, pueden denominarse "humedales". Para que un área sea considerada como tal, debe cumplir con tres características ecológicas esenciales (Bravo y Windevoxhel, 1997): poseer vegetación hidrófila (tipos asociados a medios acuáticos o semiacuáticos), suelos hídricos (que se desarrollen en condiciones con alto grado de humedad, hasta llegar al grado de saturación) y condición hídrica: caracterizada por la influencia climática sobre un determinado territorio, en donde se involucran otras variables como procesos geomorfológicos, topografía y material constituyente del suelo.

Como humedales se consideran a los esteros, los bosques anegados, los pantanos, llanuras de inundación, lagos, lagunas. Los límites entre lo que se considera o no un humedal, son un tanto controversiales.

La importancia eco-biológica de los humedales ha sido crecientemente valorada y reconocida en los últimos años. Los humedales constituyen importantes reservorios de biodiversidad. En buena medida la Convención de Ramsar sobre los humedales del mundo, es responsable de ello (la Convención Internacional sobre los Humedales se firmó hace casi treinta años, en

1971, a orillas del Mar Caspio en la ciudad iraní de Ramsar -de allí que es más conocida como Convención Ramsar) .

Para la zona de estudio no existen relevamientos de las especies vegetales que están presentes en este tipo de hábitat. En general pueden encontrarse representantes de las familias Cyperaceae, Typhaceae, Juncaceae, Poaceae, Cannaceae, Polygonaceae entre otras. En la zona periférica pueden habitar *Salix humboldtiana*, *Tessaria integrifolia* entre otras especies.

ZONAS SALINIZADAS

Matorrales de "jume". Es una estepa halófila (predominio de nanofanerófitos suculentos de 30 - 80cm.de altura) característica de suelos salobres donde predominan *Suaeda divaricata*, *Allenrolfea patagonica* y *Hetrostachys ritteriana*, las lampa *Atriplex argentina* y *Atriplex lampa* (zampa). Se trata de bajos salinos inundables con grandes espacios de suelo desnudo cubierto de sal. También están presentes *Tessaria absintioides* y especies de los géneros *Scirpus* y *Juncus* y varias otras de gramíneas, juncáceas y ciperáceas. Sobre suelos medianamente salinos se desarrollan cardonales de *Cereus coryne*, asociados a *Geoffroea decorticans* y *Suaeda divaricata*, *Prosopis reptans*. En algunos sectores se observa entre los "jumeales" áreas dedicadas a la agricultura, debido al menor contenido de sales de los suelos.

SIERRA DE GUASAYAN. Bosque Chaqueño Serrano.

El chaco Serrano se extiende de norte a sur, sobre las Sierras Subandinas y pampeanas. Ocupa las laderas bajas de cerros y quebradas, formando un amplio ecotono con las Yungas y el Monte. Alcanza una altitud de 1.800 msnm Suele ocupar las laderas bajas de cerros y quebradas formando un amplio ecotono con las provincias de las Yungas y del Monte. La vegetación predominante es el bosque xerófilo, interrumpido o alternado con estepas de gramíneas duras.

Fitogeográficamente se puede definir a la Sierra de Guasayán como una porción de territorio que pertenece al distrito chaqueño serrano con características propias, enclavado en el distrito chaqueño occidental que lo circunda, con el que presenta una diferenciación florística fácilmente notable, más brusca en el este y más atenuada en el oeste, como lo es también la elevación de esta serranía (Roig *et al.*, 1987). Estos autores presentan una enumeración de las familias y los géneros, cuya presencia se ha registrado en el área de la Sierra de Guasayán.

Entre las comunidades principales se destacan los bosques de Horco Quebracho acompañados por visco, churqui, molle, molle de beber y coco. Son bosques de 8 a 10 metros de altura con estrato arbustivo y herbáceos. Las especies dominantes son: *Schinopsis haenkeana* (horco quebracho), *Lithraea ternifolia* (molle blanco) *Fagara coco* (coco). Los bosques del tabaquillo o queñoa (*Polylepis australis*) aparecen en las Sierras grandes de Córdoba. Finalmente, por encima de los 1.500 msnm el bosque deja lugar a estepas gramíneas con predominio de especies de los géneros *Stipa* y *Festuca*.

Generalmente el estrato arbóreo lo constituyen las siguientes especies que alcanzan entre 8 – 12 metros de altura (Vervoorst, 1983): *Schinopsis haenkeana*, *Aspidosperma quebracho blanco*, *Zyziphus mistol* (mistol), *Chorisia insignis* (yuchán o palo borracho), *Geoffrea decorticans* (chañar), *Celtis tala* (tala), *Cereus validus* (ucle), *Cereus coryne* (achumba), *Trichocereus terscheckii* (cardón).

El estrato arbustivo está formado por las siguientes especies (1.5 – 3 m de altura): *Prosopis torquata* (tentitaco), *Acacia furcatispina* (garabato), *Ximenia americana* (albarillo), *Cassia aphylla* (pichanilla), *Atamisquea emarginata* (atamisqui), *Vallesia glabra* (ancoche).

El estrato de matas (0.3 – 0.5 m) *Deuterocohnia longipetala* (chaguar), *Opuntia* sp (pencas), helechos y en época de lluvias un denso césped de gramíneas.

EMBALSE RIO HONDO.

Se trata de un típico embalse de llanura con presa combinada de tierra y hormigón de baja altura, con altura máxima a pie de presa de 23 metros de profundidad. Embalsa las aguas provenientes de la cuenca del Río Salí para uso como riego y producción de energía eléctrica. Su ubicación sobre terrenos suavemente ondulados, produjo el llenado de una extensa área de inundación superior a los 300 Km² en su nivel máximo admisible a la cota de 275 msnm. El área de expropiación realizada al momento de la construcción de la presa fue de 42.000 Has. cubiertas por monte nativo degradado por fuerte explotación forestal de la zona y monte bajo, producto de la misma degradación con islotes, de diferentes tamaños, en ambas riberas del río, cubiertas por palmeras (*Trithrinax campestris*). Existen también áreas puras cubiertas por (*Suaeda divaricata*) "jumes" que se denominan jumeales, que indican áreas salinizadas y gran cantidad de sodio intercambiable. El área expropiada por encima de la cota 274 m.snm no ha variado mayormente en su uso y estructura, salvo una mayor salinización de los suelos por elevación de la napa freática. En el área de operaciones del embalse (cotas 262 –274 m.snm) el paisaje ha variado notablemente, no solo por el monte nativo muerto en áreas no desmontadas, sino por las áreas cubiertas de pastizales que se desarrollan cuando las aguas bajan de su cota máxima (Noviembre – Marzo) producto de la disminución de los ingresos de agua y aumento de los egresos para riego. La sedimentación de sólidos en ambas márgenes del río Salí ha producido un enorme albardón en el cual se desarrolló un bosque en galería formado por "sauce criollo" (*Salix humboldtiana*), aliso de río (*Tessaria integrifolia*) en una extensión de 664, 2 has. El resto de la superficie perdida por el embalse, producida por el Salí, están cubiertas por vegetación herbácea de las familias *Borraginaceae*, *Cyperaceae*, *Malvaceae*, y *Asteraceae*, que vegetan con aguas bajas semi-sumergidas y sumergidas. Estas áreas pueden ser colonizadas potencialmente en el futuro por sauce criollo.

1.6 Población y Usos de la Tierra

1.6.1 Población

Las principales poblaciones del área se ubican a lo largo de la ruta nacional 38, que atraviesa la provincia de Tucumán en sentido norte-sur en forma paralela a los cordones montañosos del oeste. Entre las principales poblaciones del sector se encuentran de norte a sur: Famaillá, Monteros, Concepción, Aguilares, Juan B. Alberdi y La Cocha (ver cuadro 16). Esta estructura lineal, así como ha favorecido la consolidación de los centros urbanos intermedios que la conforman, ha conspirado contra la consolidación de los centros ubicados fuera del eje relacional (IPDU, 1994). Debido a este hecho, las localidades ubicadas al este de este eje son principalmente centros rurales. Quizás la excepción la representan las localidades de Simoca y Bella Vista que constituyen centros urbanos desarrollados a partir de su cercanía relativa con respecto a la capital San Miguel de Tucumán.

Localidad y Población Urbana	Departamento	Población
Famaillá	Famaillá	20.762
Monteros	Monteros	22.144
Concepción	Chicligasta	45.622
Aguilares	Río Chico	31.104
Juan Bautista Alberdi	Juan Bautista Alberdi	17.141
Bella Vista	Leales	13.024
Termas de Río Hondo	Río Hondo (Santiago del Estero)	27.696

Fuente: INDEC. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar

Cuadro N° 1: Población total de las principales localidades de la Carta

Según el censo 2001 realizado por el INDEC, el departamento de Chicligasta es el de mayor población del sur tucumano con 63.553 habitantes, seguido por el departamento Monteros con 51.863 (ver cuadro 2). En el mapa de la figura 15 se puede apreciar los distintos departamentos que conforman la provincia de Tucumán, diferenciados por número de habitantes y por densidad de población.

Dentro del ámbito de la provincia de Santiago del Estero, la carta temática abarca parte de los departamentos de Jimenez, Río Hondo, Capital y Guasayán. De estos cuatro, el de mayor población es el departamento Capital con 244.733 habitantes seguido por el departamento Río Hondo con 50.611 habitantes (ver cuadro 2).

La localidad con mayor población corresponde a la ciudad de Termas de Río Hondo con 27.696 habitantes, cuyas aguas termales la convirtieron en un polo de atracción turística a nivel nacional.

En el caso de la provincia de Catamarca, solo una pequeña superficie de los departamentos de Andalgalá, Ambato, Paclín y Santa Rosa quedan dentro de los límites de la Carta. La población, superficie y densidad de habitantes de cada uno de estos departamentos puede ser apreciada en la tabla X. Las localidades ubicadas dentro de estos departamentos son esencialmente poblaciones rurales donde sobresalen las localidades de Villa Balcozna con 274 habitantes, ubicada en el Departamento Paclín, y El Bolsón con 279 habitantes ubicada en el

Departamento Ambato. El número de habitantes suele incrementarse durante los meses de verano debido al hecho que ambas localidades constituyen centros de veraneo para la población de la mayoría de las ciudades de Catamarca.

Provincia	Departamento	Población	Superficie Km²	Densidad hab/Km²
Tucumán	Chicligasta	74.610	1267	58,88
Tucumán	Famaillá	30.937	427	72,45
Tucumán	Graneros	12.999	1678	7,74
Tucumán	Juan B. Alberdi	28.045	730	38,42
Tucumán	La Cocha	18.077	917	19,71
Tucumán	Leales	51.468	2027	25,39
Tucumán	Monteros	58.404	1169	49,96
Tucumán	Río Chico	52.904	585	90,43
Tucumán	Simoca	29.786	1261	23,62
Tucumán	Tafí del Valle	13.870	2741	5,06
Santiago	Capital	244.733	2116	115,65
Santiago	Guasayán	7.289	2588	2,81
Santiago	Jiménez	13.171	4832	2,72
Santiago	Río Hondo	50.611	2124	23,82
Catamarca	Andalgalá	17.102	4497	3,8
Catamarca	Ambato	4.525	1797	2,5
Catamarca	Paclín	4.290	985	4,4
Catamarca	Santa Rosa	10.349	1424	7,3

.Fuente: INDEC.Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001 e Instituto Geográfico Militar.

Cuadro N° 2: Población, superficie y densidad de población por departamento en el área cubierta por la Carta

1.6.2 Usos de la Tierra

La diversidad de condiciones agrológicas que presenta el sector centro-sur de la provincia de Tucumán ha permitido el desarrollo de una variada producción agrícola. La zona de mayor capacidad productiva se distribuye entre la llanura y el sector pedemontano. Dentro de los grandes grupos de cultivo están:

- Cultivos Industriales: Caña de azúcar, citrus y tabaco.
- Cereales y oleaginosas: Trigo, Soja y Maíz
- Hortalizas: Papa, zapallo y lechuga
- Frutales: Palta y frutilla

Los cultivos de caña de azúcar se encuentran extendidos en la mayoría de los departamentos y abarcan desde el sector pedemontano, al oeste, hasta la llanura deprimida, al este. En este

último sector las condiciones climáticas y de salinidad condicionan su cultivo por lo que el límite este de estos cultivos coincide prácticamente con el trazado de la ruta provincial 157.

El cultivo de la caña de azúcar ha generado la principal actividad industrial de la provincia de Tucumán que son los ingenios azucareros. La industria azucarera tucumana es la más importante del país y dentro del ámbito de la carta se encuentran ubicados 11 de ellos.

El cultivo de citrus, en particular el limón, ha tenido un incremento sostenido durante las dos últimas décadas del siglo XX y principios del XXI. Estos cultivos se localizan en una amplia franja pedemontana que se extiende desde el Departamento Famaillá, al norte, hasta el Departamento de La Cocha al sur. Esta ubicación responde a las necesidades de este tipo de cultivo es decir suelos de buena capacidad agrológica, heladas excepcionales y de 800 a 1200 mm de precipitación media anual.

Los cultivos de tabaco ocupan la parte llana del departamento La Cocha, el sector oriental del departamento Graneros y el sur del de Juan Bautista Alberdi. Aunque la superficie de cultivo suele diferir año a año, en el 2003 la superficie cultivada alcanzó las 7.000 hectáreas.

En la actualidad la llanura oriental tucumana muestra una estructura productiva basada en grandes explotaciones de granos, entre los que se destacan la soja, el trigo y el maíz. Sin embargo, algunas de ellas son de tipo mixta debido a que combinan la producción agrícola con la ganadería extensiva. En el caso de la soja el área de cultivo ha aumentado en los últimos años y actualmente también suele cultivarse en el extremo sur tucumano.

Con respecto a los cultivos hortícolas, el área de mayor relevancia económica corresponde a la zona pedemontana, donde las principales producciones se desarrollan en las cercanías de los centros urbanos más importantes como ser: San Isidro de Lules, Famaillá, Monteros, Concepción, entre otros.

En cuanto a la ganadería extensiva, principalmente bovina, suele practicársela en la región sureste de la provincia de Tucumán y en la provincia de Santiago del Estero. Los principales departamentos en donde se desarrolla esta actividad son Leales y Graneros.

1.7 Características Geológicas

En el presente apartado se realiza una breve caracterización de las distintas formaciones geológicas que cubren la Carta. Los nombres formacionales y su ubicación regional se han tomado de la Hoja Geológica 2766-IV "Concepción" (Dal Molin *et al.*, 2003) a la cual se puede recurrir para más detalles.

El área que cubre la Carta forma parte de la unidad morfoestructural conocida como Sierras Pampeanas Noroccidentales. Las Sierras Pampeanas están formadas por un conjunto de bloques de basamento metamórfico elevados por fallas inversas que presentan un arreglo doble vergente. Esta entidad constituye el antepaís andino al sur del paralelo de 27° S y su extremo norte penetra como una cuña entre la Puna y la Cordillera Oriental hasta los 24°.

La geología de la Carta se caracteriza por presentar un basamento metamórfico-ígneo de edad precámbrica-paleozoica inferior, conformado por filitas cuarzosas bandeadas, migmatitas y micacitas y gneises inyectados con anfibolitas intercaladas. Este basamento se encuentra intruido por una serie de granitoides sintectónicos cuya composición varía de granítica a tonalítica y por monzogranitos pertenecientes a la Formación El Alto. Estos últimos se encuentran intruyendo el basamento metamórfico del sector norte de la Sierra de Guasayán.

A partir del Ordovícico el metamorfismo regional, cuya edad se estimó Cámbrico bajo a medio, es reemplazado por un metamorfismo de contacto producto del emplazamiento de numerosos cuerpos de edad Ordovícica. Entre estos cuerpos se encuentran la tonalita El Indio, ubicado sobre la ruta provincial 307, y el granito Ñuñorco Chico ubicado en el cerro homónimo. Hacia el Carbonífero se produce el emplazamiento del granito San Ignacio-Los Pinos. Este cuerpo de tamaño batolítico conforma casi la totalidad del bloque conocido como Cumbre de Los Pinos y continúa hasta las cumbres del Potrerillo y de Los Llanos en el suroeste de la Carta. El emplazamiento de estos cuerpos fue asociado al Ciclo Orogénico Famatiniano que afectó a la región desde el Ordovícico hasta el Carbonífero.

Las unidades Mesozoicas se encuentran representadas por conglomerados color rojo ladrillo pertenecientes al Subgrupo Pirgua. Los afloramientos pertenecientes a esta unidad se encuentran restringidos al paraje conocido como Piedra Colorada, entre los kilómetros 19 y 21,5 de la ruta provincial 307.

El Cenozoico de la Carta se encuentra representado por la Formación Aconquija de edad eocena y las formaciones Río Salí y Guasayán ambas asignadas al Mioceno, el Complejo Volcánico Portezuelo de las Animas, también de edad miocena, y las formaciones Las Pavas, Las Cañas y Los Corrales de edad Pliocena.

La Formación Aconquija se encuentra representada por areniscas, limonitas, arcilitas y tobas cuyas secuencias mejor preservadas se encuentran ubicadas en los alrededores del embalse Escaba.

Los depósitos pertenecientes a la Formación Río Salí se encuentran ubicados en el sector noroeste de la carta mas precisamente en las márgenes de los ríos Zerda y Caspinchango. Estas constituidos por areniscas pardo rojizas, de grano fino, muy feldespáticas y friables.

Hacia los 11,6 Ma tuvieron lugar eventos volcánicos en la parte cumbral de la Sierra del Aconquija que originó la depositación de brechas andesíticas pertenecientes al denominado Complejo Volcánico Portezuelo de Las Animas. Estos eventos habrían continuado hasta los 7,7 Ma de acuerdo a González (1990).

Hacia el sector sureste de la Carta, en los alrededores de la Sierra de Guasayán y del embalse Río Hondo, afloran pelitas verdes con presencia de bancos de yeso pertenecientes a la Formación Guasayán que fue asignada al Mioceno superior por Battaglia (1982) en base al hallazgo de foraminíferos marinos planctónicos. Estas secuencias son cubiertas por depósitos conglomerádicos seguidos por limonitas de color pardo rojizas y con un nivel cinerítico culminante que fueron descritas como pertenecientes a la Formación Las Cañas de posible edad Pliocena.

La Formación Las Pavas se encuentra integrada por conglomerados subangulosos, areniscas y pelitas pardas, que aparecen en ambas márgenes del río Las Pavas, en su confluencia con el arroyo Mesada.

Por último la Formación Los Corrales conformada por conglomerados de color gris oscuro con matriz arenosa gruesa, cuyos clastos son de composición principalmente andesítica, constituyen los productos de la erosión del Complejo Portezuelo de Las Animas. Estos depósitos tienen lugar en un sector restringido del noroeste de la Carta.

El cuaternario de la carta se encuentra representado por una serie de depósitos que se distribuyen desde el sector pedemontano tucumano, al oeste, hasta la planicie eólica de Santiago del Estero al este.

Los depósitos pedemontanos constituyen sedimentos limo-arcillosos y gravas que se acumulan al pie de las sierras formando una faja que se extiende de norte a sur y que rellenan los espacios entre las lomadas formadas por materiales terciarios. Las mejores exposiciones se encuentran a lo largo de las márgenes de los ríos que atraviesan el piedemonte, como el Marapa, San Ignacio y Medina.

Los depósitos aluviales, conformados por arenas y gravas, forman una vasta planicie aluvial que se extiende con una suave pendiente hacia el este y que son disectados por los numerosos cursos de agua que descienden del sector serrano. Ninguno de los límites de esta unidad está definido, ya que el pasaje de los depósitos pedemontanos a aluviales es transicional, lo mismo que hacia los depósitos eólicos del este.

Los depósitos eólicos presentes en la Carta se caracterizan por conformar extensas acumulaciones de loess que se esparcen por toda la llanura oriental y que cobran importancia

en numerosos valles intermontanos ubicados entre las Cumbres de Humaya, Balcozna y Potrerillo.

Finalmente, los depósitos fluviales recientes formados por gravas y arenas constituyen los depósitos de planicie de inundación, terrazas fluviales y paleocauces de los principales ríos como ser Salí, Colorado, Seco, Gastona, Chico, Medina, Marapa, Matazambi, San Ignacio y San Francisco.

2 METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la zonificación de la peligrosidad geológica es esencialmente cualitativa y se ha realizado sobre la base de una serie de mapas temáticos elaborados a tal efecto. Estos mapas temáticos abordan los siguientes aspectos: litología, geomorfología, suelos, clima, uso de suelos y vegetación y procesos activos. La mayoría de estos mapas fueron obtenidos de la Carta de Líneas de Base Ambiental "Concepción" (Fernández *et al.*, 2004), que fuera publicada por el SEGEMAR con el objetivo de obtener una representación lo más completa y homogénea posible del medio ambiente físico de la región.

El mapa de procesos activos se llevó a cabo mediante fotointerpretación y análisis de imágenes satelitales, pudiéndose mapear aquellas evidencias de procesos (depósitos, cicatrices de deslizamientos, etc.) cuya magnitud permitiera ser representada a escala 1:250.000. A este mapeo se le agregaron las evidencias de procesos que fueron identificados y posicionados durante el relevamiento de campo (106 puntos en total) y la ubicación de aquellos sectores que sufrieron problemas en los últimos años por procesos naturales en base a información de archivo (66 puntos en total). Además se representó la infraestructura urbana, vial y energética con el objetivo de tener un panorama claro de las posibles interacciones entre los procesos naturales y el uso del territorio.

La evaluación del peligro para los distintos puntos inventariados consto de los siguientes puntos:

- Identificación del proceso, situación o suceso
- Génesis y comportamiento
- Medio agente
- Magnitud
- Intensidad
- Duración y frecuencia

Los datos así obtenidos fueron volcados en fichas de peligrosidad, las cuales se adjuntan en el apéndice 1 y enviados a la sede central para ser introducidos en la base de datos nacional.

En la Carta de Peligrosidad "Concepción" el área de estudio fue dividida en zonas de igual peligrosidad en base a la superposición de los mapas previamente descriptos. Estas zonas fueron clasificadas en base a 4 tipos de peligrosidad a las cuales se le asignaron colores según el esquema de semáforo (rojo para la más alta y verde para la más baja) y se le agregaron rastras indicando el o los principales procesos geomorfológicos actuantes en cada una de las zonas.

3 Mapa Litológico

El mapa litológico resulta del agrupamiento de las diferentes formaciones geológicas aflorantes en la zona de estudio según su comportamiento mecánico y de mayor o menor susceptibilidad a experimentar procesos geológicos potencialmente peligrosos.

La información geológica de base, se obtuvo de la Hoja Geológica 2766-IV Concepción (Provincia de Tucumán-Santiago del Estero y Catamarca) Dal Molin *et al.* (2003). Las distintas Formaciones geológicas descritas en la misma, fueron agrupadas en 5 unidades principales que son: rocas metamórficas, rocas plutónicas, unidades sedimentarias, unidades volcánicas y volcanoclásticas y depósitos superficiales (cuadro 3). Cada una de estas unidades presenta características geomecánicas particulares, las que fueron representadas en el cuadro 4.

Por último se procedió a la descripción de cada recurso mineral, ubicándolo geográficamente y señalando el tipo de recurso de que se trata, y /o los responsables de la explotación (ver cuadro 5).

SEGEMAR-IGRM
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

UNIDAD PRINCIPAL	UNIDAD CARTOGRAFICA	LITOLOGIA	EDAD					
			Era	Periodo	Epoca			
V Depósitos Superficiales	Unidad Litológica Ve	Depósitos Salinos	Cenozoica	Cuaternario	Holoceno			
	Unidad Litológica Vd	Depósitos Fluviales (arenas y gravas)			Holoceno			
	Unidad Litológica Vc	Loess			Holoceno			
	Unidad Litológica Vb	Depósitos Pedemontanos (intercalaciones de bancos gravosos y arenas finas y medianas)			Holoceno			
	Unidad Litológica Va	Conglomerados, areniscas y limos			Pleistoceno			
IV Unidades Volcánicas y Volcanoclásticas	Unidad Litológica IVb	Conglomerados Volcanoclásticos		Cenozoica	Terciario	Plioceno superior		
	Unidad Litológica IVa	Brechas andesíticas				Mioceno superior		
III Unidades Sedimentarias	Unidad Litológica IIIe	Conglomerados, limos, arcillas y cenizas volcánicas				Cenozoica	Terciario	Plioceno medio
	Unidad Litológica III d	Conglomerados subangulosos, areniscas y pelitas pardas						Plioceno
	Unidad Litológica IIIc	Limolitas, arcillitas, calizas y yeso						Mioceno superior
	Unidad Litológica IIIb	Areniscas, limolitas, arcillitas y tobas	Eoceno					
	Unidad Litológica IIIa	Areniscas y conglomerados rojos	Mesozoica		Cretácico			Cretácico inferior
II Rocas Plutónicas	Unidad Litológica II d	Granito adamellítico	Paleozoica		Carbonífero		Missisipiano	
	Unidad Litológica IIc	Granitos moscovíticos y tonalitas					Ordovícico	Ordovícico medio
	Unidad Litológica IIb	Monzogranitos			Cámbrico		Cámbrico medio	
	Unidad Litológica IIa	Granitos miloníticos, tonalitas, migmatitas, intrusivos sintectónicos y pegmatitas		Precámbrico-Cámbrico			Neoproterozoico	
I Rocas Metamórficas	Unidad Litológica Ib	Micacitas y gneises	Proterozoica	Precámbrico	Neoproterozoico			
	Unidad Litológica Ia	Esquistos bandeados		Precámbrico	Neoproterozoico			

Cuadro 3: Unidades litológicas descritas en el mapa.

Unidad	Litología	Propiedades Geomecánicas Selectas (valores medios aproximados)
--------	-----------	--

Cartográfica		Coherencia	Fisuración	Esquistosidad /pizarrosidad	Porosidad	Erosión potencial (1)	Solubilidad	Comportamiento mecánico (2)
Unidad Ve	Depósitos salinos	Baja-M. Baja	Baja	-----	Baja	Baja	Muy Alta	Bajo
Unidad Vd	Depósitos fluviales (arenas y gravas)	Baja-M. Baja	-----	-----	Muy Alta	Baja	Muy Baja	Muy Bajo
Unidad Vc	Loess	Baja	Baja	-----	Baja	Alta	Media	Medio
Unidad Vb	Dep. Pedemontanos (bancos gravosos y arenas medias)	Baja	-----	-----	Muy Alta	Baja	Muy Baja	Bajo
Unidad Va	Conglomerados, areniscas y limos	Media	-----	-----	Alta	Media *	Muy Baja	Bajo-Medio
Unidad IVb	Conglomerados volcánicoclásticos	Media	-----	-----	Alta	Media *	Baja	Bajo
Unidad IVa	Brechas andesíticas	Media	Media	-----	Baja	Baja	Baja	Variable
Unidad IIIe	Conglomerados, limos, arcillas	Media	Muy Baja	-----	Alta	Baja	Muy Baja	Bajo-Medio
Unidad III d	Conglomerados, areniscas y pelitas	Baja	-----	-----	Baja	Baja-Media	Baja	Bajo
Unidad III c	Limonitas, arcillitas, calizas y yeso	Baja	Baja	-----	Baja	Baja	Alta-M. Alta	Bajo
Unidad III b	Areniscas, limonitas, arcillitas y tobas	Baja	-----	-----	Muy baja	Muy Alta	Muy Baja	Bajo
Unidad III a	Areniscas y conglomerados rojos	Media	Muy baja	-----	Media	Baja	Muy Baja	Bajo-Medio
Unidad II	ROCAS PLUTONICAS: granitoides	Alta	Alta	Baja	Muy Baja	Muy Baja	Baja *	Alto
Unidad Ib	Gneises y Micacitas	Alta	Alta	Alta	Baja	Muy Baja	Baja	Alto
Unidad Ia	Esquistos bandeados	Media	Alta	Muy alta	Baja	Media	Baja	Bajo

ANOTACIONES:
 (1) Se refiere a aguas de escorrentía superficial
 (2) Se refiere a capacidad portante
 * Algunas litologías dentro de este grupo pueden presentar valores notablemente diferentes a la media propuesta para esta característica

Cuadro 4: Propiedades geomecánicas generales según tipo de litología

N° Indicio	3.1 <i>Tipo de Recursos</i>	3.2 <i>Sustancia</i>	Responsable de la Explotación	Coordenadas		
				Y	X	
1	Cantera activa	Arena	Civimet (márgen oeste del río Seco)	65° 34' 32''	27° 10' 19''	
2		Arena		65° 33' 49''	27° 17' 09''	
3		Arena y grava	"Pórtico" (río Seco)	65° 39' 31''	27° 37' 19''	
4		Arena y grava		65° 35' 31''	27° 38' 03''	
5		Arena	Cantera de árido (río Zerda)	65° 34' 34''	27° 43' 13''	
8		Arena		65° 21' 53''	27° 00' 00''	
9		Arena		65° 19' 52''	27° 01' 18''	
10		Arena		65° 28' 44''	27° 03' 00''	
11		Cantera inactiva "El Martirizado"		Triturados	Curi Hnos. (Fines del año 1999)	64° 48' 24''
13		Cantera inactiva "Panadine"	Pétreos	Panadine – Curi Hnos. – Cartellone (Cantera Figueroa)	64° 49' 41''	27° 47' 33''
6	Indicio Minero	Cuarzo		65° 40' 52''	27° 45' 00''	
7		Granito		65° 42' 43''	27° 46' 25''	
12	Cantera inactiva	Piedra Laja		64° 48' 46''	27° 43' 25''	
14	Cantera inactiva (desde fines de década del setenta)	Yeso	Estudios regionales Por: Dirección Provincial de Minería de Tucumán (1968)	64° 52' 20''	27° 48' 48''	
15				65° 49' 45''	27° 49' 02''	
16				69° 49' 34''	27° 49' 02''	
17				64° 52' 20''	27° 49' 43''	
18				64° 52' 17''	27° 50' 50''	
19				64° 52' 15''	27° 51' 02''	
20				64° 51' 12''	27° 53' 25''	
21				64° 42' 42''	27° 57' 42''	
22				64° 40' 02''	27° 57' 58''	
23				64° 38' 52''	27° 58' 30''	
24				64° 37' 00''	27° 58' 02''	

Cuadro 5: Listado de recursos minerales presentes en la Carta.

I-Rocas Metamórficas

Distribución Areal

El basamento cristalino aflora en todo el sector oeste de la hoja, constituyendo una serie de serranías que tienen una orientación NNO-SSE, excepto la sierra del Aconquija, cuya orientación es NE-SO

Otros afloramientos aparecen a lo largo de la Sierra de Guasayán, que se eleva en el sector SE de la carta.

Litología

El basamento metamórfico de Sierra Pampeanas esta constituido por metagrauvas, metapelitas, mármoles y anfibolitas, con un rango metamórfico que abarca desde las facies de esquistos verdes a facies de anfibolitas (Caminos, 1979). En el ámbito de esta Carta se distinguen asociaciones litológicas que pasan de una a otra en forma transicional: Las filitas cuarzosas bandeadas; las migmatitas; intrusivos sintectónicos ; pegmatitas; micacitas; y gneis inyectados en anfibolitas intercaladas.

Edad

Durand y Rossi (1999), basándose en edades K-Ar de la Formación Puncoviscana, consideran una edad mínima de 565 Ma para la depositación que dio origen a las metamorfitas del noroeste de Tucumán. Es decir Precámbrico tardío a Cámbrico bajo.

UNIDAD LITOLÓGICA – Ia

Esquistos bandeados

Distribución Areal

Estas facies se distribuyen en una extensa zona en la sierra del Aconquija y en el faldeo nororiental de la sierra de Humaya; y en la Sierra de Guasayán.

Litología

La penetración magmática disminuye hacia el este y en forma irregular en la zona de las sierras del Aconquija y Humaya; hasta alcanzar la zona de esquistos bandeados sin inyección en la quebrada del río Singuil. En la Sierra de Guasayán, estas rocas están representadas por metacuarcitas micáceas, filitas cuarzosas, esquistos listados y esquistos cuarzocloríticos; que fueron denominados como esquistos bandeados por Gonzalez Bonorino (1950).

Mon *et al* (1986); asignaron este bandeamiento a eventos tectónicos, siendo su espesor variable. Este oscila entre 2 - 3 milímetros en la cuarzosas y 1-2 milímetros en las biotíticas

RECURSOS MINERALES

Piedra Laja

Cantera Montenegro – Cantera inactiva

La cantera Montenegro está ubicada en el faldeo oriental de la sierra de Guasayán. Se accede desde la ruta nacional N° 9 (Km 1186), por un camino consolidado unos 15 kilómetros hacia oeste; luego se desvía hacia el sur (6,5 Km).

La explotación fue realizada en la década pasada para obtener lajas para revestimiento y pisos de viviendas.

La geología está constituida por pizarras negras oscuras de rumbo N 20° e inclinación con valores de 80° oeste a verticales. La cantera tiene un desarrollo de 200 m en sentido meridional y de 20 m de ancho y altura máxima de 20 metro

UNIDAD LITOLÓGICA – Ib

Micacitas y gneis inyectados con anfibolitas intercaladas

Distribución Areal

Los afloramientos de estas facies se encuentran en el sector norte de la sierra del Aconquija, entre el río de la Horqueta y la quebrada de las Ánimas.

Litología

Las micacitas son de color gris oscuro, con una esquistosidad dada por la disposición paralela de la biotita, con muy buen desarrollo.

Los gneises de inyección son de color gris oscuro, tienen granos finos y presentan una estructura groseramente esquistosa a bandeada (González *et al.*, 2000). Las anfibolitas son de color gris verdoso oscuro y presentan un aspecto lajoso.

II – ROCAS PLUTÓNICAS

UNIDADES LITOLÓGICAS – IIa

Granitos miloníticos

Distribución Areal

Estas rocas afloran en la parte media de la sierra de Humaya (en la parte alta de la falda oriental), al oeste del Bolsón, en Las Chacritas, al pie de la falda occidental de la sierra de Narváez y en los cortes de camino entre Singuil y las Chacritas.

Litología

Se trata de cuerpos graníticos de color gris claro amarillento que presentan siempre un mayor o menor grado de milonitización.

Tonalitas migmatíticas

Distribución Areal

Estas rocas afloran en la parte occidental de la sierra de Humaya, al oeste del Bolsón, al oeste de Puesto La Mesada y frente a Chavarría, a ambos lados de la quebrada de Humaya.

Litología

Constituyen rocas de composición tonalítica, de color gris y que están constituidas principalmente por cuarzo, oligoclasa y mica. Ésta última presenta una orientación de las láminas paralelo a la equistosidad, que indicaría que se trata relictos de las bandas esquistosas.

Migmatitas

Distribución Areal

Una zona de máxima inyección se encuentra en una faja que pasa por la media falda oriental de la Sierra del Aconquija. En la cumbre de Narváez y Santa Ana vuelve a aparecer la migmatización y son comunes los granitos miloníticos.

Litología

La migmatización esta caracterizada por una inyección de material ígneo ácido, que abarca todas estas rocas con una intensidad variable, que forma desde aisladas venas cuarzosas hasta granitos migmatíticos. Este material incorporado a la roca, se presenta en forma nodular, venosa o difusa.

Intrusivos sintectónicos

Distribución Areal

Están directamente relacionados espacial y genéticamente con la migmatización.

Litología

Tienen una composición que varía entre granítica y tonalítica con características que corresponden a un ambiente de catazona. Tienen forma lenticular, concordantes con la foliación regional y su tamaño oscila entre decenas de metros y venas leucosomáticas en las migmatitas.

Pegmatitas

Distribución Areal

Aparecen afectando todo el basamento cristalino, aunque su mayor desarrollo de pegmatitas se encuentra en la Sierra de Humaya, Provincia de Catamarca, al SO de la carta.

Litología

Los diques y venas pegmatíticas generalmente, tienen un espesor de 1 a 1,5 mts. Están compuestas por cuarzo, microclino, a veces reemplazado por albita, moscovita y turmalina.

Edad

Se considera a esta unidad de edad Cámbrica media, sin descartar de la existencia de eventos magmáticos más jóvenes.

UNIDAD LITOLÓGICA – IIb

Monzogranitos

Distribución Areal

Las rocas graníticas que intruyen el basamento metamórfico en la Sierra de Guasayán aparecen formando cuerpos elongados de norte a sur. Se encuentran en los parajes El Martirizado y más al sur en La Cantera, lugares donde la apertura de canteras exponen afloramientos de roca fresca. Desde Villa Guasayán hacia el límite sur de la Carta, los granitos cámbricos constituyen todo lo que es el faldeo occidental de la sierra.

Litología

La Sierra de Guasayán se distingue por los granitos rosados, de grano mediano a grueso, con textura porfiroide, donde predominan los cristales de feldespato potásico sobre el cuarzo y la mica.

Edad

Se considera a esta unidad de edad Cámbrica media, sin descartar de la existencia de eventos magmáticos más jóvenes.

RECURSOS MINERALES

Triturados Pétreos

Cantera el Martirizado – Cantera Inactiva

La cantera El Martirizado o Abra del Martirizado se ubica en el paraje de Chañar Pozo, extremo norte de la sierra de Guasayan, en el departamento Río Hondo de la provincia de Santiago del Estero. Se accede partiendo desde la ruta nacional 9 (Km 1186) por un camino consolidado hacia el oeste, aproximadamente 15 Km

La geología está constituida por esquistos finos y pizarras, a los que intruyen cuerpos graníticos.

Estas rocas fueron explotadas para ser utilizadas como material para base y subbase de obras viales en la región.

Esta importante cantera consta de tres laboreos principales, alineados meridionalmente.

La labor norte, de mayor desarrollo, tiene rumbo aproximado norte-sur, unos 150 m. de longitud y varios frentes de avance de hasta 20 m de altura.

La labor del centro se ubica a unos 300 m al sur de la anterior, tiene un desarrollo de unos 100 m de largo por 70 m de avance y también posee varios frentes de explotación de hasta 20 m de altura.

La cantera fue explotada por la firma Curi Hnos hasta fines del año 1.999. La empresa contó con equipos de molienda y de clasificación para las distintas granulometrías. Se estiman volúmenes de 3.500 t mensuales en la década del setenta (Angelelli *et al.* 1.980)

Cantera Panedine –Cantera inactiva

La Cantera Panedine o El Tableado está ubicada en la sierra de Guasayán, a 15 Km al sur de la cantera El Martirizado por un camino consolidado en buen estado de conservación.

La geología del área está constituida por granitoides grises oscuro, de textura equigranular, coherente y sin foliación compuesto por adamelitas biotíticas en una caja de esquistos verdosos.

Esta cantera fue explotada hasta la década del ochenta. El material extraído fue utilizado en el cierre del Embalse de Río Hondo y también como triturados pétreos con destino a obras viales (empresas Panedine, Curi Hnos. y otras)

A unos 3 kms al sur de la contera Montenegro existió otra explotación de triturados pétreos conocida como cantera Figueroa que fue explotada por Cartellone. La misma actualmente esta cubierta por el monte y se ha cerrado la huella de acceso desde el camino principal.

UNIDAD LITOLÓGICA – IIC

Granitos moscovíticos y Tonalitas

Distribución Areal

Estas rocas se encuentran formando diferentes cuerpos que intruyen el basamento metamórfico en casi todos los lugares donde este último aflora. Al norte se encuentran dos grandes afloramientos. Uno conformando el cuerpo del cerro Ñuñorco Chico y otro a lo largo del río Los Sosa, entre El Naranjal y El Nogalar. En la cumbre de Narváez aparecen dos afloramientos; uno en el faldeo norte del cerro Moros y otro más pequeño al sur, que forma parte del sector más septentrional de la cumbre de Las Higueras. En el faldeo este de la sierra de Humaya existe una serie de cuerpos que han sido mapeados como un cuerpo único y en el faldeo occidental de la misma sierra aflora otro al oeste del puesto La Mesada.

Litología

Un cuerpo intrusivo de color blanco grisáceo, foliado, definido petrográficamente como tonalitas biotíticas, monzogranitos y granodioritas, (Cisterna *et al.*, 1988), aflora en el río Los Sosa, entre los Kms 28 y 35 de la Ruta Provincial N° 307.

En las cumbres de Narváez, Las Higueras y Balcozna aparecen muchos filones delgados, del orden de los centímetros a decímetros, y venillas de solo 1 milímetro de espesor que alternan con los esquistos.

Edad

Las dataciones K-Ar realizadas a la Tonalita El Indio han dado edades de 471 ± 10 Ma y 466 ± 10 Ma (González *et al.*, 1973).

UNIDAD LITOLÓGICA - IID

Granitos Adamelíticos

Distribución Areal

Estas rocas constituyen un batolito que conforma casi la totalidad del bloque conocido como Cumbre de los Pinos y se continúa en las cumbres del Potrerillo y de los Llanos, al norte del río Balcozna hasta el cerro Divisadero. Viruel y Barber (1994), consideran a los granitoides que afloran en el faldeo este de la cumbre de Balcozna como parte del mismo batolito.

Litología

Viruel y Barber (1994) en un estudio en detalle al sureste del dique San Ignacio; describieron una roca cuya composición predominante es una monzonita cuarzosa de color gris rosado a rosado grisáceo y grano medio, con variaciones a granodioritas y granitos cuarzosos.

Edad

Dataciones K-Ar efectuadas sobre biotita y moscovita arrojaron edades de 319 ± 10 Ma y 310 ± 10 Ma respectivamente (Stipanovic y Linares, 1975; Omil y Cabrera, 1989).

RECURSOS MINERALES

Cuarzo

Piedras Blancas - Indicio Minero

Este depósito mineral está localizado en el faldeo oriental del Cerro Quico, ubicado en las Cumbres del Potrerillo, a una altura de 1.300 metros sobre el nivel del mar.

Se accede desde la localidad de la Cocha por la Ruta Provincial N° 338 hasta el dique San Ignacio y desde allí por senda de herradura hasta el yacimiento.

Diversos autores se ocuparon de estudiar tanto la génesis como las posibilidades económicas del mismo, entre los que se pueden citar a Peña (1963), Hillar (1964) y Barber (1979), entre otros.

Geológicamente el área está constituida por rocas graníticas del batolito San Ignacio - Los Pinos, afectado por un fallamiento meridional, característico de Sierras Pampeanas.

Los filones hidrotermales están emplazados en grietas o fisuras preexistentes de la masa granítica a las que rellenaron conformando cuerpos tabulares de distintas dimensiones, que constituyen el yacimiento de cuarzo Piedras Blancas.

El cuarzo se presenta al menos en tres generaciones. El cuarzo blanco lechoso masivo constituye grandes masas y posee cristales de hasta 20 centímetros. El cuarzo hialino, en cristales prismáticos de dimensiones variables entre decímetros a escasos centímetros, o bien como drusas que rellenan las cavidades del cuarzo lechoso. Acompañan al cuarzo lechoso sericita y pequeñas cantidades de wolframita, scheelita, molibdenita y oro. Las dos primeras en forma de nidos o bolsones.

El yacimiento consiste en dos cuerpos principales de morfología lenticular, con rumbos NNO-SSE y ONO-ESE, con potencias que oscilan entre 50 y 90 m y corrida de 300 metros.

En general estos cuerpos de cuarzo están muy fracturados, predominando las fracturas de rumbo N-S y ENE-OSO, verticales a subverticales.

Barber (1979) en un plan de prospección y exploración efectuó un cálculo de reservas de cuarzo de 250.000 t medidas y 125.000 t inferidas.

Hasta la fecha, la actividad minera del yacimiento piedras blancas se limitó a pequeñas labores con fines exploratorios.

Granito

San Ignacio-Los pinos – Indicio Minero

El yacimiento está ubicado en el cerro Quico, perteneciente a las Cumbres del Potrerillo, departamento de La Cocha, provincia de Tucumán

Se accede desde la localidad de La Cocha por la Ruta Provincial N°334 hasta la comuna de Los Pizarro, desde allí por camino consolidado que conduce al dique San Ignacio distante 5 Km. y luego por sendas precarias hasta el yacimiento, en la quebrada del río San Ignacio.

El único estudio destinado a evaluar las características ornamentales del plutón San Ignacio-Los Pinos con la finalidad de seleccionar áreas para el establecimiento de canteras es el realizado por Viruel y Barber (1994).

Geológicamente la región está constituida por un basamento cristalino integrado por esquistos y rocas graníticas pertenecientes al plutón San Ignacio-Los Pinos de edad carbonífera.

La textura original de este cuerpo plutónico fue modificada por la acción de soluciones hidrotermales tardío magmáticas que produjeron sucesivamente microclinización y greisenización, dando origen a transformaciones texturales y composicionales. De acuerdo a estas variaciones, que son las determinantes para caracterizar el color y variedad comercial del granito, se determinaron en el plutón dos variedades con características ornamentales similares a las conocidas en el mercado como "Rosa Mar" y "Rosa del Salto".

El yacimiento es poco visible a causa de la densa cobertura vegetal de tipo subtropical característica de esta región, por lo que sólo es posible observar afloramientos de extensión lateral y vertical a lo largo del río San Ignacio donde se definieron tres áreas potenciales de la variedad "Rosa Mar".

El granito de esta variedad se caracteriza por una textura granosa, grano mediano a grueso, con cristales de cuarzo que oscilan entre 1 a 9 mm y de microclino de hasta 10 milímetros. Los volúmenes totales estimados son 40.000 m³

III UNIDADES SEDIMENTARIAS

UNIDAD LITOLÓGICA – IIIa

Areniscas y conglomerados rojos

Distribución Areal

Los afloramientos están restringidos a la zona del paraje conocido como Piedra Colorada, entre los kilómetros 19 y 21,5 de la Ruta Provincial N° 307, sobre ambos márgenes del río Los Sosa, aunque cabe la posibilidad de que la base de la secuencia terciaria aflorante en las márgenes del río Cochuna, correspondan también al Cretácico.

Litología

Consisten en una secuencia granodecreciente, que se inicia con un conglomerado rojizo con clastos subredondeados de 2 a 5 cm. de diámetro, cuarzosos y líticos, que gradan hacia arriba a una arenisca gruesa. Estos bancos presentan un rumbo N 60° E y una inclinación de 42° al sur (Fernández, D. S., 1997)

Edad

Dataciones realizadas por Bossi y Wampler (1969) sobre basaltos pertenecientes al Complejo Alto de las Salinas que intruye a la Formación El Cadillal, correlacionable estratigráficamente con las areniscas y conglomerados rojizos, arrojaron edades entre 97 y 128 Ma que corresponden al Cretácico inferior.

UNIDAD LITOLÓGICA - IIIb

Areniscas, limolitas, arcillas y tobas

Distribución Areal

Estos depósitos, que originalmente se encontraban cubriendo la peneplanicie labrada en el basamento metamórfico, se preservan hoy en las depresiones tectónicas entre los bloques, constituyendo valles longitudinales y al pie, a lo largo del faldeo de sierras que estos forman.

Las mejores exposiciones se encuentran en las inmediaciones del dique Escaba, aunque debido a que su actitud es homoclinal a la peneplanicie del basamento, nunca muestran un espesor estratigráfico importante. Afloramientos similares aparecen en las nacientes del río Cochuna, a los alrededores de Singuil, al pie de la Cumbre de Narvéez, donde se observan los mayores espesores.

Litología

En la Carta no es posible encontrar un perfil continuo de esta unidad. En la zona de Escaba se encuentra preservado el mayor espesor estratigráfico, que apenas supera los 70 metros.

A continuación se describen las litologías observadas por Dal Molin *et al.* (2003), en los valles intermontanos y en la llanura, al pie de la serranía.

Afloramientos en los valles intermontanos

Llegando a la zona de Escaba, por la ruta provincial 308, afloran a los costados del camino, tobas blanquecinas entrecruzadas, areniscas tobáceas grises de grano mediano a grueso y tufitas castañas de grano mediano a grueso y tufitas castañas de grano muy fino.

En los alrededores del caserío del dique La Escaba, aparecen areniscas conglomerádicas, con abundante vidrio y plagioclasa, intercaladas con areniscas castañas y clastos de piedra pómez.

En las inmediaciones del dique de Escaba afloran tufitas muy finas de color gris y castaño claro. En Escaba de Abajo, tufitas finas de color castaño, que alternan con bancos de toba arenosa estratificada. En las Higuierillas aparecen areniscas pardo rojizas, en parte conglomerádicas, con rodados de composición granítica. Las facies finas están formadas por granos de cuarzo, feldespato y moscovita, con una matriz calcárea de color rosado.

Un poco mas al oeste, donde desagua el río Las Moras, afloran areniscas finas feldespáticas de color gris claro, con abundante vidrio cinerítico, compuestas

principalmente por andesina en granos angulosos, subhedrales; biotita, anfíbol y apatita. Presentan pequeños niveles brechosos con clastos de piedra pómez biotítica, de color blanco.

Los afloramientos que se observan a lo largo del río Chavarría, son de areniscas calcáreas tobáceas, plagioclásicas, finas, en las que alternan capas ricas en carbonato y otras arenosas, con granos que llegan hasta 5 milímetros de microclino, cuarzo y rodados aplíticos de hasta 1 centímetro de diámetro.

Entre la Cumbre de los Llanos y Cumbre de las Higuierillas afloran areniscas tobáceas de color gris claro, con intercalaciones de tufitas arenosas, blanquecinas, entrecruzadas en las que se observan finas capas de laminillas de biotita y moscovita. También hay granos de microclino.

Los afloramientos que aparecen al este de la localidad de Balcozna, están constituidos por areniscas arcósicas grises rosadas.

En los alrededores de Sínguil, afloramientos de areniscas finas tobáceas, de color gris, estratificadas, con pequeñas intercalaciones de finos bancos de tobas blanco grisáceas y bancos de arcilla bentonítica compuesta por montmorillonita con granos dispersos de cuarzo.

Al pie de Cumbre de Narváez, al oeste de la Ea. Cóndor Huasi y Los Gutiérrez, afloran areniscas finas tobáceas de color gris, friables, areniscas conglomerádicas y tobas en parte brechosas, que pasan hacia arriba a conglomerados y brechas andesíticas de color gris verdoso con intercalaciones de areniscas finas tobáceas.

Los afloramientos que aparecen entre los bloques que forman la cumbre de Narváez y Cumbre de las Higuierillas, están formados por areniscas pardo rojizas y areniscas grises. Entre Narváez y las Chacritas, afloran areniscas grises, tobáceas, con entrecruzamiento, que alternan con limo tobáceo de color gris claro y areniscas conglomerádicas con pequeños rodados de arcilla y chert.

Sobre las márgenes del río Cochuna y al pie de la cumbre de Los Llanos, afloran areniscas finas de fuerte color rojo ladrillo, con intercalaciones de arcillitas del mismo color y de bancos de areniscas conglomerádicas. Luego de un sector cubierto, afloran areniscas tobáceas de color gris verdoso, tobas de color castaño claro y un conglomerado bien consolidado con clastos bien redondeados de hasta 60 centímetros de diámetro. No es posible establecer si las areniscas color rojo ladrillo y las areniscas grises constituyen una secuencia continua.

Afloramientos en la llanura

En ambas márgenes del río Seco, a la altura del puesto La Laguna, aparecen pequeños afloramientos de conglomerados caóticos, con clastos redondeados de volcanitas y matriz pelítica de color verde. Río abajo pasan a conglomerados con estructuras fluviales y luego a areniscas micáceas de color pardo.

En la cuesta del Clavillo, al oeste de la ciudad de Concepción, aflora una secuencia de 35m con bancos de 1,5 de espesor de areniscas limosas claras, masivas que alternan con limolitas arcillosas de color castaño.

En las lomadas que aparecen entre La Calera y la loma Negra, afloran areniscas finas, micáceas, de color gris azulado, con clastos de piedra pómez.

En las terrazas del río Marapa afloran areniscas tobáceas finas de color gris castaño, con gran contenido de plagioclasas y vidrio, areniscas grises blanquecinas, con motitas de

pedra pómez, con estratificación fina y entrecruzada y capas de una roca arcillosa, con laminillas de moscovita.

En la localidad de San Ignacio se pueden observar en la calle principal, areniscas tobáceas finas, de color gris castaño, con leve tinte azulado y con motitas de piedra pómez.

Tanto los afloramientos intermontanos como los que se encuentran en la llanura, se encuentran cubiertos por depósitos pedemonte.

Edad

Dos dataciones radimétricas efectuadas sobre tobas extraídas de los afloramientos que se encuentran en las inmediaciones del embalse Escaba, arrojaron una edad eocena media.

UNIDAD LITOLÓGICA – IIIc

Limolita, arcillitas, calizas, yeso y pelitas verdes yesíferas

Distribución Areal

Las más extensas exposiciones de esta unidad, se encuentran en el borde oeste de la Sierra de Guasayán, donde estaría expuesta su base en los alrededores de Villa Guasayán. También aparecen afloramientos discontinuos hacia el este de dicha sierra, en los alrededores de Las Juntas, El Simbolar, Estancia El Porvenir y Villa Rosa, donde su exposición esta dada por la eliminación de la cobertura loésica producto del cárcavamiento.

Litología

La Formación Guasayán esta constituida por arcillas verdes yesíferas, en parte amarillentas y rojizas. Incluyen nódulos y bancos de yeso fibroso y compacto. Esta coronada por una delgada capa de cenizas volcánicas de composición vítrea, con numerosas hojuelas de mica negra.

Según datos obtenidos por perforaciones realizadas en la región, el espesor alcanzado por estas sedimentitas supera los 400 metros, aunque sus afloramientos nunca exponen más de 5 o 6 metros continuos.

Edad

Estos depósitos fueron asignados al Mioceno superior por Battaglia (1982).

RECURSO MINERALES

Yeso – Cantera inactiva

Los depósitos de yeso se ubican en ambos faldeos de la sierra de Guasayán. Se accede al faldeo oriental por la Ruta Provincial N° 64 desde la ciudad de Santiago del Estero y al

occidental por la Ruta Provincial N°10 desde San Pedro hacia el este, ruta que conduce a la villa de Guasayán.

Las canteras de yeso están inactivas desde fines de la década del setenta: solo algunas de ellas tuvieron un desarrollo minero intenso en esa época.

Los bancos de yeso, más resistentes a la erosión, se ubican en la parte más elevada de las pequeñas lomadas de los faldeos de la sierra, como también a veces en zonas planas conformando planchones coincidentes con la escasa inclinación de los estratos.

Los estratos portadores de yeso forman parte de la secuencia arcillosa de colores rojizos, amarillos y verdosos de la Formación Guasayán del Mioceno superior.

El yeso es de color blanco, blanco verdoso y blanco grisáceo; posee estructura maciza, compacta y a veces bandeada. En ciertos niveles contiene impurezas de arcillas y algunos cristales de cuarzo. También existe yeso de tipo escamoso y terroso.

Las principales canteras son: el Tableado Norte y Sur, San Ramón, San Luis Norte y Sur, San Francisco, Villa Guasayán, Campo Verde, Loma Blanca, El Jumeal y Santa Rosa.

En la cantera Tableado Norte se observa en la parte alta de una suave lomada un frente irregular de unos 200 m de largo, con altura de 2 m, donde el banco de yeso alcanza 1,70 m de espesor, que incluye dos niveles de 0,20 t 0,10 m compuestos por yeso e intercalaciones de arcilla verde de escasos milímetros.

En la cantera sur, que tiene menor desarrollo, se observa un banco de yeso de 1,20 m de potencia con sólo una intercalación de 0,20 de yeso y arcilla verde. El yeso de estas canteras es macizo y compacto y fue comercializado como yeso crudo.

En la cantera San Luis Sur, el banco de yeso posee un espesor total de 1.10 m, en el que se intercala un banco de arcilla verde de 0,50 m. El encape es de material arenoso-pelítico amarillento con 0,50 m de desarrollo. El yeso es compacto, bien estratificado. Fue comercializado como yeso crudo, cocido y en parte exportado al Paraguay.

En las canteras San Ramón y San Luis Norte los niveles de yeso tienen forma de bochones con espesor de 1,00 y 1,20 m respectivamente; por debajo existe un nivel de yeso blanco, compacto y bien estratificado (0,40 m de potencia mínima). La cobertura es de arcillitas verdes y rojizas que juntos con el suelo alcanzan un metro de desarrollo.

UNIDAD LITOLÓGICA – III d

Conglomerados subangulosos, areniscas y pelitas pardas

Distribución Areal

Estos depósitos fueron descritos por Dal Molin *et al.* (2003) para la secuencia sedimentaria que aparece aguas arriba del río Las Pavas, en su confluencia con el arroyo Mesada, a la altura de Saladillo.

Litología

En este lugar, la erosión del río formó un cañadón que expuso unos 30 metros de conglomerados sedimentarios caóticos, clasto sostén, con matriz arenosa gruesa y que forman paredes verticales. Los clastos son subangulosos, generalmente con diámetros que oscilan entre 20 y 40 centímetros.

Su base no está expuesta y son cubiertos por conglomerados cuaternarios. Presentan un rumbo aproximado NE-SW, y la inclinación de 32° al SE.

Edad

Dal Molin *et al.* (2003) le asignaron a estos depósitos una edad pliocena.

UNIDAD LITOLÓGICA – III e

Conglomerados, limos -arcillas y cenizas volcánicas

Distribución Areal

Los afloramientos más continuos de esta unidad se extienden a ambos márgenes del Río Dulce, donde la erosión fluvial exponen no más de 10 metros de sección superior.

En la localidad de Bahoma, se pueden observar pequeños afloramientos expuestos por el cárcavamiento. Otros afloramientos se observan donde la Ruta Provincial N°10 corta pequeñas lomadas, relicto de erosión, que emergen en la planicie loesica. Exposiciones similares aparecen en los alrededores de San José y al este de la Estancia Pampa Pozo.

Battaglia (1982), indica afloramientos sobre el margen oeste del embalse de Río Hondo. Perforaciones realizadas en San Pedro de Guasayán, La Soledad, Medio mundo, Arbolito y al oeste de Pampa Pozo, mostraron sedimentos en subsuelo asignables a esta unidad (Battaglia, 1982).

Litología

Battaglia (1982) describe, en los alrededores de la localidad de Las Cañas, un perfil del basamento cristalino, seguidos por limolitas color pardo rojizo, que intercalan finas capas de arena y de grava compuesta por rodados de hasta 5 centímetros. Estas facies tienen

aproximadamente 15 metros de espesor. La secuencia remata con un nivel de 1,5 metros de cenizas volcánicas vítreas que contiene pequeños cristales de mica negra.

Edad

Battaglia (1982), en base a su relación estratigráfica superior con respecto a la Formación Guasayan les asigno una edad Pliocena media a estos materiales.

IV – UNIDADES VOLCÁNICAS Y VOLCANOCLÁSTICAS

UNIDAD LITOLÓGICA – IV a

Brechas Volcánicas de composición andesítica

Distribución Areal

Los afloramientos de esta unidad se encuentran en los alrededores del río de Los Reales, en el límite norte de la Carta, y fueron definidas como Complejo Portezuelo de las Animas por González (1990).

No se conocen otros afloramientos en esta Carta, pero se han reconocido bloques de conglomerados volcánicos en el curso del río Seco, en el faldeo occidental del Aconquija. Esto hace pensar que podrían encontrarse algunos restos de esta unidad en la parte más alta del Aconquija.

Litología

Esta constituido por brechas volcánicas, integrada por clastos andesíticos con tamaños que varían desde lapilli hasta bloques. Presenta una estratificación no muy bien definida. Hacia la parte superior, aparecen también bloques basálticos y la matriz presenta un aumento en la proporción de cenizas y polvo volcánico (González 1990).

Edad

Dataciones radimétricas Ar/Ar efectuadas por González (1990), arrojaron edades de 11,6 y 7,7 Ma para los niveles inferiores y superiores respectivamente, por lo cual se asignan al Mioceno superior.

UNIDAD LITOLÓGICA – Mb

Conglomerados Volcanoclásticos

Distribución Areal

Aflora en el extremo NO de la Carta, en el faldeo noroccidental de la Sierra del Aconquija.

Litología

Esta formación esta constituida por conglomerados de color gris oscuro a castaño rojizo. Los clastos son redondeados a subredondeados, tienen tamaño promedio de 10 a 20 centímetros de diámetro, llegando algunos al metro. La composición de ciertos clastos es esencialmente andesítica, aunque aparecen algunos de granitoides subordinados. La matriz es arenosa gruesa de color gris oscuro y se encuentra algo cementada por carbonatos. Presenta intercalaciones de areniscas finas a medianas, macizas, de color castaño claro a grisáceo (González y Barreñada, 1993).

Edad

Esta unidad ha sido asignada al Plioceno superior por Dal Molin *et al.* (2003).

V DEPÓSITOS SUPERFICIALES

UNIDAD LITOLÓGICA – Va

Conglomerados, Areniscas y Limos

Distribución Areal

Estos depósitos se encuentran en los valles intermontanos, al pie del faldeo oriental de las Cumbres de los Llanos, Santa Ana y Guasayán. Adquieren gran importancia en la depresión de Escaba y en el faldeo oriental de la sierra del Aconquija. Se encuentran al pie de las sierras, cubriendo las rocas del basamento, y coronando las mesetas y lomadas constituidas por las sedimentitas terciarias, protegiéndolas de la erosión.

Litología

Están constituidos por conglomerados caóticos gruesos, en su mayoría angulosos, de la misma composición que el basamento. Presenta intercalaciones de facies arenosas gruesas y esporádicamente algunos bancos de sedimentos finos. Los espesores varían desde el orden del metro hasta decenas de metros. A lo Largo del curso del río Los Sosa se observan cortes que exponen hasta 25 metros. Se estima que los espesores máximos son de unos 40 metros en los depósitos que se encuentran al pié del Aconquija.

Edad

El alto grado de disección que presentan los afloramientos y su posición estratigráfica, indica que son anteriores a los depósitos pedemontanos del Holoceno inferior, por lo que se le asigna a esta unidad, una edad pleistocena.

UNIDAD LITOLÓGICA - Vb

Depósitos Pedemontanos

Distribución Areal

Estas acumulaciones se extienden como una faja norte-sur, a lo largo de todo el piedemonte oriental del sistema serrano, relleno de espacios entre las lomadas formadas por los remanentes de las rocas terciarias. Su límite oriental es difícil de establecer, ya que la cobertura vegetal y el cultivo de los campos, ocultan todo tipo de afloramiento. Las mejores exposiciones se encuentran a lo largo de los márgenes de los ríos que atraviesan el piedemonte, como el Marapa, San Ignacio, Medina y Chirimayo; y los Arroyos Malpaso, Matazambi.

Litología

Sedimentos finos, limo-arcillosos de un fuerte color rojo, que presenta estructuras sedimentarias muy difusas, y con intercalaciones de conglomerados mal seleccionados.

Intercalaciones de bancos gravosos y arenas finas a medianas

Distribución Areal

Una vasta planicie aluvial, al norte del Río Marapa, se extiende con una suave pendiente hacia el Este, desde los depósitos pedemontanos hasta aproximadamente los 65° 00' al este

Litología

Esta constituida por arenas finas a medianas con esporádicas apariciones de pequeños rodados dispersos, que se hacen más importantes en profundidad, donde conforman bancos gravosos que intercalan a las arenas.

Edad

Estos depósitos se encuentran disectados por la actual red de drenaje, por lo que se los asigna al Holoceno inferior.

UNIDAD LITOLÓGICA - Vc

Loess

Distribución Areal

Extensas acumulaciones de loess se encuentran en toda la llanura tucumana, inclusive cubriendo los depósitos aluviales, donde se los ha despreciado en el mapeo. También aparecen importantes depósitos en los valles estructurales entre las cumbres de Humaya, Balcozna y Potrerillo, donde la erosión producida por el río Singuil y el corte del camino, descubren unos tres metros de depósitos loésicos con una base fluvial.

Litología

Los depósitos loésicos retrabajados están integrado por loess de color ligeramente rojizo a pardo con intercalaciones de arenas gruesas y gravas a distintas profundidades.

Edad

Markgraf y Bradbury (1982), sugieren que la sedimentación de estos materiales de origen eólico se produjo desde hace entre 6000 y 4000 años. Por lo tanto se consideran a estos materiales como de edad holocena.

UNIDAD LITOLÓGICA - Vd

Arenas y gravas

Distribución Areal

Los depósitos fluviales se encuentran confinados a fajas que atraviesan de oeste a este la Llanura tucumana. Están constituidos por sedimentos que fueron transportados y depositados por los ríos Salí, Colorado, Seco, Gastona, Chico, Medina Marapa, Matazambi,, San Ignacio y San Francisco.

Litología

Constituyen capas aluviales de gravas y arenas. Los clastos pertenecen a metamorfitas, granitoides y esporádicamente sedimentitas terciarias.

Edad

Estos depósitos están asociados a la actual red de drenaje, por lo que se los considera de edad holocena superior o reciente.

RECURSOS MINERALES

Arenas y Cantos Rodados - Cantera activa

Las principales fuentes de este recurso están en los lechos y márgenes de los ríos actuales tales como los ríos Colorado, Caspinchango, Mandolo, Seco, Marapa y San Ignacio. La extracción de arena y cantos rodados es muy modesta. La escasa producción está restringida a la demanda de los municipios, privados y en algunos casos a empresas constructoras o viales, cuando surgen necesidades de la obra pública.

En general se extrae arena en distintas granulometrías, con excepción de los ríos Marapa y Seco donde se recuperan además cantos rodados (gravas).

A la fecha, la firma Civimet tiene montada una pequeña planta de clasificación y lavado, localizada en la margen oeste del río Seco al sur del puente en la Ruta Nacional N°38.

UNIDAD LITOLÓGICA - Ve

Depósitos Salinos

Distribución Areal

Estos depósitos se forman en bajos de las planicies aluvial y eólica. Los más extensos aparecen entre las rutas provinciales 130 y 8, en el Salitral el Tranquilo. Otros depósitos de menor desarrollo areal se extienden hacia el SE desde Agua Salada, y al norte de Termas de Río Hondo, hasta Tagamapa. El resto de los depósitos se encuentran distribuidos en los alrededores del embalse Río Hondo.

Litología

Constituyen suelos de elevada salinidad.

4. Mapa Geomorfológico

4.1 Introducción

Para la elaboración del mapa geomorfológico se empleó la información geológica de base descripta en la Hoja Geológica 2766-IV "Concepción" (Dal Molin *et al.*, 2003), la documentación bibliográfica existente y el análisis de imágenes satelitales LANDSAT. Se tomó como base para la cartografía la carta de imagen satelital "Concepción" del Instituto Geográfico Militar.

En el área que cubre la carta se reconocen tres ambientes bien diferenciados por sus características geomorfológicas, litológicas y por su edad. En la porción occidental predomina el relieve labrado sobre rocas de basamento, metamorfitas y granitoides de edad precámbrica-cámbrica, y sedimentitas terciarias, constituido por bloques fracturados y elevados tectónicamente, donde los procesos de erosión, principalmente la actividad fluvial, han configurado el actual paisaje serrano. Hacia el este, se reconocen dos ambientes que son el resultado de la actividad agradacional fluvial y la acción eólica: el pedemontano y el de llanura respectivamente.

En general se trata de un paisaje compuesto, que se formó por procesos endógenos generadores de relieve y posteriormente modelado por la acción de procesos exógenos como la acción fluvial y eólica actual.

En el cuadro 6 se detallan las unidades geomorfológicas correspondientes a los ambientes serrano, pedemontano y de llanura, las geoformas que componen esas unidades y los principales procesos que les han dado origen.

Cuadro N° 6: Asociaciones y Unidades Geomorfológicas

Asociaciones Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas	Geoformas	Principales Procesos Actuantes	
Ambiente Serrano (Sierras Occidentales)	P ₁ Peneplanicie ascendida, basculada y disectada	Peneplanicie Valles Laderas cubiertas	Crioclastía, Deflación Erosión fluvial Remoción en masa	
	P ₂ Peneplanicie ascendida y desmembrada	Peneplanicie Laderas cubiertas Laderas descubiertas	Deflación Remoción en masa Erosión fluvial	
	P ₃ Relieve erosivo-gradacional glaciario y criogénico	Valles glacifluviales Circos Morenas	Acción glacial Remoción en masa Erosión fluvial	
Ambiente Serrano (Sierra de Guasayan)	G ₁ Peneplanicie disectada	Peneplanicie	Erosión fluvial	
	G ₂ Relieve erosivo sobre sedimentitas terciarias	Lomas Valles	Erosión fluvial Acción gradacional eólica y fluvial	
Ambiente Pedemontano	Relieve erosivo sobre materiales terciarios y cuaternarios	P ₄ Relieve erosivo sobre materiales cuaternarios	Lomas Erosión fluvial Remoción en masa	
		P ₅ Relieve erosivo sobre sedimentitas terciarias	Lomas Valles Erosión fluvial	
	Pedimentos	P ₆ Pedimentos Cubiertos	Pedimento	Erosión fluvial
		P ₇ Pedimentos Disectados	Pedimento	Erosión Fluvial
	P ₈ Niveles de Bajada Aluviales	Abanicos aluviales, terrazas y valles fluviales	Acción gradacional fluvial	

Valles Intermontanos	V ₁ Niveles de Bajada Aluviales	Depósitos aluviales	Acción agradacional fluvial Remoción en masa
	V ₂ Pedimentos cubiertos y disectados en materia loésica	Pedimento	Acción agradacional eólica y fluvial
	V ₃ Relieve erosivo en depósitos terciarios	Lomas Valles	Acción erosiva fluvial
Ambiente de Llanura	L ₁ Planicie Aluvial	Planos interfluviales Paleocauces	Acción agradacional fluvial
	L ₂ Planicie Aluvial disectada	Planos interfluviales Zonas deprimidas anegables	Acción agradacional fluvial
	L ₃ Planicie Loésica	Bajos	Acción agradacional eólico
	L ₄ Terrenos anegados	Zonas del perilago inundables	Anegamiento
	L ₅ Bajos Salinos	Bajos	Salinización
	L ₆ Fajas Fluviales	Planicies de inundación Terrazas aluviales Planos de divagación paleofluvial	Acción agradacional fluvial

4.2 Asociaciones Geomorfológicas

Ambiente Serrano

Los principales procesos responsables del modelado del paisaje serrano han sido los procesos tectónicos, que fallaron, elevaron y bascularon las rocas del basamento cristalino (ver mapa litológico). Estos procesos no actuaron simultáneamente con la misma intensidad en toda la zona montañosa de la Carta, lo que sumado al diferente tipo de litología y régimen paleoclimático originaron cordones montañosos más degradados que otros.

Durante los períodos de estabilidad tectónica predominó la acción erosiva fluvial, fuertemente influenciada por la estructura geológica, de modo que los valles siguen los principales lineamientos estructurales presentes en este ambiente.

Sierras Occidentales

Peneplanicie ascendida, basculada y disectada

Se ubica en el ámbito de la Sierra del Aconquija, en el noroeste de la carta, e incluye la zona cumbral y el faldeo oriental de la misma desde aproximadamente el río Los Sosa, al norte, hasta el río Cochuna al sur.

Corresponde a una superficie de planación regional, fundamentalmente debida al proceso erosivo fluvial (peneplanicie, en el sentido de Davis) labrado principalmente en metamorfitas precámbricas y granitoides del paleozoico inferior (Pereyra *et al.* 2002).

Debido a su elevación, entre 4000 y 5000 m.snm en las zonas más altas, y a las fuertes pendientes y precipitaciones que tienen lugar predominan los procesos de remoción en masa (flujos, deslizamientos, reptaje y soliflucción), la acción erosiva fluvial y los procesos de crioclastía.

Como consecuencia del alto grado de disección fluvial y glaciaria, el plano de erosión de la peneplanicie no se encuentra conservado en este sector, salvo en las partes más bajas de las laderas, donde el tiempo transcurrido desde que fuera denudada de los sedimentos que la cubrían ha sido menor. En el caso de los granitoides, estos manifiestan la acción de una meteorización profunda que tuvo lugar durante largos períodos de estabilidad geológica y bajo condiciones húmedas.

Peneplanicie ascendida y desmembrada

Esta unidad se ubica principalmente en el sector centro-occidental y sur-occidental de la carta. Constituyen sierras longitudinales que no superan los 2500 metros de altitud, con un núcleo ígneo-metamórfico que conforma bloques de rumbo NNO-SSE, volcados al este-noreste con ángulos cercanos a los 30°. Las sierras se caracterizan por poseer gran continuidad en sus líneas de cumbres, una sección asimétrica con la pendiente más abrupta hacia el oeste constituida por la escarpa de falla y el flanco oriental formado por una superficie muy regular, que constituye una característica heredada de una peneplanicie preterciaria. Esta peneplanicie se caracteriza por presentar un muy buen estado de conservación debido a las

condiciones climáticas imperantes durante la agradación terciaria que siguió a la erosión, tal como lo indican los depósitos de esa época, cuyos afloramientos sobreyacen a la peneplanicie en la base de las laderas (González Bonorino, 1950).

Las unidades orográficas que conforman este sector son: Cumbres de Santa Ana, de Narvaez, Silleta de Escaba, Silleta de Las Higueras, Cerro Quico, Cumbres de Los Pinos, de Potrerillo, de los Llanos, de Balcozna y Cumbrecita de Molle.

Los principales agentes actuantes son la erosión fluvial y los procesos de remoción en masa. Una característica interesante de los cordones longitudinales es el desarrollo arqueado que presentan algunos de ellos. Según González Bonorino (1950), esto puede deberse en parte a la acción erosiva de los ríos que los cortan, como es probablemente el caso de los cerros de los Alisos y Churqui; en otros casos, sin embargo, la curvatura es sin duda de carácter tectónico original.

Relieve erosivo agradacional glaciario y criogénico

Se ubica en la Sierra del Aconquija (Cordón de las Animas), en el ángulo NO de la hoja, en niveles altitudinales superiores a los 3500 msnm. En esta área sobresalen el Cerro Laguna Verde, Cerro Bolsón y el Abra del Toro, que se ubican a más de 4500 metros de altura.

Streker *et al.* (1987), estudió la morfología glaciaria en los cordones del Aconquija, Cumbres Calchaquíes y Quilmes concluyendo que la orientación predominante de los valles glaciarios probaba la influencia de vientos húmedos del este en la generación de englazamientos.

Las principales geoformas resultantes de la actividad glaciaria son circos, artesas y morenas. Estas últimas ocupan la parte elevada de los valles, al pie de los circos (González Bonorino, 1951). Esta zona ha sido afectada por procesos glacifluviales y de remoción en masa, principalmente reptaje (geliflujión y soliflujión) y meteorización física por congelifración. Entre las geoformas criogénicas asociadas a procesos de remoción en masa se destacan los glaciares de escombros que fueron inventariados para la región del borde oriental de la Sierra del Aconquija por Ahumada *et al.* (2002). Los glaciares de escombros son mesoformas sedimentarias constituidas por rocas y detritos congelados, con presencia de hielo intersticial y lenticular, que se mueven lentamente (1-150 cm/año) pendiente abajo por deformación plástica y reptación del permafrost.

Sierra de Guasayan

Peneplanicie Disectada

La peneplanicie disectada se encuentra ubicada al sudeste de la carta en la provincia de Santiago del Estero y abarca el extremo norte de la Sierra de Guasayan. Constituye un cordón angosto y elongado de rumbo meridiano de 40 km de longitud, que se extiende desde la Estancia El Simbolar, al sur, hasta el paraje de El Martirizado al norte. Presenta alturas máximas de 600 msnm, conformando una estructura de bloque volcado hacia el oeste. La línea de cumbres tiene rumbo prácticamente N-S con una pendiente suave hacia el este, la cual constituye el plano de erosión de la antigua peneplanicie exhumada (Battaglia, 1982).

Relieve Erosivo sobre Sedimentitas Terciarias

Esta unidad se relaciona con los afloramientos de sedimentitas de edad miocena y pliocena que se encuentran ubicadas en las inmediaciones de la sierra de Guasayan. Presentan un relieve de lomadas relicticas, que no superan los 500 metros y que han sido cubiertos por sedimentos cuaternarios de potencia variable, de origen principalmente eólico (loess).

Valles Intermontanos

Son valles subsecuentes, elongados, con dirección NO-SE y NNO-SSE. Los de mayor extensión son los valles del río Chavarría (entre la Cumbre de Narváz al oeste y la Cumbre de Santa Ana al este), Singuil (entre la Silleta de las Higueras al oeste y la silleta de Escaba al este) y tramo superior del río Singuil-río Los Puestos (entre la sierra de Humaya al oeste y la Cumbre de Balcozna al este). Este último se encuentra dividido en dos cuencas por los Altos del Singuil. Al norte, el tramo superior del río Singuil, de rumbo N-S y drenaje sur, presenta un quiebre pronunciado en su recorrido entre las cumbres de las Higueras y Balcozna, para desembocar hacia el norte en el embalse Escaba. Al sur de los Altos, nace el río Los Puestos, que drena hacia el sur con rumbo N-S.

Niveles de Bajada Aluviales

Esta unidad abarca principalmente los niveles de bajada aluviales que se observan en las laderas occidentales de la Cumbre de Balcozna, en el valle del río Los Puestos, y del extremo norte de las Cumbres de Narváz en el valle del río El campo, ambos ubicados en la provincia de Catamarca. Se encuentran conformados por depósitos de agradación fluvial (conos aluviales) y de remoción en masa (flujos densos y deslizamientos).

Pedimentos cubiertos y disectados en material loésico

Constituyen geoformas poligénicas desarrolladas en material de origen eólico distribuidos en los valles intermontanos de la carta. Los sedimentos de origen eólico en algunos casos responden a depósitos de loess típico y en otros a loess retrabajado. Estos materiales podrían ser correlacionados con los niveles loésicos de la Formación Tafi del Valle (Collantes *et al.* 1993) cuya edad fue asignada al Pleistoceno tardío. Según Sayago (1998), en los valles intermontanos de Tafi, Balcozna y Singuil, la mayor acumulación de los depósitos loésicos aparece siempre en las laderas a "sotavento" de la dirección predominante de transporte, en este caso S/SE.

Los pedimentos disectados o de erosión se los observa asociados a grandes paquetes de material loésico, mientras que los pedimentos cubiertos se encuentran asociados a secuencias alternantes de material aluvial con capas de loess que evidencian períodos alternantes húmedos y secos.

Relieve Erosivo sobre Depósitos Terciarios

Se caracteriza por presentar un relieve compuesto por lomas y pequeños valles productos de la erosión fluvial y labrados sobre depósitos de edad miocena, compuestos por areniscas, limolitas, arcilitas y tobas. Tienen amplia distribución en el sector del embalse de Escaba y en menor medida en otros valles intermontanos como el de Balcozna.

Ambiente Pedemontano

Constituye un ambiente de transición entre el ambiente serrano, caracterizado por los cordones montañosos que presentan un marcado control estructural y que se encuentran ubicados al oeste, y el ambiente de llanura conformado por la planicie aluvial, aluvial disectada y loésica que se desarrollan hacia el este.

Las geoformas típicas que se observan y que responden a tres niveles de agradación pedemontana son: superficies de erosión desarrolladas sobre depósitos terciarios y cuaternarios, pedimentos (cubiertos y de erosión) y niveles de bajada (conos aluviales y valles fluviales).

Relieve erosivo sobre materiales terciarios y cuaternarios

Esta unidad está compuesta por antiguos niveles de pedimentación o superficies de aplanamiento, conformados por materiales de edad terciaria que fueron afectados por los procesos tectónicos correspondientes a la orogenia Andina y cubiertos, parcial o totalmente, por depósitos de edad cuaternaria. Suelen conformar un relieve ondulado, compuesto por colinas disectadas por acción fluvial y cuyas pendientes generales rondan el 12%.

Los materiales cuaternarios se encuentran coronando las mesetas y lomadas constituidas por las sedimentitas terciarias y en donde se observan varios niveles, ya que al encontrarse apoyando sobre rocas muy friables y bajo un clima húmedo, han sido sometidos a una constante removilización. (Dal Molin *et al.* 2003).

Pedimentos

Constituyen geoformas poligenéticas erosivas que alcanzan su mayor extensión en el sector centro-oeste de la Carta. Responden a un segundo nivel de pedimentación como resultado de los ascensos neotectónicos ligados al frente de corrimiento de los cordones montañosos durante los últimos episodios de la Orogenia Andina (Fase Diaguita: 2,1 Ma)

Los pedimentos son superficies subhorizontales ubicados al pie de las sierras y que inclinan suavemente aguas abajo con pendientes que varían entre 5 y 8%.

Los niveles de agradación pedemontana que se encuentran muy disectados por la acción fluvial fueron denominados pedimentos disectados, mientras que aquellos que presentan una cubierta detrítica de moderado espesor reciben el nombre de pedimentos cubiertos. Por lo general, estos últimos suelen conformar una serie de lomadas bajas con cúspides conspicuas.

Niveles de Bajada Aluviales

Constituye una unidad elongada en sentido norte-sur, suavemente ondulada, de poca pendiente y adosada al pie de los principales cordones montañosos de la región, Sierra del Aconquija y Cumbres de Santa Ana y Los Llanos. Se extiende hacia el este pasando en forma transicional al ambiente de llanura (planicie aluvial), cuyo límite coincide aproximadamente con la curva de nivel de 400 msnm.

Se encuentra conformada por conos aluviales actuales y pasados y los tramos superiores de los ríos y arroyos que descienden del sector occidental. Son depósitos de origen aluvial que se encuentran cubiertos por sedimentos loessicos de potencia variable, pero en general inferior a los 2 metros (González Bonorino, 1951).

Ambiente de Llanura

Es el ambiente de mayor distribución areal dentro de la Carta y está compuesta por la planicie aluvial, planicie aluvial disectada y fajas fluviales, de dominio agradacional fluvial que se encuentran ubicadas principalmente en el sector central, y la planicie loésica de dominio agradacional eólico ubicada en el sector oriental de la Carta.

La distribución de estas unidades está controlada principalmente por las variaciones topográficas y climáticas que se observan en sentido oeste-este. Otras unidades presentes son los terrenos anegados ubicados en el sector del perillago del embalse Río Hondo y los bajos salinos de la provincia de Santiago del Estero.

La transición del ambiente pedemontano al ambiente de llanura se caracteriza por un marcado cambio de la pendiente, que pasa de un 5 a 10 % en la zona del ambiente pedemontano a un 1 % en la llanura aluvial y a menos de 1 % en la zona de la llanura aluvial disectada. Como consecuencia de este quiebre, los cursos fluviales sufren una gran pérdida de energía, lo que se traduce en una activa depositación, generando un ambiente agradacional fluvial típico.

Planicie Aluvial y Planicie Aluvial Disectada

Estas unidades, dominadas por la acción agradacional fluvial, se encuentran asociadas y limitan al occidente con el ambiente pedemontano. El límite sur se encuentra en las proximidades del río Marapa y el límite oriental está ubicado a la altura del embalse Río Hondo y del Arroyo Mixta. Hacia el este las geoformas fluviales son menos evidentes y dan paso a un ambiente de agradación eólica.

La planicie aluvial abarca una extensa área de baja pendiente que inclina hacia el este en dirección al bajo de Río Hondo, sector a donde confluyen los principales ríos del sur de la provincia de Tucumán.

Conjuntamente con la planicie aluvial disectada, ubicada al oriente de la primera, corresponden a la denominada "Llanura Aluvial" de Sayago *et al.* (1984). Estos autores diferencian un ambiente predominantemente fluvial, al norte del río Marapa, de la zona ubicada al sur, donde las geoformas fluviales se encuentran atenuadas por la disminución de las precipitaciones. La planicie aluvial está dominada por la acción agradacional de los cursos fluviales, que pasan de tener hábitos entrelazados en el sector pedemontano a tener hábitos meandriformes al ingresar a este ambiente, como respuesta a la disminución de la pendiente.

Hacia el este, la densa red de drenaje aumenta su frecuencia y se torna más divagante al entrar en el sector deprimido que corresponde a la planicie aluvial disectada.

La planicie aluvial disectada constituye una región suavemente ondulada con débiles depresiones y que se encuentra disectada por un gran número de cursos fluviales y paleocauces recientes. La pendiente regional del sector ronda el 0,5% y coincide en gran parte con la denominada "Llanura Deprimida" de Zuccardi y Fadda (1972).

Una característica de la planicie aluvial disectada es la presencia de bajos anegadizos en las superficies de interfluvios (ver figura 3). El anegamiento de estos sectores se puede producir por el escurrimiento normal del agua de origen pluvial o fluvial (en la época de crecientes), de los sectores más altos hacia las depresiones, o por la elevación del nivel freático que en muchas zonas suele encontrarse a menos de 1 metro de la superficie del terreno (foto 1). Un proceso asociado al anegamiento de los terrenos es la salinización de los suelos. Este proceso tiene lugar gracias a la presencia de un sustrato loésico, el cual determina que tanto el agua de la freática como el agua de escurrimiento, que lava la superficie de los terrenos mas elevados, presenten un quimismo salino-alkalino. Cuando estas aguas se ven retenidas en las zonas bajas se produce la concentración y precipitación de las sales por evapotranspiración (foto 2).

En el sector noreste de la planicie aluvial se desarrolla la planicie de divagación del río Salí (Sayago *et al.* 1984), la que se extiende desde el curso actual hacia el este hasta aproximadamente la línea del Ferrocarril Mitre. Según estos autores la orientación y el grado de inactividad de los paleocauces dispersos en la planicie, indicaría que en el pasado el río Salí derivó hacia el suroeste, probablemente por influencias tectónicas.

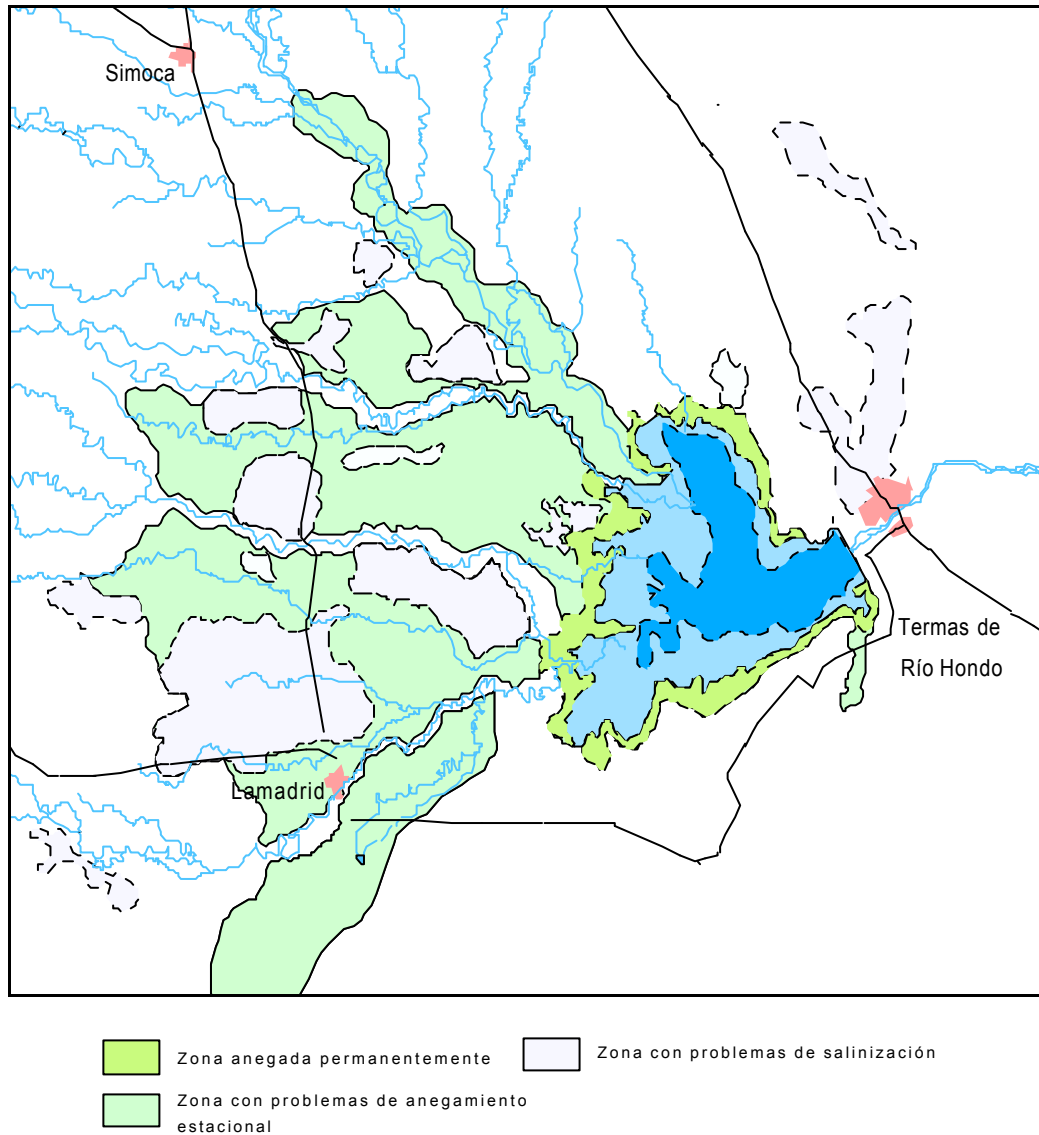


Figura 3: Zonas afectadas por procesos de anegamiento y salinización en la planicie aluvial disectada (escala aproximada a 1:320.000)

Fajas Fluviales

Bajo esta denominación fueron agrupados las geoformas de los principales ríos de la planicie aluvial y aluvial disectada y que corresponden a: planicies de inundación, terrazas, paleocauces y planicies de divagación fluvial recientes.

La red de drenaje se caracteriza por presentar una serie de cursos fluviales principales, que responden a un marcado control estructural, y a cursos menores que se desarrollan principalmente en el sector de la planicie aluvial disectada.

El río de mayor importancia es el Salí, el cual nace en el norte de la provincia de Tucumán y la atraviesa con sentido general norte-sur hasta entrar dentro de los límites de la carta donde sufre un giro hacia el sudeste. Este río recibe el aporte de los ríos Colorado, Famaillá, Aranillas y Seco. Hacia el sur se desarrollan, de norte a sur, los ríos Gastona, Medina-Chico, Marapa y San Ignacio. Las características de sus cuencas se encuentran descritas en el capítulo de hidrología superficial de la presente contribución.

Los diseños de drenaje actuales que muestran a la salida del piedemonte un claro control estructural, dan paso hacia el este a una dinámica fluvial-construccional representada por formas (actuales y pasadas) de divagación fluvial tales como meandros abandonados, lagunas semilunares, pantanos fluviales y planos de anegamiento estacional, particularmente bien expresadas en el curso medio de los ríos Seco, Gastona, Chico y Marapa-San Ignacio (Sayago *et al.* 1998).

Estos cursos fluviales confluyen en el embalse Río Hondo. En este sector, y debido al cambio de base que experimentan los ríos que desaguan en el embalse como consecuencia de la activa sedimentación en la "cola" del mismo, se observaron una serie de avulsiones o desbordamientos de los cauces originales en los ríos Medinas-Chico y en la zona de desembocadura de los ríos Salí y Gastona. Estos fenómenos fueron estudiados por diferentes autores en los últimos años (Sayago y Toledo 1995, Toledo *et al.* 2001 y Georgieff *et al.*, 2002)

Hacia el este, el principal curso fluvial es el río Dulce que se encuentra a la salida del embalse Río Hondo, tiene rumbo oeste-este y se observan dos niveles de terrazas bien diferenciables que no fueron demarcados por razones de escala.

Terrenos Anegados

Se ubican en el sector del perillago del embalse Río Hondo y constituyen verdaderos "humedales" que se formaron como consecuencia de la acción del cambio de nivel de base, que generó la construcción del embalse, en los cursos fluviales y en el escurrimiento general de los terrenos adyacentes. Se caracteriza por la presencia de materiales de origen fluvial con altos contenidos de materia orgánica provenientes de los principales ríos del sur tucumano. Los suelos que se forman a partir de estos materiales en este sector suelen tener graves problemas de hidromorfía, mientras que la vegetación suele ser hidrófila (con tipos de especies asociadas a medios acuáticos y semiacuáticos).

Planicie Eólica y Bajos Salinos

Es la unidad de mayor extensión areal dentro del ámbito de la Carta, abarca todo el sector oriental de la misma. Corresponde a una unidad geomórfica en la cual los depósitos aluviales provenientes del sector serrano occidental han sido cubiertos por capas o mantos loésicos de espesor variable.

El relieve general del área se caracteriza por presentar una serie de lomadas suaves con valles de fondo plano, y en donde la depositación de los materiales eólicos ha contribuido a la atenuación del relieve preexistente.

En el extremo suroeste de esta unidad, en los alrededores de la localidad de Taco Ralo y al sur del embalse Río Hondo, se observa una alternancia de sedimentos loésicos con sedimentos aluvio-eólicos integrados por limos con gravilla fina intercalada. Estos últimos provendrían del sector norte de la Sierra de Guasayan.

La morfología de este sector esta dominada por formas paleofluviales aisladas alternantes con extensos planos de origen eólico cuya génesis refleja tanto el aporte loésico desde el sur y suroeste durante el Pleistoceno tardío y el Holoceno (Sayago, 1985), como la influencia de períodos áridos relativamente recientes, caracterizados también por una dinámica de acumulación-sedimentación eólica (Sayago *et al.* 1998).

Los bajos salinos tienen lugar en diferentes sectores de la planicie loésica, principalmente en la provincia de Santiago del Estero y en las adyacencias del embalse Río Hondo, y se encuentran relacionados a paleocauces y bajos topográficos. La presencia de un déficit hídrico marcado durante la mayor parte del año, como consecuencia de las bajas precipitaciones y la gran evapotranspiración reinante en el sector, generan la acumulación de sales en superficie. Dentro de los límites de la Carta se destaca el "salitral El Tranquilo", ubicado al noreste de la misma.



Foto N° 1: Zona inundada de la planicie aluvial disectada



Foto N° 2: Área salinizada en la localidad de Atahona

5. Mapa de Suelos

5.1 Introducción

Las principales unidades de suelos fueron representadas en base a su distribución en el paisaje, teniendo en cuenta las unidades geomorfológicas descritas en el capítulo anterior. La confección del mapa de suelos fue realizada en base a la interpretación de imágenes satelitales LANDSAT (años 1986 y 1995), datos locales obtenidos en el campo y a trabajos sobre cartografía de suelos previos, realizados a escala de reconocimiento, por diferentes autores (Zucardi y Fadda 1972, Vargas Gil 1990, Sayago *et al.* 1998 y Puchulu y Sayago, 1999).

Para la clasificación de los distintos tipos de suelos se siguieron los criterios taxonómicos utilizados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (Soil Survey Staff, 1998), reconociéndose suelos pertenecientes a 5 órdenes principales: Molisoles, Inceptisoles, Entisoles, Alfisoles y Aridisoles (ver cuadro n° 7). A su vez dentro de éstos se han diferenciado 17 Grandes grupos de acuerdo al cuadro n° 7. El nivel de clasificación al que se llegó es la de Subgrupo.

A los fines del mapeo de los suelos, estos fueron agrupados en 8 unidades cartográficas principales y a su vez desagregadas en subunidades, en donde cada subunidad se encuentra conformada por una asociación de suelos específica y relacionada con las unidades de paisaje determinadas previamente (cuadro n° 8).

Por último se confeccionó un perfil esquemático en donde se representa la variación de los órdenes taxonómicos principales que se observa en sentido O-E, desde las Cumbres de Narváez hasta la Ruta N° 9, y su relación con el régimen de humedad de los suelos (figura 4).

SEGEMAR-IGRM
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPO
Molisoles	Udoles	Argiudoles	Típicos
		Hapludoles	típicos, tapto argicos, énticos, acuicos.
	Ustoles	Argiustoles	líticos, acuicos
		Haplustoles	líticos, údicos, tapto argicos, típicos, fluvénticos, énticos.
		Paleoustoles	Údicos
		Natrustoles	Acuicos
	Entisoles	Fluventes	Udifuventes
Ustifuventes			Típicos
Ortentos		Torriortentos	típicos, xéricos, líticos.
		Ustortentos	típicos, líticos.
Inceptisoles	Udeptes	Distrudeptes	líticos, líticos húmicos
	Usteptes	Distrusteptes	Líticos
Alfisoles	Acualfes	Natracualfes	Típicos
	Udalfes	Hapludalfes	últico s
	Ustalfes	Haplustalfes	Típicos
		Natrustalfes	Salídicos
Aridisoles	Cambides	Haplocambides	Líticos

Cuadro N° 7: Clasificación de los Suelos presentes dentro del área cubierta por la Carta de Líneas de Base Ambiental "Concepción".

SEGEMAR-IGRM
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

Unidad Cartográfica	Subunidad Cartográfica	Suelos Dominantes
A. Suelos de los Valles Intermontanos	A ₁ Suelos de los Valles de Singuil y Balcozna	Ustortentes líticos, Ustifluventes típicos, Haplustoles énticos, Paleoustoles údicos, Haplocambides líticos
	A ₂ Suelos de la Silleta de Escaba	Ustortentes típicos, Ustifluventes típicos, Ustifluventes mólicos, Argiustoles típicos, Paleoustoles údicos
B. Suelos de las Sierras Pampeanas	B ₁ Suelos del Sector Montañoso Húmedo	Sector Centro-Norte: Distrudeptes líticos, Distrudeptes líticos húmicos, Hapludoles típicos y énticos Sector Sur: Distrudeptes líticos, Haplustoles énticos
	B ₂ Suelos del Sector Montañoso Seco	Ustortentes líticos, Torriortentes líticos, Torriortentes típicos Haplustoles líticos, Argiustoles líticos,
	B ₃ Suelos desarrollados sobre depósitos glaciares	Criortentes líticos, Torriortentes xéricos
C. Suelos Ubicados en Niveles de Agradación Pedemontana	C ₁ Sector Centro-Norte	Distrudeptes líticos y líticos húmicos, Hapludoles énticos
	C ₂ Sector Sur	Distrudeptes típicos, Distrudeptes líticos, Haplustoles énticos,
D. Suelos de Niveles de Bajada y Planicie Aluvial	D ₁ Sector Centro-Norte	Argiudoles típicos, Hapludoles tpto árgicos, Hapludoles típicos, Udifluventes mólicos, Udifluventes típicos.
	D ₂ Sector Sur	Haplustoles údicos, Argiustoles údicos, Haplustoles tpto argicos
	D ₃ Sector Noreste	Haplustoles údicos, Haplustoles tpto árgicos, Ustifluventes típicos.
E. Suelos de Planicie Aluvial Disectada y Sector del Perilago	E ₁ Zona de Interfluvios	Haplustoles típicos y fluvénticos, Haplustoles cumúlicos.
	E ₂ Zonas Anegables	Argiustoles ácuicos Haplustoles ácuicos, Haplustales típicos, Natracualfes típicos.
	E ₃ Zonas Salinizadas	Haplustales típicos salinos, Natrustales salídicos, Haplustoles salídicos.
F. Suelos de la Planicie Loésica	F ₁ Sector del Sudeste Tucumano	Haplustoles údicos, Haplustoles tpto árgicos, Ustifluventes típicos, Haplustoles fluvénticos, Natracualfes típicos
	F ₂ Sector Santiagueño	Haplustoles típicos, Haplustoles énticos, Ustortentes típicos.
G. Suelos de la Sierra de Guasayan		Haplustoles típicos, Haplustoles údicos, Ustifluventes típicos, Ustortentes típicos.
H. Suelos ubicados en las Fajas Fluviales		Haplustoles fluvénticos, Ustifluventes típicos, Hapludoles énticos.

Cuadro N° 8: Unidades cartográficas principales

5.2 Descripción General

Unidad A: Suelos de los Valles Intermontanos

Esta unidad fue dividida con fines descriptivos en dos subunidades principales que son: Suelos de los Valles de Sínguil y Balcozna y Suelos del sector de Escaba. El criterio para su división se basa en los diferentes regímenes de humedad que presentan los suelos de los valles intermontanos como consecuencia de su posición topográfica y de su posición con respecto a la dirección de los vientos húmedos. De esta forma, en los valles de Sínguil y Balcozna, que se encuentran rodeados por cordones montañosos de hasta 2500 m.snm, predomina un régimen de humedad que gradúa desde Ustico a Aridico, es decir son suelos que permanecen en condiciones de sequedad la mayor parte del año como consecuencia de que los vientos húmedos provenientes del sur no alcanzan a superar la barrera orográfica que los rodea. En el caso de los suelos ubicados en la Silleta de Escaba, que constituye una depresión ubicada en sentido NO-SE lo que favorece la entrada de los vientos húmedos, presentan un régimen de humedad Ustico, es decir con humedad suficiente en el suelo en el momento apropiado para el crecimiento de la vegetación natural de la zona representada por la selva montana basal (ver capítulo de vegetación).

Suelos de los Valles de Sínguil y Balcozna

Los suelos que predominan en esta unidad pertenecen al Orden de los Entisoles, que son suelos con escaso desarrollo edáfico, poco profundos y con perfiles del tipo A-C o A-C-R. Dentro de este Orden, los Ustortentes líticos constituyen suelos pedregosos y someros que se desarrollan en los faldeos con alta pendiente y en zonas de acumulación de depósitos conglomerádicos. En los sectores bajos con predominio de material fluvial, se desarrollan Ustifluventes típicos caracterizados por presentar secuencias alternantes de material aluvial. Se los suele observar en los niveles de bajada aluvial, cauces incipientes, planicie de inundación y terrazas fluviales.

Los suelos pertenecientes al Orden Aridisol, se encuentran representados por Haplocambides líticos caracterizados por presentar un contacto neto con la roca a una profundidad de no más de 50 cm. Se encuentran en las zonas de las quebradas secas y en los planos de niveles de bajada aluvial.

En los sectores más húmedos y de menor pendiente de la zona se pueden desarrollar Molisoles en forma muy restringida, así se pueden observar Haplustoles énticos y Paleoustoles údicos. Estos últimos corresponden a suelos ubicados en zonas de pedimentos y constituyen suelos antiguos con horizontes argílicos en profundidad y que se formaron bajo un régimen paleoclimático údico.

Suelos del Sector de Escaba

En el sector de la Silleta de Escaba se observan suelos pertenecientes a dos Ordenes principalmente que son Molisoles y Entisoles. Los primeros se encuentran subordinados a la zona de planicies y en sectores de terrazas representados por Argiustoles típicos y por Paleoustoles údicos.

Los Entisoles se encuentran en los cursos fluviales principales de la zona (río Singuil, Chavarría, Las Moras, El Chorro etc.), representados por Ustifluventes típicos y mólicos. En los sectores de los faldeos predominan los Ustoretentes típicos.

Unidad B: Suelos de las Sierras Pampeanas

Esta unidad se extiende como una franja de rumbo meridional, abarcando el sector occidental de la Carta en el límite entre las provincias de Tucumán y Catamarca. Las unidades morfoestructurales principales del sector son la Sierra del Aconquija y el área serrana del sudoeste tucumano.

Esta unidad se encuentra conformada por tres subunidades que son:

- B₁ Suelos del Sector Montañoso Húmedo
- B₂ Suelos del Sector Montañoso Seco
- B₃ Suelos desarrollados sobre depósitos glaciares

Suelos del Sector Montañoso Húmedo

Esta subunidad se ubica en el faldeo oriental húmedo de los cordones montañosos del oeste de la Carta y se extiende entre los 800 y los 1.700 msnm. La vegetación se encuentra representada por la Selva Montana y el Bosque Montano.

Los suelos dominantes pertenecen al Orden Inceptisol, que son suelos poco evolucionados, algo más que los entisoles, que presentan por lo general un epipedón umbrico, oscuro, rico en materia orgánica y que se ubican en los sectores de laderas con altas pendientes protegidos por la cubierta selvática. Debido a las altas pendientes, suelen ser suelos poco profundos con secuencias de tipo O-A-R o O-A-C-R (ver foto n° 3).

Dentro de éstos, se encuentran los Distruptes líticos y líticos húmicos y los Distruptes líticos. El cambio del régimen de humedad del suelo, de un régimen Udico a un régimen Ustico, se debe a la disminución de las precipitaciones que se observa hacia el sur del sector. Este cambio se hace evidente a partir del embalse Escaba hacia el sur.

En los sectores de las quebradas y en las zonas con menor pendiente se desarrollan molisoles representados por Hapludoles énticos (en el sector Centro-Norte) y Haplustoles énticos (en el sector sur).

Suelos del Sector Montañoso Seco

El área cubierta por esta subunidad abarca a los suelos ubicados en la región montañosa occidental que se desarrollan entre los 1700 y los 3.500 msnm. La vegetación típica de este sector está caracterizada por la presencia de pastizales de altura que alternan con relictos de bosque montano y arbustales.

Los suelos dominantes del sector corresponden a entisoles, observándose Torriortentes líticos y típicos y Ustortentes líticos. Los Torriortentes líticos son suelos con secuencias del tipo A-C-R o A-AC-C y cuyo espesor es inferior a 50 cm desarrollados bajo un régimen de humedad tórrico y que presentan abundantes piedras en el perfil y en superficie. Se desarrollan en los sectores de laderas y en zona de conos aluviales. Los Torriortentes típicos presentan mayor

desarrollo, compuestos por espesas acumulaciones de sedimentos gruesos areno-pedregosos expuestos en diferentes niveles topográficos. Son comunes de observar en las vías de escurrimiento.

Los Ustortentes líticos se ubican en los faldeos cuyo rasgo distintivo es el relieve pronunciado y la abundancia de pedregocidad. Presentan un régimen de humedad Ustico.

En los sectores de menor altura, generalmente en la zona de transición entre el bosque montano y los pastizales de altura, y de relieve suavizado pueden observarse molisoles que reponen a Argiustoles líticos y Haplustoles líticos. Constituyen suelos más evolucionados que los entisoles antes citados.

Suelos desarrollados sobre depósitos glaciares

Tienen lugar en los sectores montañosos de mayor altura, a partir de los 3500 m.snm, en donde se observan geoformas glaciares/periglaciares y los materiales se encuentran afectados por procesos criogénicos.

Predominan entisoles que responden a Criortentes líticos y Torriortentes xéricos. Los Criortentes líticos se caracterizan por presentar un régimen de temperatura media anual del suelo superior a 0° C pero inferior a 8° C y un contacto lítico neto a menos de 50 cm de profundidad. En sectores menos fríos y desarrollados sobre depósitos coluviales se observan Torriortentes xéricos.

Unidad C: Suelos Ubicados en Niveles de Agradación Pedemontana

Constituyen suelos desarrollados sobre los pedimentos, cubiertos y de erosión, que se ubican en los frentes serranos. En general afectan a sedimentitas de edad terciaria que presentan una cobertura de material aluvial gruesa sobre la que actúan los procesos pedogenéticos que permiten del desarrollo de los suelos.

Taxonómicamente, los suelos desarrollados sobre estas geoformas responden a Inceptisoles y Molisoles. A los fines descriptivos, y en base al régimen de humedad de los suelos, se los dividió en dos regiones:

C₁ Sector Centro-Norte

En este sector predomina un régimen de humedad del suelo del tipo Udico. Los inceptisoles se encuentran representados por Distrudeptes líticos y líticos húmicos que se desarrollan sobre los faldeos. Dentro del orden Molisol, tienen lugar Hapludoles énticos en los sectores de relieve suavizado.

C₂ Sector Sur

Constituyen suelos similares a los descriptos para la región Centro-Norte pero con menor contenido hídrico en el perfil. Se observan Distrustepes típicos y líticos, pertenecientes al orden Inceptisol, y Haplustoles énticos que corresponden a molisoles.

Unidad D: Suelos de Niveles de Bajada y Planicie Aluvial

Los suelos ubicados en esta unidad constituyen los de mayor productividad, conjuntamente con los ubicados al oeste de la planicie aluvial disectada, de la provincia de Tucumán. Son suelos profundos y oscuros, bien estructurados y con altos contenidos de materia orgánica (superior al 1%) y que taxonómicamente pertenecen al orden Molisol. Se distribuyen en un paisaje de piedemonte y conos aluviales, que se extiende en una franja paralela al relieve serrano, y que a medida que se avanza hacia el este va perdiendo pendiente hasta entrar en un ambiente de llanura propiamente dicho.

Se trata de suelos desarrollados sobre material loésico que descansa sobre acumulaciones de material aluvial.

Subordinadamente en los sectores de vías de escurrimiento, que descienden de las zonas serranas, aparecen entisoles que responden al suborden de los fluventes.

Esta unidad fue dividida en tres subunidades que responden a sectores que presentan regímenes de humedad diferentes:

- D₁ Sector Centro-Norte
- D₂ Sector Sur
- D₃ Sector Noreste

Sector Centro-Norte

Se extiende desde el límite norte de la Carta hasta la altura del río San Francisco, al sur. Su límite oeste está dado por la región serrana y hacia el este se adentra hasta la zona de la planicie aluvial disectada.

Los suelos desarrollados en este sector responden a Argiudoles típicos, Hapludoles típicos y Hapludoles taptó árgicos. Los Argiudoles típicos son suelos que presentan un epipedón mólico y un horizonte subsuperficial argílico, que se forman bajo un régimen de humedad údico, con una secuencia de horizontes de tipo A-E-Bt₁-Bt₂-C. El horizonte A corresponde al epipedón mólico y el horizonte Bt es el horizonte subsuperficial argílico. El sufijo t indica la presencia de material arcilloso iluvial que se encuentra conformando pequeñas películas entre los agregados y que reciben el nombre de cutanes.

Los Hapludoles taptó árgicos se encuentran cubriendo a antiguos suelos con características argílicas y presentan una secuencia de tipo A-B-2Bt-2C.

En el caso de los Hapludoles típicos las secuencias que se observan son A-B-B₂-C.

Los entisoles de este sector se desarrollan en la zona de piedemonte, en las zonas de conos aluviales y vías de escurrimiento menores, y están representados por Udifluventes mólicos y típicos. Es característica de estos suelos la alternancia de capas aluviales conformando numerosas discontinuidades dentro de los perfiles.

Sector Sur

Se extiende desde el río San Ignacio, al norte, hasta el límite sur de la Carta que coincide aproximadamente con el límite entre las provincias de Tucumán y Catamarca. Constituye un sector con una precipitación media anual que ronda los 700 mm, lo que trae aparejado que el régimen de humedad de los suelos de la zona se encuentre entre Ustico y Udico. Este hecho queda evidenciado en los suelos que se observan y que responden a Argiustoles údicos, Haplustoles údicos y Haplustoles tpto árgicos.

En el caso de los Argiustoles údicos presentan una secuencia de tipo A-Bt-Ck. El epipedón es mólico oscuro y el Bt es un horizonte argílico bien estructurado. Por debajo de los 80 cm de profundidad suelen presentar carbonatos libres.

Sector Noreste

Constituye un sector de transición entre la planicie aluvial húmeda y la planicie loésica seca que se extiende hacia la provincia de Santiago del Estero.

Los suelos presentes en este sector responden a Molisoles con un régimen de humedad ústico: Haplustoles údicos y Haplustoles tpto árgicos. En los sectores de dominio fluvial tienen lugar entisoles representados por Ustifluventes típicos.

Unidad E: Suelos de la Planicie Aluvial Disectada y Sector del Perilago

La planicie aluvial disectada constituye una zona suavemente ondulada y deprimida ubicada al sureste de la provincia de Tucumán. Esta área se caracteriza por una dinámica fluvial muy activa y la presencia de planos anegables y sectores salinizados asociados a los mismos que actúan como limitantes para el uso de los suelos de la región.

La marcada variabilidad edáfica que se evidencia en este sector, como consecuencia de la confluencia de distintos procesos geomorfológicos que tienen lugar, ha llevado a la necesidad de dividir al sector en tres zonas principales, en base a las características morfológicas y edafológicas que predominan en cada una de ellas y que son: zona de interfluvios, zona anegables y zonas salinizadas.

Zonas de Interfluvios

Los suelos de esta zona se desarrollan en los planos interfluviales ubicados hacia el oeste de la planicie aluvial disectada. Constituye un área sin déficit hídrico marcado y en donde el cultivo es factible con prácticas adecuadas para evitar la erosión.

Taxonómicamente los suelos del área pertenecen al orden Molisol, con un régimen de humedad ústico, observándose Haplustoles típicos, Haplustoles fluvénticos y Haplustoles cumúlicos.

Los Hasplustoles típicos presentan una secuencia de horizontes del tipo A-Bk-Ck. Tienen epipedón mólico y horizonte subsuperficial cambico, con carbonatos libres que se manifiestan por lo general a partir de los 50 cm de profundidad. Están desarrollados sobre material loésico en sectores no inundables.

Los Haplustoles fluvénticos suelen desarrollarse en las zonas cercanas a las fajas fluviales que atraviesan la planicie aluvial disectada y en pequeños cauces que surcan los planos interfluviales.

En el caso de los Haplustoles cumúlicos, tienen lugar en zonas bajas en donde reciben el aporte de materiales finos al perfil.

Zonas Anegables

Son zonas bajas e inundables, que pueden quedar anegadas como consecuencia del desborde de los ríos, por agua pluvial o por ascenso de la napa freática.

Aquellos sectores que se inundan por desbordamiento de los ríos o por acumulación del agua pluvial en sitios deprimidos, suelen evidenciar anegamientos transitorios que se corresponden con la época estival de máxima precipitación.

En el caso de las áreas inundables por ascenso de las napas freáticas, proceso que tiene lugar en los sectores del perilago del embalse Río Hondo como consecuencia del cambio de nivel de base que experimentan los ríos, el anegamiento suele extenderse en el tiempo y en algunos casos llega a ser permanente.

Los suelos presentes en la zona responden a dos órdenes principales Alfisoles y Molisoles.

Los Alfisoles se caracterizan por presentar un epipedón ócrico demasiado claro para ser un mólico y un horizonte subsuperficial argílico con secuencias de tipo A-Btg-Cg o A-Bt-C (ver foto n°4). Dentro de los alfisoles tienen lugar Haplustalfes típicos y Natracualfes típicos. Se ubican en las planicies de derrame fluvial y en zonas de depresiones plano cóncavas. En el caso de los Natracualfes típicos suelen evidenciar signos de hidromorfismo debido a la presencia de la capa freática casi superficial.

Los molisoles se encuentran representados por Argiustoles ácuicos y Haplustoles ácuicos, que son suelos con marcados problemas de hidromorfismo producto del exceso de agua dentro del perfil durante largos períodos de tiempo. Tienen lugar en los sectores más deprimidos cercanos al embalse Río Hondo.

Zonas Salinizadas

Constituyen áreas con altos contenidos salinos ubicadas dentro de zonas anegables, de marcado déficit hídrico (9 meses al año) y caracterizadas por la presencia de eflorescencias salinas en superficie (ver fotos 5 y 6). La salinización de los suelos se produce principalmente de dos formas:

- Salinización vinculada a la elevación de la napa freática salino-alcalina en zonas deprimidas. Este proceso se ve favorecido por la presencia del embalse Río Hondo que genera un cambio en el nivel de base de los cursos fluviales.
- Acumulación de las sales por evaporación del agua presente en planos anegables de relieve plano-cóncavo. El origen de la inundación de estas áreas puede ser fluvial o pluvial. Tienen lugar en planicies de derrame fluvial o en zonas bajas de la provincia de Santiago del Estero.

En estas zonas se encuentran suelos pertenecientes a los órdenes alfisoles y molisoles. Dentro de los alfisoles se encuentran Haplustalfes típicos salinos y Natrustalfes salídicos. Estos últimos presentan un epipedón ócrico y horizonte

subsuperficial nátrico con abundancia de sales solubles. La permeabilidad de estos suelos suele ser muy baja, lo que provoca excesiva retención de humedad y signos de hidromorfismo.

Los molisoles están representados por Haplustoles salídicos que se caracterizan por presentar un epipedón mólico y un horizonte subsuperficial sálico dentro de los primeros 75 cm de profundidad del perfil.

Unidad F: Suelos de la Planicie Loésica

Esta unidad abarca el sector oriental de la Carta y la región sudeste de la provincia de Tucumán. Constituye una extensa planicie que se extiende con una pendiente muy suave hacia el NE, presentando una serie de lomadas conformadas por un núcleo terciario y cubiertas por depósitos loésicos de espesor variable.

En esta región las precipitaciones rondan los 500 mm, observándose una disminución de las mismas hacia el sector NO caracterizado por un muy marcado déficit hídrico que determina la formación de salinas como el salitral "El Tronquito".

Esta unidad fue dividida en dos sectores, el sector del sudeste tucumano y el sector santiagueño.

Sector del Sudeste Tucumano

Es un sector de planicie conformado por la acumulación irregular y discontinua de sedimentos loésicos sobre materiales aluviales finos. Los suelos de este sector se encuentran influenciados por un lado por el aporte aluvial de pequeños cursos de agua que descienden de la Sierra de Guasayan y del sector serrano del norte de Catamarca y por el otro por la presencia del embalse Río Hondo ubicado inmediatamente al norte.

En este sector predominan los Molisoles con un régimen de humedad ústico, representados por Haplustoles údicos y Haplustoles tapto árgicos. En las zonas de influencia de los cursos fluviales se observan Haplustoles fluvénticos y entisoles que responden a Ustifluventes típicos.

En sectores inundables cercanos al embalse Río Hondo pueden tener lugar suelos con altos contenidos salinos y con rasgos de hidromorfismo en el perfil, que responden a Natracualfes típicos, pertenecientes al orden Alfisol.

Sector Santiagueño

Los suelos de este sector presentan un desarrollo incipiente y son poco profundos, con perfiles del tipo A-AC-C que responden a Haplustoles típicos y Haplustoles énticos pertenecientes al orden Molisol.

En sectores de acumulación de material pedregoso pueden observarse entisoles que responden a Utortentes típicos con secuencias de tipo A-C.

Unidad G: Suelos de la Sierra de Guasayan

Los suelos de esta unidad se desarrollan sobre materiales pertenecientes al basamento cristalino que conforman el núcleo de la sierra y sobre depósitos yesíferos adosados a la misma. Estos últimos suelen conformar lomadas relicticas

que se disponen en forma irregular en las cercanías de la sierra y que se encuentran parcialmente cubiertas por sedimentos loésicos.

En este sector se encuentran suelos pertenecientes al orden Molisol, representado por Haplustoles típicos y Haplustoles údicos. En los sectores que descienden pequeños cauces de la sierra tienen lugar entisoles que responden a Ustifluventes típicos y Ustortentes típicos.

Unidad H: Suelos Ubicados en las Fajas Fluviales

Dentro de esta unidad se agruparon a los suelos que se desarrollan en las zonas de divagación fluvial (actual y/o pasada) de los principales ríos de la Carta y que responden a planicies de inundación, terrazas fluviales y paleocauces.

Los suelos de este sector evidencian los ciclos o pulsos de aluvionamiento estacional representados por discontinuidades dentro de los perfiles que responden a distintas capas aluviales de mayor o menor energía de transporte. Las secuencias de horizontes que suelen presentar responden a perfiles A-C-2C-3C

Taxonómicamente son suelos clasificados como Haplustoles fluvénticos (orden Molisol) y Ustifluventes típicos (orden Entisol). En las zonas de piedemonte pueden observarse Hapludoles énticos (orden Molisol).



Foto N° 3 Perfil típico de un Inceptisol de la zona montañosa húmeda

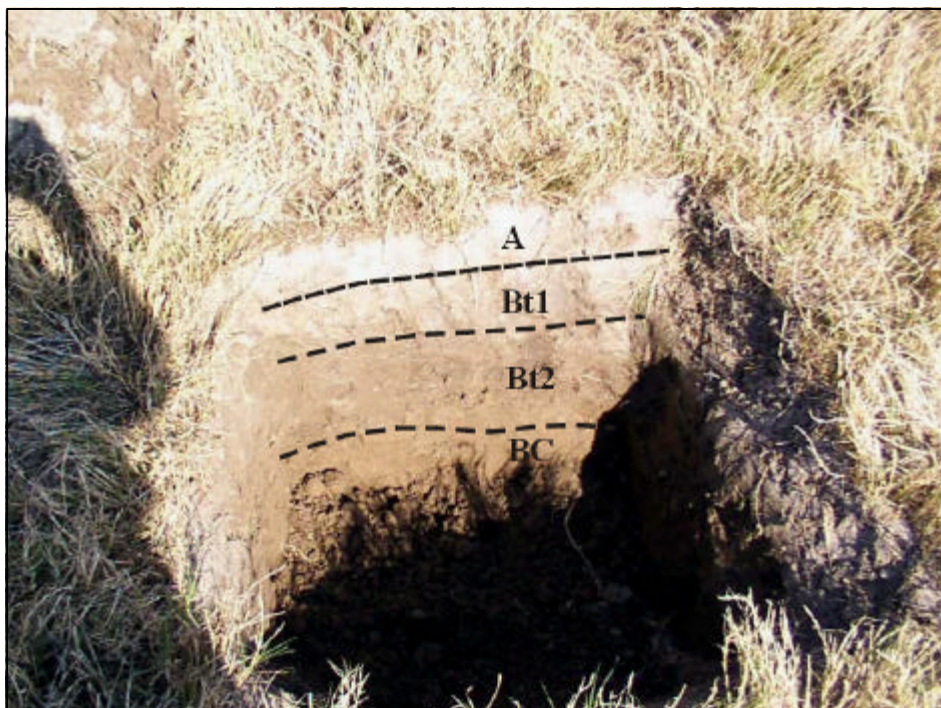


Foto N° 4 Alfisol ubicado en la zona de Monteagudo

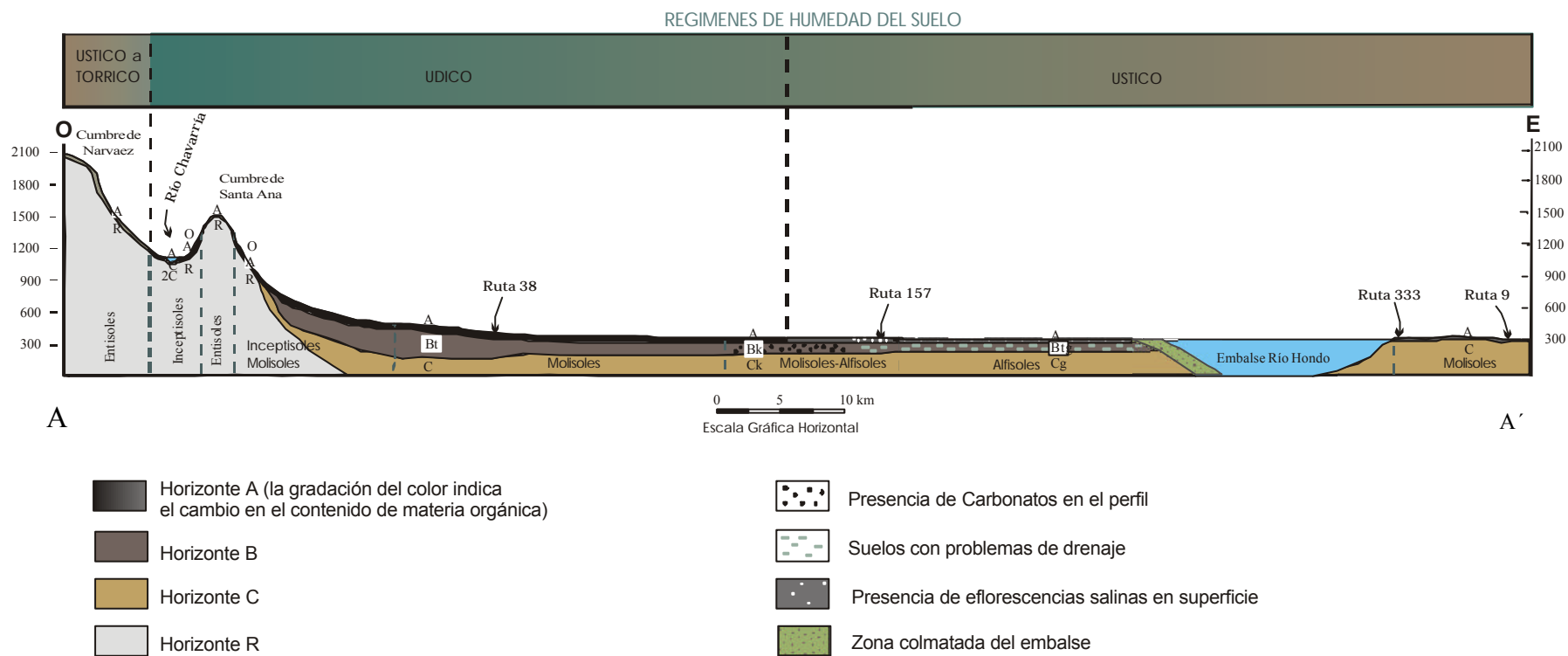


Figura 4: Perfil esquemático en sentido O-E, donde se observan la variación de los ordenes taxonómicos dominantes y las características principales de los perfiles. Los espesores de los horizontes se encuentran exagerados con el fin de representar en forma clara el grado de evolución de los suelos.



Foto N° 5: Eflorescencias salinas en suelos de la localidad de Atahona



Foto N° 6: Eflorescencias salinas en suelos de Niogasta

6. Pendientes

6.1 Introducción

La pendiente, en sentido estricto, es la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal. Esta acepción no es la única, y es muy frecuente, sobre todo en los países anglosajones, utilizar el término pendiente en un sentido mucho más amplio para describir una unidad de paisaje.

Como la finalidad de la realización del presente mapa es brindar una herramienta más en el análisis de la peligrosidad geológica, se realizó el cálculo del gradiente de pendiente general para las distintas áreas del estudio.

Para la elaboración del mapa se utilizó los datos de altura obtenidos a partir de las curvas de nivel con una equidistancia de 50 metros, a partir de las cuales se realizó la interpolación para la obtención de modelo 2D de altura y la obtención del mapa de pendientes.

Las grandes diferencias de relieve que se observan en el área cubierta por la Carta, fueron un problema a la hora de establecer las distintas clases de pendientes. Sin embargo, se optó por dividir en 5 clases, dándole mayor importancia al sector montañoso por ser éste el lugar de mayor injerencia de los procesos controlados por la pendiente.

Finalmente se realizaron una serie de esquemas en 3D con fines ilustrativos en cuanto a la influencia de la pendiente en el tipo y cantidad de procesos observados.

6.2 Pendientes Generales de la Carta

Los mayores gradientes de pendientes fueron observados en el sector NO de la carta, en el extremo septentrional de la Sierra del Aconquija en lo que se conoce como Cordón de Las Ánimas, que se encuentra formado por una serie de cerros con alturas promedio que oscilan entre 4500 a 5000 m.snm, como ser los cerros de la Laguna Verde (5039 m.snm), Media Agua (4500 m.snm) y Abra del Toro (4400 m.snm). Las pendientes registradas para este sector pueden superar los 25° (> 48 %) en muchos sectores y van disminuyendo en sentido SE hasta valores de 10° (> 18 %) en sectores de ladera media y 5° (> 9 %) en sectores de ladera baja.

En las sierras del SO tucumano (Cumbres de Narvéez, Santa Ana, Sierra de Humaya y Cerro Quico) los valores de pendiente general registrados suelen rondar entre 10° a 20° (entre 18 y 37 %). El sector pedemontano se caracteriza por presentar valores en el orden de los 2° (alrededor del 5%) y disminuye paulatinamente hacia el sector de llanura en donde la pendiente ronda el 1% e incluso puede ser inferior al 0,5% en los alrededores del embalse Río Hondo.

Las características topográficas del área pueden ser observadas en el esquema 3D de la figura 5, en donde se observan las principales unidades orográficas del área.

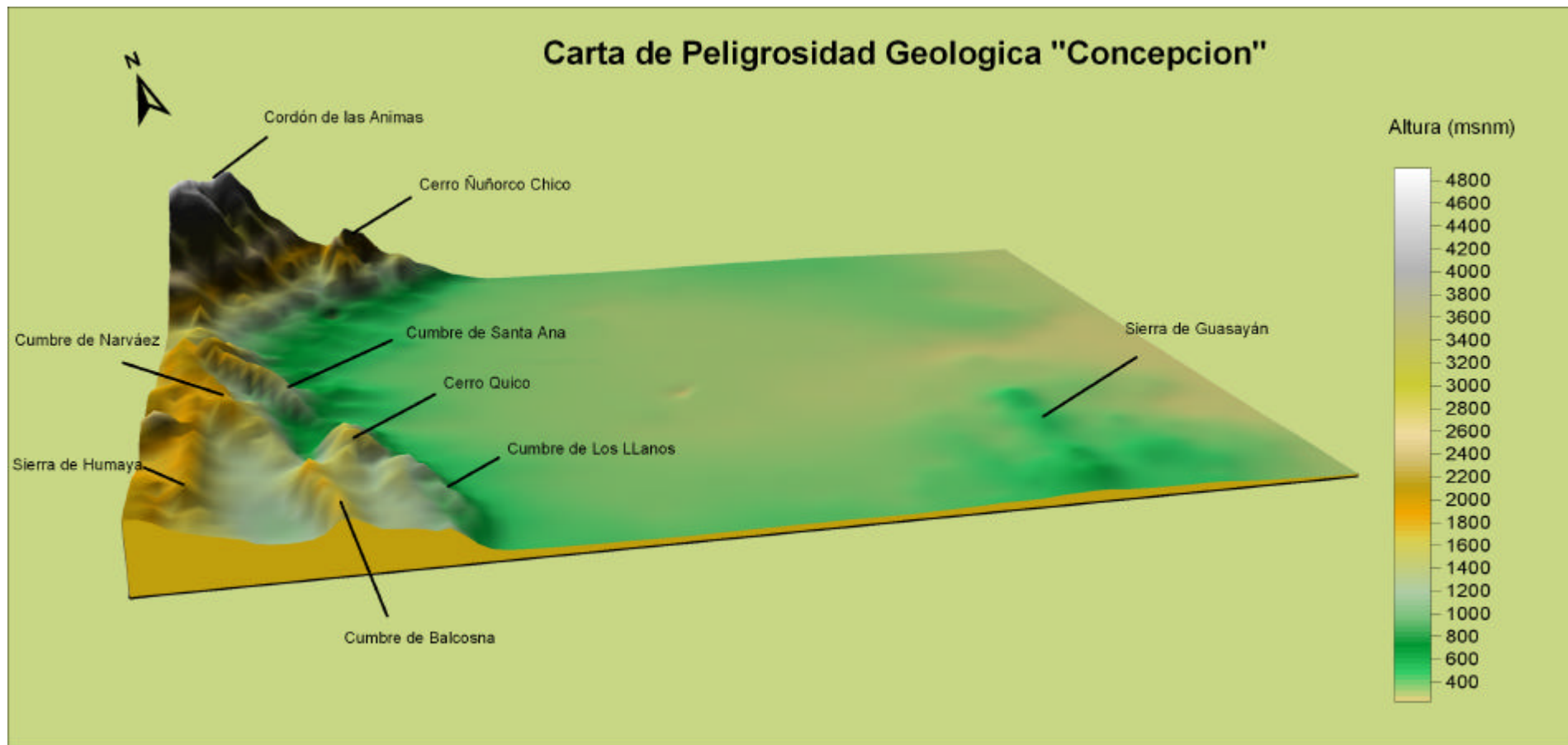


Figura 5: Principales unidades orográficas de la Carta "Concepción" (factor de escala vertical 1,5)

6.3 Clasificación de las Pendientes

Existen una cantidad ingente de clasificaciones, muchas de ellas con un enfoque diferente, dependiendo del tipo de uso que se le va a dar al territorio de estudio. Puesto que la utilidad principal de una clasificación de pendientes en el estudio de la peligrosidad geológica es observar su relación con los distintos procesos geomorfológicos que tienen lugar en determinadas áreas es que a continuación se describen algunas clasificaciones que vinculan a ambos:

- La clasificación del Centre d'Études Phytosociologiques et Ecologiques de Montpellier relaciona el gradiente de pendientes con la denominación de categorías de pendiente de Curtis (1965) y el tipo de drenaje externo según Sys (1961) de la siguiente forma:

Clase de la pendiente	%	Grados sexagesimales	Categoría de la pendiente	Tipo de drenaje externo
0	0		Nula	Nulo
1	1	0° 34'		
2	4	2° 06'	Suave	Lento
3	9	5° 11'		
4	16	9° 10'	Media	Medio
5	25	13° 59'		
6	36	19° 48'	Bastante Fuerte	
7	49	26° 06'		
8	64	32° 43'		Rápido
9	81	39° 00'	Fuerte	
10	100	45° 00'		Muy Rápido
11	150	56° 35'	Muy Fuerte	
	275	70° 00'	Abrupta	

Cuadro Nº 9

- En relación con fenómenos de erosión y deslizamientos, Marsh (1978) proporciona la siguiente clasificación:
 - ❖ Pendiente muy fuerte (> 25°): Hay peligro de deslizamientos si sobre estos terrenos se realizan determinadas construcciones o labores de remoción.
 - ❖ Pendiente fuerte (15-25°): Si se disminuye la cobertura vegetal, hay peligro de erosión y formación de cárcavas.
 - ❖ Pendiente moderada (5-15°): Con esta pendiente se pueden desarrollar actividades agrícolas y de urbanización. Sin embargo, una inadecuada explotación puede hacer susceptible la superficie a la erosión.

- ❖ Pendiente suave (<5°): Con esta pendiente los terrenos se pueden dedicar a usos más intensivos.

En general, en la Carta de Peligrosidad "Concepción", los procesos de deslizamientos y erosión hídrica tienen mayor incidencia en los sectores montañosos, con pendientes superiores a los 15°. En el caso de los procesos de remoción en masa hay que resaltar que la mayoría de los eventos que se reconocieron en los caminos de montaña tienen una mayor densidad areal como consecuencia de un aumento en las pendientes locales debido al corte que se realiza en la pendiente natural del terreno para la creación de las rutas. En este caso, se observan taludes de gran inclinación en donde lo que se tiene en cuenta para su construcción, entre otras cosas, es el ángulo de reposo de los materiales que se atraviesa y su estado de alteración y/o de fracturación. El ángulo de reposo, que es la máxima inclinación que pueden presentar determinados suelos, varía con la textura del mismo, contenido de agua y cobertura vegetal. En el caso de los caminos de montaña que se encuentran en las laderas orientales de las sierras de la Carta, suelen tener un alto costo de mantenimiento porque son afectados anualmente por grandes precipitaciones estivales produciendo numerosos cortes en las rutas ya sea por procesos de deslizamiento o por erosión lineal de los arroyos que bajan de los sectores más altos.

En el sector pedemontano, la gran energía que suelen tener las aguas de los ríos que descienden de las montañas, producto de las altas pendientes, generan serios problemas de erosión en los puentes ubicados en esta área. En este sector los problemas de erosión hídrica suelen observarse en los sectores de las lomadas bajas que tienen lugar en el mismo.

En el ambiente de llanura, caracterizado por sus bajas pendientes, las inundaciones juegan un papel preponderante. Algunos sectores, como al este de la ruta 157, muchos de los terrenos quedan anegados durante largos períodos de tiempo debido a la presencia de bajos topográficos y a las pendientes del orden del 0,35 %.

En el esquema tridimensional de la figura 6 puede apreciarse la relación existente entre los distintos procesos inventariados para la Carta y su ubicación dentro de los diferentes ambientes descriptos previamente.



Figura Nº 6

7. Procesos Geológicos

7.1 Introducción

Los procesos geológicos constituyen todos aquellos cambios físicos y químicos que determinan una modificación de la forma superficial de la tierra. Estos cambios son llevados a cabo por los denominados *agentes* que son el medio por el cual se llevan a cabo los procesos. De acuerdo al lugar donde se originan, los procesos pueden ser clasificados como exógenos, si tienen lugar en la superficie terrestre, o *endógenos*, si tienen lugar en el interior de la tierra.

Los procesos de mayor relevancia observados en el área son: la erosión, la salinización de suelos, las inundaciones, los procesos de remoción en masa y la sedimentación. Dentro de ellos, el principal factor de peligrosidad geoambiental lo constituyen las inundaciones, las cuales afectan grandes porciones del área cubierta por la Carta ocasionando serios daños en las localidades ubicadas en la región pedemontana y en la llanura tucumana.

A su vez, las actividades antrópicas constituyen un agente potenciador de los procesos erosivos y de remoción en masa. Un ejemplo típico es el avance de la frontera agrícola, con el consiguiente desmonte de la vegetación natural, hacia zonas en donde los suelos se encuentran bajo un delicado equilibrio. La pérdida de cobertura vegetal sumada a un mal manejo de los cultivos genera la pérdida de grandes cantidades de suelo que a su vez aumentan la carga sólida de los ríos produciendo una mayor sedimentación aguas abajo.

A continuación se describen los principales procesos geológicos que fueron observados en la Carta.

7.2 Procesos Geológicos Exógenos

7.2.1 Proceso de Erosión

Los procesos identificados y descritos en la Carta fueron divididos en dos grandes grupos: los procesos de erosión hídrica y los procesos de erosión eólica.

Los procesos de erosión hídrica incluyen a los procesos de erosión fluvial (de fondo y lateral), procesos de cárcavamiento y los procesos de erosión laminar.

La erosión fluvial, asociada a las inundaciones, constituye uno de los procesos que afecta en mayor medida las obras de infraestructura localizadas en el área de estudio.

La gran potencia erosiva que evidencian los principales cursos de agua que bajan de los cordones montañosos del oeste produce la rotura de puentes y badenes que se encuentran a su paso (Fotos 7 y 8). Esta potencia erosiva obedece a las características orográficas de la región en donde se observa una gran diferencia de relieve entre el sector de llanura y el montañoso, que puede alcanzar los 4500 metros, y la presencia de grandes tormentas estacionales que aportan gran caudal a los ríos en pocas horas.

Este tipo de fenómenos erosivos fueron descritos por Fernández y Lutz (2003) para el caso del río Zerda, Arroyo Totorillas y río Los Sosa, a la altura de los puentes sobre las rutas provinciales 307 y 324, al noroeste de la carta (Fotos 9 y 10 respectivamente). Estos cursos de agua discurren por terrenos cuyas pendientes del orden del 20%, que durante el verano, cuando se producen las precipitaciones más intensas del sector, son capaces de

movilizar grandes volúmenes de agua y sedimentos, alcanzando a transportar bloques de hasta 1 m³.



Foto 7: Erosión del estribo norte del puente sobre el río Romano, en la ruta 38 (foto tomada del diario La Gaceta).



Foto 8: Erosión lateral con rotura de estribo en el puente sobre el río Caspinchango, en la ruta 324 (foto tomada del diario La Gaceta).



Foto 9: Construcción de un nuevo puente sobre el río Zerda, en la ruta 307.



Foto 10: Refacción del estribo sur y protección del mismo mediante gaviones en el río Los Sosa, en la ruta 324.

En febrero del 2001 se produjo el corte y destrucción de la Ruta Provincial N° 307 en su tramo sobre el río Zerda y el arroyo Totorillas. En el caso del río Zerda, el cual a la altura de dicha ruta tiende a dividirse en 2 pequeños cursos los cuales se unen aguas abajo, el brazo sur creció en gran medida y erosionó 50 metros de la ruta, mientras que en el brazo norte se produjo el colapso del puente por erosión de los estribos del mismo. La longitud total de la ruta afectada por la acción de este río fue de 150 a 200 metros. Aguas abajo, a la altura de la Ruta Provincial N° 324, los efectos de la crecida del río quedaron evidenciados por la erosión que sufrieron ambos estribos del puente.

En el arroyo Totorillas el gran aumento de caudal que originaron las intensas precipitaciones del sector, se tradujo en un ensanchamiento de la planicie aluvial del arroyo, socavando principalmente la margen sur y produciendo un corte en la ruta de 40 metros. Se determinó que durante las crecidas del 2001, su planicie aluvial se extendió de 25 metros a casi 60 metros, quedando el puente sobre la ruta (cuya luz original era de 30 metros), en el medio de la misma y registrándose cortes de la ruta por fuera de los estribos.

El otro sector afectado durante el mismo período fue la Ruta Provincial N° 324, a la altura del puente sobre el río Los Sosa, en donde se produjo la destrucción del estribo sur como

consecuencia de su socavamiento por erosión lateral. También fue afectado el pilote central, debido a la acción de la erosión de fondo de la corriente.

El listado de los puentes afectados por erosión fluvial como consecuencia de las crecidas de los ríos del sur tucumano durante las lluvias del año 2001 puede ser apreciado en el cuadro 9.

Obra afectada	Río	Ubicación	Tipo de erosión
Puente	Arroyo El Sueño	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral y de fondo
Puente	Arroto La Posta	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral y de fondo
Puente	Río San Francisco	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral
Puente	Río Marapa	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral y de fondo
Puente	Río Marapa	Camino a las Yanimas	Erosión lateral
Puente	Río Medina	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral
Puente carretero	Río Medina	Ciudad de Aguilares	Erosión lateral
Puente de ferrocarril	Río Medina	Ciudad de Aguilares	Erosión lateral
Puente	Río Gastona	Ruta Nacional N° 38	Erosión de fondo
Puente	Río Seco	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral
Puente	Río Romano	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral
Puente	Río Aranillas	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral y de fondo
Puente	Río Famaillá	Ruta Nacional N° 38	Erosión lateral
Puente	Río Chirimayo	Ruta Provincial N° 365	Erosión lateral
Puente	Río Cochuna	Ruta Provincial N° 365	Erosión lateral y de fondo
Puente de Ferrocarril	Río Gastona	Ciudad de Concepción	Erosión de fondo
Puente	Arroyo El Tejar	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral
Puente	Arroyo El Zanjón	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral
Puente	Río Mandolo	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral y de fondo
Puente	Río Los Sosa	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral y de fondo
Puente	Río Pueblo Viejo	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral
Puente	Río Seco	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral
Puente	Río Caspinchango	Ruta Provincial N° 324	Erosión lateral y de fondo
Puente	Arroyo Totorillas	Ruta Provincial N° 307	Erosión lateral y de fondo
Puente	Arroyo Zerda	Ruta Provincial N° 307	Erosión lateral y de fondo
Puente	Río Gastona	Ruta Provincial N° 157	Erosión lateral
Puente	Río Chico	Ruta Provincial N° 157	Erosión lateral
Puente	Río Marapa	Ruta Provincial N° 157	Erosión lateral
Puente	Río Colorado	Ruta Provincial N° 157	Erosión lateral

Cuadro N° 9

Otros ejemplos de la fuerza erosiva de los cursos de agua del sur tucumano lo constituyen los arroyos El Sueño y La Posta. Ambos arroyos se encuentran ubicados en el departamento La Cocha, Tucumán, a unos 4 km al sur de la localidad de La Cocha. Constituyen dos arroyos de corto recorrido que nacen en el faldeo oriental de la Cumbre de Los Llanos y que se encuentran distanciados uno del otro a 3,2 km. Hacia el este estos dos arroyos se canalizan y forman parte de la una red de canales de irrigación. A fines del año 2000 se produjeron precipitaciones de gran intensidad (>100 mm/hora de acuerdo a información periodística) lo que generó el corte de los puentes ubicados sobre la ruta 38 y la colmatación de los canales aguas abajo (Foto 11), lo que trajo aparejado el desborde y depositación de gran cantidad de material arenoso (de hasta 0,70 mts) a lo

largo de 1,5 km sobre la ruta provincial 334 (Foto 12). Los caudales medidos por la empresa Viluco S. A. en picos de crecidas arrojan valores de $43 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Carrero Valenzuela, 2000). El área afectada por este evento fue de aproximadamente 3970 has., en su mayoría campos cultivados con soja, lo que generó pérdidas económicas importantes (figura 7).

En cuanto a los procesos de cárcavamiento, estos fueron observados principalmente en los valles intermontanos de El Bolsón y Balcosna, en la provincia de Catamarca. Estos valles presentan un clima de tipo semiárido con precipitaciones estivales intensas, una vegetación predominante de tipo pastizal de altura y laderas cubiertas por material loessico fácilmente erodable, condiciones que resultan ideales para el emplazamiento de procesos de erosión en surco o cárcavamiento.



Foto N° 11: Canal colmatado por material de textura limosa a arenosa fina al costado de la ruta provincial 334 que conecta las localidades de La Cocha con Taco Ralo.



Foto N° 12: Tramo de 1,5 km de la ruta 334 que fuera cortada por la gran cantidad de material fino depositado por los arroyos El Sueño y La Posta.

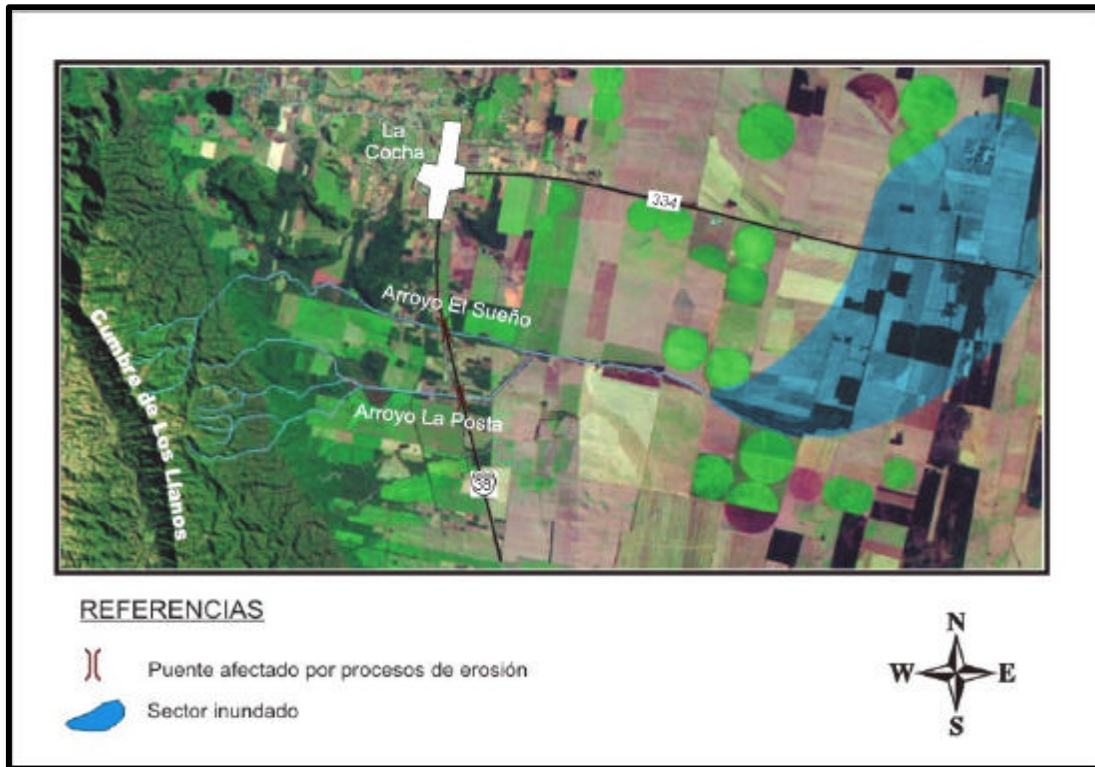


Figura 7: Procesos de erosión e inundación en los arroyos El Sueño y La Posta. Los procesos erosivos generaron la destrucción de los puentes ubicados en la ruta 38.

En algunos casos el mal uso del fuego por parte de los pobladores de la zona produce una intensificación de estos procesos debido a la pérdida de cobertura que sufren las laderas (Foto 13).

El cárcavamiento se ha mapeado incluido en áreas extensas, coincidentes con unidades litológicas favorables, y aisladamente en ríos que presentan profundización.



Foto 13: Procesos de cárcavamiento, formación de terracetas y deslizamientos varios sobre una ladera sometida al sobrepastoreo y a la quema anual sobre la ruta 1 entre las localidades de Singuil y Las Chacritas, provincia de Catamarca.

El proceso de erosión laminar o en manto fue identificado y mapeado a partir de imágenes satelitales y de fotografías aéreas. Este proceso se presenta en suelos con pendientes suaves de tipo convexas y afectando amplias superficies, con suelos de buena aptitud agrícola, pero que al no ser espectacular generalmente no es tomada en cuenta. En general este proceso fue observado en zonas que son afectadas por el desborde de ríos como en el caso de los ríos Chico, arroyos El Sueño y La Posta y el río San Francisco (figura 8).

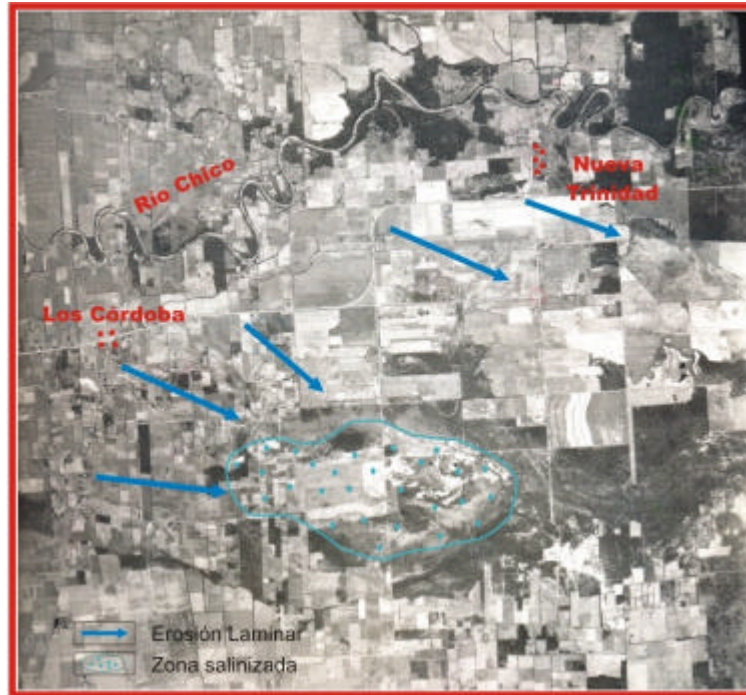


Figura 8: Fotografía aérea en donde se observan procesos de erosión laminar en campos de caña de azúcar ubicados entre el río Chico y el Arroyo Matazambi a la altura de las localidades de Nueva Trinidad y Los Córdoba. También puede apreciarse un sector con intensa salinización debido a la evaporación del agua en sectores de bajos topográficos.

La deflación eólica constituye un proceso erosivo de importancia en los suelos de los valles intermontanos como los de Singuil, Balcosna y El Bolson. Estos sectores, ubicados en el ángulo SO de la Carta, presentan suelos de escaso desarrollo edáfico y que permanecen en condiciones de sequedad la mayor parte del año lo que favorece la acción erosiva del viento. Los perfiles que se observan responden a Entisoles con secuencias de horizontes de tipo A-C, muy poco estructurados y de textura franco arenosa a franco arcillo arenosa. Otros sectores afectados por procesos de deflación eólica son aquellos ubicados en la planicie loésica del lado oriental de la Carta. Si bien en estas regiones los procesos de deflación no son tan marcados como en los valles intermontanos, se pudo observar evidencias de erosión eólica en las localidades de Estación Aráoz y Tacanas (provincia de Tucumán) y en Isca Yacú, El Charco y Los Nuñez (provincia de Santiago del Estero).

Entre las causas que conducen a la aceleración de estos procesos erosivos pueden indicarse las siguientes:

- Sobrepastoreo: Principalmente de ganado bovino y caprino.
- Desmonte: Grandes superficies de bosque natural fueron taladas en el último siglo en la región para dedicarlas a cultivos agrícolas.

- Mal uso del fuego: Elimina la cobertura vegetal, destruye la materia orgánica y contribuye a degradar la estructura del suelo en su horizonte superior.
- Método de Labranza: Aquellas prácticas agrícolas que no suelen conservar la humedad de los suelos, contribuyen en forma significativa a la erosión eólica.

7.2.2 Proceso de Inundación-Sedimentación

Introducción

El proceso de inundación es sin dudas el más importante dentro del ámbito de la Carta de Peligrosidad Geológica Concepción. Su importancia se debe tanto a la superficie que afecta como a las consecuencias que genera en los sectores afectados por el mismo (pérdidas humanas y de obras de infraestructura, evacuados, poblaciones aisladas, etc.). Los primeros registros sobre la relación existente entre los pobladores del sur tucumano y los eventos de inundación datan del primer asentamiento español en la provincia de Tucumán conocido como la ciudad de Ibatín. Esta fue fundada en el año 1565 sobre la terraza fluvial del río Pueblo Viejo en el actual departamento Monteros y tenía como objetivos consolidar la instalación española en la región y controlar la frontera oriental de los ataques indígenas. Sin embargo, hacia el año 1685 se produce el abandono de esta ciudad y el éxodo hacia la actual localización de la ciudad de San Miguel de Tucumán (65 km hacia el noreste), hoy capital de la provincia de Tucumán. Entre las variadas causas que suelen mencionar los historiadores (ataques indígenas, enfermedades tropicales, etc.), se encuentran las constantes inundaciones que se producían por el desborde del río Pueblo Viejo.

Las inundaciones del sur tucumano afectan las regiones más productivas de la provincia de Tucumán, ubicadas en los sectores pedemontanos y de llanura, en los terrenos aledaños a los principales cursos de agua que descienden de los sectores montañosos del oeste.

Sin embargo, los fenómenos hidrológicos que intervienen en las inundaciones no tan solo responden a procesos fluviales (desborde de ríos), sino también a procesos de inundación pluvial y de anegamiento.

En el caso de las inundaciones pluviales su desencadenamiento está relacionado con las precipitaciones locales y con el uso que se le da al espacio físico. En cuanto al fenómeno de anegamiento, tiene que ver con la incapacidad que presentan los suelos de determinadas regiones para drenar el agua que les llega. Esta incapacidad puede estar relacionada con las características topográficas de la zona que impiden el normal escurrimiento o con los materiales que constituyen los suelos de la región que condicionan la infiltración del agua a través del perfil de los mismos.

Las causas que intervienen en las inundaciones obedecen tanto a factores naturales como a factores antrópicos. En el cuadro 10 se esquematizan las principales causas de las inundaciones.

Origen	Causas
Natural	Grandes lluvias Relieve contrastado Alta densidad de drenaje Suelos con baja capacidad de infiltración Nivel freático alto
Antrópico	Localización indebida de las poblaciones Uso intensivo de la tierra -deforestación Infraestructura transversal a la red hidrológica Falta de mantenimiento de canales y puentes Cambios en el nivel de base de las subcuencas

Cuadro N° 10

La falta de mantenimiento de las obras hidráulicas que se disponen en forma transversal a las redes de drenaje aumentan sensiblemente las posibilidades de desborde de los ríos. Con la simple inspección de algunas de estas obras queda al descubierto que es necesario efectuar un relevamiento total de la infraestructura existente con el fin de detectar problemas que tengan que ver con:

- Falta de mantenimiento de la infraestructura hidráulica (figura 9 A).
- Presencia de basura y restos de ramas que suelen taponar la luz de los puentes (Figura 9 B).
- Obras de desagüe construidas para caudales inferiores a los que reciben actualmente (Figura 9 C).
- Obras semidestruidas que no son removidas ni reparadas y que perturban el flujo de agua (Figura 9 D).

Cambios en el nivel de base de las subcuencas

El nivel de base de una cuenca es el nivel de referencia (un lago, el mar u otro río) que define las características y la evolución de los ríos. Si este nivel de base sufre un cambio: ascenso o descenso, el sistema en su totalidad se desequilibra. El sistema natural tiene ciertos parámetros que se encuentran en equilibrio: pendiente (relación entre el punto de arranque y el nivel de base), tipo y cantidad de carga, caudal y estabilidad de los márgenes.

El efecto que produce la elevación del nivel de base ha sido muy bien documentado en el caso de varios ríos que desembocan en el embalse Río Hondo (Toledo *et al.*, 2001; Georgieff *et al.*, 2002).

Los cursos de agua afectados por este cambio del nivel de base son principalmente los ríos Salí, Gastona, Medina o Chico, Marapa y el arroyo Matazambi.

La activa sedimentación que comenzó a generarse a partir de la creación del embalse Río Hondo provocó una serie de cambios en el diseño fluvial de los ríos que desembocan en el mismo. Las aguas de este embalse provocan una gran pérdida de energía de transporte ocasionando una rápida depositación del material. Al ir avanzando la sedimentación, los ríos necesitan consumir más energía para poder atravesar ese sector por lo que comienzan a divagar e incluso pueden producirse avulsiones (desbordes) que constituyen rápidos cambios de dirección del cauce. En este sentido Georgieff *et al.* (2002) registraron 4 eventos principales de avulsión en la desembocadura del río Medina o Chico.

En las figuras 10 y 11 se observan los cambios sufridos en el patrón de diseño fluvial de los ríos que desembocan en el embalse a través de fotografías aéreas e imágenes satelitales de los años 1971, 1986, 1996 y 2005. Por otro lado se puede apreciar las diferencias en cuanto a la superficie ocupada por el espejo de agua del embalse de acuerdo a que se trate de un período húmedo o un período seco. Sin embargo, y a pesar de estas variaciones, queda claro que la tasa de sedimentación creció en forma constante en los últimos 30 años originando una disminución del área útil del embalse.

En el sector de desembocadura de los ríos Gastona y Salí, se observa que en el año 1971 estos ríos presentaban dos cauces completamente independientes uno de otro y se unían antes de llegar al embalse. En la imagen satelital del año 1986 muestra que para ese año ambos ríos desembocan independientemente en el embalse. Solo existen canales secundarios incipientes que unen ambos cauces. Para el año 1996, los dos cauces principales se acercan notoriamente mientras que se forma un sistema de brazos entrelazados entre ambos ríos. Por último, en la imagen del año 2005, se puede apreciar que el patrón de canales secundarios se acentuó incluso generándose un nuevo canal en el sector sur del río Gastona.



Figura 9: **A.** Ruptura del pilote central en el puente sobre el río Marapa en la ruta 38. **B.** Luz del puente sobre el río Chico parcialmente tapada por desechos varios en la ruta 157. **C.** Pequeña obra de desagüe sobre un arroyo que ha quedado superado por los nuevos caudales del mismo. **D.** Restos del viejo puente de ferrocarril ubicado sobre las aguas del río Medina en la localidad de Aguilares.

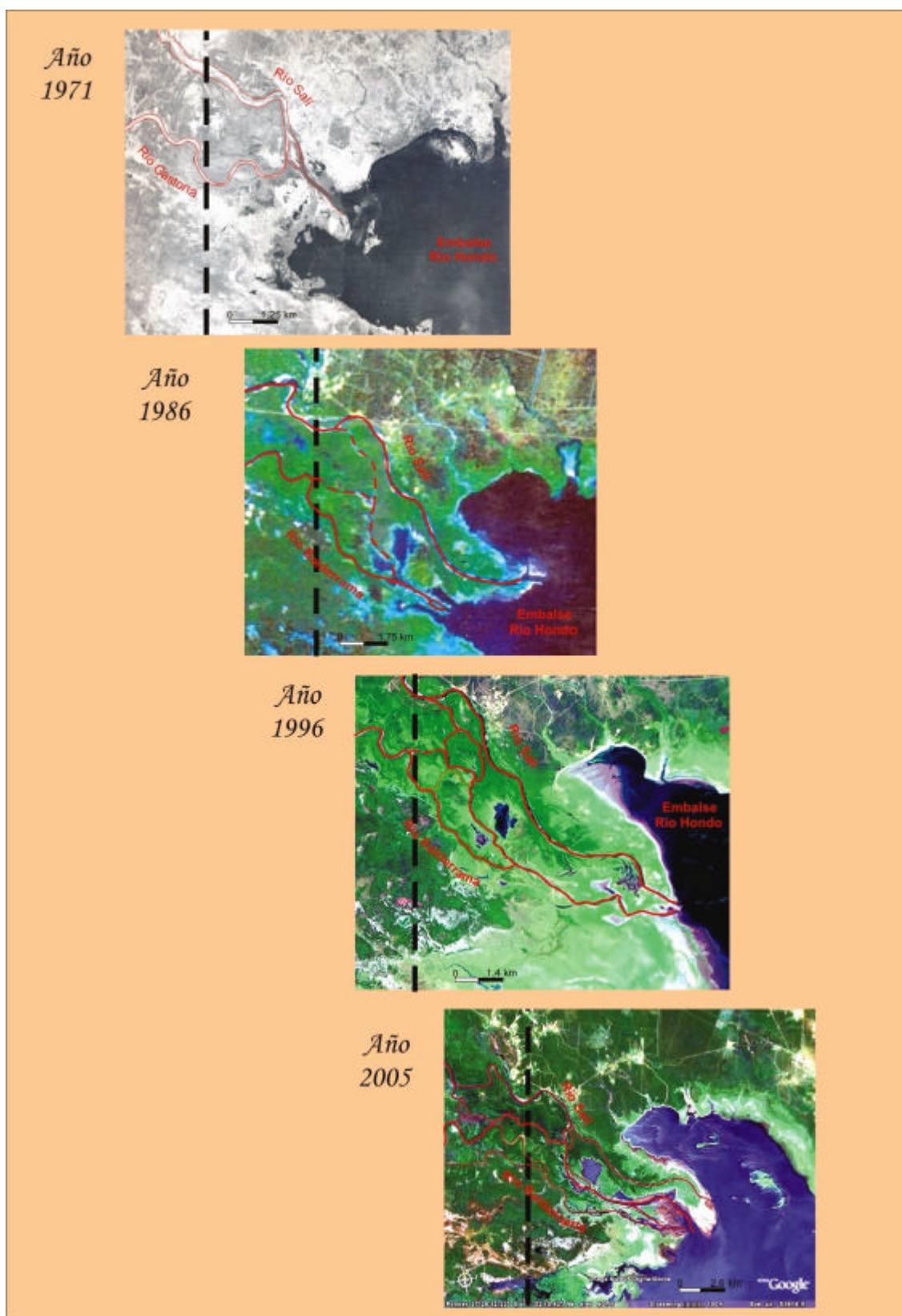


Figura 10: Cambios en el patrón de diseño fluvial de los ríos Salí y Gastón en su desembocadura en el Embalse Río Hondo para el período 1971-2005.

El avance de este sistema deltaico con una activa sedimentación puede apreciarse a partir de la línea discontinua de puntos que fue trazada para un mismo nivel de referencia en las imágenes de distinta época.

En el caso de las imágenes de la zona de desembocadura de los ríos Marapa, Chico y arroyo Matazambi (figura 11), puede observarse como en el año 1971 los tres presentaban cauces independientes. Para el año 1986, y luego de varias avulsiones o desbordes, el río Chico o Medina se une al arroyo Matazambi, uniéndose a su vez justo antes de la desembocadura con el río Marapa. En el año 1996 el río Chico volvió a migrar y cambió su punto de unión con el arroyo Matazambi, mientras que en el año 2005 se observa una mayor divagación de los cursos de agua y la activación de nuevos canales secundarios.

Al igual que en la figura 10, el área ocupada por el sistema deltaico del embalse es notoria y deja una gran zona que se encuentra anegada con terrenos circundantes con evidentes problemas de erosión y salinización.

El crecimiento del área y de la longitud de los deltas de los ríos Salí-Gastona y Marapa-Medina fue medida por Toledo *et al.* (2001) en base a interpretación de imágenes satelitales y fotografías aéreas. Los resultados obtenidos por estos autores pueden apreciarse en el cuadro 11.

	DELTA SALI - GASTONA		DELTA MEDINA - MARAPA	
	CRECIMIENTO		CRECIMIENTO	
PERIODO	LONGITUDINAL	SUPERFICIAL	LONGITUDINAL	SUPERFICIAL
1971-1973				6,00 Km ²
1973-1976	2.000,0 m	3,20 Km ²		2,40 Km ²
1976-1981	2.500,0 m	4,80 Km ²		4,80 Km ²
1981-1985	1.267,5 m	1,60 Km ²		6,40 Km ²
1985-1986	400,0 m	0,40 Km ²		4,00 Km ²
1986-1990	1.090,0 m	0,40 Km ²	320 m	0,60 Km ²
1990-1999	1.440,0 m	1,13 Km ²	410 m	0,47 Km ²
TOTALES	8.697,5 m	11,53 Km²	730 m	24,67 Km²

Cuadro 11: Crecimiento longitudinal y superficial de los deltas Salí - Gastona y Medina – Marapa en los períodos 1971-1973, 1973-1976, 1976-1981, 1981-1985, 1985-1986, 1986-1990 y 1990–1999, medidos desde la línea de costa (tomado de Toledo *et al.* 2001)

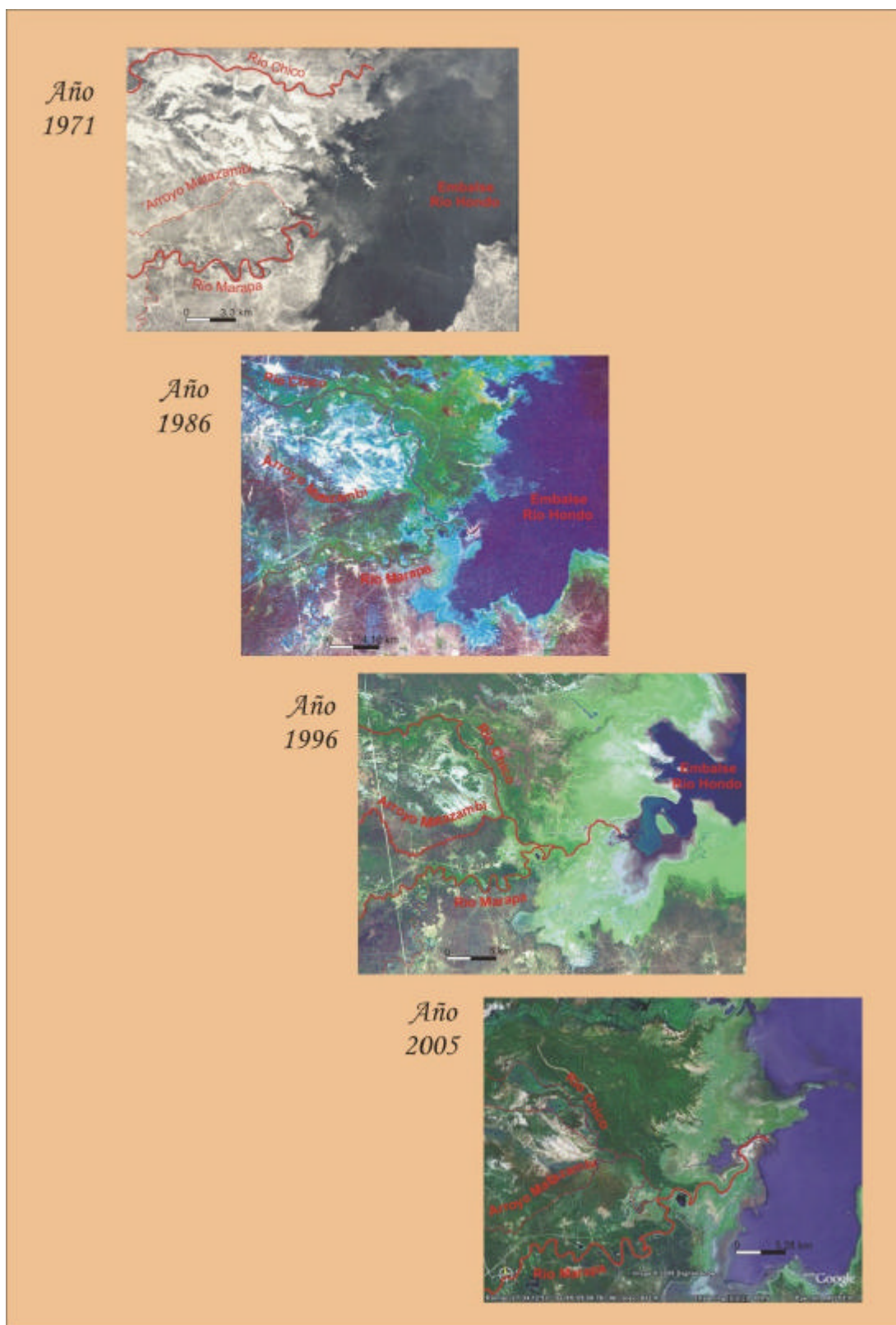


Figura 11: Cambios en el patrón de diseño fluvial de los ríos Medina, Matazambi y Marapa en su desembocadura en el Embalse Río Hondo para el período 1971-2005.

Zonas Afectadas

Las principales zonas afectadas por las inundaciones fueron divididas en dos grupos: áreas urbanas y zonas productivas rurales.

Las áreas urbanas que son afectadas durante los períodos de lluvia incluyen a las ciudades más importantes del sur tucumano y a pequeñas localidades del sureste tucumano, las cuales suelen ubicarse sobre las márgenes de los principales ríos de la región. En el cuadro 12 se detallan las localidades que fueron afectadas por los diferentes ríos durante el período 1999-2001 en el cual se registraron grandes precipitaciones.

Si bien la magnitud de estos eventos suele ser mucho mayor durante los años en donde se producen lluvias "extraordinarias", existen numerosas zonas que se suelen inundar todos los años aún sin la presencia de estas grandes lluvias. Por ejemplo, en la provincia de Tucumán al período húmedo que tuvo lugar entre 1999 y 2001, en donde las inundaciones afectaron grandes áreas, le siguieron años prácticamente sin lluvias extraordinarias (período 2002-2005), sin embargo, aún en estos años con lluvias consideradas como "normales" de acuerdo al milimetraje caído, numerosas localidades del sur tucumano fueron inundadas. Ejemplo de ello lo constituyen las localidades de Rumi Punco y La Cocha, ubicadas al sur de la provincia de Tucumán, y las localidades de Sud de Lazarte, Niogasta, Monteagudo y Nueva Trinidad del sudeste tucumano, todas ellas afectadas durante las lluvias de Febrero de 2004. Otro evento tuvo lugar el 27 de Noviembre de 2004 en el barrio Primero de Mayo de la localidad de Alto Verde, que fue afectado por el desborde de un acueducto afectando a unas 200 personas.

En cuanto a las áreas productivas rurales que se suelen inundar, éstas pueden dividirse en 3 sectores principales que son:

- Sector 1: Ubicado en el departamento Leales, la zona cubre un área aproximada de 25.000 has entre el canal DP2 y el arroyo Mixta. Por la zona discurren 3 canales de irrigación denominados Cachi Yaco, San Antonio y Helpa. De acuerdo a Carrero Valenzuela (2000) durante el mes de febrero de 2000, las intensas precipitaciones originaron que el caudal de estos tres arroyos aumentaran en gran medida y provocaran el vertido de 32,37 m³/seg en el canal colector denominado Los Puestos. Este último presenta una capacidad de 22,5 m³/seg por lo que el excedente (9.87 m³/seg) provocó el rebalse del canal. La inundación avanzó en sentido sur abarcando las localidades de Los Puestos, El Carmen, El Guardamonte y su zona de influencia, las que presentan extensas superficies dedicadas a agricultura y ganadería.
- Sector 2: Ubicado en los departamentos de Simoca y Graneros, la zona cubre una extensa región desde la ruta 157 hasta el embalse Río Hondo y limita al norte con el río Gastona y al sur con el río Marapa. Este sector es habitualmente es afectado por inundaciones fluviales debido a que constituye una zona deprimida con cotas por debajo de los 300 metros en general, y en donde suelen observarse numerosos bajos topográficos que permanecen inundados durante varios meses.

Cuadro 12: Localidades afectadas por el desborde de los ríos en el ámbito de la Hoja Concepción durante el período 1999-2001

CURSO DE AGUA (río, arroyo, canal)	DEPARTAMENTO	LOCALIDADES AFECTADAS
Río Famaillá	Famaillá	Famaillá
Río Romano	Monteros	Monteros ^{*1}
Río Medina	Chicligasta	Villa de Medina ^{*2} , Camino a los Agudo, Los Aguirre
	Río Chico	Aguilares
Río Chico	Río Chico	Santa Ana, Colonia 1, Río Chico, Villa Hileret
	Simoca	Monteagudo, Nueva Trinidad, Sud de Lazarte, Niogasta
Río Caspinchango	Famaillá	Ruta interpueblos
Río Gastona	Chicligasta	Gastona sud, Iltico, Concepción ^{*3}
	Simoca	Atahona, Palominos, Melcho, Ampata, Villa Chicligasta, La Florida, Ampatilla, Las Juntas, Esquina y Santa Cruz.
Río Chirimayo	Chicligasta	Alto Verde, Alpachiri, Concepción ^{*4}
Río Aranillas y Arroyo Maravilla	Leales	Manchalá, Entre Ríos, Río Colorado
Río Marapa	Graneros	La Madrid, Sol de Mayo, Los Ruiz, Los Gerez, Barranca, La Costa, Graneros
	La Cocha	Yánimas
Río Pueblo Viejo	Monteros	Monteros, León Rouges
Río Salí	Leales	Los Gómez, Los Lunarejos
	Simoca	La Florida
Río Balderrama	Simoca	Balderrama
Río Colorado	Leales	Entre Ríos, Río Colorado
Río San Francisco	Graneros	Puesto Los Pérez
Río Seco	Monteros	Río Seco
Río San Ignacio	La Cocha	La Cocha

SEGEMAR-IGRM
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

Río Huacra	La Cocha	Rumi Punco
Arroyo Viscacheral	Leales	Villa Fiad
Arroyo Agua Blanca – Manchalá	Famaillá	Agua Blanca, Manchalá
Arroyo La Fronterita	Famaillá	Ingenio La Fronterita
Arroyo del Estero	Simoca	Simoca
Arroyo El Tejar	Monteros	El Churqui, Monteros ^{*5}
Arroyo Barrientos	Río Chico	Aguilares
Arroyo El Sueño	La Cocha	Huasa Pampa sur, Palancho, El Mistol
Arroyo Pueblo Viejo	La Cocha	Pueblo Viejo
Arroyo La Posta	La Cocha	La Posta, El Jardín, Huasa Pampa sur, Palancho, El Mistol
Canal de Irrigación	Juan Bautista Alberdi	Los Agudo
Canal de Irrigación	Juan Bautista Alberdi	Los Guayacanes
Canal de desagüe	Juan Bautista Alberdi	Juan Bautista Alberdi
Canal de Irrigación	La Cocha	Rumi Punco
Canal de Irrigación	La Cocha	San José
Canal de irrigación	Leales	Los Puestos
Canal de Irrigación	Chicligasta	Arcadia

^{*1} Barrios: Mataderos, 1º de Mayo, La Manga; ^{*2} Barrio 25 de Mayo; ^{*3} Barrios: San Roque, Costanera, Reinoso; ^{*4} Barrios Alvear, Círculo Médico, Policial, San Andrés, La Unión, Irigoyen, Independencia, Sarmiento; ^{*5} Barrios: Gimnasio 232, Norte.

Sector 3: Ubicado en los departamentos de La Cocha y Graneros, la zona cubre un área aproximada de 10.000 has conformada por dos sectores principales: uno que se extiende desde la confluencia de los arroyos El Sueño y La Posta hasta la ruta 334 y otro desde el río San Francisco hasta pasar dicha ruta. Los efectos del desborde de ambos arroyos sobrepasaron la ruta provincial 334, citándose caudales de hasta 43 m³/seg para el arroyo El Sueño en su cruce con la ruta nacional 38. El otro sector tiene que ver con las zonas afectadas por las crecidas del río San Francisco. Según Carrero Valenzuela (2000), este río presenta un cauce definido hasta el paraje nombrado por los habitantes como “Monte de Milkaut” y luego se torna divagante, adoptando comportamientos de crecida en frentes de hasta 700 mts de ancho con tirantes de 0.20 mts.

Daños Generados por las Inundaciones

Los daños que generan los eventos de inundaciones en el sur tucumano pueden clasificarse en:

Daños Directos

- Pérdida de vidas humanas: En este caso durante el período 2000 se produjo la muerte de 2 personas. Registradas en Campo Herrera y en el arroyo El Sueño.
- Cientos de evacuados (Cuadro 13) y poblaciones aisladas (fotos 14 y 15).
- Roturas de vías provinciales y nacionales de comunicación.
- Pérdidas de plantaciones agrícolas.

Daños Indirectos

- Pérdida de productos almacenados
- Muerte de animales por empantamiento y/o falta de alimento
- Imposibilidad de realizar cosechas por exceso de humedad de los suelos
- Salinización de grandes áreas por permanencia de aguas en bajos topográficos.
- Atraso considerable en los tiempos productivos en general.



14



15

Foto 14: Inundaciones en la ciudad de Monteros durante el verano del 2000.

Foto 15: Inundaciones en Alto Verde en Noviembre de 2004 (fotografías diario La Gaceta).

Cuadro 13: Número de familias y personas afectadas/evacuadas durante las lluvias del período 2000-2002.

Departamento	Familias Afectadas			Personas Afectadas			Familias Evacuadas			Personas Evacuadas		
	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002	2000	2001	2002
Famaillá	12	42		60	210		12	30		60	150	
Monteros	16	315		80	1575		16	73		80	365	
Leales	95	422	1073	475	2110	5365	6	20	637	30	100	3185
Simoca	190	2492	80	950	12460	400	40	181	60	200	905	300
Chicligasta	313		378	1565		1890	313		18	1565		90
Río Chico	118	931	60	590	4655	300	108	535		540	2675	
Alberdi		1			5			1		5		
Graneros				4700						3500		
La Cocha	1			5 (750)			1			5 (650)		
TOTAL	745	4203	1591	3725	21015	7955	496	840	715	2485	4195	3305

Fuente: Dirección Provincial de Defensa Civil.

Nota: Las cifras del cuadro fueron obtenidas de la página oficial del gobierno de la provincia de Tucumán www.tucuman.gov.ar. Los datos en rojo responden a un trabajo de Giobellina (2000) en donde figura como fuente la Dirección Provincial de Defensa Civil. Para los totales solo se consideraron los datos de la página oficial.

7.2.3 Procesos de Remoción en Masa

Introducción

También conocidos como movimientos de ladera, constituyen los procesos geomorfológicos más importantes del sector montañoso ubicado al oeste de la Carta. Abarcan tanto las laderas húmedas de las sierras del sudeste y de la Sierra del Aconquija como los sectores secos correspondientes a las laderas occidentales y valles intermontanos. Su número e intensidad se encuentran controlados por una serie de factores que actúan de diferente manera según la región.

Los distintos tipos de remoción en masa reconocidos en la zona fueron agrupados en el cuadro 14. Para su descripción se utilizaron los trabajos de Varnes (1978) y de Pierson y Costa (1987).

Tipo de Movimiento	Procesos Identificados
Deslizamientos	Deslizamiento de tierra
	Deslizamiento de detritos
	Avalancha de detritos
Flujos	Flujo de Detritos
	Flujo Hiperconcentrado
	Gelifluxión y Glaciares de Roca
Caídas	Caídas de rocas
Movimiento Complejo	Combinación de deslizamientos y flujos

Cuadro 14: Clasificación de los distintos tipos de procesos de remoción en masa identificados dentro de la Carta de Peligrosidad “Concepción”.

Descripción de los Procesos

Deslizamientos: Fueron observados en laderas con altas pendientes, en donde se reconocieron 3 tipos principales, deslizamientos de tierra, deslizamiento de detritos y avalanchas de detritos. Estos procesos comienzan como movimientos pendiente abajo que se desplazan por superficies de deslizamientos dadas por la interfase suelo-roca meteorizada o por superficies de foliación o diaclasamiento a favor de la pendiente en las rocas fracturadas del basamento metamórfico.

Los deslizamientos de tierra y de detritos constituyen movimientos traslacionales, de características poco profundas y que tienen esencialmente un plano de deslizamiento recto. La profundidad de dicho plano, en estos tipos de movimientos, generalmente se ubica entre 1 y 4 metros, siendo característica de los mismos que la longitud del deslizamiento es mayor que la profundidad del mismo (Selby, 1993). Este tipo de deslizamientos fueron identificados en el camino de acceso a la central hidroeléctrica Pueblo Viejo (Quebrada del Portugués) (figura 12 A), en la ruta 308 camino al embalse Escaba (figura 12 B), en la ruta 358 camino a Escaba de Arriba, en la ruta 1 camino a Singuil (figura 12 C y D) y en la Quebrada de Los Sosa afectando la ruta 307 (figura 13 A).

Un caso particular de deslizamientos de detritos bajo condiciones “secas” es citado por Fernández y Lutz (2003) para la tonalita “El Indio” ubicada sobre la ruta 307. Se

ha observado que en aquellas zonas donde se produjeron deslizamientos durante las intensas precipitaciones, los materiales que quedaron adheridos al plano de deslizamiento o los fragmentos de la parte superior de la cicatriz del deslizamiento que no llegaron a moverse, al secarse, son incapaces de permanecer en pendientes superiores a 30° por lo cual se desplazan pendiente abajo (figura 13 B). Deslizamientos de detritos de tipo rotacional fueron observados en materiales loesicos cohesivos ubicados en el valle de Singuil (figura 13 C). Este tipo de deslizamientos se caracterizan por tener planos de falla curvos e involucrar movimientos de tipo rotacional de la masa deslizada. El suelo absorbe agua incrementando su peso hasta que a una profundidad crítica el esfuerzo de corte supera a la resistencia de la masa y se desliza pendiente abajo.

La distinción entre los deslizamientos de detritos y las avalanchas de detritos se basa en el grado de deformación del material y del contenido de agua de la masa deslizada. Tanto el grado de deformación como el contenido de agua frecuentemente aumentan pendiente abajo, por lo tanto las avalanchas de detritos observadas en la zona se habrían originado durante las intensas precipitaciones a partir de deslizamientos que tuvieron lugar en los sectores más altos de las laderas. A medida que la masa de pequeños bloques y detritos se deslizó ladera abajo fue adquiriendo mayor deformación y fueron ganando en contenido de agua y aire hasta transformarse en un "deslizamiento fluente" compuesto por detritos y sedimentos finos, agua y aire, que responde a lo que Sharpe (1938) originalmente definió como avalancha de detritos (debris avalanche) y que Pierson y Costa (1987) lo clasifican dentro de la categoría de flujos granulares masivos.

Las avalanchas de detritos que descienden de las laderas de la Sierra de La Ventanita, al interceptar la Ruta Provincial N° 307 sufren una pérdida abrupta de energía como consecuencia del brusco cambio de pendiente, lo que origina la depositación del material grueso (bloques y detritos) conformando conos de detritos cuyos espesores pueden alcanzar los 4 a 5 metros de espesor (figuras 13 D y E).

Flujos: En la zona de estudio han sido reconocidos dos tipos de flujos principales que responden a flujos de detritos y flujos hiperconcentrados, mientras que un tercer tipo de flujo está supeditado a las zonas bajas condiciones periglaciares existentes en los sectores cumbres de la Sierra del Aconquija en donde actúan procesos de crioclastía y gelifluxión y que serán tratados por separado mas abajo.

En el caso de los flujos de detritos, se tratan de flujos densos con un comportamiento plástico en donde la mezcla sedimento-agua se mueve como una sola fase. Los depósitos dejados por este tipo de movimiento se caracterizan por formar conos de detritos, matrix portante y donde los clastos de mayor tamaño se encuentran en la parte más alta del depósito. Otro rasgo distintivo es su alta deformación interna durante el movimiento. Depósitos originados por este tipo de flujos fueron identificados en la Quebrada del río Los Sosa (figura 14 A). Estos flujos fueron iniciados a partir de deslizamientos de las laderas ubicadas a ambos márgenes del canal principal o por acumulación de sedimentos en *chutes* o canaletas laterales a partir de la erosión y/o meteorización en sus márgenes y sustrato.

Los flujos hiperconcentrados fueron observados en pequeños arroyos que descienden de las laderas y se caracterizan por ser corrientes de agua con una gran carga de sedimentos y lo suficientemente densos como para conferirles un carácter

de flujo no newtoniano pero sin llegar a exhibir un comportamiento plástico (Selby 1993).

Los depósitos que resultan de estos flujos presentan una naturaleza intermedia entre una corriente de agua normal y un flujo de detritos y se caracterizan por ser clastos portantes y tener un menor contenido de matrix que los flujos de detritos.

Caída de Rocas: El proceso tiene lugar en paredones subverticales, conformados por materiales fracturados o con una marcada esquistosidad con plano a favor de la pendiente, que durante las lluvias se ven sometidos a un aumento de presión en sus grietas, facilitando el desprendimiento y caída de rocas. Evidencias de este proceso fue citado por Fernández y Lutz (2003) para los sectores conocidos como "Angosto del Naranjal" y Kilómetro 32 de la Quebrada del Río Los Sosa, donde personal de Vialidad Provincial realizó voladuras con el objetivo de ensanchar la Ruta Provincial N° 307.

Otro escenario de generación de caídas de rocas lo constituye la traza de los caminos con taludes formados por depósitos conglomerádicos pertenecientes a antiguos flujos de detritos. Este es el caso de la ruta 308, en el tramo que va de Escaba a Balcosna, que corta numerosos afloramientos de flujos antiguos con presencia de grandes bloques de granitoides y metamorfitas los cuales tienden a desprenderse y caer de las paredes casi verticales durante las lluvias (figura 14 B).

Movimientos Complejos: De acuerdo a Varnes (1978) se denomina movimiento complejo a la combinación de 2 o más tipos de procesos. Este tipo de movimientos tuvieron lugar en laderas con pendiente superior a 25° y coincidieron con los sectores en los que la vegetación original fue afectada por un incendio del año 1999. Se originan a partir de 3 o más deslizamientos superficiales que confluyen en un mismo canal, depositando gran cantidad de material el cual se mezcla con el agua proveniente de las laderas y de los cauces menores, licuándose hasta convertirse en flujos (figura 14 C)

Flujos en zonas periglaciares

Los depósitos generados por procesos periglaciares fueron observados en los sectores cumbres de la Sierra del Aconquija, principalmente en los parajes conocidos como Abra del Toro, Cerro de la Laguna Verde, Cerro El Bolsón y Cerro El Clavillo. En la génesis de las laderas ubicadas en estos sectores están implicados diferentes procesos, tales como crioclastia, movimientos en masa, escorrentía superficial y nivación. Todos ellos pueden actuar de manera combinada o por separado y la intensidad de los mismos es muy variable. Las formas resultantes que se observaron fueron: laderas de geliflucción, terrazas de crioplanación, conos de derrubios, ríos de bloques y glaciares de roca. Estos últimos suelen ser muy abundantes y constituyen uno de los rasgos más sobresalientes de estas zonas. Se tratan de masas compuestas por clastos angulosos, en forma de lengua o lobada, con hielo en su interior que se mueven ladera abajo (figuras 15 A y B). Los glaciares rocosos se sitúan por lo general al pie de paredes, que a veces constituyen los bordes de los anfiteatros de circo o laderas abruptas de valles en artesa.

Actualmente, y debido al aumento de las temperaturas registradas desde la segunda mitad del siglo XX, estos glaciares de roca que suelen contener hielo intersticial se

encuentran en desequilibrio con su medio. De esta forma, una vez retirado el hielo la estructura de estos glaciares de roca suelen desmoronarse produciendo deslizamientos que llegan al fondo de los valles. Ahumada *et al.* (2000) reconocieron en las zonas altas de los ríos Nevado y La Horqueta depósitos originados por este fenómeno. Estos autores señalan a las regiones cumbreales de la Sierra del Aconquija que fueron afectadas por procesos glaciares como zonas de alto riesgo geológico ya que de seguir el calentamiento atmosférico o de aumentar las precipitaciones en altura generarían condiciones de inestabilidad en los glaciares de rocas originándose deslizamientos con gran aporte de material a los principales ríos que bajan de la sierra.

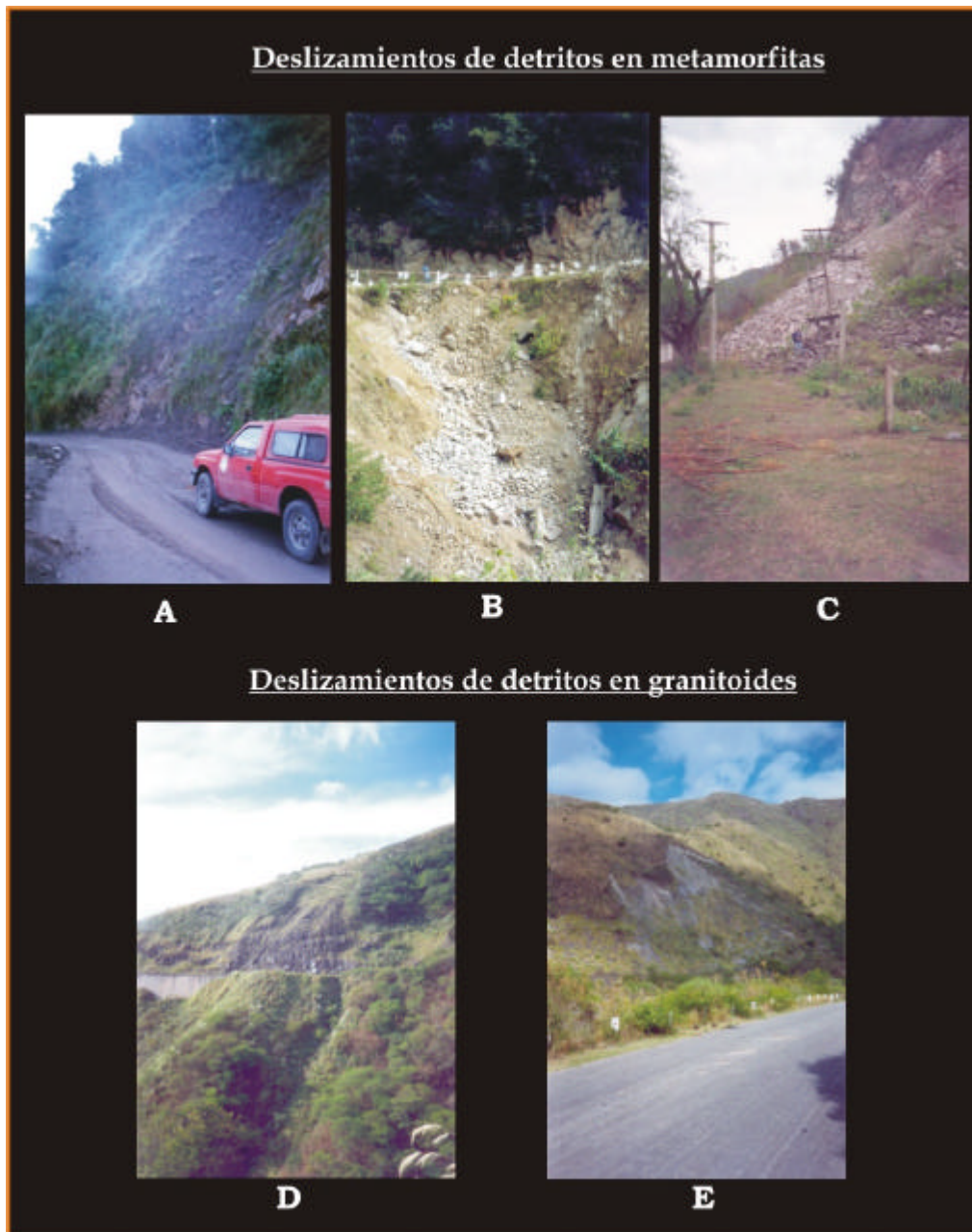


Figura 12: A. Deslizamiento en el camino de acceso a la central Pueblo Viejo. B. Gran deslizamiento sobre la ruta 308 camino a Escaba. C. Deslizamiento producido arriba del cierre del embalse Escaba sobre la ruta 358. D y E Deslizamiento traslacionales en la ruta 1 (provincia de Catamarca).



Figura 13: A. Deslizamiento de tierra en el angosto del Naranjal, ruta 307. B. Deslizamiento espontáneo sobre material arenoso seco en la ruta 307. C. Deslizamiento rotacional sobre material loesico en el valle de Singuil. D. Vista de costado de un cono de detritos parcialmente removido, originado por avalancha de detritos sobre la ruta 307. E. Vista de frente del gran cono de detritos que tuvo lugar en la zona de Playa Larga, sobre la ruta 307.

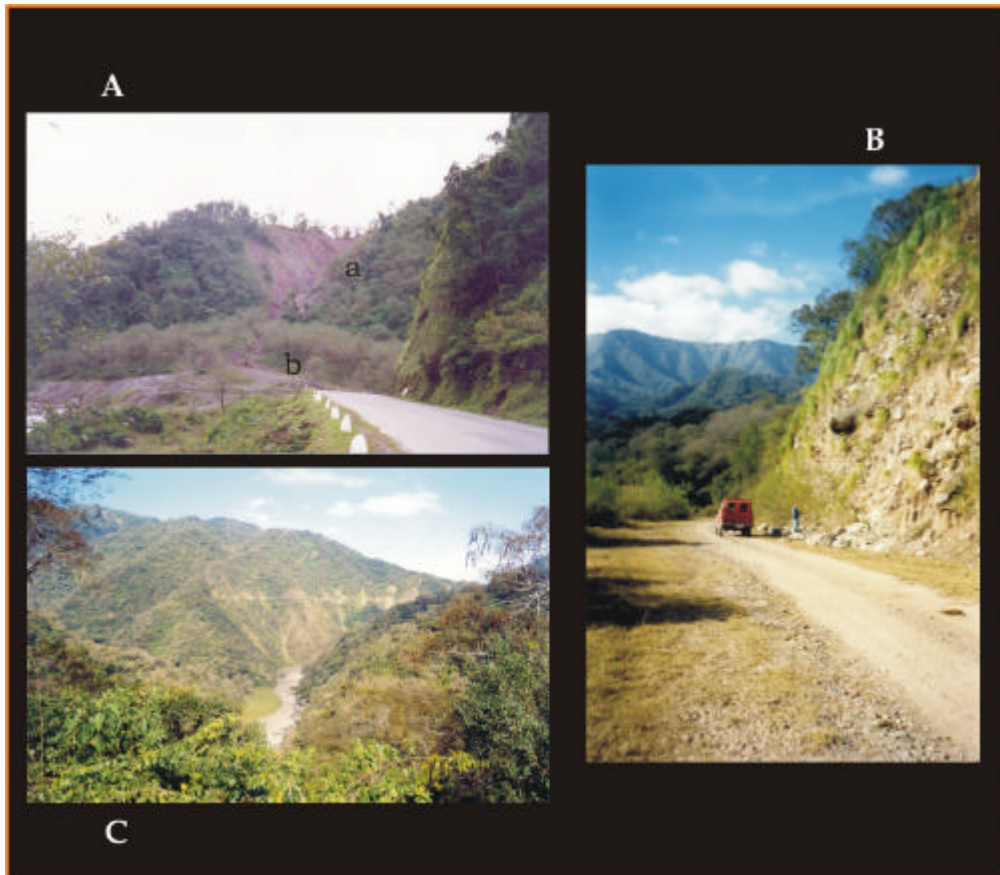


Figura 14: **A.** Flujo de detritos (debris flow) en el km 36 de la ruta 307. Las letras a y b indican la zona de despegue y el cono de detritos sobre la ruta respectivamente. **B.** Zona de caída de rocas en la ruta 308 entre Escaba y Balcosna. **C.** Vista de la Quebrada del río Marapa. Al fondo se observa una ladera con superficies de deslizamientos múltiples.

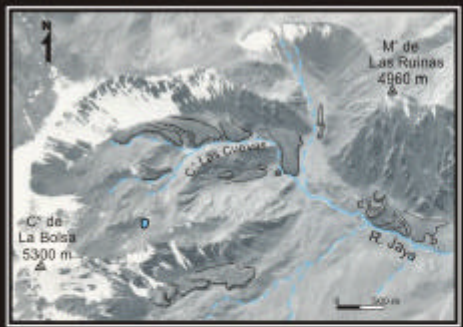


Figura 15 A: Glaciares de roca activos en las cabeceras del río Jaya. Se observan glaciares en lengua (a), en espátula (b) y lobados (c).

Figura 15 B: Glaciares de roca activos en las cabeceras del río Bolsón. Se observan glaciares en lengua (a) y en espátula (b). En primer plano se observa el gran glaciar de roca situado al pie del Cerro El Clavillo cuyas dimensiones aproximadas son: longitud máxima: 1250 m, ancho max : 360 m y una superficie de 276.360 m².

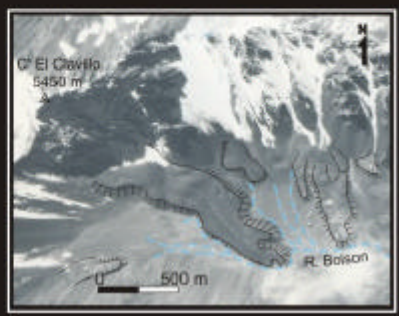


Figura 15

Factores de Control

Según Ferrer Gijón (1995), los factores que controlan los procesos, sobre todo los movimientos de ladera, pueden quedar agrupados en factores condicionantes y factores desencadenantes. Los primeros están unidos a la propia naturaleza, composición, estructura y forma de terreno, mientras que los desencadenantes pueden ser considerados como "externos", ya que al actuar sobre el terreno provocan o desencadenan los procesos al modificar las condiciones de equilibrio pre-existentes.

Factores Desencadenantes

La lluvia constituye el principal factor desencadenante de los procesos observados. El efecto que provoca sobre los materiales es el incremento de las presiones intersticiales y el flujo de agua a través del terreno. Esto genera una disminución en la resistencia al corte de los materiales, además de elevar su peso e influir en sus propiedades resistentes.

Los dos parámetros relacionados con las precipitaciones que tienen incidencia directa en la zona son la progresiva acumulación del agua con lluvias persistentes y la intensidad de las tormentas de verano. En la región de la Carta, la mayor parte de las lluvias tiene lugar durante el período estival, lo que genera la saturación estacional de los materiales porosos. Por otro lado, en los últimos años, se ha observado un aumento en el volumen e intensidad de estas precipitaciones, un hecho que fue relacionado con fenómenos meteorológicos como la corriente de "El Niño" (Toledo *et al.* 2001). Llama la atención el aumento que se observa en las precipitaciones medias anuales a partir del año 1975, cuando comienzan a registrarse posibles valores anómalos positivos, dados por la relación de la media más la desviación estándar, en forma más frecuente (figuras 16 y 17). De la comparación entre las medias anuales obtenidas para períodos de 30 años (1934-1964 y 1966-1996) surge que el aumento en las precipitaciones del sector pedemontano tucumano, estaciones Concepción y La Cocha, fue de 267 mm y 292 mm respectivamente.

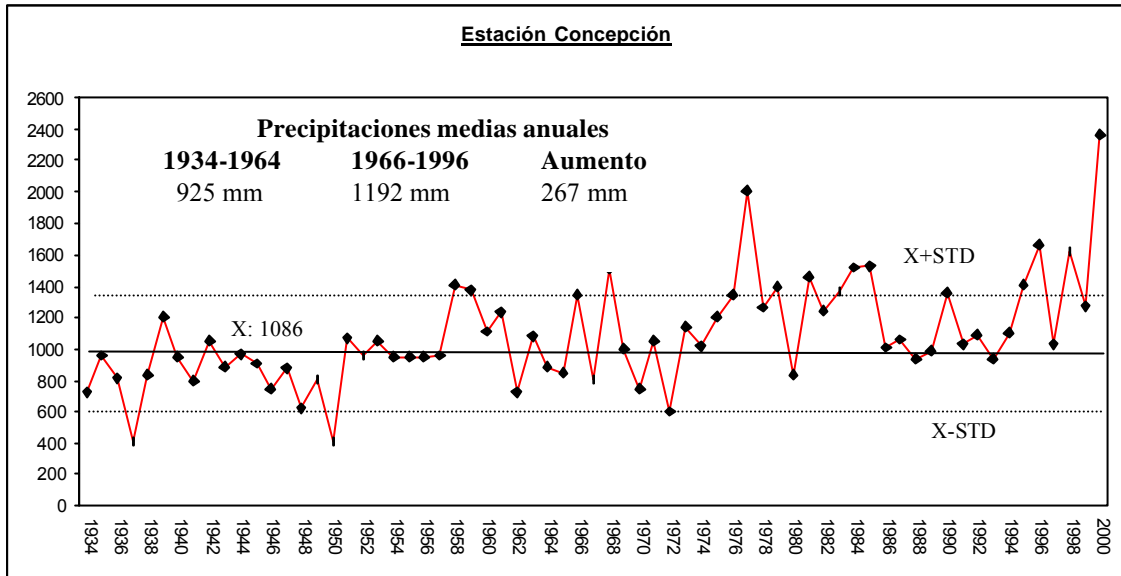


Figura 16: Registros pluviométricos para el período 1934-2000 de la ciudad de Concepción.

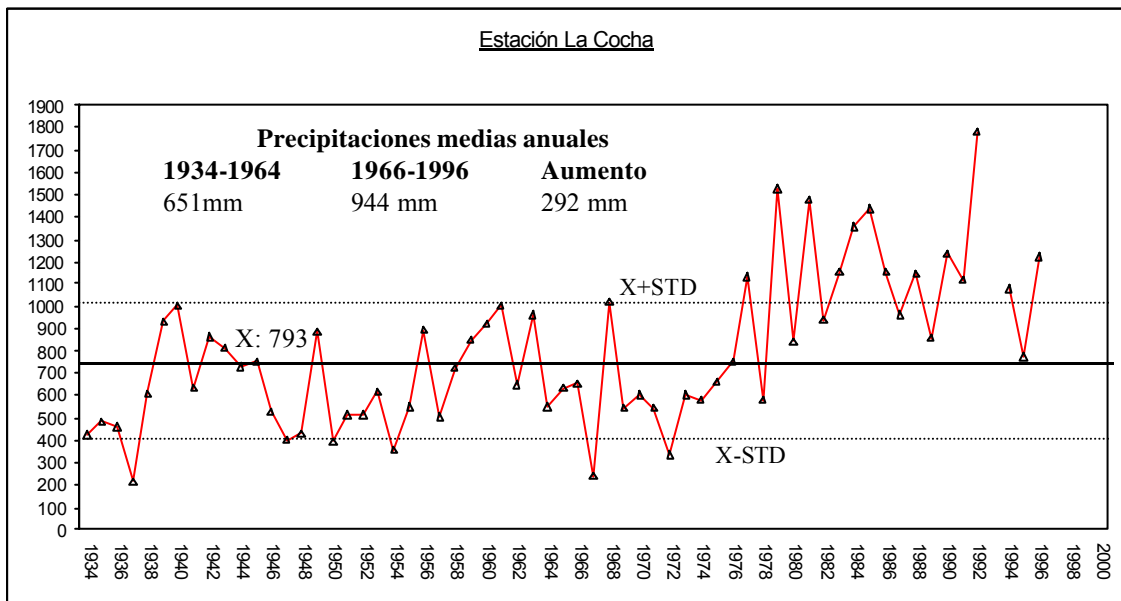


Figura 17: Registros pluviométricos para el período 1934-2000 de la ciudad de La Cocha.

En este sentido Paolini *et al.* (2005), mediante el uso de métodos de datación dendrocronológicos, establecen una clara relación entre los eventos de deslizamientos y el aumento en las precipitaciones medias anuales que tuvieron lugar en la selva de las Yungas del noroeste argentino durante el último siglo (figura 18).

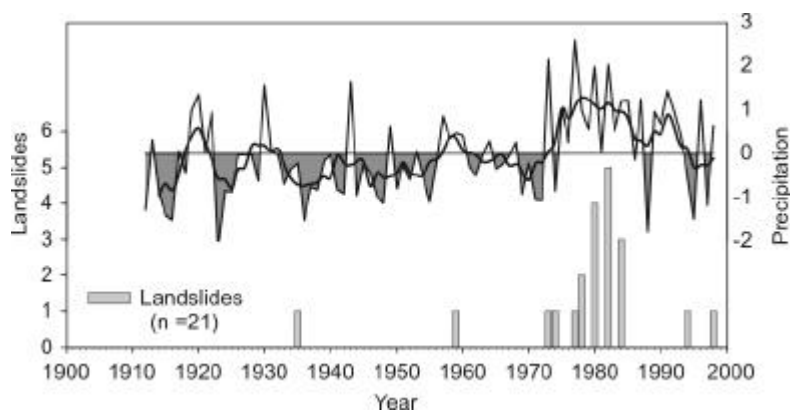


Figura 18: Relación entre eventos de deslizamientos y precipitación anual para el período 1912-2000 (Tomado de Paolini *et al.*, 2005).

Según registros pluviométricos del sector de la Quebrada del río Los Sosa, el 14 de febrero del 2000 cayeron 210 mm en 6 horas, mientras que el 12 de febrero del 2001 se produjo la tormenta de mayor intensidad en los últimos 15 años, registrándose 200 mm en 2 horas y media. Ello desencadenó un gran aumento en el caudal de los ríos y la ocurrencia de numerosos movimientos de ladera que mantuvieron cortada la Ruta Provincial N° 307 por varios días (Foto 16).



Foto 16: Reparación de la ruta 307, en la Quebrada del Río Los Sosa, luego de las lluvias del 2001 (fotografía diario La Gaceta).

El otro factor desencadenante es el antrópico, ya que juega un papel importante en los cambios que introduce sobre el sistema de manera intencional y/o accidental. De esta manera se han identificado dos acciones que actuando de manera conjunta con las precipitaciones generaron procesos de remoción en masa. Por un lado, la

desestabilización de las laderas que se produce por los cambios en la geometría y pendiente de las laderas, y por el otro la generación de incendios, intencionales o no, en la Selva Montana.

El último incendio registrado data de agosto del año 1999 y abarcó una franja de aproximadamente 30 kilómetros de longitud desde la sierra de la Ventanita al norte (Quebrada del Río Los Sosa), hasta el parque nacional Campo de Los Alisos al sur (a la altura del río Las Pavas), con un ancho promedio de 8,5 kilómetros medido sobre la Ruta Provincial N° 307. Este incendio afectó principalmente a la Selva Montana y al Bosque Montano de altura. La pérdida de cobertura y protección como consecuencia de este evento, se tradujo en la aparición de numerosos deslizamientos traslacionales durante las tormentas de los años 2000 y 2001, en sectores en donde en el pasado no se tenían registros de movimientos gravitacionales.

Factores Condicionantes

- Litología: La litología cumple un papel muy importante en el control del tipo de movimiento generado. De esta forma, se observó que las avalanchas de detritos y los flujos sólo se registraron en materiales esquistosos, mientras que los deslizamientos de detritos "secos", tuvieron lugar sólo en el tramo que aflora la tonalita "El Indio".
En el caso de los deslizamientos de detritos y de tierra, ocurrieron en casi todas las litologías, lo que sugiere que el control de los mismos está dado por la interfase roca fresca-material meteorizado y por el grado de pendiente.
- Pendientes: La pendiente juega un papel preponderante en el control de los procesos de remoción en masa, toda vez que se tratan de movimientos gravitacionales por excelencia. En el sector de estudio predomina las pendientes altas producto del relieve montañoso. Casi la totalidad de los movimientos identificados se produjeron en pendientes superiores a 10°, mientras que los eventos de mayor magnitud acontecieron a partir de los 20°. Se debe tener en cuenta que las pendientes antes mencionadas son generales para todo el sector, por lo que en algunos procesos tiende a ser más importante la pendiente del talud que la general del terreno; es el caso de los procesos de deslizamientos de detritos bajo condiciones "secas" y de caída de rocas. En este último se observan taludes que superan los 70° y que fueron realizados artificialmente por medio de voladuras, por lo cual existiría una sinergia importante entre ambos factores.
- Suelos: Al constituir suelos de poca profundidad efectiva, éstos suelen saturarse rápidamente con el agua de las precipitaciones y fluir bajo la acción de la gravedad. Es importante recalcar el delicado equilibrio existente entre los suelos y la vegetación selvática de las laderas orientales, que los protege de la erosión y les brinda los nutrientes necesarios que permiten la formación de un epipedón úmbrico con altos contenidos de materia orgánica que permiten el crecimiento de la exuberante selva. Al eliminarse la misma, el horizonte superficial de estos suelos se erosiona con suma facilidad, debido a su fragilidad estructural, facilitando la ocurrencia de deslizamientos de tierra.

7.2.4 Proceso de Salinización

Introducción

La salinización de los suelos constituye, junto a los procesos erosivos, una de las principales causas de degradación de suelos en el sector sureste de la Carta. En Latinoamérica el país con mayor extensión de suelos afectados por problemas de salinización es la República Argentina y a nivel mundial una cuarta parte de la superficie cultivada presenta este fenómeno.

Desde el punto de vista agrícola, se considera al suelo como salino cuando la concentración de sales presentes en la zona radicular disminuye el desarrollo de las plantas, al compararlo con el alcanzado por las cultivadas en condiciones no salinas.

El sector con problemas de salinización dentro de la Carta se ubica en los planos interfluviales que conforman la planicie aluvial disectada, principalmente entre las localidades de Atahona (al norte) y Lamadrid (al sur) en el sureste de la provincia de Tucumán y en los bajos topográficos ubicados en la planicie loésica en la provincia de Santiago del Estero.

El SE tucumano constituye una zona deprimida cuya pendiente ronda el 0,5 % y con presencia de débiles depresiones en donde se suelen originar procesos de anegamiento asociados a la salinidad.

Causas de los problemas de salinización

La salinización es la consecuencia de la presencia en el suelo de sales solubles muy móviles. Para que se salinicen los suelos, es necesario que el agua circule lentamente dentro de él, para que lo impregne, disuelva las sales y estas se distribuyan en el perfil, sin que puedan eliminarse grandes cantidades de ellas.

Las áreas afectadas por este proceso presentan condiciones climáticas, topográficas, edáficas y antrópicas que favorecen la intensificación del mismo. Estas causas se pueden clasificar de la siguiente manera:

Origen	Causas	Características
Natural	Clima	Semiárido cálido
	Régimen de humedad del suelo	No percolante
	Posición topográfica	Depresiones, zonas de bajas pendientes
	Clase de drenaje	Deficiente
Antrópico	Presencia del embalse Río Hondo	Elevación del nivel freático
	Actividades agrícolas	Riego con agua de mala calidad

Cuadro 15

Factor Climático

La zona posee un mesoclima semiárido cálido con una precipitación anual que ronda los 650 mm al oeste y los 500 mm al sudeste. El número de meses con déficit de agua es superior a 9, abarcando desde abril a diciembre. La evapotranspiración

potencial aumenta de 950 a 1000 mm de oeste a este. La temperatura media anual ronda los 20° con máximas en los meses mas calientes de hasta 48°.

Factor Topográfico

La zona afectada por anegamiento o salinización se encuentra principalmente por debajo de la cota de 350 ms.n.m. La distribución de las curvas de nivel en la zona permite observar que tanto el escurrimiento superficial como el agua de la napa tienden a concentrarse en la zona del embalse Río Hondo.

Factor Antrópico

La presencia del embalse Río Hondo genera el cambio del nivel de base de las subcuencas que drenan sus aguas hacia el mismo, como consecuencia se produce la elevación del nivel freático quedando a poca profundidad e incluso puede aflorar y anegar los terrenos durante períodos húmedos prolongados.

El proceso de salinización

Tanto en la planicie aluvial disectada tucumana como en la planicie loésica santiagueña la presencia de un sustrato loésico determina que las aguas freáticas presenten un quimismo salino-alkalino. En el sector tucumano la concentración salina de las napas pueden llegar hasta 350 mg/l, siendo en general cloruradas sulfatadas sódicas.

Durante los meses de verano, el nivel de estas napas freáticas puede alcanzar la superficie de los terrenos produciendo el anegamiento de los mismos. Luego al evaporarse el agua, las sales precipitan formando eflorescencias salinas.

Durante los meses de déficit hídrico (abril a noviembre), el agua cargada con sales de la napa asciende por capilaridad como consecuencia de la acción de la evapotranspiración, concentrándolas en la superficie.

Las condiciones de anegamiento no tan solo provienen del ascenso de napas, sino que al ser una zona deprimida el agua proveniente de terrenos ubicados en zonas más altas (ya sea de origen pluvial o fluvial) queda retenida en las depresiones o bajos topográficos. Esa agua también contendrá altos niveles salinos por el lavado de los terrenos circundantes. Al comenzar la evaporación la misma se produce la concentración y precipitación de las sales.

El paisaje de estas amplias zonas salinizadas se encuentran dominadas por la presencia de eflorescencias salinas en superficie y el dominio de especies vegetales con alta tolerancia a la salinidad como el *Baccharis sp* (Chilca) y *Suaeda sp* (Jume) (Figura 19).

En el caso de los salitrales de Vinará y El Tranquilo (también llamado El Saladillo), ubicados en el sector centro oriental de la Carta, en la provincia de Santiago del Estero constituyen bajos topográficos acentuados en donde se acumula el agua proveniente de sectores mas elevados que al evaporarse se produce la precipitación de sus sales. Estas zonas presentan un marcado déficit hídrico y son totalmente improductivas.

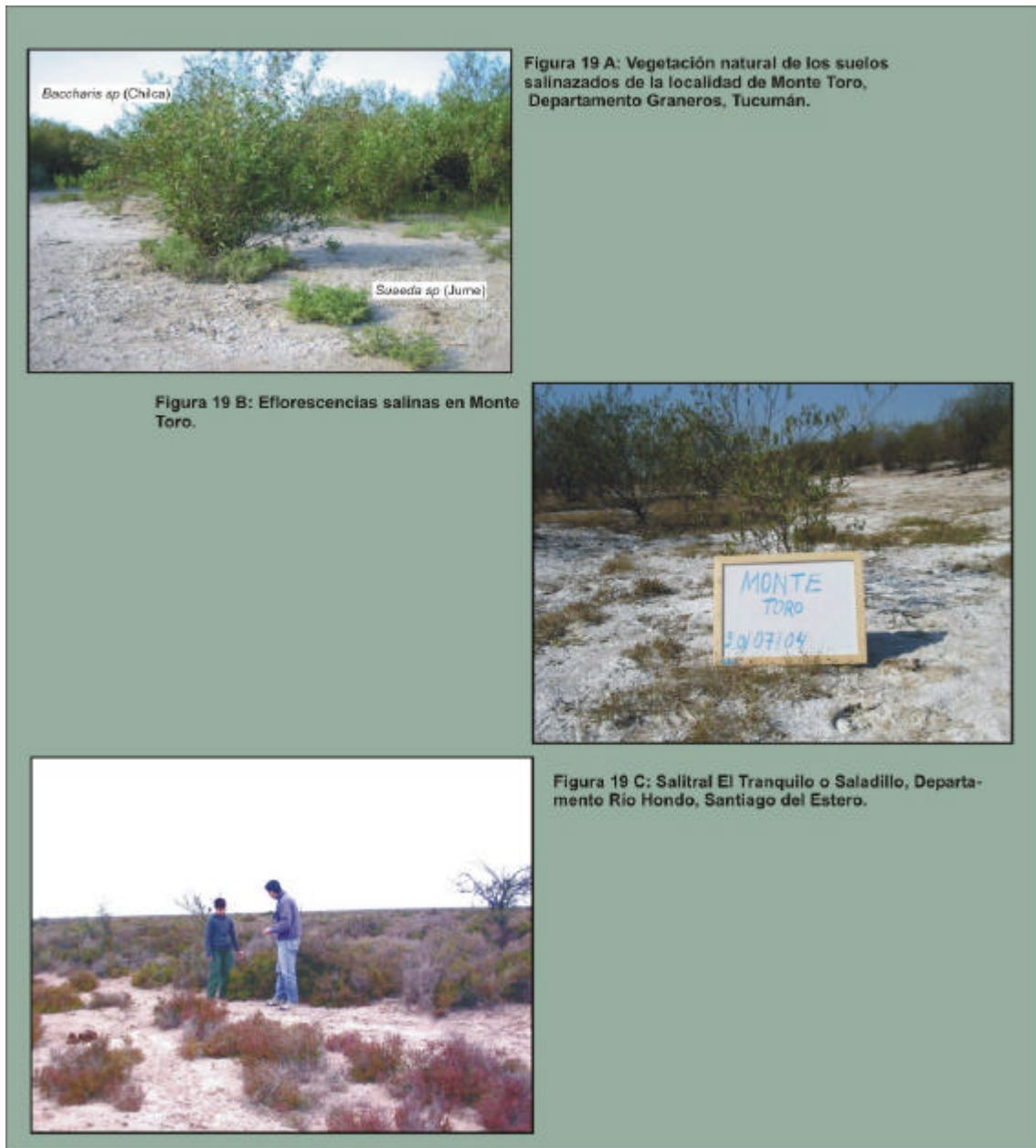


Figura 19

7.3 Procesos Geológicos Endógenos

7.3.1 Sismicidad

Según el IMPRES, el área comprendida dentro de la Carta se encuentra en una región de moderada actividad sísmica, correspondiendo a la zona 2, dentro de la zonificación sísmica del país, con una posibilidad superior al 75 % de sufrir los efectos de sismos de intensidad VII, según la escala de Mercalli modificada. En cuanto a la magnitud de los sismos, de acuerdo a datos históricos, los mismos se ubicaron entre 3 y 7 en la escala de Richter (Cuadro 15). Los últimos movimientos registrados en la zona tuvieron lugar en el año 2001 y 2004, registrando magnitudes de 3 y 4,5 en la escala de Richter respectivamente.

Fecha	Intensidad	Magnitud	Profundidad (km)	Localización		Sitio	Calificación Cualitativa
				Lat	Long		
4/7/1817	VIII	7	30	28°	64,5°		Destructivo
11/8/1907	VI	5,5	30	27,2°	65,5°	Monteros	Fuerte
3/4/1931	VII	6,3	180	27°	65°	El Naranjo	Muy Fuerte
10/1/2001	II-III	3	21,8	26,91°	65,57°		Débil
15/10/2004	III-IV	4,5	27	27,01°	65,15°		Moderado
5/10/2005	III-IV	5,4	45	27,18°	65,50°	Monteros	Moderado

Fuente: IMPRES

Cuadro 15: Sismos históricos registrados dentro del área que cubre la Carta de Peligrosidad Concepción.

Los dos sismos acontecidos en las localidades de Monteros y El Naranjo, el 11/08/1907 y 3/4/1931 respectivamente, tuvieron lugar a lo largo de un rasgo tectónico que tiene lugar entre las ciudades de Monteros y Concepción y que fuera descrito como una falla activa capaz o "emergente" por Suayter (1998). Se entiende por falla activa a aquellas fallas que se considera son capaces de generar posibles movimientos tanto en superficie o cerca de ella y que presentan un período de recurrencia entre 10 y 10.000 años de antigüedad. A su vez, el apelativo "emergente" se utiliza para designar aquellas fallas que presentan una manifestación o rotura en superficie.

El último sismo que figura en el cuadro 15, aconteció durante la elaboración del presente texto. De acuerdo a los datos brindados por el INPRES, el mismo tuvo lugar en las cercanías de la ciudad de Monteros a 45 km de profundidad. Este sismo tuvo una intensidad entre III y IV en la ciudad de San Miguel de Tucumán (50 km al NO) y se alcanzó a sentir en las ciudades de San Fernando del Valle de Catamarca y Santiago del Estero con una intensidad de III en la escala de Mercalli modificada.

La unidad morfoestructural de Sierras Pampeanas Noroccidentales, representada en la región cubierta por la Carta por la Sierra del Aconquija y las sierras del sudoeste tucumano, se encuentra caracterizada por presentar un sistema de fallas de sentido general NE-SO y NO-SE que estuvieron activas al menos hasta el Pleistoceno. Así lo atestiguan depósitos de avalanchas de rocas cuaternarios generadas por sismos en la ladera occidental de Sierra del Aconquija que fueran asignados por Hermanns y Strecker (1999) al Pleistoceno tardío.

Respecto a esta estructura regional, se observan una serie de megafracturas transcurrentes de rumbo oblicuo al de las fallas inversas regionales. Estas megafracturas son denominadas como "lineamientos". En el sur de la provincia de Tucumán se observan los lineamientos del Tucumán (Mon, 1976) y la megafractura Salar del hombre muerto-Tafí del Valle-Río Hondo (Baldis *et al.*, 1982; Suayter, 1983).

De acuerdo a Suayter (1983), todas estas fracturas están relacionadas con hipocentros de terremotos de intraplacas, y gobiernan los cinturones móviles sismogénicos de la provincia de Tucumán.

Por último, conviene considerar que la peligrosidad de los movimientos sísmicos, no tan solo se encuentra asociada a sus efectos directos sobre la infraestructura a partir de su movimiento ondulatorio o por procesos de licuefacción de los materiales, principalmente arenosos, que puedan encontrarse en el subsuelo de las ciudades. Sino también, se deben tener en cuenta sus efectos indirectos, por ejemplo como

disparador de fenómenos de movimientos de remoción en masa o aludes que en el caso de localidades ubicadas en terrenos cercanos a laderas montañosas pueden verse afectadas.

7.3.2 Erupciones Volcánicas

La zona comprendida por la Carta presenta un grado de peligrosidad muy bajo a nulo, si se tienen en cuenta aquellos peligros derivados a partir de la actividad volcánica que presentan una distribución areal limitada (< 100 km a la redonda) como por ejemplo: corrientes de lava, productos de material grueso expulsados durante la erupción, flujos piroclásticos, lahares o avalancha de detritos. Esto es debido a que en los alrededores de la Carta no se observan centros volcánicos activos. Solo se evidencian restos de una actividad volcánica terciaria (de 11 a 7 Ma) en el sector del Portezuelo de las Animas ubicado en la Sierra del Aconquija.

Actualmente los centros eruptivos activos de la Argentina se ubican en la cadena de los Andes, y particularmente en el NOA en el sector de la Puna (Figura 20).

Es por esto que la zona cubierta por la Carta puede verse afectada por aquellos procesos volcánicos que tienen una incidencia areal que alcanza los miles de kilómetros, como ser las lluvias de cenizas. De hecho, la región fue afectada en el año 1993 por la erupción del volcán Lascar ubicado en el norte de Chile, cerca de la frontera con Argentina a la altura de la provincia de Jujuy (Figura 21).

Durante dicha erupción la distribución de las cenizas fue irregular y estuvo vinculada con vientos procedentes del sector noroeste, lo que implicó la movilización de las cenizas hacia el SE hasta alcanzar la región litoral de Argentina. Esta efusión de cenizas generó en la provincia de Salta un empeoramiento en la calidad de las aguas superficiales como consecuencia del aumento en la concentración de algunos elementos como el Flúor a valores cercanos del límite establecido para el agua de consumo humano.

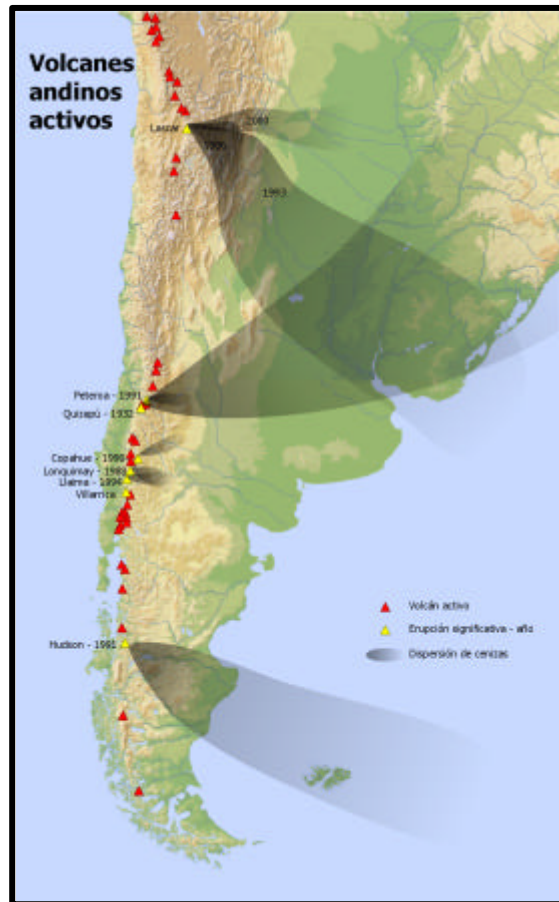


Figura 20: Ubicación de los centros volcánicos activos en el límite entre Chile y Argentina y principales eventos eruptivos que tuvieron lugar (Tomado de Viramonte *et al.*, 2001).



Figura 21: Localización del volcán Lascar (Tomado de Viramonte *et al.*, 2001)

Otro efecto que suelen originar las nubes de cenizas volcánicas es el de afectar los vuelos comerciales como consecuencia de la acción abrasiva de los cristales de

SiO₂ en las turbinas de los aviones. En la figura 22 pueden verse las rutas aéreas que fueron afectadas durante las erupciones del volcán Lascar de 1993 y 2000.

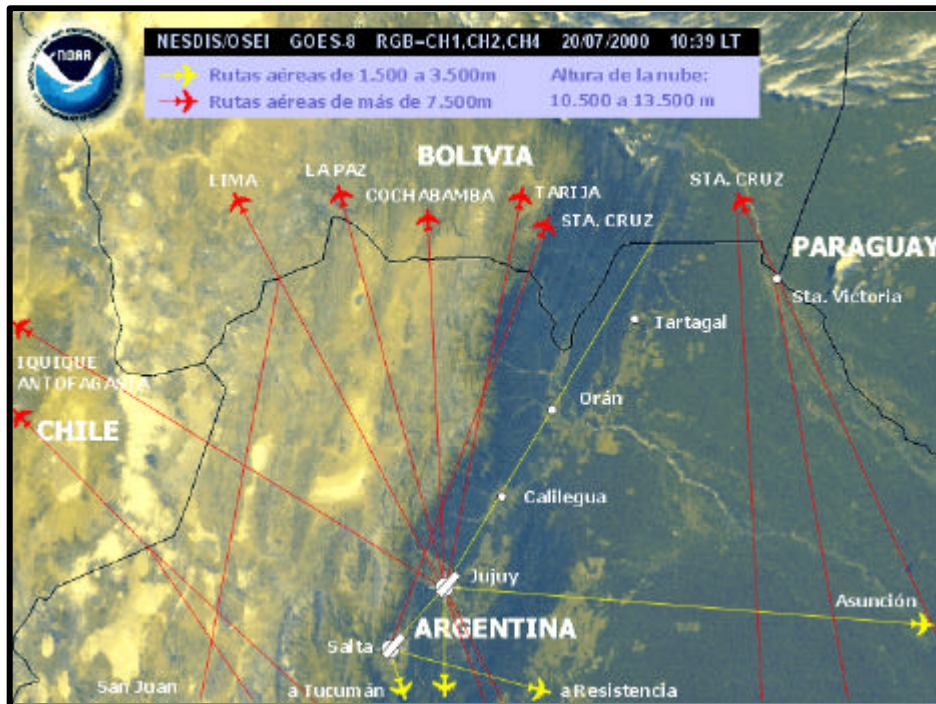
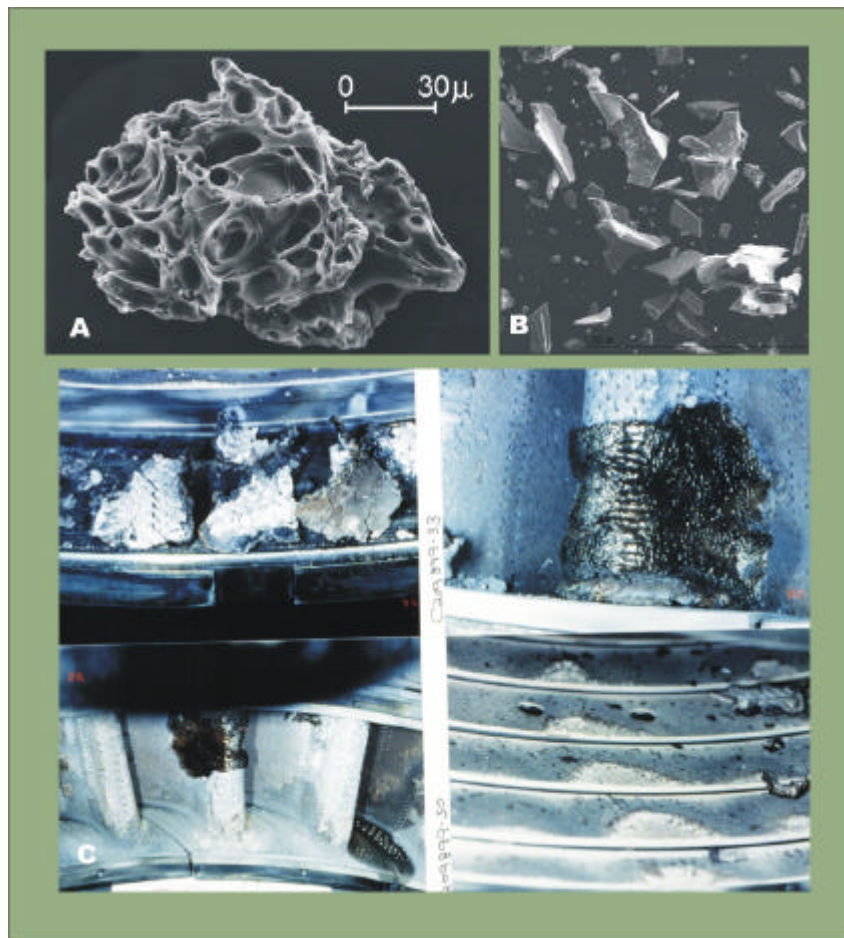


Figura 22: Rutas aéreas que fueron afectadas durante las erupciones del volcán Lascar del 20/07/2000 (Tomado de Viramonte *et al.*, 2001).

Los fragmentos que son expulsados por los volcanes poseen tamaños que varían entre 0,001 mm a 1 mm y pueden mantenerse en suspensión durante semanas. Estos cristales suelen ser muy duros y tener formas angulosas lo que genera graves daños en las aeronaves (figura 23). Los principales problemas que generan las cenizas sobre los aviones son:

- Depositación de sulfatos en los motores.
- Fenómenos de corrosión y desgaste.
- Fallas en el sistema electrónico debido a la carga estática y a la alta conductividad eléctrica de las cenizas.
- Contaminación del sistema hidráulico.
- Roturas de ventanillas y parabrisas.
- Pérdida de energía en los motores de los aviones en vuelo.

Para la prevención de los inconvenientes arriba señalados es fundamental el monitoreo mediante satélite de estas nubes debido a que por lo general los radares de los aviones no las pueden detectar debido a la baja reflectancia que poseen. Por otro lado la identificación a simple vista de las nubes suele ser difícil cuando estas se encuentran dispersas o cuando existe poca luz.



Figuras 23 A y B: Cristales de ceniza volcánica observados con microscopio electrónico. **C:** Efectos de las cenizas volcánicas sobre las turbinas de aviones (Fotografías tomadas por Schneider y Miller, Alaska Volcano Observatory, USGS).

8. Zonificación de la Peligrosidad Geológica

8.1 Introducción

En la Carta de Peligrosidad "Concepción" el área de estudio fue dividida en zonas de igual peligrosidad en base a la superposición de los mapas previamente descritos. Estas zonas fueron clasificadas en base a 4 tipos de peligrosidad a las cuales se le asignaron colores según el esquema de semáforo (rojo para la más alta y verde para la más baja) y se le agregaron rastras indicando el o los principales procesos geomorfológicos actuantes en cada una de las zonas.

Los procesos actuantes que han sido identificados para el área de estudio son: inundaciones, procesos de erosión fluvial, procesos de remoción en masa, salinización, eventos sísmicos, erosión hídrica y eólica y volcanismo.

La distribución espacial y la intensidad relativa de cada uno de estos procesos varían de acuerdo a la confluencia de una serie de factores que controlan a los mismos como ser la geología, la pendiente, el clima, densidad de drenaje, vegetación, actividades humanas, etc. En forma general la distribución e intensidad de estos procesos permite definir una zona montañosa ubicada al oeste de la Carta en donde los procesos de mayor incidencia lo constituyen los fenómenos de remoción en masa y erosión hídrica, el sector pedemontano en donde cobran importancia las inundaciones y la erosión hídrica, el ambiente de llanura con graves problemas generados por inundación fluvial, anegamientos y salinización y el sector de la planicie loésica ubicada al este de la región en donde la degradación de suelos cobra importancia.

Las principales características de las cuatro clases de peligrosidad son descriptas a continuación:

8.2 Zonas de Peligrosidad Baja

Abarca principalmente la unidad geomorfológica de la planicie loésica que se ubica al este de la Carta y pequeños sectores del sur de la unidad denominada planicie aluvial disectada, terrenos ubicados al norte de Taco Ralo, y de la unidad de niveles de bajada aluviales en sectores ubicados al sudeste del río San Francisco y al este del Río Manantial, en el límite sur de la Carta.

Las geoformas que se observan son de tipo poligénicas, eólicas-fluviales, con suelos en general bien desarrollados y pendientes muy bajas. La principal limitante de estos suelos son las precipitaciones que suelen registrar valores que rondan los 600 a 500 mm anuales con un déficit hídrico marcado durante gran parte del año.

El principal proceso que tiene lugar en esta zona es la degradación de suelos como consecuencia directa de un clima semiárido y del uso intensivo de los suelos. Esta conjunción de factores genera una intensificación en los procesos de erosión eólica y en menor medida de erosión hídrica.

Según datos de la SAGyP (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca) del año 1995 el 13,7 % (aproximadamente 308.400 ha) de la superficie de la provincia de Tucumán se encuentra afectada por procesos de erosión eólica, mientras que el área afectada por erosión hídrica alcanzó el 6,6 % (aproximadamente 150.000 ha).

La activa deforestación que sufrió el bosque chaqueño del sureste tucumano y de la provincia de Santiago del Estero queda evidenciada por el hecho de que hoy en día solo se observan pequeños reductos con bosque natural.

De acuerdo a los datos de la SAGyP (1995) la superficie de bosque natural censada en el año 1914 en la provincia de Santiago del Estero alcanzaba las 14.000.000 de hectáreas. Hoy en día, debido a la irracionalidad de su explotación, solo quedan menos del 10% de aquella superficie.

En general los procesos erosivos causan una paulatina disminución de la productividad de los suelos, dado que se pierden las partículas que contienen materia orgánica y elementos químicos cuya presencia define el grado de fertilidad de los mismos.

8.3 Zonas de Peligrosidad Moderada

Las zonas de peligrosidad moderada se localizan en los sectores montañosos del oeste, en aquellas áreas donde la magnitud o la recurrencia de los eventos identificados no permiten asignarle una peligrosidad mayor, en el sector de planicie aluvial ubicados entre los ríos principales del sur tucumano y en el sector de la parte septentrional de la Sierra de Guasayán ubicada en la provincia de Santiago del Estero.

En el sector montañoso predominan los procesos de remoción en masa y de erosión hídrica de los que se han encontrado evidencias como cicatrices de deslizamientos o procesos de carcavamiento. Abarca principalmente los sectores cumbres de las sierras del SO de la Carta como ser las Cumbres de Balcosna, Potrerrillo, Los Llanos, Sierra de Humaya y Cumbres de Narváez y de Santa Ana y también sectores de la ladera oriental de la Sierra de Aconquija excluyendo los sectores cercanos a los principales cursos de agua y a los caminos de montaña.

La zona de peligrosidad moderada ubicada en el ámbito de la planicie aluvial, sector central de la Carta, se encuentra caracterizada por la acción de procesos de erosión y sedimentación hídrica y de degradación de suelos por la acción combinada de los primeros más algunos problemas incipientes de salinización. Estos procesos tienen lugar principalmente en los planos de interfluvios de los principales ríos donde suelen observarse procesos de erosión laminar y algunos problemas de anegamientos estacionales por desborde de ríos.

También han sido identificadas algunas zonas con problemas de erosión eólica en los sectores más orientales como ser Estación Aráoz, Cañada de Viclos y Colonia Tinco.

Por último el sector perteneciente al extremo norte de la Sierra de Guasayán y lomadas aledañas se caracteriza por la presencia de procesos de erosión hídrica y eólica. En esta zona la presencia de cárcavas suele ser frecuente en los costados de la ruta 10 (foto 17), entre las localidades de San Pedro de Guasayán y Villa Guasayán. Otro sector afectado por carcavamiento es el sector del arroyo Huayco Hondo (foto 18), un curso de agua de pequeñas dimensiones que suele infiltrarse rápidamente al alejarse de Villa Guasayán.

Hacia el sector oriental de Sierra, en el paraje conocido como Las Juntas, se observan numerosas lomadas bajas y redondeadas en donde el núcleo conformado por sedimentitas terciarias (Formación Guasayán) queda expuesto debido a los procesos de deflación eólica.

Otro proceso que se observó en los alrededores de la Villa de Guasayán es la salinización de los suelos, sobre todo en aquellos lugares en donde el agua de las precipitaciones estivales suele quedar retenida en planos cóncavos del terreno y la activa evaporación origina la precipitación de las aguas ricas en sales provenientes del lavado de los bancos de yeso de la Formación Guasayán.



Foto 17: Proceso de cárcavamiento al costado de la ruta 10, entre las localidades de San Pedro de Guasayán y Villa de Guasayán.



Foto 18: Procesos de erosión hídrica y salinización en el arroyo Huayco Hondo en las cercanías de Villa Guasayán.

8.4 Zonas de Peligrosidad Alta

Las zonas delimitadas como de peligrosidad alta abarcan esencialmente la mayor parte del ambiente pedemontano, áreas de divagación fluvial de pequeños cursos de agua, el sector deprimido de la planicie aluvial disectada, los valles intermontanos y el sector de los cordones montañosos de Las Animas en el ángulo NO de la Carta.

El sector que abarca la región pedemontana se caracteriza por una serie de geoformas que incluyen abanicos aluviales, terrazas fluviales y niveles de pedimentos de distinta edad que conforman una serie de serranías bajas. Los procesos predominantes en este sector son los procesos de erosión-sedimentación fluvial y la degradación de suelos por erosión hídrica. En el caso de los procesos de origen fluvial suelen estar restringidos a sectores cercanos de los cursos de aguas que descienden del sector montañoso con gran energía como consecuencia de la gran diferencia de relieve existente. Un peligro relacionado es el rebalse de los canales de irrigación que suelen tomar grandes volúmenes de agua de los ríos más grandes y producen inundaciones agua abajo cuando se supera su capacidad de transporte.

Los suelos presentes en este sector se encuentran bien desarrollados y tienen buena estabilidad estructural sin embargo la confluencia de factores como altas pendientes, intensas precipitaciones estacionales y la alta presión de uso que sufren genera la degradación de los mismos. En este sentido se han observado procesos de erosión hídrica en surco y laminar afectando por lo general a suelos desarrollados en pendientes de tipo convexas. El avance de la actividad agrícola en las lomadas que suelen presentar altas pendientes es un tema preocupante ya que la vegetación selvática natural se está reemplazando paulatinamente por cultivos de baja cobertura (foto 19) aumentando en gran medida el escurrimiento superficial y la intensificación de los procesos erosivos.



Foto 19: Desmonte y cultivo de tabaco a favor de la pendiente en lomadas del sector pedemontano con pendientes superior al 12 %, en el camino a la localidad de La Calera.

En cuanto a las áreas de divagación fluvial de cauces menores se dividen en dos esencialmente:

- El sector que abarca desde la localidad de Monteros hasta la localidad de Simoca y que se encuentra limitada al norte por el río Balderrama y al sur por el río Seco. Este sector se caracteriza por la presencia de numerosos arroyos como el del Estero, Huasapampa y Buena Vista.
- El sector que se desarrolla al este del río Salí, en el Departamento Leales y que abarca las localidades de Villa Fiad, Ingenio Leales y Santa Rosa de Leales, junto con el arroyo Mista y un área cubierta por una red de canales de irrigación conformada por los canales Cachi Yaco, San Antonio y Helpa mas el canal colector Los Puestos.

En estas áreas el principal proceso actuante es el de inundación que se manifiesta durante las temporadas de lluvias excepcionales como consecuencia del rebalse de los canales que no suelen tener un plan de mantenimiento anual.

El sector deprimido correspondiente a la planicie aluvial disectada se desarrolla por debajo de la cota de 350 m.snm en el sector sureste de la provincia de Tucumán. En este sector los procesos geomorfológicos predominantes son los de anegamiento y salinización de suelos. El anegamiento de grandes áreas durante períodos prolongados de tiempo puede originarse por desborde de los ríos o por inundaciones pluviales ante la imposibilidad de un buen drenaje como consecuencia de ser áreas mas bajas que las circundantes. Por otro lado, el ascenso de napas relacionado con la presencia del embalse Río Hondo, sobre todo en los sectores ubicados de la ruta 157 al este, genera la saturación de los perfiles edáficos impidiendo la infiltración normal del agua. La activa evaporación marcada por el déficit hídrico de casi 9 meses que suele observarse en el área produce la salinización de los suelos a partir de la precipitación de las sales generando la pérdida de productividad de los suelos de la región.

En el caso de los valles intermontanos como los de Singuil, El Bolsón y Los Varela, las zonas de alta peligrosidad se encuentran asociadas a procesos de erosión hídrica y de remoción en masa. Se han reconocido procesos de carcavamiento en lomadas bajas cubiertas por sedimentos loesicos fácilmente erodables. En cuanto a los procesos de remoción en masa es común observar deslizamientos traslacionales y rotacionales en pendientes del orden de 20°. Estos procesos se ven intensificados como consecuencia del sobrepastoreo y un uso agrícola intensivo en algunos sectores de los valles.

La región de los cordones de la Ánimas se caracteriza por la presencia de numerosas geoformas de origen glacial. Constituyen los sectores mas elevados de la Carta, con alturas entre 4000 y 5000 m.snm, en donde predominan los procesos de remoción en masa. Se han identificado depósitos de morenas, glaciares de roca y de deslizamientos varios. Las altas pendientes de las laderas del sector (superior a los 30°) lo convierten en zonas potencialmente peligrosas por procesos de origen gravitacional. Además se han considerado como zonas de peligrosidad alta a los ríos que descienden de estos cordones debido a que existe el peligro latente de que el ascenso de la temperatura media anual que se viene registrando en el planeta o el aumento en la intensidad de las precipitaciones actúen como disparadores movilizand o grandes cantidades de material a los cursos fluviales. Los ríos que se verían afectados son Los Reales, Nevado, de la Horqueta, Solco, Las Pavas y Jaya.

8.5 Zonas de Peligrosidad Muy Alta

Constituyen zonas que han sido clasificadas como de peligrosidad muy alta debido a que presentan procesos que por su magnitud, recurrencia y/o interrelación con actividades antrópicas son potencialmente capaces de generar grandes pérdidas económicas y humanas.

Estas zonas se las puede dividir en base a los procesos geomorfológicos predominantes en dos sectores: 1. El sector afectado por procesos de erosión fluvial e inundaciones y 2. El sector montañoso afectado por procesos de remoción en masa.

El primer sector corresponde principalmente a las fajas fluviales que atraviesan los ambientes pedemontano y de planicie aluvial. Los eventos de inundación que se registran en estos sectores tienen un recurrencia que oscila en el orden de 1 a 5 años y suelen causar la evacuación de cientos de familias y el anegamiento de grandes áreas productivas (ver capítulo de procesos geomorfológicos). A su vez debido a la gran potencia erosiva de los ríos y arroyos, suele ser común la rotura de las obras de infraestructura vial que se disponen en forma perpendicular a los cursos de agua (foto 20).

Algunas de las zonas con mayor peligro son las ciudades de Monteros, Concepción y La Cocha, en el ámbito pedemontano, y las poblaciones de La Madrid y Villa Chicligasta en el ambiente de llanura que suelen ser afectadas por las crecidas de los ríos Romano, Gastona, Marapa y San Ignacio.



Foto 20: Puente destruido por erosión fluvial en el arroyo El Sueño

En cuanto al sector montañoso afectado por procesos de remoción en masa y erosión hídrica cobran importancia aquellos sectores en donde se han podido observar cuantiosos eventos de deslizamientos, pasados (a través de sus depósitos) y actuales, que afectan de manera significativa los caminos de montaña como ser las rutas 307, 325, 365, 308 y 1; generando la incomunicación entre algunas localidades de los valles intermontanos con las principales ciudades de la provincia de Tucumán.

Otros sectores de alta peligrosidad debido a los eventos de deslizamientos lo constituyen las laderas occidentales de la Sierra de la Higuera y Cumbres de Narváez, ladera occidental de las Cumbres de Balcozna en donde se encuentra la localidad de los Castillo y la Quebrada del río Balcozna a la altura de la localidad de Las Lajas.

La recurrencia de estos eventos suele ser anual a interanual y muchas de las cicatrices de deslizamientos suelen sufrir reactivaciones. En el caso de los flujos de detritos, la zona de despegue o corona suele ir agrandándose con cada reactivación e incluso llegan a tener decenas de metros.

Los pequeños cursos de agua que bajan por pronunciadas pendientes en las quebradas arriba mencionadas originan la destrucción de los badenes o defensas que suelen construir en los caminos gracias su gran potencia erosiva de fondo por lo que se transforman en procesos de gran importancia a la hora de manejar costos de mantenimiento de caminos (foto 21).



Foto 21: Proceso de erosión fluvial sobre la ruta 308, camino a la localidad de Escaba

9. Conclusiones

En el presente estudio se han inventariado 106 puntos que son afectados por distintos procesos geomorfológicos, principalmente remoción en masa, inundaciones y erosión-sedimentación, distribuidos entre el sector montañoso y los ambientes pedemontano y de planicie aluvial.

De las 63 localidades que son afectadas por los procesos de inundación en el sur de la provincia de Tucumán, el 68% se encuentran ubicadas en 4 departamentos que son: Simoca, La Cocha, Chicligasta y Graneros (figura 24).

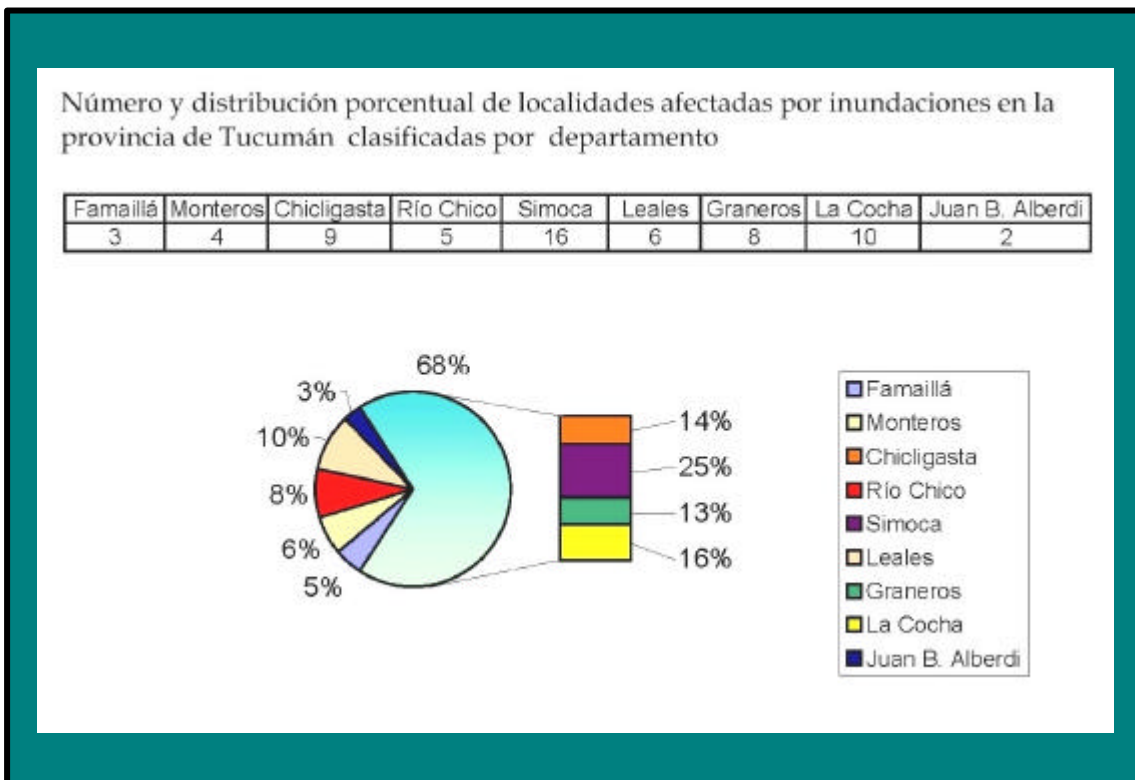


Figura 24

El costo original del grueso de las reparaciones que se tuvieron que hacer sobre la infraestructura vial, como consecuencia de las inundaciones y deslizamientos, ascendió a U\$S 2.702.491. Este monto fue afrontado mediante el crédito del BID 795 OC-AR. El costo original presupuestado por obra a Abril del 2001 fue el siguiente:

- U\$S 667.740 Puente arroyo El Sueño
- U\$S 990.000 Puente arroyo La Posta
- U\$S 129.783 Puente ruta 324 sobre río Mandolo
- U\$S 93.369 Puente ruta 38 sobre río Romano
- U\$S 163.902 Puente ruta 324 sobre río Zerda
- U\$S 432.456 Puente ruta 307 sobre arroyo Totorillas
- U\$S 225.240 Ruta 307 afectada por deslizamientos

En cuanto a las pérdidas del sector productivo generadas por las inundaciones del período 1999-2000, Carrero Valenzuela (2000) estima en unas 17.000 ha afectadas para la provincia de Tucumán. Sólo en la zona de influencia de los arroyos El Sueño, La Posta, El Suncho y el río San Francisco las pérdidas estimadas únicamente para los campos sembrados con soja rondaron los U\$S 2.025.244 (Carrero Valenzuela, 2000).

En el caso de los deslizamientos se comprobó que los procesos más comunes responden a deslizamientos de detritos someros que involucran tanto a suelo como al material alterado ubicado por debajo del mismo. Las magnitudes de estos deslizamientos pueden ir desde el orden del metro a decenas de metros y en los sectores de selva con marcadas precipitaciones se suelen generar en terrenos con pendientes en el orden de los 20° dependiendo del grado de saturación de los suelos.

Resultan de particular peligrosidad, por el volumen de material involucrado, los eventos de avalanchas de detritos y flujos de detritos que se observaron en la quebrada del río Los Sosa y en algunos sectores de la quebrada del río Marapa.

El sector sísmicamente más activo de la zona cubierta por la Carta, se encuentra ubicada en una franja que abarca desde la ciudad de Concepción (al sur) hasta aproximadamente la ciudad de Acherai (al norte) y responde a fallas activas que se disponen en forma oblicua al sistema de Sierras Pampeanas en el sector pedemontano. En este sector se han registrado 3 sismos en los últimos 100 años con magnitudes entre 4 y 5,5 en la escala de Richter.

Del relevamiento de las áreas afectadas por los procesos surgen una serie de consideraciones que deben ser tenidas en cuenta para el futuro manejo de las amenazas naturales y son:

1. Se debe realizar un plan de relevamiento de las obras hidráulicas con el fin de identificar los sectores de mayor problema y proponer una estructura de mantenimiento.
2. Necesidad de una red de alerta temprana: Actualmente no existe una red de alerta temprana contra las inundaciones que permita contar con tiempo para realizar evacuaciones ordenadas de la población aguas abajo. La medición de caudales y de precipitaciones en los sectores montañosos es muy escasa, lo que genera que no se cuente con información primaria para la elaboración de modelos teóricos de inundaciones.
3. Control de deforestación: Se debe poner especial cuidado en la protección de los bosques en galería de los ríos debido a su acción de anclaje de los márgenes de los mismos y a la deforestación de los sectores de las lomadas pedemontanas con altas pendientes ya que generan un mayor escurrimiento provocando un aumento en los caudales sólidos y líquidos de los ríos.
4. Es prioritario la realización de planes de ordenamiento territorial con vistas a evitar aquellas áreas que sean más susceptibles a la acción de los procesos naturales.

10. Bibliografía

- AHUMADA, A., LEDESMA, F., IBAÑEZ PALACIOS, G., DELGADO, M. y JIMENEZ, M., 2000. Una evaluación de riesgo potencial en la región NE de la sierra del Aconquija, Tucumán, Argentina. Actas del IX Congreso Geológico Chileno, Vol. 1: 16-20.
- AHUMADA, A., IBAÑEZ PALACIOS, G. y PAEZ, V., 2002. Inventario de glaciares de escombros en la ladera oriental de la Sierra de Aconquija, Tucumán, Argentina. Actas del XV Congreso Geológico Argentino, tomo II: 679-682. El Calafate.
- ANGELELLI, V., SCHALAMUK, I. y FERNANDEZ, R., 1980. Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región centro - cuyo (Provincias de Córdoba, Santiago del Estero, San Luis y San Juan). Secretaría de Estado de Minería, Anales 19: 1 – 21 Buenos Aires.
- BALDIS, B., FEBRER, A. y VACA, A., 1982. Transducción, un nuevo fenómeno asociado a la tectónica global. 5º Congreso Latinoamericano de Geología. Acta 3. Buenos Aires.
- BARBER, E., 1979. Estudio geológico del sector sur del cerro Quico Tucumán Catamarca Facultad de Ciencias Naturales, seminario (inédito) Tucumán.
- BATTAGLIA, A., 1982. Descripción Geológica de las Hojas 13f, Río Hondo, 13g, Santiago del Estero, 14g, El Alto, 14h, Villa San Martín, 15g, Frías. Servicio Geológico Nacional Boletín 186: 1-80, Buenos Aires.
- BERTONATTI, C. y J. CORCUERA. 2000. Situación Ambiental Argentina. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires. 440 PP.
- BOSSI, G. y WAMPLER, M. 1969. Edad del Complejo Alto de las Salinas y Formación El Cadillal según el método K-Ar. Acta Geológica Lilloana, 10: 141-160. Tucumán.
- BRAVO A. y J. WINDEVOXHEL, 1997. Humedales de Importancia Internacional en Costa
- BROWN, A. D. y H. R. GRAU. 1993. La Naturaleza y el Hombre y las Selvas de Montaña. Colección Nuestros Ecosistemas. Proyecto GTZ- Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del NOA, Salta. 145 pp.
- CABRERA, A. L. y A. WILLINK. 1973. Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la O.E.A., Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología. Monografía N°13.
- CABRERA, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Segunda edición. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería 2 (2): 85. Editorial Acme. Buenos Aires.
- CAMINOS, R., 1979 Sierras Pampeanas noroccidentales, Segundo simposio de Geología Regional Argentina: Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. I: 225-291.
- CARRERO VALENZUELA, J., 2000. Efecto de las inundaciones en el área productiva de la provincia de Tucumán. En: Inundaciones en la provincia de Tucumán. Memorias de las 3^{ras} jornadas 2000 del Comité de Presas.

- CISTERNA, C., INDRI, D., LISIAK, H., OYARZÁBAL, F. Y SAAL, A., 1988 Aspecto geológico de algunos plutones de las Sierras Pampeanas del Noroeste Argentino. V Congreso Geológico Chileno Tomo 3: 321-331 Santiago de Chile.
- COLLANTES, M. B., J. POWELL y J. SAYAGO, 1993. Formación Tafí del Valle (Cuaternario superior), provincia de Tucumán (Argentina): Litología, paleontología y paleoambientes. Actas del XII Congreso Geológico Argentino y Segundo Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2: 200-206. Mendoza.
- CURTIS, L. F., 1965. The description of relief in field studies of soil. Journal of Soil Science, 16, 1.
- DAL MOLIN, C.; FERNANDEZ, D. S.; ESCOSTEGUY, L. Y VILLEGAS, D., 2003. Hoja Geológica N°2766-IV "Concepción", provincias de Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca. Boletín N° 342. 41 pgs. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino (edt.). Buenos Aires
- DINERSTEIN E.; OLSON, D. M.; GRAHAM, D. J.; WEBSTER, A. L.; PRIMM, S.A. BOOKBINDER, P. y LEDEC, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y El Caribe. Banco Mundial. Washington D.C. 135 pp. 10 mapas.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE MINERÍA, 1968 Los yacimientos de yeso de la Sierra de Guasayán, (departamentos Guasayán, Choya y Capital de la provincia de Santiago del Estero) Plan Minería de la Sierra de Guasayán (Convenio entre la provincia de Santiago del Estero y el Consejo Federal de Inversiones) Seis tomos (inédito) Santiago del Estero.
- DURAND, F. y ROSSI J., 1999. Metamorfismo del sector noreste de las cumbres Calchaquies, Sierra de San Javier y serranías del noreste de Tucumán. Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino. Tomo I: 52-57.
- FERNANDEZ, D. S. 1997 Prospección geológica y geoquímica del río Los Sosa Facultad de Ciencias Naturales Seminario (inédito) Tucumán.
- FERNANDEZ, D. S. y LUTZ, M. A., 2003. Procesos de remoción en masa y erosión fluvial en la quebrada del río Los Sosa, provincia de Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 58 (2): 255-266.
- FERRER GIJON, M., 1995. Los movimientos de ladera en España. En: Reducción de riesgos geológicos en España. Instituto Tecnológico Geominero de España (ed). Madrid.
- GEORGIEFF, S., BOSSI, G., IBAÑEZ, L. y MOYANO, S., 2002. Efectos en los sistemas fluviales por cambios en el nivel de base (Embalse Río Hondo). Documento Final de las 1^{as} Jornadas Eco-Ambientales "Las inundaciones y el Impacto Ambiental relacionados al Embalse Río Hondo". Simoca. Tucumán.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1950. Descripción Geológica de la Hoja 13e, Villa Alberdi, Provincia de Tucumán. Dirección Nacional de Minería. Boletín 74. Buenos Aires.
- GONZALEZ BONORINO, F., 1951. Descripción Geológica de la Hoja 12e, "Aconquija", provincias de Catamarca y Tucumán. Dirección Nacional de Minería. Boletín 75. Buenos Aires.

- GONZALEZ, O., VIRUEL, M., MON, R., TCHILINGUIRIAN, P. y BARBER, E., 2000. Hoja Geológica 2766-II San Miguel de Tucumán Boletín N° 245. Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- GONZALEZ, O., y BARREÑADA, O., 1993. Geología y estructura de las nacientes del río Amaicha y el Infiernillo, provincia de Tucumán. Actas del 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3: 72-81. Mendoza.
- GONZALEZ, O., 1990. Las volcanitas del Portezuelo de las Animas, Sierra del Aconquija, provincia de Catamarca y Tucumán. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 45: 386-396. Buenos Aires.
- GONZALEZ, R., TOSELLI, A. y SORIA, B., 1973. Edades potasio-argón de algunos granitos de las Cumbres Calchaquíes (Prov. de Tucumán). Acta Geológica Lilloana, Tomo XII, 4: 61-70.
- HERMANN, R. L. y STRECKER, M. R., 1999. Structural and lithological controls on large Quaternary rock avalanches (sturzstroms) in arid northwestern Argentina. Geological Society of America Bulletin 111 (6), 934-948.
- HILLAR, M., 1964. El yacimiento de cuarzo y wolframita de Piedras Blancas en el cerro Quico, departamento de Graneros, Tucumán. Revista Minera, tomo 27 (1). Buenos Aires.
- HUECK, K. 1978. Los Bosques de Sudamérica. Ecología, Composición e Importancia Económica. Soc. Alem. de Cooperación Técnica (GTZ). 476 pp.
- HUNZINGER, H. 1995. La precipitación horizontal: su importancia para el bosque y a nivel de cuencas en la Sierra San Javier. En Investigación, Conservación y Desarrollo en Selvas de montaña (Brown y Grau Eds.) 53-58.
- IPDU, 1994. Directrices para la ordenación del territorio de la provincia de Tucumán. 186 pgs.
- MARKGRAF, V. y BRADBURY, J. 1982. Holocene climatic history of South América. Striae, 16: 40-45. Up-sala.
- MARSH, W., 1978. Environmental analysis for land use and site planning. McGraw-Hill, New York.
- MEYER, T. 1963. Estudios en la Selva Tucumana. La Selva de Mirtáceas de las Pavas. Opera Lilloana X. Instituto Miguel Lillo. U.N.T. 144 pp. Tucumán. R. Argentina.
- MON, R., 1976. Esquema estructural del borde oriental de Los Andes. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 34: 53-60. Bs As.
- MON, R., HONG, F., y SOSA GOMEZ, J., 1986. Aportes de la microtectónica al conocimiento de la geología del Basamento Metamórfico de la Provincia de Tucumán. 3° Reunión de Microtectónica. Actas: 73-79. La Plata.
- MORALES, J. M.; SIROMBRA, M. G. y A. BROWN. 1995. Riqueza de árboles en las Yungas argentinas. Investigación, Conservación y Desarrollo en selvas de montaña. (Brown y Grau Eds.) 163-174.
- OMIL, M. y CABRERA, M. 1989. Algunas consideraciones acerca del cuerpo granítico San Ignacio, Sierra del Aconquija, provincia de Tucumán. Acta Geológica Lilloana 17 (1-2).

- PAOLINI, L., VILLALBA, R. Y GRAU, R., 2005. Precipitation variability and landslides occurrence in a subtropical mountain ecosystem of NW Argentina. *Dendrochronologia* (article in press).
- PEÑA, H., 1963. Nota preliminar sobre la presencia de Wolfram en la provincia de Tucumán.
- PEREYRA, F., LUTZ, M., VALLADARES, H. y FERNANDEZ, D. S., 2002. Carta de Peligrosidad Geológica 2766-II, "Tucumán". Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires.
- PIERSON, T. C. y COSTA, J. E., 1987. A rheologic classification of subaerial sediment-water flows. In Costa J. E. and Wieczorek G. F. (eds), *Debris Flows/Avalanches: Geological Society of America Reviews in Engineering Geology*, 3: 1-12.
- PUCHULU, M. E. y SAYAGO, J. M., 1999. Los suelos de la provincia de Tucumán. *Relatorio del XIV Congreso Geológico Argentino*, tomo II: 161-171. Salta.
- ROIG, L. D. y A. VILLAVERDE. 1987. Antecedentes para una Excursión Botánica a la Sierra de Guasayán, Provincia de Santiago del Estero. *XXI Jornadas Argentinas de Botánica*. Sociedad Argentina de Botánica. Santiago del Estero.
- SAYAGO, J. M., RATO, L. y COLLANTES, M., 1984. Geomorfología. En *Geología de Tucumán*. Public. Esp. Colegio de Grad. Cs. Geol. Tuc.: 143-153. F. Aceñolaza, A. Toselli y E. Bossi (Eds.).
- SAYAGO J.M. 1985. Aspectos Metodológicos del Inventario de la Erosión Hídrica Mediante Técnicas de Percepción Remota en la Región Subtropical del Noroeste Argentino. Tesis Master of Science en Geomorfología. I.T.C. The Netherlands.
- SAYAGO, J. M. y TOLEDO, M., 1995. Los efectos de los cambios climáticos en las cuencas fluviales y su relación con la ocupación de las tierras (Tucumán, Argentina). *Actas de la Primera Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, tomo II: 319-330. Río Cuarto. Córdoba.
- SAYAGO, J.M., COLLANTES, M.M. y M.A. TOLEDO. 1998. Geomorfología, 241-258. Public. Esp. Colegio Grad. Cs. Geol. Tuc. Gianfrancisco, M., Puchulu, M. Durango de Cabrera, J. & Aceñolaza, G. (Eds).
- SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA (SAGyP), 1995. El deterioro de las tierras de la República Argentina. Consejo Federal Agropecuario. 281 pgs.
- SELBY, M. J., 1993. *Hillslope materials and processes*. Oxford University Press. Second Edition 446 p. New York.
- SESMA, P., GUIDO, Y. y PUCHULU, M. E., 1998. Clima de la provincia de Tucumán. En: *Geología de Tucumán*. Gianfrancisco, Puchulu, Durango de Cabrera y Aceñolaza (eds). Páginas 41 a 46. Tucumán.
- SHARPE, C. F., 1938. *Landslides and related phenomena*. 131 p. Pageant Books Inc., New Jersey.
- SIROMBRA, M. 1993. Patrón de distribución de especies arbóreas en las Yungas del NOA. Seminario de Licenciatura, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- SIROMBRA, M. y NEDER, L. 2003. Mapa de vegetación – Usos del suelo. Descripción y consideraciones ecológicas de las comunidades vegetales. En: *Carta de Líneas de Base Ambiental 2766-IV "Concepción"*, provincias de Tucumán, Catamarca y Santiago del Estero. SEGEMAR (edt). Página 94 a 119. Buenos Aires

- SOIL SURVEY STAFF, 1998. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. 8 th Edition. EEUU.
- STADMÜLLER, T. 1987. Los Bosques Nublados en el Trópico Húmedo. Universidad de las Naciones Unidas. CATIE. 85p.
- STIPANICIC, P. y LINARES, E., 1975. Catálogo de edades radimétricas determinadas para la República Argentina. Tomo I: Años 1960-1974. Publicación Especial de la Asociación Geológica Argentina. Serie B, 3.
- STRECKER, M., A. BLOOM, D. MALIZZIA, P. CERVENY, G. BOSSI, C. BENSEL y A. VILLANUEVA GARCIA, 1987. Nuevos datos neotectónicos sobre las Sierras Pampeanas septentrionales (26° - 27°S), República Argentina. Actas del Décimo Congreso Geológico Argentina, 1: 231-234. Tucumán.
- SUAYTER, L., 1983. Relaciones entre sismicidad y la tectónica del norte argentino, entre los paralelos 22 y 28° Lat. Sur y los meridianos 64 y 68° Long. Oeste. Tesis doctoral (inéedita). Facultad de Ciencias Naturales e IML. UNT. Tucumán.
- SUAYTER, L., 1998. Esquema sismotectónico de la provincia de Tucumán. En: Geología de Tucumán. Gianfrancisco, Puchulu, Durango de Cabrera y Aceñolaza (eds). Páginas 155 a 160. Tucumán.
- SYS, C., 1961. La cartographie des sols au Congo. Inst. Nat. Et. Agron. Congo, serie technique 66.
- TOLEDO, M., FERNANDEZ, R. y SAYAGO, J.M., 2001. El embalse Río Hondo como geoindicador del creciente deterioro ambiental en sus cuencas de aporte. Actas de la III Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio y I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio del Area Mercosur. Formato digital.
- VARGAS GIL, J. R., 1990. Suelos de la provincia de Tucumán. En: Atlas de Suelos de la República Argentina. SEAGYP-INTA. Buenos Aires.
- VARNES, D. J., 1978. Slope movement types and processes. Transportation Research Board, Nat. Acad. Research Council, Special Report, 176: 11-33.
- VERVOORST, F. y FERNANDEZ, R. I. 1983. Geología de la Sierra de Ancasti. Esquema Fitogeográfico. Pag. 23 -29.
- VERVOORST, F. 1982. Noroeste. Conservación de la Vegetación Natural en la República Argentina (simposio). XVIII Jornadas Argentinas de Botánica. Pág.9-24.
- VIDES ALMONACID, R.; AYARDE, H.; SCROCCHI, G.; ROMERO, F.; BOERO, C.; CHANI, J. M. 1998. Biodiversidad de Tucumán y El Noroeste Argentino. Opera Lilloana N° 43. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, República Argentina.
- VIRAMONTE, J, PERALTA, C., GARRIDO, D. y FELPETO, A., 2001. Curso: Uso de sensores remotos en Argentina para la mitigación de efectos causados por erupciones volcánicas. Cooperación CONAE-Universidad Nacional de Salta-CONICET.
- VIRUEL, M. y BARBER, E., 1994. Granito San Ignacio-Los Pinos. Prospección-Evaluación Preliminar. Secretaría de Minería de la Nación. Tucumán. Inédito (1-51).

ZUCCARDI, R Y FADDA, G. 1972. Mapa de Reconocimiento de Suelos de la Provincia de Tucumán. Publicación Especial N° 3. Facultad de Agronomía y Zootecnia. U.N.T.

APENDICE I

Modelos de Fichas de Información de Archivo

Tipo de Peligrosidad: Inundación

Hoja N° 1:250.000 2766/IV

Nombre de Hoja Concepción

Países afectados :..Argentina.....
 Municipios / Departamentos afectados :..Monteros-Famaillá-Leales-Chicligasta-Río Chico
 Provincias afectadas: Tucumán
 Localidades afectadas: Monteros-Famaillá-Leales-Chicligasta-Río Chico.
 Tipo de peligrosidad (Inundación fluvial, costera, etc.): .Inundación Fluvial.....
 Fecha del Evento: Año 1999 Mes .02..... Día 8 ..
 Fecha (Observación):.....
 Autores :Lutz María Ana.....
 Zona Afectada: Zona sur de Tucumán
 Hoja de la zona Afectada: ...2766-IV

Daños materiales y Efectos indirectos (clave):

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)	
Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)	
Daños sobre la población (personas evacuadas, aislamientos de ciudades, enfermedades)	
Daños sobre la producción (ganado, cultivos)	
Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)	
Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)	
Daños sobre grandes infraestructuras (diques, represas, defensas, canales)	
Incendios	

Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción): Cuatro ríos se desbordaron en localidades del sur tucumano, anegando casas y destruyendo caminos. Unas 600 personas fueron evacuadas .Las ciudades de Monteros, Famaillá, Río Colorado y Villa Medina afectadas por el temporal. Alrededor de 600 evacuados, caminos destruidos y numerosas familias en estado de emergencia son el saldo provisorio de la torrencial lluvia desencadenada la madrugada de ayer en el sur de la provincia y que se prolongó hasta pasado al mediodía. El fuerte temporal que azotó con singular violencia la zona montañosa, provocó el desborde de los ríos Romano, Medinas Famaillá y Arenillas.

En Monteros las aguas, inundaron los barrios 1° de Mayo y Mataderos, lo que obligó a la evacuación de unas 160 personas. En tanto en Famaillá, albergaron a unos 40 mayores y 60 niños. En Acherál, la salida del cauce del río Aranillas afectó unas familias. En Río Colorado había unas 10 familias evacuadas y las aguas del río Medinas estaban invadiendo la población del mismo nombre.

N° Muertos :N° Heridos :Perdidas económicas



Foto diario La Gaceta : “En el barrio 25 de Mayo de la Villa de Medinas, los vecinos esperaban ayer a al mañana el desborde del río”.

Causas (claves): (pueden existir más de una):

antrópicas	
Climáticas	•
litológicas	
Acción fluvial	•
Acción marina	
Acción eólica	
Estructurales	
Terremotos	
Edáficas	
Topográficas	
cobertura vegetal	

Causas (descripción): Cuatro ríos se desbordaron en localidades del sur tucumano, anegando casa y destruyendo caminos. Unas 600 personas fueron evacuadas. Se registraron mas de 95 mm en 6 horas.

Observaciones

Según el Servicio Meteorológico, las precipitaciones registradas en la zona del aeropuerto de San Miguel de Tucumán fueron de 97 milímetros en 6 horas (desde las 7 AM hasta las 13 PM). Éste fue el tercer mayor volumen de agua caída en la década durante el mes de febrero, sólo superada por los 115 milímetros del 90 y los 180 milímetros del 95.

Referencias (prensa/comunicación verbal): . La Gaceta 8 de febrero de 1999

Notas:

Fecha del evento	Proceso	Río	Localidad	Departamento	x	y
08/02/1999	Inundación Fluvial	Romano	Monteros	Monteros	6.995.537,2860	3.550.903,1910
08/02/1999	Inundación Fluvial	Famaillá	Famaillá	Famaillá	7.008.136,9110	3.559.815,0020
08/02/1999	Inundación Fluvial	Aranillas y Famaillá	Río Colorado	Leales	6.997.783,3820	3564.079,1670

Tipo de Peligrosidad: Inundación

Hoja N° 1:250.000 2766/IV

Nombre de Hoja Concepción

Países afectados :..Argentina.....
 Municipios / Departamentos afectados :..Graneros
 Provincias afectadas : Tucumán
 Localidades afectadas: La Madrid
 Tipo de peligrosidad (Inundación fluvial, costera, etc.):Inundación Fluvial
 Fecha del Evento: Año 2000 Mes 03 Día 10
 Fecha (Observación):.....
 Autores :Lutz María Ana.....
 Zona Afectada: Sur de Tucumán
 Hoja de la zona Afectada: ...2766-IV

Daños materiales y Efectos indirectos (clave):

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)	
Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)	
Daños sobre la población (personas evacuadas, aislamientos de ciudades, enfermedades)	
Daños sobre la producción (ganado, cultivos)	
Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)	
Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)	
Daños sobre grandes infraestructuras (diques, represas, defensas, canales)	
Incendios	

Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción): Todo el pueblo de La Madrid quedó cubierto por las aguas. Según sus habitantes, el desastre fue peor que el soportado en 1992. La creciente del río Marapa se produjo a la medianoche. En 40 minutos, el nivel de agua tapaba los medidores de luz. Los habitantes del pueblo están indignados. El pueblo de La Madrid, por segunda vez en menos de ocho años, se volvió a quedar bajo dos metros de agua. Sus tres mil quinientos habitantes tuvieron que abandonar los hogares y buscar refugio en la ruta provincial 157, en la estación de tren abandonada y en el hospital del pueblo. Menos de veinte vecinos fabricaron chozas y permanecieron en los techos de sus viviendas para cuidar las pocas pertenencias que pudieron salvar. –

El cuerpo sin vida del bioquímico Bravo es encontrado en el lecho del arroyo El Sueño, luego de haber caído al mismo debido a que el puente sobre la ruta 38 había sido arrastrado por las aguas.

N° Muertos : **.1**N° Heridos Perdidas económicas



Foto del diario La Gaceta : “Pueblo sumergido. La apertura de las compuertas de Escaba produjo una erogación de 500 metros cúbicos por segundo hacia La Madrid”.

Causas (claves): (pueden existir más de una):

antrópicas	
Climáticas	•
litológicas	
Acción fluvial	•
Acción marina	
Acción eólica	
Estructurales	
Terremotos	
Edáficas	
Topográficas	
cobertura vegetal	

Causas (descripción): “Toda la cuenca del río Salí está teniendo aportes hidrológicos extraordinarios, que se repiten en ciclos cada 10 años. Desde hace tres semanas se están regulando los picos de crecidas en el Cadillal , pero en estos momentos esa capacidad de regulación está al límite”, Consignó el ingeniero Ricardo Silva, del ente Regulador del Servicio de Agua y Cloacas de Tucumán (ERSACT).

Observaciones: El Cadillal y el Frontal están colmados y mejoró la situación de Escaba, pero a costa de inundar La Madrid.-

Referencias (prensa/comunicación verbal): La Gaceta 10 de marzo 2000 .-

Notas : Catástrofe en la provincia . Declaran otra alerta climática y falla el servicio de agua potable en la capital de la provincia de Tucumán

Fecha evento	Proceso	Río	Localidad	Departamento	X	Y
10/03/2000	Inundación Fluvial	Marapa	La Madrid	Graneros	6.942.266,5240	3.574.040,0120
09/03/2000	Erosión Fluvial	Arroyo El Sueño		La Cocha	6.924.603,20	3.540.727,84

Tipo de Peligrosidad: **Inundación**

Hoja N° 1:250.000 2766/IV

Nombre de Hoja Concepción

Países afectados :..Argentina.....

Municipios / Departamentos afectados :..Cruz Alta- Famaillá-Leales-Simoca-Graneros-La Cocha-
J.B.Alberdi-Río Chico-Chicligasta-Monteros.-

Provincias afectadas: Tucumán

Localidades afectadas: Zonas productoras de soja-poroto-maíz-sorgo-citrus-tabaco-caña de
azúcar-hortaliza-frutales-pasturas-ganadería en los departamentos anteriormente
mencionados.

Tipo de peligrosidad (Inundación fluvial, costera, etc.):

Fecha del Evento: Año 2000 Mes .03..... Día 20 . hasta Año 2001..... Mes .03.....

Día. ...19.....

Fecha (Observación):.....

Autores :Lutz María Ana.....

Zona Afectada: Zona sur de Tucumán

Hoja de la zona Afectada: ...2766-IV

Daños materiales y Efectos indirectos (clave):

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)	
Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)	
Daños sobre la población (personas evacuadas, aislamientos de ciudades, enfermedades)	
Daños sobre la producción (ganado, cultivos)	•
Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)	
Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)	
Daños sobre grandes infraestructuras (diques, represas, defensas, canales)	
Incendios	

Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción): Declaran en emergencia agropecuaria a afectados por granizos e inundaciones. La resolución conjunta 1002/00 y 74/ 00 de los Ministerios de Economía e Interior declaró la emergencia y /o desastre agropecuario en las zonas productora de citrus de la localidad de Piedra Grande en el departamento de Chicligasta, afectado por inundaciones desde el 20/03/2000 al 19/03/2001.

La misma resolución se toma para la zonas productora de soja, maíz, tabaco, caña de azúcar, frutales, pasturas y ganadería de algunas localidades de los departamentos : Burreyacú- Cruz Alta- Leales- Simoca- Graneros- La Cocha- Juan Bautista Alberdi- Río Chico- Chicligasta- Monteros- Famaillá- Lules-Tafí Viejo- Yerba Buena- Trancas, afectados por fuerte lluvias.

N° Muertos :N° Heridos :Perdidas económicas

Causas (claves): (pueden existir más de una):

antrópicas	
Climáticas	•
litológicas	
Acción fluvial	•
Acción marina	
Acción eólica	
Estructurales	
Terremotos	
Edáficas	
Topográficas	•
cobertura vegetal	

Causas (descripción): Intensas precipitaciones

.....

Observaciones

Emergencia y / o desastre agropecuario

.....

Referencias (prensa/comunicación verbal): El Siglo - 7 de diciembre 2000-

.....

Bibliografía: (si)

.....

Notas:

.....

Tipo de Peligrosidad: Inundación

Hoja N° 1:250.000 2766/IV

Nombre de Hoja Concepción

Países afectados :..Argentina.....
 Municipios / Departamentos afectados :.... Río Chico - La Cocha.....
 Provincias afectadas : Tucumán
 Localidades afectadas: Río Chico-Medinas-Yánimas
 Tipo de peligrosidad (Inundación fluvial, costera, etc.): ...Inundación Fluvial
 Fecha del Evento: Año 2001 Mes .03..... Día 13
 Fecha (Observación):.....
 Autores :Lutz María Ana.....
 Zona Afectada: Sur Tucumano
 Hoja de la zona Afectada: ...2766-IV

Daños materiales y Efectos indirectos (clave):

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)	
Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)	•
Daños sobre la población (personas evacuadas, aislamientos de ciudades, enfermedades)	•
Daños sobre la producción (ganado, cultivos)	•
Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)	•
Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)	
Daños sobre grandes infraestructuras (diques, represas, defensas, canales)	
Incendios	

Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción): Los 2000 pobladores de Yánima quedaron aislados.-El desborde del Marapa. Unas 6000 personas resultaron damnificadas en el sur tucumano a causa de la torrencial lluvia que cayó el martes por la noche y que provocó la crecida y desbordes de ríos de la zona.-

En Yánimas, ubicada a 18kms al oeste de Alberdi (por la ruta 308), el río marapa arrasó un badén de acceso y dejó aislados a sus 2000 habitantes. También en Aguilares el antiguo viaducto sobre el río Medinas, que comunica a esa ciudad con la villa Nueva de Monte Rico, debió ser clausurado al socavarse y permanecer a punto de derrumbarse el pilar del extremo sur. Los pobladores del lugar ahora tienen como única vía de tránsito hacia Aguilares el angosto y peligroso puente sobre la ruta 38.- Volvieron a inundarse las comunidades de Río Chico y Medinas, al desbordar los ríos que pasan por allí. Más de 40 familias se autoevacuaron en escuelas, casas de parientes y en refugios para pasajeros de ómnibus. Los vecinos del pueblo de Santa Cruz también quedaron aislados al desbordar el río Gastona y anegar el camino de acceso al lugar. En Yánimas la crecida del río Marapa se atribuyó, en principio, a la presunta apertura de compuertas del Dique Escaba. Pero eso fue desmentido por la Policía, aunque se reconoció que el nivel de la represa había alcanzado su cota máxima. Frente a esta situación y a la posibilidad de que se liberen aguas hacia el Marapa en caso de lluvias, la población de la Madrid permaneció en estado de alerta. Por su parte, Graciela Maidana, comisionada de Yánima, informó que el badén sobre el Marapa (por el que accede a la comunidad desde la ruta 308) fue arrasado por las aguas y dejó aislados a los 2000 pobladores. En la zona , la mayoría son tabacaleros, por lo que existía preocupación ante el inicio del acopio de Burley. Maidana consideró de vital importancia la culminación del nuevo puente que se erige sobre el Marapa.

En Río Chico Medinas, los vecinos sufrieron la sexta inundación en lo que va del año y la atribuyeron a los deficientes trabajos de construcción de defensas que realizó la Dirección de Obras Públicas de la provincia.

.....
 N° Muertos :N° Heridos :Perdidas económicas



Foto del diario La Gaceta: “Escapando de las aguas. Vecinos de Río Chico pasaron la noche en un refugio para pasajeros”.

Causas (claves): (pueden existir más de una):

antrópicas	
Climáticas	
litológicas	
Acción fluvial	
Acción marina	
Acción eólica	
Estructurales	
Terremotos	
Edáficas	
Topográficas	
cobertura vegetal	

Causas (descripción):

Observaciones

.....
Referencias (prensa/comunicación verbal): La Gaceta 15 de Marzo de 2001.-
.....

Bibliografía: (si)
.....

Notas:

Fecha evento	Proceso	Río	Localidad	Departamento	X	Y
13/03/2001	Inundación Fluvial	Marapa	Yánima	La Cocha	3.532.164,4500	6.943.748,5360

Tipo de Peligrosidad: **Inundación**

Hoja N° 1:250.000

Nombre de Hoja

Países afectados :..Argentina.....

Municipios / Departamentos afectados :..Simoca.....

Provincias afectadas : Tucumán

Localidades afectadas: Niogasta, Sud de Lazarte y Esquina

Tipo de peligrosidad (Inundación fluvial, costera, etc.):Inundación Fluvial

Fecha del Evento: Año 2004 Mes 02 Día 5 hasta Año: 2004 Mes: 02 Día: 9

Fecha (Observación):.....

Autores :Lutz María Ana.....

Zona Afectada: Sur de Tucumán

Hoja de la zona Afectada: ...2766-IV

Daños materiales y Efectos indirectos (clave):

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)	
Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)	•
Daños sobre la población (personas evacuadas, aislamientos de ciudades, enfermedades)	•
Daños sobre la producción (ganado, cultivos)	
Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)	•
Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)	
Daños sobre grandes infraestructuras (diques, represas, defensas, canales)	
Incendios	

Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción): El desborde del río Medinas comenzó el jueves a la tarde y recién ayer empezó a bajar el agua, que llegó a niveles de dos y tres metros en las zonas más bajas de las localidades de Niogasta, Sud de Lazarte y Esquina. Ayer, decenas de viviendas aún tenían entre 60 centímetros y un metro de agua adentro de las habitaciones. Los rescatistas de la Policía continuaban trabajando en gomones y acercando comida y agua a los damnificados -el 80% de ellos de condiciones muy humildes-, quienes resistían estoicamente a la inundación en sus hogares. El río se apoderó del camino vecinal que comunica a los tres pueblos y dejó incomunicados a 1.800 pobladores.

N° Muertos :N° Heridos Perdidas económicas



Foto diario La Gaceta: La Policía traslada a dos jóvenes por un camino anegado. En otras zonas, el agua aún tiene hasta un metro de altura.

Causas (claves): (pueden existir más de una):

antrópicas	
Climáticas	•
litológicas	
Acción fluvial	•
Acción marina	
Acción eólica	
Estructurales	
Terremotos	
Edáficas	
Topográficas	
cobertura vegetal	

Causas (descripción): Desborde del río Medinas o Chico

Observaciones:

Referencias (prensa/comunicación verbal): La Gaceta 10 de febrero 2004 .-

Notas:

Fecha evento	Proceso	Río	Localidad	Departamento	X	Y
5/02/2004	Inundación Fluvial	Medinas o Chico	Niogasta	Simoca	6.958.266,3610	3.577.403,4030
5/02/2004	Inundación Fluvial	Medinas o Chico	Sud de Lazarte	Simoca	3.582.653,7960	6.954.073,7530

Tipo de Peligrosidad: Inundación

Hoja N° 1:250.000

2766-IV

Nombre de Hoja

Concepción

Países afectados :..Argentina.....

Municipios / Departamentos afectados :....

Provincias afectadas : Tucumán

Localidades afectadas:

Tipo de peligrosidad (Inundación fluvial, costera, etc.):Inundación Fluvial

Fecha del Evento: Año 2005 Mes .01..... Día 09

Fecha (Observación):.....

Autores :Lutz María Ana.....

Zona Afectada: Tucumán, en el centro del meteoro.

Hoja de la zona Afectada: 2766-IV

Daños materiales y Efectos indirectos (clave):

Degradación de recursos naturales (suelos, vegetación, agua, fauna)	
Daños sobre infraestructura urbana (viviendas, industrias, servicios públicos, etc)	
Daños sobre la población (personas evacuadas, aislamientos de ciudades, enfermedades)	•
Daños sobre la producción (ganado, cultivos)	
Corte u obstrucción de vías de comunicación (rutas, caminos, puentes, ferrocarriles)	•
Daños sobre tendidos (líneas de alta tensión, ductos, etc)	
Daños sobre grandes infraestructuras (diques, represas, defensas, canales)	
Incendios	

Daños materiales y Efectos indirectos (Descripción):

El fuerte viento y las intensas lluvias tornaron intransitables las rutas de montaña. Desde Vialidad Provincial informaron que la ruta provincial 307, que comunica con los Valles Calchaquíes, sufrió desmoronamientos en varios tramos. El más significativo tuvo lugar en el Kilómetro 26.

.....
N° Muertos :N° Heridos :Perdidas económicas

Causas (claves): (pueden existir más de una):

antrópicas	
Climáticas	•
litológicas	
Acción fluvial	
Acción marina	
Acción eólica	
Estructurales	
Terremotos	
Edáficas	
Topográficas	•
cobertura vegetal	

Causas (descripción): Intensas precipitaciones

Observaciones

.....
.....

Referencias (prensa/comunicación verbal): La Gaceta - Lunes 10 de enero de 2005 . .

.....

Bibliografía: (si/)

.....
Notas: