

Distribución de los suelos en función del relieve y de la neotectónica en la región sureste de la provincia de San Juan

Graciela M. SUVIRES

CONICET. Instituto de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales,
Universidad Nacional de San Juan. Avda. Ignacio de la Roza y Meglioli. Rivadavia, 5400 San Juan
E-mail: ingeo@unsj-cuim.edu.ar

RESUMEN. Se analizan las relaciones suelo-paisaje-neotectónica en la depresión tectónica conocida como valle del Tulum, en el sector sudeste de la provincia de San Juan. El área de estudio se encuentra localizada en la intersección del paralelo 31°30' S y el meridiano 68°29' O. Se reconocen tres principales unidades de relieve, A) abanico aluvial; B) sector de transición entre A y C, y C) planicie aluvial del río San Juan. Consecuentemente con las diferencias de relieves y materiales originarios, estas áreas presentan específicas asociaciones de suelos correspondientes a los Complejos El Salado, Médano de Oro y Ramón Franco respectivamente. Los relieves A y B se caracterizan por suelos Entisoles, mientras que el C por los Aridisoles. Asimismo, la actividad neotectónica, en la región, ha contribuido favorablemente en la formación de los suelos del Complejo Médano de Oro pertenecientes al Suborden Aqueuts.

Palabras clave: *Suelos, Geomorfología, Material Originario, Neotectónica*

ABSTRACT. *Distribution of soils in relation to relief and neotectonic activity within the tectonic depression of the Tulum valley, in the south-eastern sector of San Juan province.* Soil-landscape-neotectonic relationships were studied in the south-eastern sector of San Juan province, Argentina, (31°30' S, 68°29' W). Three different area types were distinguished: A) alluvial fans, B) transitional area between A and C, and C) alluvial plain of San Juan river. As a result of the different landscape-relief features and parent materials, the three areas have different soil associations within the complexes, El Salado, Médano de Oro and Ramón Franco, respectively. Areas A and B are characterized by entisol order soils sequences, whereas area C has aridisol order soil. The neotectonic activity in the region has contributed favourably to the formation soils in the Médano de Oro Complex, of the Aqueuts suborder

Key words: *Soils, Geomorphology, Parent material, Neotectonic activity*

Introducción

La depresión tectónica llamada valle del Tulum, se extiende entre los ambientes montañosos de la Precordillera Oriental, al oeste, y de la sierra Pie de Palo, al este y se caracteriza por poseer acentuadas diferencias geomorfológicas, litológicas e hidrogeológicas con las demás depresiones intermontanas de la provincia de San Juan. Éstas inciden en la distribución geográfica de los suelos y de varias de sus propiedades.

El INTA, Estación Experimental San Juan, publicó en 1976 el Estudio de suelos y drenaje de los valles de Tulum, Ullum y Zonda, con la presentación de mapas a escala de publicación 1:75.000 y de trabajo 1:10.000. El valle de Tulum también ha sido estudiado y cartografiado desde el punto de vista hidrogeológico, buscando los niveles freáticos tanto en el acuífero libre como en el confinado, por otros organismos provinciales como el ex-CRAS, actualmente INA (Instituto Nacional del Agua y

del Ambiente). En los últimos años diferentes trabajos de licenciatura de la Universidad Nacional de San Juan han versado sobre estudios detallados de los suelos, a lo largo de toplotosecuencias, ubicadas en su mayoría al sur y este de la ciudad capital de San Juan, brindando nueva información con técnicas de procesamiento de imágenes para la cartografía de suelos.

El objetivo principal de este trabajo es analizar las relaciones existentes entre los suelos, el relieve y la actividad neotectónica en el sector sur de la depresión tectónica conocida como valle de Tulum, incluida en el sureste del territorio de la provincia de San Juan. Se realizaron figuras con las unidades geomorfológicas, los materiales parentales de los suelos, las clases taxonómicas y cartográficas (adaptado de INTA 1976) y un corte esquemático. Se complementó con información y análisis de sus perfiles de suelos. La información de suelos procede principalmente de datos generados durante la ejecución del levantamiento de suelos del Tulum, facilitada por la uni-

dad de suelos del INTA-San Juan, así como de datos inéditos de calicatas abiertas para alcanzar el objetivo de este trabajo.

El área de estudio se extiende en la parte sur del valle del Tulum, desde la ciudad capital de San Juan hasta el cerro Valdivia, en la intersección del paralelo de 31°30'S y el meridiano de 68°29'O. La pendiente regional decrece de NNO hacia el SSE, partiendo desde una cota de 730 m s.n.m., en la boca de la quebrada de Zonda, hasta menos de 560 m s.n.m., en los alrededores del cerrillo Barboza (Fig. 1).

La metodología seguida muestra la asociación de los distintos perfiles de suelos, que dan lugar a determinadas unidades taxonómicas y cartográficas, con las unidades geomorfológicas cuaternarias, denominadas: abanico aluvial del río San Juan y la planicie aluvial antigua del río homónimo. Asimismo, los restantes factores pedogenéticos como clima, tiempo y vegetación no influyen tanto como marcadamente lo hace la geomorfología y el material parental. La geomorfología y la estructura regional condicionan la circulación del agua subterránea dando lugar a un acuífero libre instalado en el abanico aluvial y a un acuífero confinado en la planicie aluvial antigua (Rocca 1970). De este modo, las unidades geomorfológicas e hidrogeológicas se expresan con diferencias granométricas, que aparte de influir en las características de los acuíferos que contienen, lo hacen también en las texturas y en el régimen de humedad de algunos perfiles de suelos.

Factores pedogenéticos

Los factores de formación de los suelos en el área sur de la depresión tectónica del Tulum se presentan en el Cuadro 1.

Los distintos materiales originarios de las unidades de relieve diferenciadas como A, B, y C, han sido aportados por el río San Juan. Los suelos desarrollados en estas unidades geomorfológicas heredan gran parte de sus litologías y granometrías (Fig. 2).

La acción eólica, aunque en menor proporción, también participa con acumulaciones que hacia el sur de la unidad C, antigua planicie aluvial, se expresan como médanos de pequeñas a medianas dimensiones, acarreados por vientos provenientes del S y SE. En general, la distribución geográfica de los suelos se relaciona con la de las unidades geomorfológicas, particularmente en el área de estudio o sector central de la depresión del Tulum (Suvires 1990, 1991).

Los depósitos de abanico en su sector medio-distal (unidad A) y los fluviales finos (unidad C) con arenas eólicas y sales han dado lugar a suelos con distinto grado de evolución en el tiempo. Por un lado, los Aridisoles se asocian a un sector de la planicie aluvial antigua, con horizontes diagnósticos sálicos, cálcicos y nátricos, indicando mayor tiempo de pedogénesis; mientras que los Entisoles, con horizontes óricos, ausencia o incipientes Bt, se vinculan con los depósitos del abanico medio-

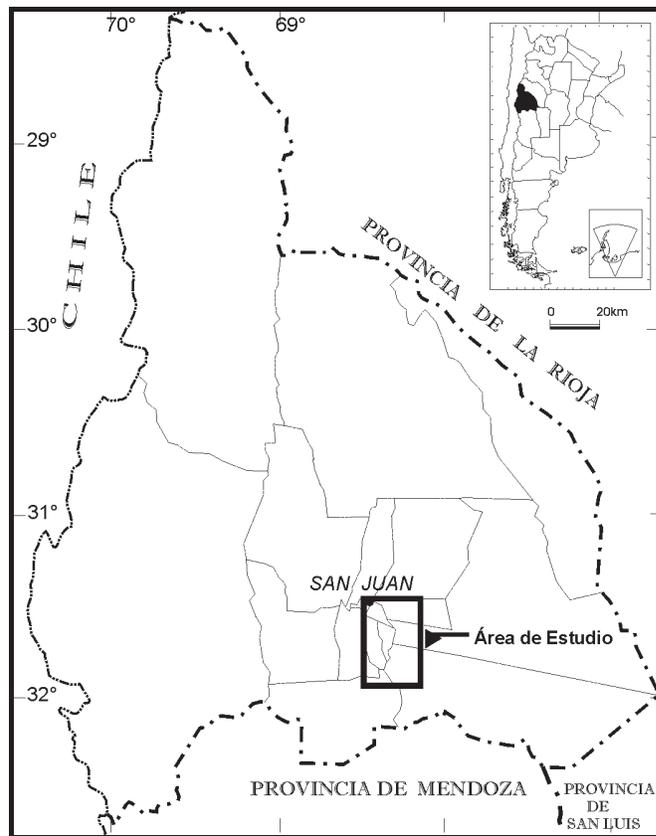


Figura 1: Mapa de ubicación.

distal, mostrando un menor desarrollo en sus perfiles. Si bien esto podría estar relacionado con la edad de las geofomas y con el tiempo de pedogénesis, se carece de estudios cronológicos provenientes de dataciones absolutas que confirmen la diferencia de edades entre las unidades A y C. Hasta el momento las observaciones de campo permiten sólo establecer edades relativas de las mismas. No obstante, más adelante en el ítem neotectónica se detallan características como para concluir que los Aridisoles son de mayor edad que los Entisoles vecinos de la unidad de relieve B o sector de transición entre A y C.

Factor bioclimático

El clima del valle de Tulum es árido-seco (Poblete y Minetti 1989). La configuración natural de valle elongado entre estribaciones montañosas, abierto hacia el sur y cerrado hacia el norte por bajas lomadas de sedimentitas neógenas y cubiertas aluviales cuaternarias, favorecen la circulación de vientos predominantes del sur-sudeste la mayor parte del año. Sin embargo en el invierno se produce una rotación al oeste y al norte, variando en parte la frecuencia general (Coria Jofré *et al.* 1995).

La rigurosidad climática, típica de estas zonas desérticas, producen en este oasis de cultivos bajo riego artifi-

Cuadro 1: Factores que influyen en la formación de los suelos en el Tulum sur.

GEOFORMAS (relieve y altura en m s.n.m.)	MATERIAL PARENTAL	CLIMA	VEGETACIÓN Provincia del Monte	TIEMPO
A: ABANICO ALUVIAL (Plano inclinado 675-615)	Rodados de volcanitas, plutonitas y sedimentarias provenientes de Cordillera Frontal y de Precordillera, depositados por el río San Juan	ÁRIDO-SECO (Precipitaciones menores a 90 mm/año Temperatura media anual 17,2 °C Vientos provenientes de S, SE, N y NO)	Estepa arbustiva xerófila (predominio de jarillas y retamo). Sectores con uso bajo riego artificial	Perfiles de suelos desarrollados en geoformas del Pleistoceno medio-superior a Holoceno
B: SECTOR DE TRANSICIÓN ENTRE A Y C (ligeramente cóncavo 615-590)	Arenas, limos y arcillas fluviales		Estepa arbustiva xerófila, halófila e hidrófila	
C: PLANICIE ALUVIAL ANTIGUA (Plano-alto 595-570)	Limos y arcillas fluviales con arenas eólicas y sales		Rala cobertura vegetal, principalmente halófila	

cial, desastres económicos, productos de eventuales precipitaciones de granizo en verano y de heladas en invierno. La temperatura media anual es de 17,2 °C, con un período libre de heladas de 220 a 330 días. La temperatura máxima media del mes más cálido (enero) es de 34,6 °C y la temperatura mínima media de 19,0 °C. El mes más frío (julio) alcanza temperaturas mínimas media de 0,8 °C y máximas media de 16,0 °C. Las precipitaciones tienen una marcada estacionalidad, el 85 % ocurren en el verano y el valor anual no supera los 90 milímetros. El régimen hídrico del valle es netamente deficitario pues la evaporación excede ampliamente a las precipitaciones pluviales. En promedio las precipitaciones representan el 5% del volumen evaporado en un año (Pereyra 2000). La alta radiación solar alcanza en verano, valores de 185.000 cal/cm², debido a la baja frecuencia de días con cielo cubierto, que en el año pueden llegar a ser 36. La heliofanía efectiva representa el 71,39% de la heliofanía teórica astronómica, esto es debido al bajo promedio anual de nubosidad.

La rala y escasa cubierta vegetal favorece grandes amplitudes térmicas diarias en el ambiente y en los suelos. El número de días del año con heladas es relativamente bajo, debido a la variación en la circulación del aire que se desplaza en general al Norte y al Oeste, trayendo consigo masas de aire cálido. Durante el mes de mayor frecuencia

de días con heladas (julio), sólo se registran 13,2 días/mes. El período de heladas abarca de abril a octubre.

Desde el punto de vista fitogeográfico, el área investigada se halla incluida en la provincia del monte de Jarilla (*Larrea*). Predominan las plantas xerófitas y halófitas con bajo porcentaje de cobertura vegetal del suelo. La rala densidad de la cubierta vegetal, típica de zonas desérticas, no ha influido favorablemente en la formación de los suelos, siendo el bajo porcentaje de materia orgánica uno de los resultados (Cuadro 3). Los suelos con mayores porcentajes de materia orgánica corresponden a los del Complejo Médano de Oro, donde participan otros factores (relieve, descarga de agua subterránea, neotectónica) que favorecen los procesos de humificación y melanización.

Factor relieve (Fig. 3)

Los sedimentos que integran el área de estudio han sido transportados por los caudales del río San Juan cuyas nacientes están en los glaciares y acumulaciones níveas de la cordillera. El río durante cierta parte del Cuaternario migró y divagó en numerosa direcciones y cursos en esta depresión tectónica. La región posee un paisaje labrado

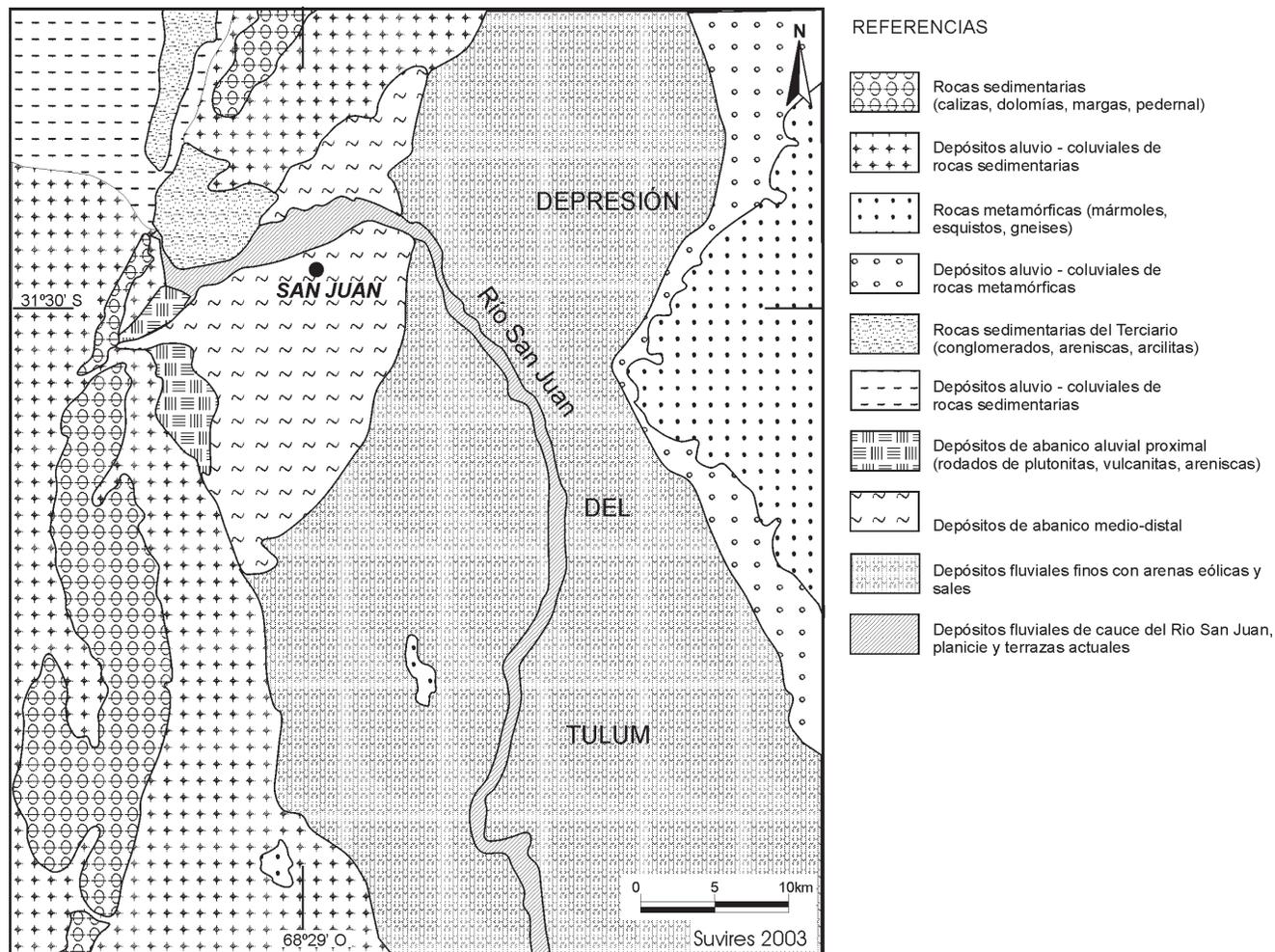


Figura 2: Materiales parentales.

esencialmente por la acción fluvial, a la cual, con posterioridad, se le superimpuso la acción eólica. La actividad neotectónica en esta región sísmica también es importante y se manifiesta superficialmente en el control de la red de drenaje, mientras que las fracturas controlan en profundidad la circulación del agua subterránea (Zambrano 1986, Zambrano y Suvires 1987).

El denominado valle de Tulum, en la provincia de San Juan, se desarrolla en un relieve primigenio correspondiente a una depresión intermontana de origen tectónico. Está rellena con centenares de metros de depósitos fluviales de edad cuaternaria, cuya granulometría disminuye de NNO hacia el SSE, en coincidencia con la pendiente regional. Hacia el sur emergen a la manera de montes islas dos cerros de basamento metamórfico de edad precámbrica a paleozoica inferior, que son los cerrillos Barboza y Valdivia. Están rodeados de pequeñas áreas pedemontanas integradas por abanicos y como en el caso del cerrillo Valdivia por niveles de glaciares con una delgada cubierta cuaternaria sobre una superficie de erosión labrada en sedimentitas rosadas neógenas (Suvires y Zambrano 2001).

En la extensa depresión se reconocen dos unidades

geomorfológicas que son: el abanico aluvial del río San Juan (paleocono de Suvires 1987) y la planicie aluvial antigua. En éstos, de mayor antigüedad, se instala el sistema fluvial actual representado por el cauce, la llanura de inundación y dos a tres niveles de terrazas del río San Juan.

El abanico aluvial se desarrolla con una pendiente no mayor del 3,5 % en su zona proximal. Tiene su extremo apical a los 730 metros en la quebrada de Zonda. Esta última corresponde a un antiguo curso del río San Juan que drenaba desde el valle de Ullum-Zonda, al oeste, hacia el valle de Tulum, al este. Actualmente el río desemboca hacia el Tulum a través de la quebrada de Ullum, unos 10 km más al norte de la de Zonda. El abanico tiene una longitud media de 19 km y un ancho máximo, medido en línea recta en el extremo distal de 30 kilómetros.

El abanico aluvial según Rocca (1970) está compuesto por un aluvio cuaternario, de características hidrogeológicas libre, que contiene los mejores acuíferos del valle de Tulum.

El sector proximal (unidad A- a, Fig. 3) se destaca en las imágenes satelitarias por un matiz gris más oscuro debido, muy posiblemente, a la menor degradación por el hombre y a la existencia de una pátina de barniz del desierto que

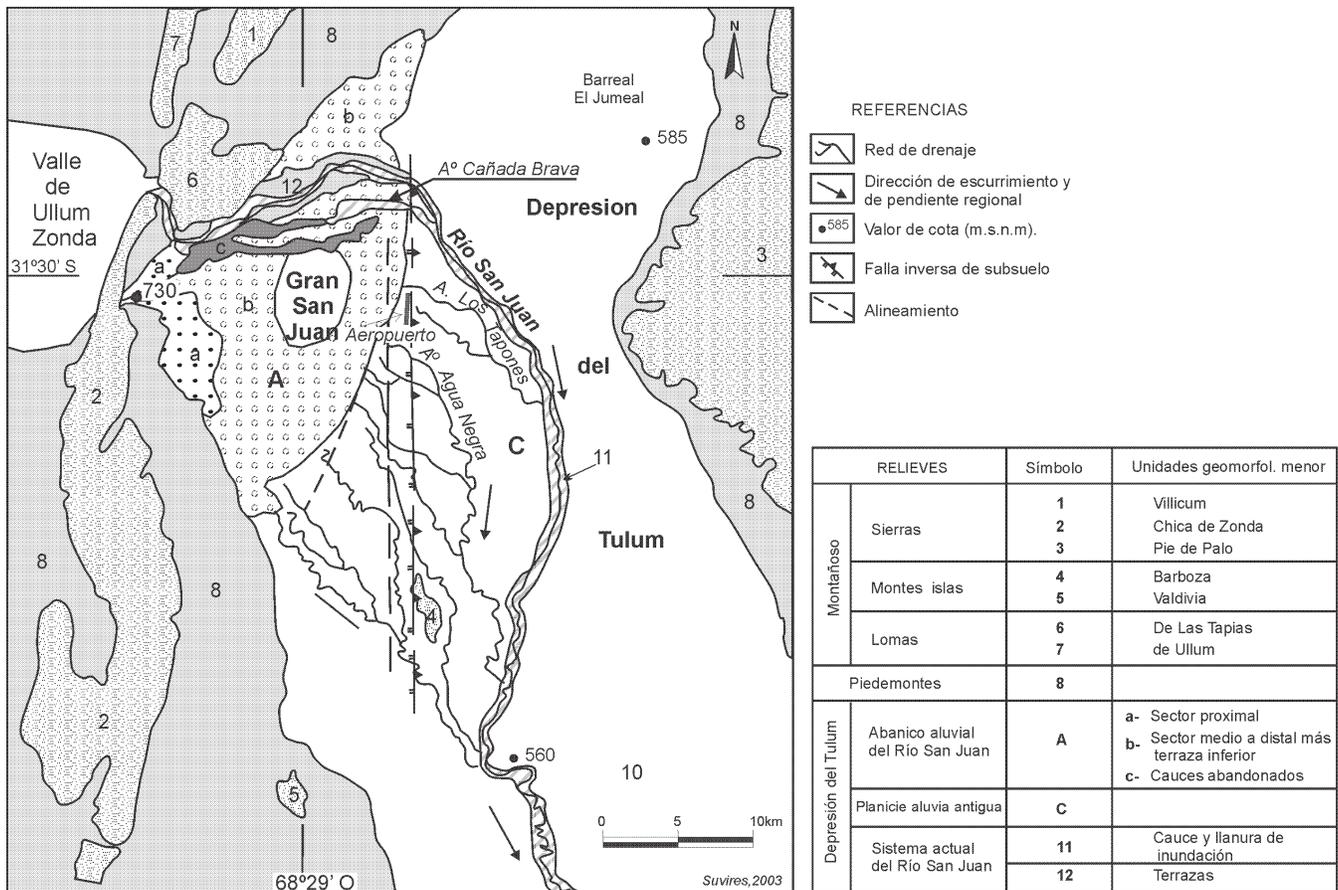


Figura 3: Unidades geomorfológicas.

cubre a rodados y gravas. El sector medio a distal está cultivado y urbanizado (unidad A- b) y ha sido mapeado, por razones de escala, incluyendo a la terraza inferior del río San Juan. Esta última unidad se encuentra a un nivel topográfico más bajo y es la continuidad de la salida de la quebrada de Zonda hacia el este. Esta terraza tiene suelos de texturas franco, franco limosa y franco arenosa, actualmente cultivados. El sector medio a distal del abanico, con gravas, arenas y rodados, es ocupado por el mayor núcleo habitacional, denominado Gran San Juan, del oasis del Tulum. Su alta permeabilidad lo hace vulnerable al volcado de líquidos y residuos contaminantes.

Hacia la parte norte del abanico y próximos al actual curso del río San Juan se destacan dos paleocauces (unidad A- c), uno cuya parte distal es marcada por la presencia del arroyo Cañada Brava y el otro a la altura de avenida Benavides (Dpto. Chimbass).

La planicie aluvial antigua (unidad C) ocupa las topografías más bajas y planas del valle con pendiente suave regional hacia el sureste. Sus depósitos son capas lenticulares, de diferente granulometría fina e interrumpidos por numerosos cauces y meandros abandonados. Las dimensiones actuales del abanico y de la planicie, permiten inferir, la importante magnitud de las acciones fluviales al tiempo de la depositación de ambas geoformas. Posteriormente, al suceder una recesión en la alimentación

del sistema hídrico regional y una mayor aridificación del clima en la región, invadieron las dunas. Se observan en la actualidad grandes acumulaciones de arena eólica en forma continua, particularmente al sur de la sierra Pie de Palo y límite este del valle del Tulum. Asimismo, en la parte sur y próximo al cerrillo Barboza, mantos de arena discontinuos se apoyan sobre los sedimentos de la antigua planicie aluvial.

El sistema de drenaje natural está representado por el cauce del río San Juan y los arroyos Cañada Brava, Los Tapones y de Agua Negra. Estos tres últimos arroyos son colectores y evacuadores de aguas de precipitaciones pluviales y principalmente de descargas de aguas subterráneas que emergen ante el cambio topográfico y litológico producto del pasaje del abanico a la planicie. Es de tipo exorreico con un nivel de base regional constituido por las lagunas de Huanacache, Hechuna y del Rosario (límite interprovincial San Juan-Mendoza) a una altitud de 545 metros.

Actividad neotectónica (Fig. 3)

La distribución geográfica de los suelos que pertenecen particularmente al Complejo Ramón Franco (Aridisoles), al sur del Gran San Juan y en los alrededores del cerrillo

Barboza, presenta hacia el oeste contactos muy rectilíneos. Zambrano (1986), Zambrano y Suvires (1987) indican en ese sitio la traza de una falla inversa de subsuelo, con rumbo norte, y labio hundido hacia el oeste. Esta falla se extiende por más de 60 km de longitud entre el curso del río San Juan, al norte, y el Barboza al sur. Esta falla hacia el norte, cruza los depósitos del abanico aluvial y de la planicie aluvial, produciendo (a pocos kilómetros hacia el este del puente que une la ciudad capital de San Juan con el departamento de Albardón) un cambio en la dirección del río San Juan, de NE hacia el S-SE. En el departamento Chimbas, nace el arroyo Cañada Brava con una dirección paralela a la del río San Juan (NE), pero en la proximidad de la traza de esta falla, así como el río San Juan, también se desvía hacia el S-SE. Hacia el sur la traza de la falla en consideración coincide en superficie con el nacimiento de los arroyos Los Taponos y de Agua Negra, ambos afluentes efímeros del río San Juan, en su curso medio dentro del Tulum. Esta falla ha ejercido control tanto en la dirección de los cauces de agua existentes como en la presencia de ciertos límites entre órdenes de suelos diferentes, tal como los Aridisoles del Complejo Ramón Franco y los Entisoles del Complejo Médano de Oro (Figs. 3 y 4).

Los Aridisoles, en su área de distribución, relieve C, presentan los horizontes diagnósticos expuestos en la superficie, mientras que en el área del Complejo Médano de Oro, relieve B, subyacen a estos últimos suelos (Fig. 5). Esta abrupta diferencia topográfica en la ubicación de los horizontes diagnósticos de los Aridisoles en ambas unidades cartográficas podría solamente, a criterio de este autor, ser explicada por la actividad tectónica cuaternaria existente en el área, la que habría elevado a través de una falla el sector este de los Aridisoles con relación al oeste. En este último sector se desarrollan los Entisoles del Complejo Médano de Oro. El bloque elevado, ocupado por los Aridisoles, fue con posterioridad afectado por una mayor erosión eólica, dejando en superficie a los horizontes argílicos. La actividad neotectónica entonces habría inducido condiciones favorables en el sector de transición B, de relieve más bajo, con la subyacencia de los horizontes argílicos fuertemente endurecidos de los Aridisoles, al establecimiento de condiciones de impermeabilidad y de mal drenaje, favoreciendo el desarrollo del Suborden Aqueus del Complejo Médano de Oro. La neotectónica sería el proceso geológico responsable en este caso de un límite abrupto entre órdenes de suelos muy diferentes que se hallan contiguos (Aridisoles y Entisoles) y del desarrollo del Suborden Aqueus.

Relación entre las unidades geomorfológicas, las clases taxonómicas y las cartográficas

En el cuadro 2 se aprecia, para el área de estudio, la relación existente entre la distribución de las unidades geomorfológicas, las clases taxonómicas y las unidades cartográficas de suelos. Las denominaciones de las unidades cartográficas como de las taxonómicas han sido

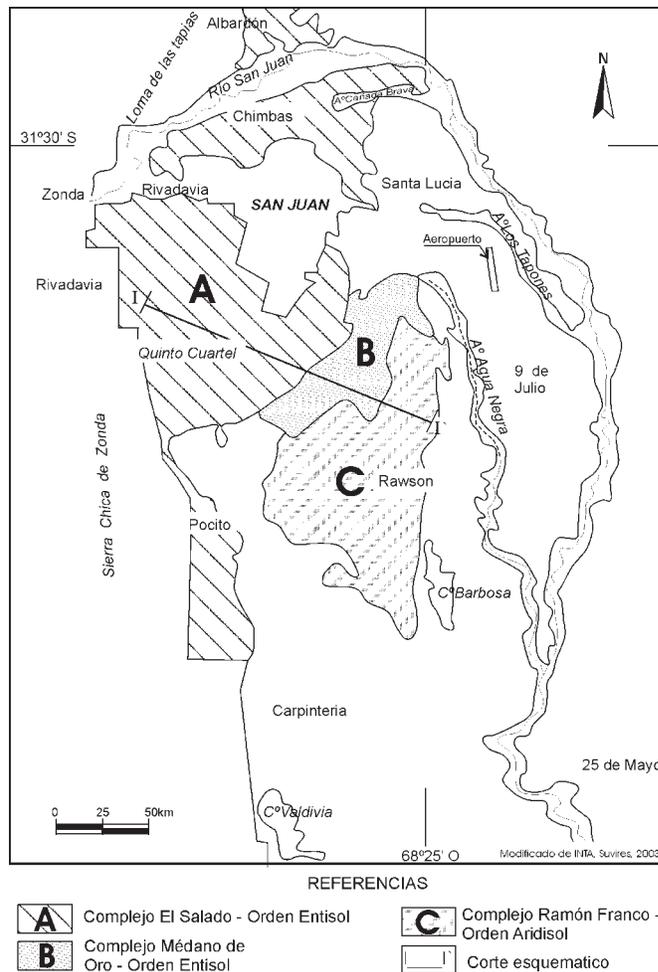


Figura 4: Suelos en la depresión de Tulum.

tomados del relevamiento de suelos de INTA (1976) sin producir modificaciones en las mismas, por no ser el objetivo del presente. Las clasificaciones taxonómicas de suelos fueron efectuadas aplicando los criterios del Soil Survey Staff (1976).

Los suelos del Tulum sur están desarrollados en depósitos alóctonos cuyos materiales provienen de áreas de aportes que se encuentran a cientos de kilómetros al oeste, en los ambientes cordilleranos y precordilleranos. Los suelos en la región de estudio pertenecen a dos órdenes: Entisoles y Aridisoles (Fig.4).

La sucesión de las tres unidades geomorfológicas en el Tulum sur, se visualizan en el perfil esquemático A-B (Fig. 5). Este perfil parte desde unos 675 m s.n.m., en el NO, hasta alcanzar los 560 m s.n.m., en el SE. La topografía y las propiedades intrínsecas de cada una de las tres unidades geomorfológicas generan suelos de alto contraste textural y en sus propiedades fisico-químicas. En los Aridisoles del Complejo Ramón Franco los procesos pedogenéticos dominantes son los de iluviación de arcillas y calcificación mientras que en los Entisoles del Complejo Médano de Oro los de humificación y melanización. Estos últimos suelos alcanzan valores de materia orgánica

Cuadro 2: Relaciones determinadas entre las unidades geomorfológicas, clases taxonómicas y las unidades cartográficas de suelos.

SÍMBOLO	UNIDAD GEOMORFOLÓGICA	CLASE TAXONÓMICA (Adapt. INTA 1976)	UNIDAD CARTOGRÁFICA (Adapt. INTA 1976)
A	ABANICO ALUVIAL del río San Juan	TORRIFLUENTS TÍPICOS Fase pedregosa	COMPLEJO EL SALADO
B	SECTOR DE TRANSICIÓN ENTRE A Y C	TORRIFLUENTS TÍPICOS FLUVACUENTS MOLICOS Y TÍPICOS SULFAQUENTS	COMPLEJO MEDANO DE ORO
C	PLANICIE ALUVIAL ANTIGUA del río San Juan	CALCIORTID GIPSIORTID SALORTID PALEORTID	COMPLEJO RAMÓN FRANCO

entre 18 y 21 % en contraste con el 0,27- 3,35 % de los Aridisoles. En partes del “oasis” bajo riego del Tulum, algunos perfiles de suelos, principalmente aquellos de texturas muy finas, adquieren propiedades como la salinización proveniente del agua de regadío.

Algunas propiedades determinadas en el laboratorio de suelos de la estación experimental INTA - San Juan, se detallan en el cuadro 3, en correspondencia con las tres unidades de relieve A, B y C.

Los suelos del Complejo El Salado abarcan una superficie de 26.707 ha, o sea un 10, 56% de la superficie total del Tulum. Está integrado por perfiles del Orden Entisol, Suborden Fluventes, Gran Grupo y Subgrupo Torrifuventes típicos, de familias franco fina y franco gruesa sobre esquelético arenoso. Este complejo cartográfico se lo identifica en toda la extensión del abanico aluvial del río San Juan. Son suelos de distintas texturas franco arenoso, franco limoso sobre un subsuelo de gravas, gravillas o rodados, pertenecientes a los depósitos del abanico. La primer capa de textura más fina, en algunos sitios supera una profundidad de 80 cm y en otros es mínima o está ausente. Este horizonte o capa más superficial del suelo habría sido formado tanto por procesos pedogénicos naturales como por la intervención del hombre en el oasis bajo riego. Hacia abajo los rodados, gravas y gravillas se extienden por decenas de metros, según sea la ubicación en el abanico aluvial. Algunas propiedades se presentan en el cuadro 3. Estos suelos con pH superior a 7, CIC entre 9 a 15 y bajos % de materia orgánica, no presentan problemas de uso y manejo pero si son vulnerables a la contaminación por su elevada permeabilidad. Debe señalarse que allí se asienta el núcleo habitacional principal sanjuanino con cementerios parques, industrias, bodegas y fábricas.

Los suelos del Complejo Médano de Oro abarcan una superficie de 3241 ha, o sea un 1,28% de la superficie total relevada del valle del Tulum. El 88% de la superficie que cubre este complejo (2853 ha) está afectado por niveles freáticos muy variables, pero no más profundos de 60 centímetros. Son suelos fácilmente identificables en el “oasis” del Tulum, por su color más oscuro, pH bajos, mayor contenido en materia orgánica y problemas de drenaje impedido (“revenición”). Tienen predominio de turba

de hasta 1,50 m de profundidad sobre un subsuelo calcáreo o yesoso, INTA (1976). Por lo general los suelos del Médano de Oro son cultivados con hortalizas de raíces poco profundas. El pH (en pasta de saturación) en estos suelos tiene valores entre 2,0 y 7,2. Estos suelos son claros ejemplos de azonalidad y muestran la preeminencia del clima edáfico local, con régimen de humedad ácuico, sobre las características del clima seco-árido de la región. El régimen de humedad ácuico que da lugar al suborden Aquentes, señala al factor relieve (unidad B), correspondiente al área de transición ligeramente cóncava entre A y C, y a las condiciones inducidas por la actividad neotectónica como muy influyentes en la diferenciación de los suelos a nivel suborden. Los suelos de este Complejo sepultan hacia el oeste a las gravas del sector distal del abanico aluvial mientras que hacia el este a los horizontes de los Aridisoles, corte esquemático I-I' de la figura 5.

Los suelos del Complejo Ramón Franco cubren una superficie aproximada de 10.257 ha, o sea 4,18% (del total de ha relevadas). Está constituido por perfiles de variadas texturas con horizontes subsuperficiales calcáreos o yesosos a distintas profundidades. Los tenores de materia orgánica son bajos, entre 0,27 y 3,35 %, y los de pH son superiores a 7,9. Esta unidad se ubica en un sector de la planicie aluvial (unidad C) con influencia eólica y limita por el este a los suelos más orgánicos del Tulum, correspondientes al Complejo Médano de Oro. Está cubierta con vegetación halófila y ofrece graves problemas para los canales impermeabilizados de irrigación. La filtración de agua en estos canales provoca la disolución de los horizontes salinos subsuperficiales ocasionando el desplome y derrumbe de estas obras de arte. En la colonia Pan de Azúcar, al norte del Cerrillo Barboza, el relieve es suavemente ondulado con sumideros por la disolución de sales y algunas acumulaciones de médanos. Son suelos que hasta hace unos pocos años atrás permanecían incultos.

Conclusiones

La distribución de suelos en el área de estudio, depresión tectónica del Tulum sur, está fuertemente vinculada a

Cuadro 3: Propiedades seleccionadas de los suelos en el Tulum sur.

U. GEOM.	N° de calicata (INTA)	HORIZ/ CAPAS profundidad (cm)	Mat.org %	Nitrógeno total ppm	Fósforo ppm	CIC meq/100g	pH pasta	CEA conduct.eléct. micromhos/cm	RAS relación ads. Sodio.
A	C396	Ap=0- 50	1,57	1100	31	14,20	7,6	11790	4,3
		C=50 - 60	0,30	230	45	9,45	7,6	5260	0,9
A	C397	Ap=0- 45	2,26	1260	45	14,85	7,7	3180	1,0
		C1=45- 76	1,19	660	19	14	7,7	2318	1,0
		C2:76-90	0,43	400	27	10,90	7,7	1396	1,3
B	C 370	Ap=0- 18 (turba)	14,04	5100	3,0	—	6,6	7782	8,1
		C=18-55 (nivel freático)	5,11	2600	8,3	25,38	6,3	2481	1,4
B	C 366	Ap= 0-30	21,69	8700	1,2	13,40	3,0	16199	10,3
		C=30- 50	18,82	7100	1,0	18,40	2,0	8444	5,6
B	C372	Ap=0- 22	5,80	2300	26	15,78	7,1	15530	
		C1=22- 31	3,60	1600	2,2	8,87	3,7	7488	
		C2=31-54	18,40	6600	6,0	8,88	2,9	7488	
		C3=54 -100	9,60	2400	1,8	17,28	2,9	6106	
		C4=100-123	3,22	950	5,2	12,03	3,6	6192	
C	C368	Ap=0 - 30	2,55	980	44	—	8,0	45358	55,7
		C=30 -100	0,77	280	8	—	8,2	24053	37,1
C	C384	C1=0- 35	3,35	1350	28	—	8,2	180559	188,6
		C2=35-65	2,06	960	3	21,03	8,1	51054	73,9
		C3=65-100	2,32	980	10	29,53	8,0	35252	43,0
		C4=100-140	1,23	560	4	40,08	8,1	32187	35,7
		C5=140-165	0,60	350	8	37,81	8,1	23134	26,09
		C6=165-205	0,27	300	20	10,13	7,9	9254	10,4

los cambios en el relieve compuesto principalmente por tres grandes ambientes geomorfológicos, uno el abanico aluvial del río San Juan, otro la planicie aluvial y el tercero corresponde al sector deprimido de transición existente entre los dos anteriores. Asimismo, la neotectónica ha actuado en la planicie aluvial provocando el ascenso y descenso de bloques contiguos favoreciendo condiciones ambientales para el desarrollo de los Entisoles del Complejo Médano de Oro inmediatamente al lado oeste de los Aridisoles del Complejo Ramón Franco. El descenso de los Aridisoles (sector oeste de la falla) produjo en con-

secuencia, en el sector de relieve B, que sus horizontes diagnósticos con alto contenido en arcillas y cementados por sales (cálcicos y nátricos) queden en el subsuelo; situación que habría facilitado la impermeabilidad en un relieve deprimido, con alta descarga de agua subterránea proveniente del abanico aluvial, y con depositación de sedimentos finos. Las condiciones de drenaje impedido propiciaron un régimen de humedad de los suelos ácuico, al crecimiento de una mayor y típica vegetación, dando lugar al desarrollo del Suborden Aquents de los suelos del Complejo Médano de Oro.

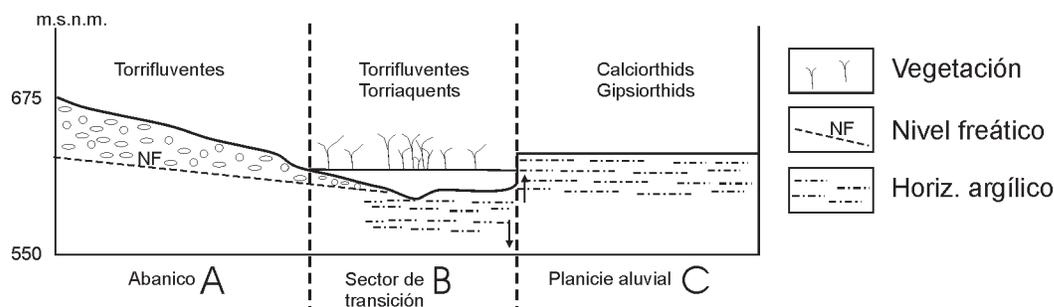


Figura 5: Corte esquemático.

El factor formacional clima, árido y seco, si bien ha tenido influencia en ciertas características y propiedades de los suelos, es casi constante en la región y no constituye en sí mismo una variable en la génesis de los suelos analizados; mientras que los factores relieve y material parental sí han participado en la distribución espacial y desarrollo de las características de la mayoría de los perfiles de suelos.

El factor relieve aparece como muy importante en la diferenciación de suelos a nivel orden, Entisoles *versus* Aridisoles, mientras que por su parte la neotectónica se manifiesta como actividad inductiva en la diferenciación de suelos a nivel suborden, Aqueuts *versus* Fluvents.

La acumulación de las dos principales geoformas, abanico y planicie fluvial, por el río San Juan, en esta depresión tectónica, durante el Cuaternario medio-tardío, señala a los procesos fluviales como partícipes de la mayoría de las características de los perfiles de suelos; con posterioridad, la planicie aluvial, en la cual los procesos pedogenéticos dieron lugar a los Aridisoles, fue afectada por sistemas de fallas activas, donde el sector más elevado (área actual del Complejo Ramón Franco) sufrió una intensa actividad eólica, deflacionando los horizontes superficiales de los suelos, dejando en superficie a horizontes diagnósticos subsuperficiales argílicos, cálcicos y gípsicos.

La neotectónica no sólo influyó en la contigüidad de dos órdenes de suelos con diferentes desarrollo pedogenético y características, sino también hay que observar que las edades de estos suelos son muy diferentes, siendo el tiempo mayor para los Aridisoles que para los Entisoles del Complejo Médano de Oro.

Finalmente, se recomienda que cuando se estudie una sucesión de perfiles de suelos a lo largo de una secuencia de relieve en una zona tectónicamente activa, puede ser que la situación topográfica no sea la original sino que esté modificada por la neotectónica, situación que debe tenerse en cuenta a la hora de determinar los factores que intervinieron en la formación y características de los suelos de esa región.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco del proyecto "Carta Geomorfológica Aplicada del valle del Tulum" con el

apoyo financiero del CONICET y de la Universidad Nacional de San Juan (CICITCA). Las cuidadosas revisiones críticas del manuscrito por parte de los árbitros Dr. José Alberto Ferrer y Dr. Emilio González Díaz contribuyeron notablemente a mejorar la versión inicial del artículo, para ellos también mi agradecimiento.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Coria Jofré, D., Mariel, O. C., Figueroa, M del R. y Esquivel, Z. F., 1995. Evaluación física e impacto ambiental. Área de influencia del arroyo Los Taponos. San Juan. Dto. Hidráulica. Revista PRODEA, 1: 1-5.
- INTA., 1976. Estudios de Suelos y Drenaje de los valles de Tulum, Ullum y Zonda. San Juan. Argentina. Estación Experimental Agropecuaria. 1, 2, 210 p (inédito). San Juan
- Pereyra, B. R., 2000. Clima de la provincia de San Juan. Argentina. Recursos y problemas ambientales de la zona árida. Prog. Coop. Junta Gobierno Andalucía. PAN-GTZ, Primera Parte: 71-78. Andalucía.
- Poblete A. G. y Minetti J, 1989. Los mesoclimas de San Juan. Ira y Ilda. parte. Informe Técnico N° 11 del Centro de Investigación de San Juan (CISA). UNSJ. Boletín 4: 1-89, San Juan.
- Rocca, J. A., 1970. Geología de los valles de Tulum, Ullum y Zonda, Pcia. de San Juan. Plan de Agua Subterráneas. Centro Regional Agua Subterránea - CFI. 147, 180 p. San Juan.
- Soil Survey Staff, 1975. USDA. Keys to Soil Taxonomy, Handbbok 346, 754 p. Washington.
- Suvires, G. M., 1987. Geomorfoloía de la región centro-sur de la provincia de San Juan. Argentina. Revista Simposio Teledetección. X Congreso Geológico Argentino. Actas 1:97-109 Tucumán.
- Suvires, G. M. 1990. Edafología de la provincia de San Juan. XI° Congreso Geológico Argentino. Relatorio 334-346. San Juan.
- Suvires, G. M. 1991. Paleoformas eólicas y fluviales en regiones desérticas del centro-oeste argentino. Bamberger Geographische Schriften BD 11, S: 125-133, Bamberger.
- Suvires, G y Zambrano, J. 2001. Unidades geomorfológicas cuaternarias del valle de Tulum. Provincia de San Juan. XI Congreso Latinoamericano y III Congreso Uruguayo de Geología. CD y Abstracts: 9-9, 9-10. Montevideo.
- Zambrano, J. J. 1986. Actualización de la geología de subsuelo del valle de Tulum. Provincia de San Juan. Centro Regional de Agua Subterránea, 274 p. San Juan.
- Zambrano, J.J y Suvires, G. 1987. La estructura superficial y profunda en el valle de Tulum. Provincia de San Juan. X Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 267-271. San Miguel de Tucumán.

Recibido: 24 de mayo, 2002

Aceptado: 7 de julio, 2004