

FOTOINTERPRETACIÓN GEOMORFOLÓGICA E HIDROGRÁFICA DE DETALLE, APLICADA AL MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS- Provincias de Corrientes y Chaco.

Dra. Pilar Yolanda Serra

La presentación en este foro, ámbito donde se exponen y detallan los avances en el uso de los nuevos recursos en cuanto a técnicas de cartografía automatizada, tiene el objetivo de mostrar el modo en que, con medios sumamente precarios con relación a los actuales, sólo dos décadas atrás fue posible generar documentación que hoy es invaluable para ser incorporada como insumo de las nuevas tecnologías.

Se hace referencia a dos grandes líneas de trabajo, una de ellas seguida en los proyectos de investigación del Centro de Geociencias Aplicadas y la otra, en los planes de manejo de cuencas encarados por el Instituto Correntino del Agua, considerando un período entre los años 1974 y 1993 para ambos trabajos.

La fotointerpretación de detalle y la cartografía preliminar utilizó fotos aéreas, de fechas variables, cuyas escalas fueron 1:25.000; 1:30.00 y 1:75.000, según el área y complementadas con las imágenes satelitarias disponibles.

Como resultado, el trabajo expone las áreas cubiertas con la cartografía resultante y los aspectos geomorfológicos e hidrográficos reconocidos a partir de la foto interpretación, haciendo un lugar a la mención del avance conceptual y metodológico que representó trabajar en estos sectores de llanura, con escasísimo material bibliográfico de apoyo en los temas tratados.

1- INTRODUCCIÓN:

La monotonía topográfica que caracteriza a las llanuras, es una realidad cuando son percibidas a escalas pequeñas, pero se revela como sólo aparente, en la medida que la escala de análisis se hace mayor. Aún luego del advenimiento de las imágenes satelitarias, no siempre la heterogeneidad que ellas muestran, es interpretada en la real riqueza morfológica que se revela, con el análisis detallado a partir de la foto interpretación.

Tanto la provincia del Chaco como la de Corrientes, se vieron beneficiadas por estudios basados en fotos aéreas desde las vertientes de la edafología, la fitogeografía, la geomorfología y la hidrografía superficial, lo que produjo un notable avance en el conocimiento de sus recursos naturales en cuanto a distribución superficial.

Sus recursos hídricos son a la par, una de sus mayores riquezas, (en cuanto a disponibilidad como agua dulce superficial y subterránea, en fuentes fácilmente accesibles) pero también, arrancadores de sus mayores conflictos debido a la vulnerabilidad que a los problemas de afectación hídrica muestran los suelos, el relieve y gran parte de su infraestructura urbana y vial y en consecuencia las actividades agro- ganaderas y los sitios urbanos.

Dos grandes factores confluyen a que dichos problemas tomen a veces características de catástrofes. El primero es la **morfometría** caracterizada por muy bajas pendientes, que en gradientes regionales son del orden de 1 a 3 %, lo cual dificulta el escurrimiento del agua de lluvia, que queda detenida en vastos espacios, fluctuando en altura de acuerdo al ritmo pluviométrico y dando el carácter de anegables a grandes superficies.

Esa baja energía de relieve, tiene otras consecuencias: el agua retenida, cuando recibe mayor alimentación que la que puede evacuar, aumenta su nivel, sobrepasa las precarias divisorias de las planicies y produce interconexiones por transfluencias entre las cuencas. De este modo, en ellas se hace inmanejable el balance hídrico por la fusión de los aportes y también, es difícil la estimación de los volúmenes de agua que serán evacuados por las vías de drenaje o que pasarán por las obras de arte de la infraestructura vial.

A las dificultades de los ambientes sujetos a problemas de anegabilidad, también convergen el **tipo de vegetación**, (que en el caso de las herbáceas, su estructura y distribución, produce al escurrimiento un notable gasto de la poca energía que de por sí le confieren las condiciones topográficas, mientras que las arbóreas representan otro tipo de papel respecto del agua de lluvia y del escurrimiento) y la litología, (donde su composición predominantemente arcillosa, dificulta la infiltración y donde tiende más a arenosa o franca la infil-

tración es mejor pero aparecen otras complicaciones por el ascenso de napas).

También inciden los estadíos de escasez de lluvias, durante los cuales disminuye al máximo la disponibilidad de agua superficial, caracterizando una sequía que obliga a realizar obras para proveer de agua a partir de fuentes superficiales más o menos permanentes y ha conducido a la idea de manejar los excesos, o realizar obras de captación y conducción para disponer de ellos durante el déficit.

Cabe una reflexión acerca de la influencia que las **actividades humanas** tienen sobre el escurrimiento.

- 1- Las agrícola ganaderas cuya infraestructura requiere la realización de obras, algunas suficientes o adecuadas a nivel de predio con efectos que no se manifiestan fuera de sus límites; en otros casos, como ocurre con la traza de canales para conducir agua de riego o de drenaje, la construcción de azudes, alambrados, interconexión o cegamiento de lagunas, etc. el efecto puede hacerse notorio aguas arriba o aguas debajo de la vía de escurrimiento, afectando a la cuenca (si es una sola) o bien produciendo la interconexión de dos o más, cuando las divisorias no son evidentes en el terreno o no se respeta su significación.
- 2- Las urbanas: por su vocación ocupar sitios vecinos a los valles fluviales; la necesaria expansión urbana sin planificación adecuada; el trazado de obras viales o de captación de agua para uso humano o industrial; el tratamiento inadecuado en la eliminación de desechos, entre otras, crean una variada gama de problemas de origen hídrico, donde los más conocidos son los problemas de inundaciones recurrentes.

Las transfluencias y desbordes que son una constante en las vías de drenaje de ambas provincias, producen daños no siempre fáciles de remediar o revertir durante los períodos de aguas altas por las lluvias. Durante las situaciones de aguas bajas, estos problemas son minimizados, descuidados o ignorados lo que conduce a situaciones cíclicas de inundaciones y sequías durante las cuales se cae en soluciones coyunturales, puntuales, riesgosas y caras, sin un tratamiento integral de la problemática.

La ocupación racional del espacio hace necesario contar con Planes de Manejo Integral de Cuencas Hídricas, en los que se examinaron las etapas del ritmo climático, los requerimientos socioagronómicos, de infraestructura urbana y rural, en consonancia con la tendencia del sistema natural y las posibilidades de los recursos naturales, en especial el agua.

Es sobre esos criterios intentos que trata este trabajo, que en su momento revistieron el carácter de integrales y de los cuales, la documentación generada, hoy es insumo tanto para la administración pública como para entes y profesionales de la actividad privada, especialmente los vinculados al campo de la agronomía, la ingeniería o el planeamiento.

2- LAS ACCIONES EN LA PROVINCIA DEL CHACO:

La provincia del Chaco encaró dos estudios de foto interpretación con miras al reconocimiento de áreas especiales de su territorio a efecto de su aplicación en el manejo de cuencas.

Uno de ellos fue el “Estudio de Fotointerpretación en el área de los Bajos Submeridionales y zonas de aportes y descargas” por convenio entre la Universidad Nacional del Nordeste, el Comité de Estudio de los Bajos Submeridionales y el Consejo Federal de Inversiones. El otro fue el “Estudio de Fotointerpretación en la Cuenca del río Negro” por convenio entre la Universidad Nacional del Nordeste y la Administración Provincial de Recursos Hídricos.

Ambos fueron realizados en el Centro de Geociencias Aplicadas, bajo la dirección del Ingeniero Eliseo Popolizio, entre los años 1975- 1984.

La **FIGURA 1** muestra el área ocupada por ambos estudios y que representa el 66% de la provincia del Chaco y el 38% de Santa Fe. Los trabajos de fotointerpretación, partieron de la hipótesis de verificar las posibilidades que ofrecían las fotos aéreas de escala 1:75.000 en el relevamiento de las características del relieve, el escurrimiento superficial y la cubierta vegetal del área, bajo los siguientes objetivos parciales:

- ❖ Identificar las unidades geomorfológicas que a escala de la foto se comportan como condicionantes del escurrimiento superficial.
- ❖ Caracterizar y tipificar los sistemas de escurrimiento, su organización en redes y estadíos hídricos según

el pulso climático, los condicionantes litológicos y topográficos.

- ❖ Reconocer los patrones fitogeográficos en el nivel de unidades fisonómicas, su distribución espacial en relación con los sistemas de escurrimiento y los estados hídricos.

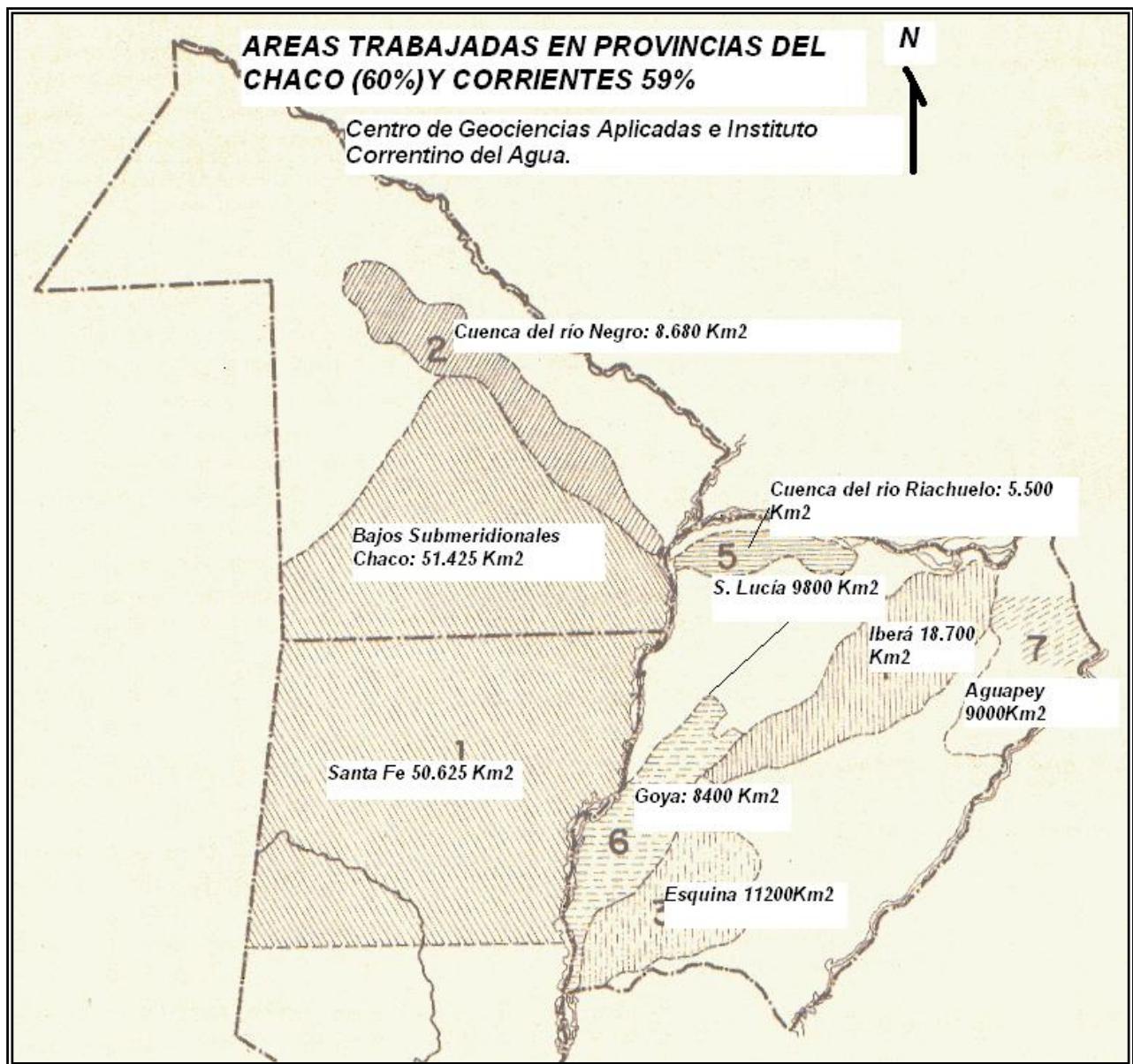


FIGURA 1: Áreas cubiertas con fotointerpretación y estimación de superficies en las provincias del Chaco, Santa Fe y Corrientes. En esta última, el área fue ampliada como se ve al compararla con la de la FIGURA 8.

Materiales y métodos:

Se utilizaron fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro, de escala 1:75.000 del Instituto Geográfico Militar, año 1973, en un total aproximado de 2.200. Como referencia cartográfica de base se tomaron las cartas IGM de escala 1:250.000; a partir de ellas se trazó una malla de coordenadas marginales y centrales. Se ajustó luego la planimetría en cartas preliminares, por medio del paso a escala de la infraestructura (rutas, puentes, vías férreas, sendas, poblaciones, puestos, etc.) y otras referencias naturales (ríos, lagunas etc.) que permitieron situar espacialmente los objetos del terreno representados en las cartas y visibles en las fotos, del modo más preciso posible. En especial se buscó compensar relaciones de distancia y forma en las distorsiones propias de la proyección de las fotos y las producidas en el avión, durante el vuelo.

Utilizando estereoscopio de bolsillo, se realizó la fotointerpretación par por par, interpretando los elementos

de acuerdo a los objetivos y volcando el producto a over lays que luego fueron pasados a cartas preliminares. Las unidades fisonómicas fueron interpretadas por separado de modo tal que como resultado, se generaron cartas geomorfológicas e hidrográficas y cartas fitogeográficas de toda el área en estudio en las provincias del Chaco y Santa Fe.

Cada preliminar fue luego pasado a planos definitivos en papel vegetal, a escala media de las fotos donde además se indicaron las principales rutas, damero de centros poblacionales y la toponimia, junto con la carátula, el listado simbólico y la nomenclatura de cada carta.

La foto interpretación fitogeográfica se basó en el método de “Modelos y tres niveles de percepción” (Morello y Adámoli, 1968) quienes definen a los modelos como características de la vegetación perceptibles en la imagen vertical de la foto, dadas por la *densidad* (número de individuos por unidad de superficie), *recubrimiento* (proporción de superficie tapada por la proyección de las copas) y *estratificación* (organización vertical en pisos). La combinación de tonos y texturas en las fotos, dan modelos espaciales que responden a factores tales como relieve, pendientes, suelos y condición hídrica. “Cada modelo de vegetación tiene una fisonomía o heterogeneidad interna dada por sus elementos y toda el área cubierta por una fisonomía uniforme es una *unidad fisonómica*” (Morello y Adámoli, 1968) Pág. 13.

En las cartas fitogeográficas definitivas, las unidades de vegetación fueron pasadas teniendo como base las cartas geomorfológicas a fin de conservar en lo posible, la correspondencia entre los límites de unidades.

Los criterios aplicados para la fotointerpretación requirieron una alta dosis de creatividad al responder a la pretensión de lograr utilizar una técnica que para el área, no tenía definidos sus patrones de interpretación y tampoco los criterios cartográficos con los cuales representarlos. Fue necesario el apoyo de pautas de interpretación que permitieran la asociación de los elementos encontrados en la foto, con los existentes en el terreno, y que a su vez concordaran con el paquete teórico-conceptual del fotointérprete, a fin de hallar las particularidades de cada espacio.

La escala de las fotos utilizadas, permitió adquirir un poder de percepción con el cual establecer las posibilidades de hallar los patrones para las unidades temáticas que se pretendía analizar, en base a la combinación de patrones tono texturales, su organización espacial y los modelos que se correspondan a la interpretación conceptual que se haya hecho del espacio. Tener en cuenta esto último fue de gran significación ya que es en el campo de las unidades taxonómicas posibles de comparar donde se establecieron las correlaciones de los elementos de una interactuando con los de otras.

Combinar el concepto de alta homogeneidad y monotonía con que se concebía el área y pasar a valorar sus más imperceptibles variaciones altimétricas, los factores genéticos de las mismas (naturales o antrópicos, actuales o pasados, permitió encontrar claves para la enorme riqueza geomorfológica del área, como respuesta a procesos de modelado de tipo eólico e hídrico. Ello ya había sido referido en varios trabajos previos, disponibles en la bibliografía, pero no habían sido cartografiados, tipificados y descriptos en sus más mínimos detalles, como fue realizado para estos trabajos de fotointerpretación (POPOLIZIO, E. SERRA, P. HORTT, G. (1978 a y b)

Los patrones fotográficos de la cubierta vegetal, responden fielmente a la morfología que la sustenta, a las condiciones del agua superficial, a sus modos de escurrir (sistemas de escurrimiento), su organización en redes y a los estadios hídricos que caracterizan a su funcionalidad. Bajo esos criterios fue posible reconstruir los tipos de formas, su modo de distribución espacial y la vegetación e hidrografía asociada. En estos aspectos fue invaluable el aporte realizado previamente por numerosos autores pero en especial, el de MORELLO, J y ADÁMOLI, J. (1968, 1974)¹

Para la confección de las cartas definitivas se utilizó en parte la simbología convencional ya utilizada para los trabajos de fotointerpretación del Centro de Geociencias, pero a los fines de la información escrita, fue necesaria la elaboración de un código que identifique:

1- Los Sistemas de Escurrimiento (POPOLIZIO, E. 1975 a): 1- Los grandes tipos de sistemas de escurrimiento: Escurrimiento Laminar (EL), Escurrimiento Fluvial (EF), Escurrimiento Subterráneo (ES), Escurrimiento Transicional (ET); 2- Subtipos del escurrimiento laminar: Laminar mantiforme (ELm), Laminar

¹ En este aspecto cabe destacar y agradecer el acompañamiento en trabajos de campo y de laboratorio, la generosa enseñanza y excelente disposición de diálogo e intercambio de conocimientos, brindados a todo el equipo por el Dr. Jorge Morello.

Difuso (ELd), Laminar Filetiforme (ELf), Laminar cañadoide (ELc), Laminar Esteroide (ELe), Laminar backswámpico (ELb); 3- Subtipos del escurrimiento transicional: Transicional cañadoico (ETc), Transicional esteroico (ETe), Transicional surcoico (ETs), Transicional carcávico (ETc), Transicional torréntico (ETt); Transicional uádico (ETu); 4- Subtipos del escurrimiento fluvial: Fluvial potamoico (EFp), Fluvial deltoide (EFd), Fluvial conoidal (EFc), Fluvial Riarrioideo (EFr); 5- Subtipos del escurrimiento subterráneo: Subterráneo mantiforme (ESm), Subterráneo filetiforme (ESf), Subterráneo Difusoide (ESd), Subterráneo Kárstico (ESk), Subterráneo seudokárstico (ESs), Subterráneo potamoide (ESp).

2- Las Redes de Escurrimiento ((POPOLIZIO, E. 1975 b): 1-Tipos elementales de redes: dendrítica, píñala, paralela, ortogonal, angular, emparrada, bayoneta, radial, anular, parabólica, collar de cuentas, laberíntica, cribada, flabeliforme; 2- Redes compuestas; 3- Paleo redes; 4- Redes fantasma.

La simbología geomorfológica- hidrográfica destaca aspectos:

- 1- Morfológicos: diferentes quiebres de pendiente que pueden ser asociados con las características litológicas y establecer límites para unidades geomorfológicas: 1- los quiebres de ladera convexas, 2- los quiebres bruscos de pendiente bien notorios y 2- los quiebres bruscos de pendiente, probables.
- 2- Morfogenéticos: Destacan este rasgo en las unidades de relieve por lo menos para establecer las diferencias más evidentes, más allá de entender que esto requiere un ajuste mayor en cuanto a técnicas de determinación. Los 4 principales tipos de morfologías encontradas son: 1- de origen eólico; 2- paleo fluvial; 3- seudokársticas y 4- planicies de génesis imprecisa (pedimentos?)

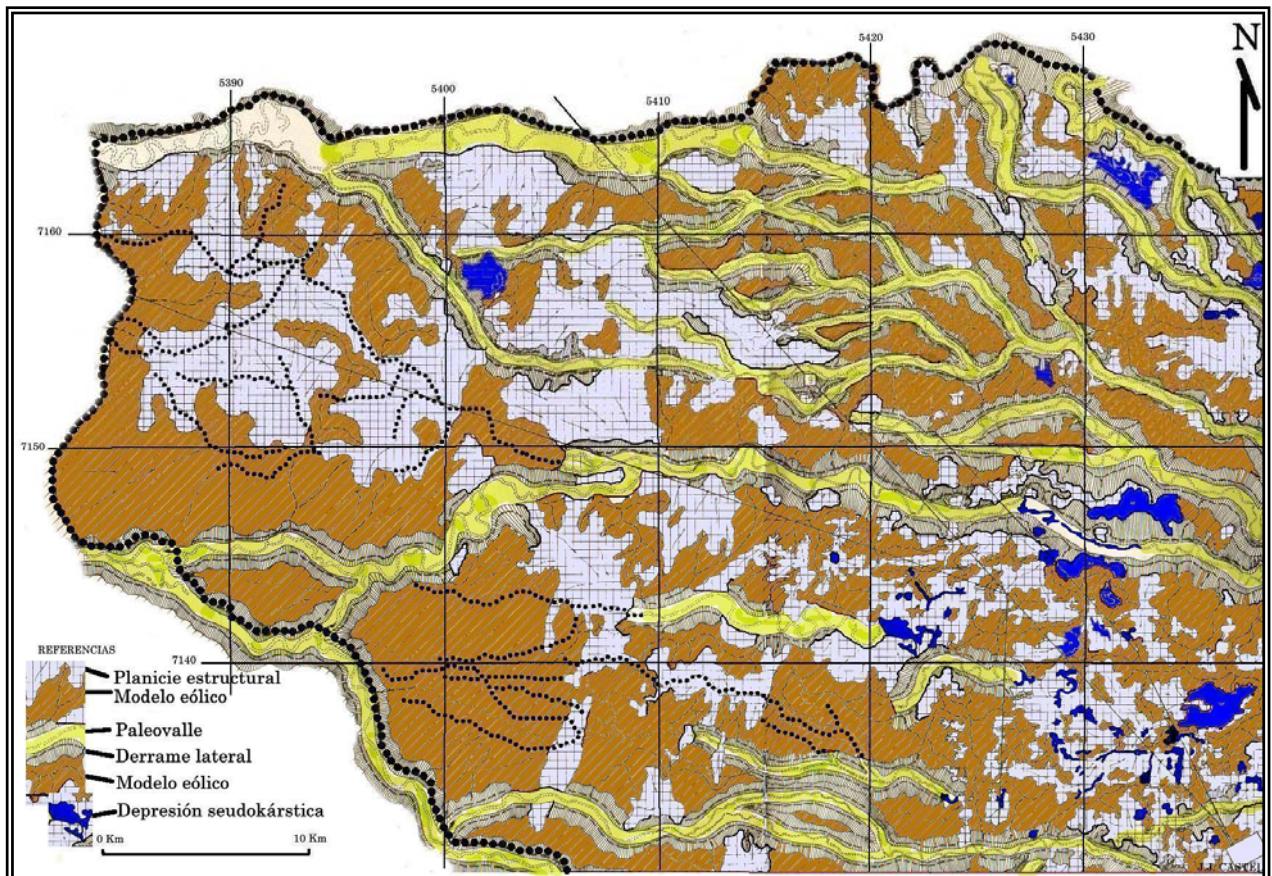


FIGURA 2: Sector de la Carta Geomorfológica Castelli correspondiente a la cuenca del río Negro. POPOLIZIO, E. y SERRA, P. 1978.

- 3- Hidrológicos o Hidrográficos: Derivados de la necesidad de representar los rasgos más notorios del escurrimiento y lograr la integración de las cuencas. 1- se indica el sentido del escurrimiento encauzado o laminar; 2- Divisorias de cuencas, sin entrar a jerarquizarlas; 3- Transfluencias locales en las divisorias; 4- Canal de escurrimiento ancho; 5- Canal de escurrimiento estrecho; 6- Espejo de agua; 7- Cárcavas.

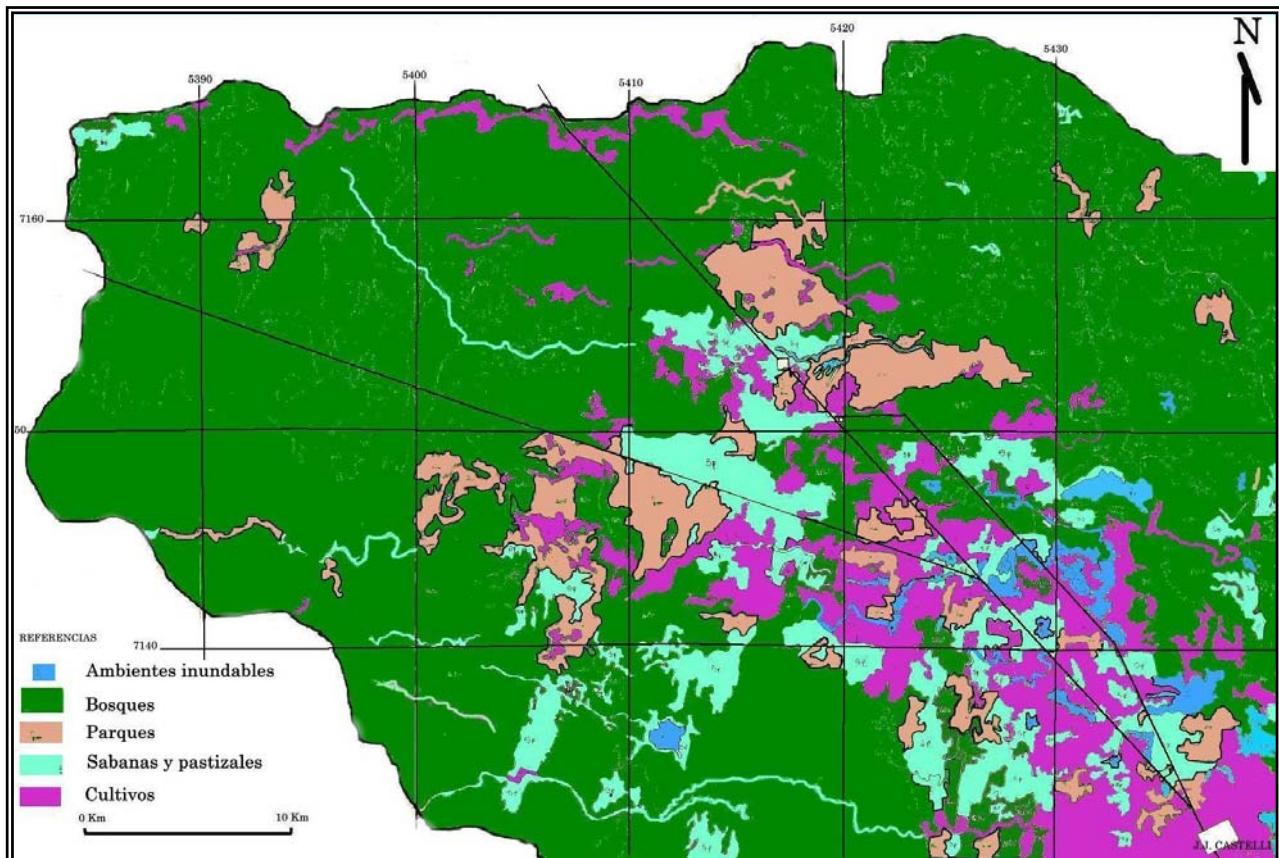


FIGURA 3: Sector de la Carta Fitogeográfica Castelli correspondiente al mismo sector que FIGURA 2, en la cuenca del río Negro. POPOLIZIO, E. y SERRA, P. 1978.

- 4- **Hidrobiológicos:** Representan lo que en las fotos traduce el patrón de la vegetación acuática en ambientes deprimidos de esteros y las unidades de vegetación herbácea, asociada a un patrón tono textural de ambientes periódicamente anegables como los bañados, cañadas o malezales.
- 5- **Fitogeográficos:** En las cartas fitogeográficas se utilizó el criterio del tipo biológico dominante (árbol, arbusto o hierba) y la altura de los pisos verticales discernibles. Fue posible identificar unidades de: 1- bosques (B), en sub variedades abiertos y cerrados, altos, bajos y con abras; 2- parques (P) arbóreos, arbustivos y mixtos y 3- sabanas (Sa), arbóreas, arbustivas y mixtas, con relativa seguridad, mientras que entre los ambientes de 4- pastizal (P), 5- pajonal (Pj) y 6- de prados acuáticos (Pr), la complejidad fue mayor debido a la transicionalidad de los gradientes topográficos que condicionan los hídricos y en consecuencia, la seriación vegetal hace difícil trazar los límites entre fisonomías.

Las figuras que se adjuntan pueden dar una idea de las características de los trabajos realizados, su nivel de detalle para distintos sectores. Los originales de las mismas están en blanco y negro, pero a los fines de su presentación y mejor interpretación de los detalles, algunas han sido coloreadas.

Con miras a la publicación del material cartográfico, se realizó una síntesis a escala 1:250.000 donde son representadas las principales cuencas, por sectores, con caracterización de las divisorias y las diferentes unidades geomorfológicas a esa escala.

Ese es el material cartográfico que acompaña a los trabajos citados en POPOLIZIO, E., SERRA, P. y HORTT, G. (1.978 a y b)

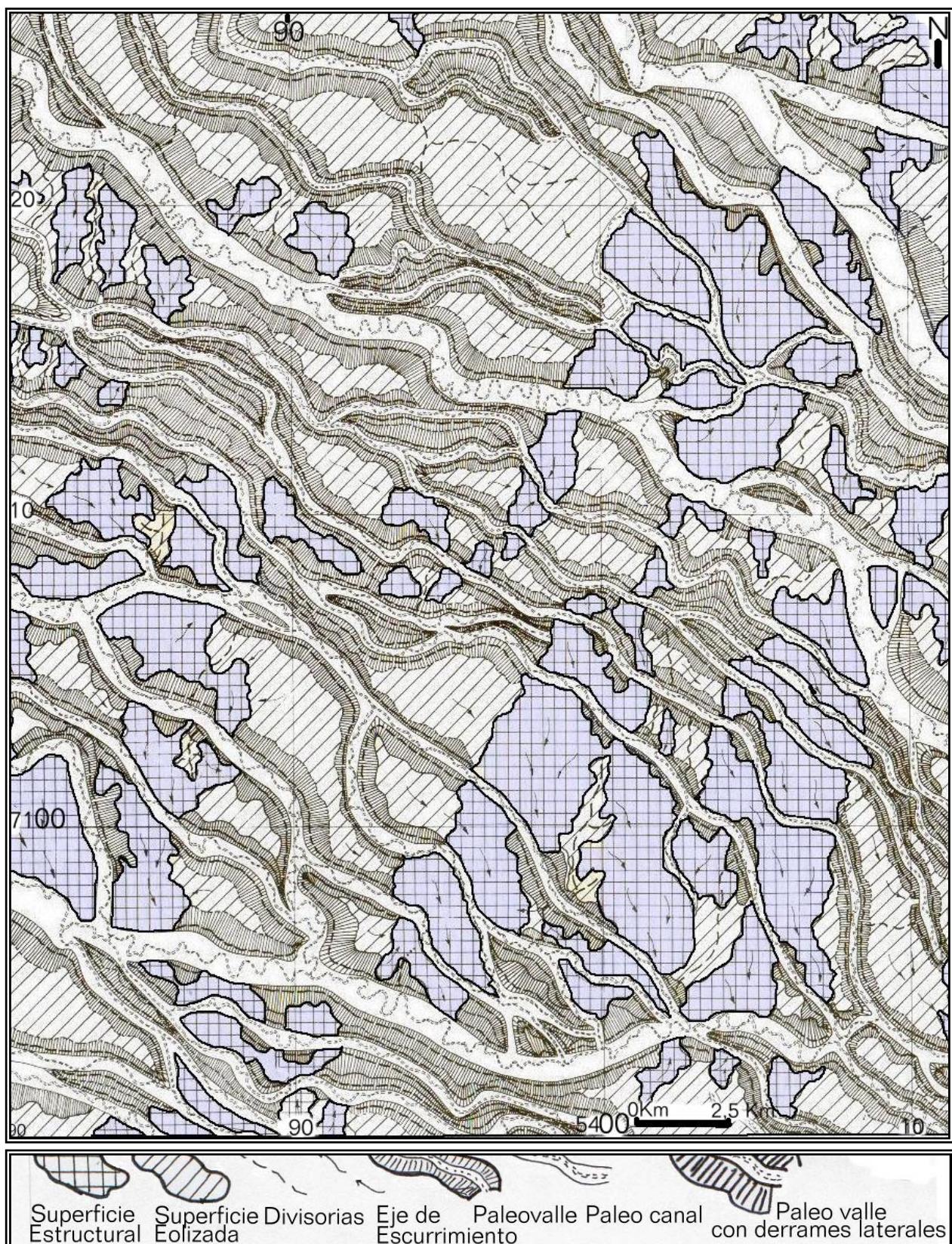


FIGURA 4: Sector de la Carta Geomorfológica Pampa Guanaco correspondiente a la cuenca del río Negro. POPOLIZIO, E. y SERRA, P. 1978.

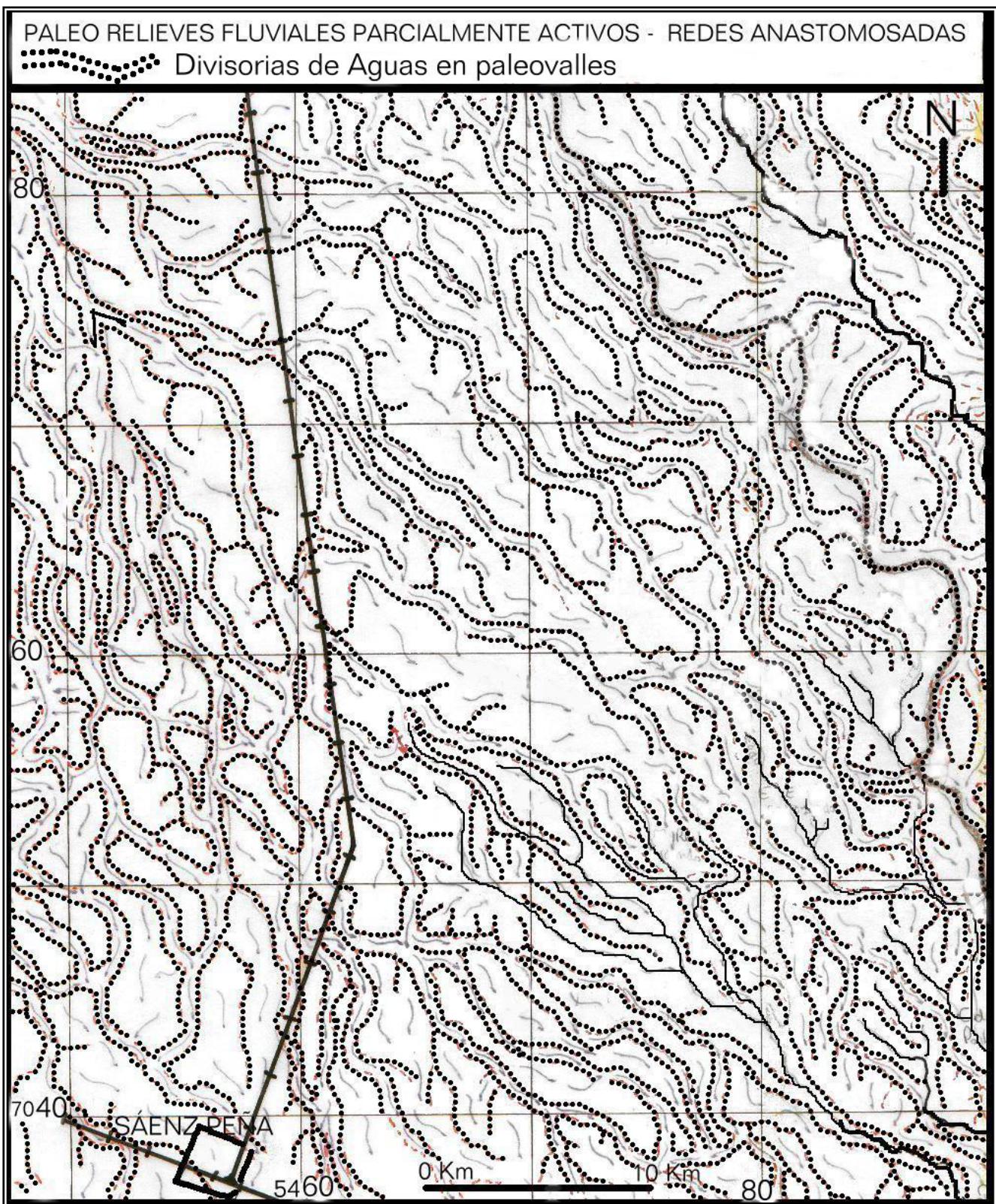


FIGURA 5: Síntesis de las cuencas, divisoria de aguas y ejes de escurrimiento en un sector de la Carta Sáenz Peña. POPOLIZIO, E y SERRA, P.1978. Las divisorias de cuencas de diseño no convencional asientan sobre paleo derrames laterales.

3- LAS ACCIONES EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES:

Durante los años 1979- 1993, el Instituto Correntino del Agua, se fijó como objetivo el generar información

cartográfica sobre la base de fotointerpretación, que permita planificar y desarrollar el manejo del agua en las cuencas de la provincia, el trazado de obras de infraestructura y estimación de sitios vulnerables a las afectaciones hídricas.

En consonancia, las tareas del Departamento Fotocartográfico partieron de la hipótesis, partieron de la hipótesis de verificar las posibilidades que ofrecían las fotos aéreas de escala 1:33.000 en el relevamiento de las características del relieve, el escurrimiento superficial y la cubierta vegetal del área, bajo los siguientes objetivos parciales:

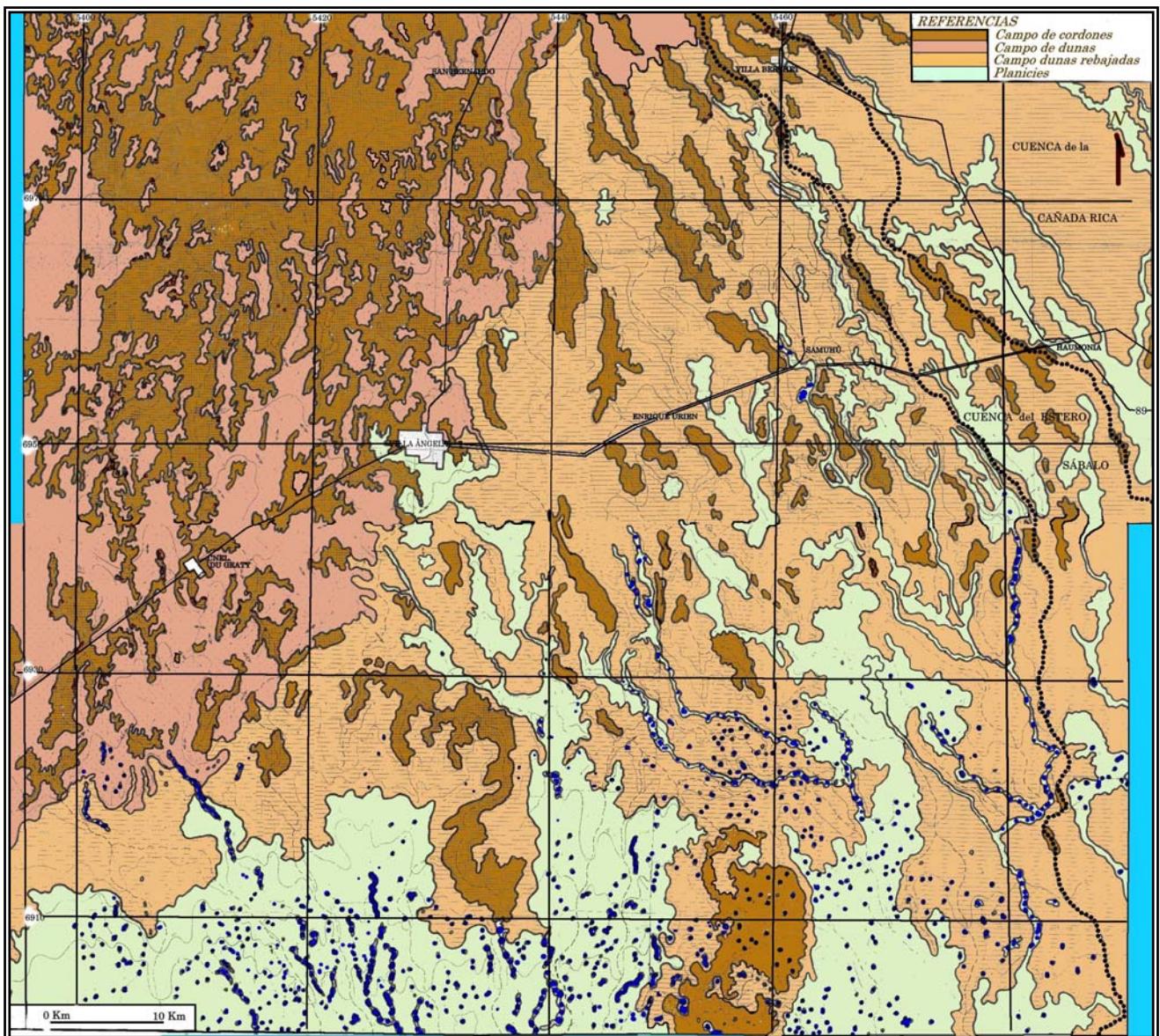


FIGURA 6: Sector de las Carta Geomorfológica de los Bajos Submeridionales en proximidades de la localidad de Villa Ángela donde se puede ver el patrón escalonado en la jerarquía de forma eólicas y el modo en que se organiza la red a partir de la depresiones seudokársticas.

- ❖ Realizar de modo ordenado un trabajo de fotointerpretación de la provincia, a partir de la cual generar cartas que representen las características geomorfológicas e hidrográficas básicas y de ser posible las condiciones litológicas, que a escala de las fotos se comportaran como condicionantes del escurrimiento.

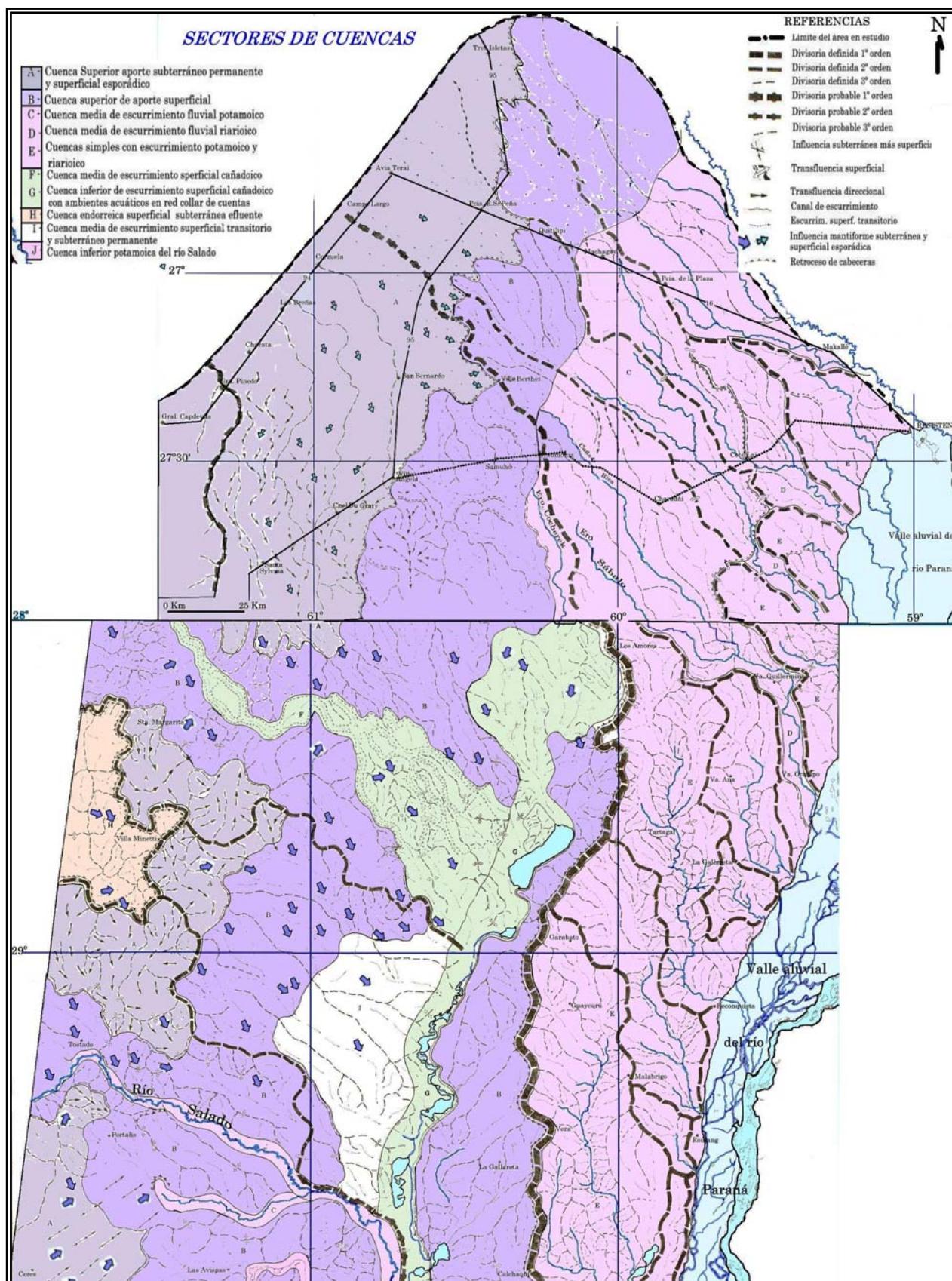


FIGURA 7: Sectores de cuencas hídricas en las provincias del Chaco y Santa Fe en el área de los Bajos Submeridionales, donde la simbología permite ver también la caracterización de las divisorias para los diferentes sectores de cuenca. Modificado con color y sintetizado de POPOLIZIO, E. et al 1978 a y b.

- ❖ Que los criterios simbólicos utilizados en la confección de la cartografía representen claramente a las unidades geomorfológicas, sus patrones hidrográficos en cuanto a sistemas de escurrimiento y modelos de redes visualizados en la foto interpretación
- ❖ Que toda la provincia quede cubierta por las cartas geomorfológicas e hidrográficas y fitogeográficas en el nivel de unidades fisonómicas, realizadas con unidad de criterios cartográficos en lo planimétrico y conceptuales en lo temático, acompañado todo ello con informes de las grandes cuencas o unidades de Proyecto, en base a las cuales generar los Planes de Manejo de cuencas.

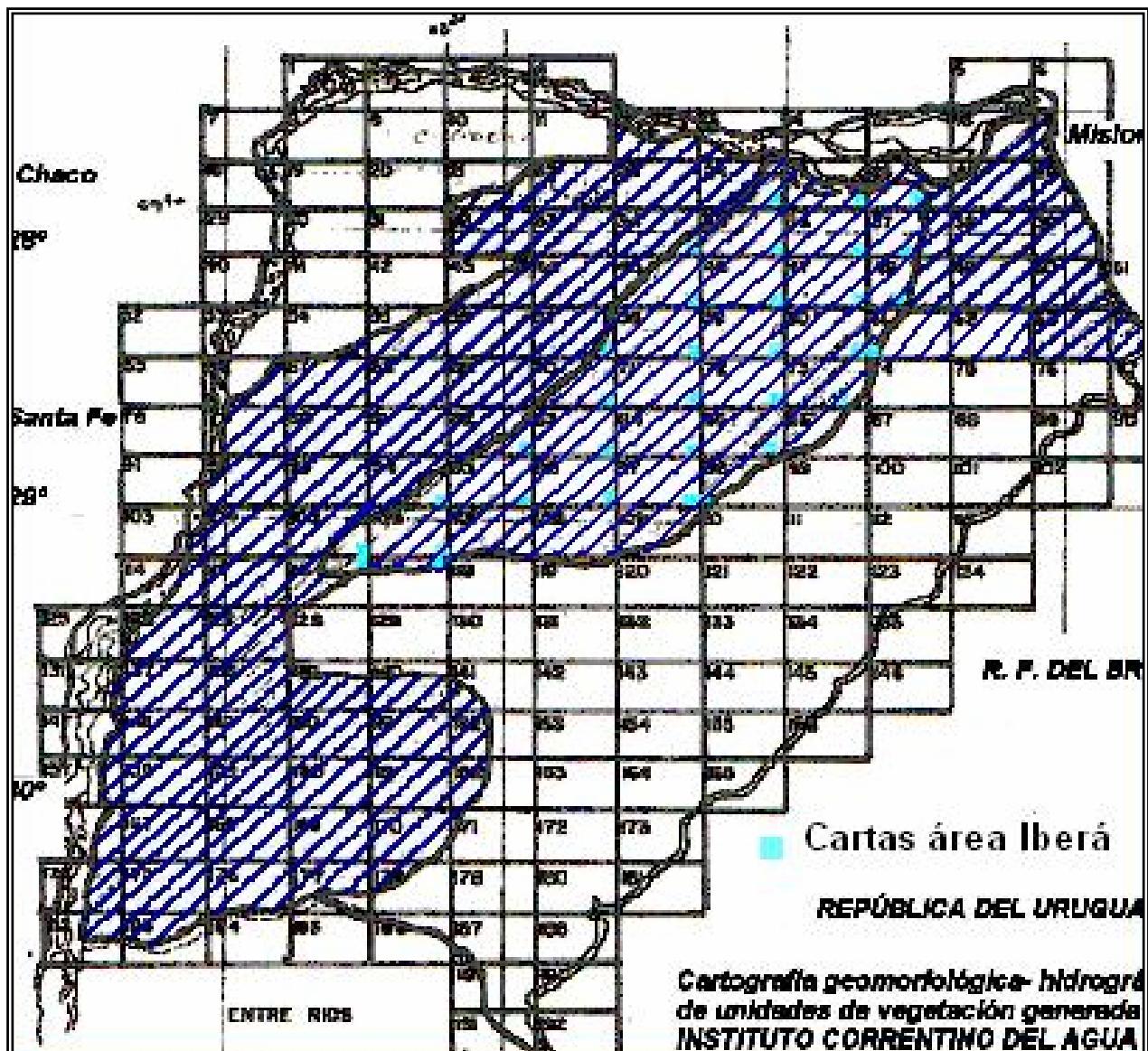


FIGURA 8: Malla de cartas geomorfológicas e hidrográficas que cubren la provincia de Corrientes con indicación del área cubierta con fotointerpretación donde se destaca el área del Iberá. Comparar con la FIGURA 1.

Materiales y métodos:

Se trabajó durante los años 1979 y 1993 sobre la base de fotos aéreas realizadas por el Instituto Foto Topográfico Argentino, IFTA, Trabajos: 223, 223 A, (de escala media 1:30.000- Año 1959) y 125 (de escala media 1:25.000- año 1968) y 138, en un total aproximado de 1500 fotogramas.

Como referencia planimétrica de las cartas a realizar se tomaron las cartas IGM de escala 1:250.000; a partir

de ellas se fijó una malla de coordenadas marginales y centrales, asignando a cada carta 3 cuadrículas Gauss Kruger en longitud y 2 en latitud, por lo que cada carta cubre 600 Km². El número total de cartas que cubre la provincia es de 198 habiéndose realizado en el período en estudio, un total de 113.

Se ajustó luego la planimetría por medio del paso a escala de la infraestructura (rutas, puentes, vías férreas, sendas, poblaciones, puestos, etc.) y otras referencias naturales (ríos, lagunas etc.) que permitieron situar espacialmente los objetos del terreno representados en las cartas y visibles en las fotos. Fue esa una manera de lograr que los over lays entre sí, ajustaran sus relaciones de distancia y forma, del modo más preciso posible. A pesar de ello debieron compensarse y corregirse las distorsiones propias de la proyección de las fotos y las producidas en el avión, durante el vuelo. Para evitar el arrastre de errores, cada carta fue ajustada con sus periféricas, realizando de esta manera la integración de todos los elementos representados por la simbología.

Utilizando estereoscopio de bolsillo, se realizó la fotointerpretación par por par interpretando los elementos geomorfológicos que a la escala de la foto se comportaran como condicionantes del escurrimiento, las unidades geomorfológicas, los patrones hidrográficos y las unidades fisonómicas de vegetación asociadas (estas últimas en over lays separados). Cada over lay fue pasado a cartas preliminares de papel y definitivas de papel y film de escala media 1:33.000 donde además se indicaron las principales rutas, centros poblacionales según el damero de la foto y la toponomía hidrográfica.

La foto interpretación fitogeográfica se basó también en el método de “Modelos y tres niveles de percepción” (Morello y Adámoli, 1968) y en las cartas fitogeográficas, las unidades de vegetación fueron pasadas teniendo como base las cartas geomorfológicas a fin de que los límites de unidades, se correspondan perfectamente.

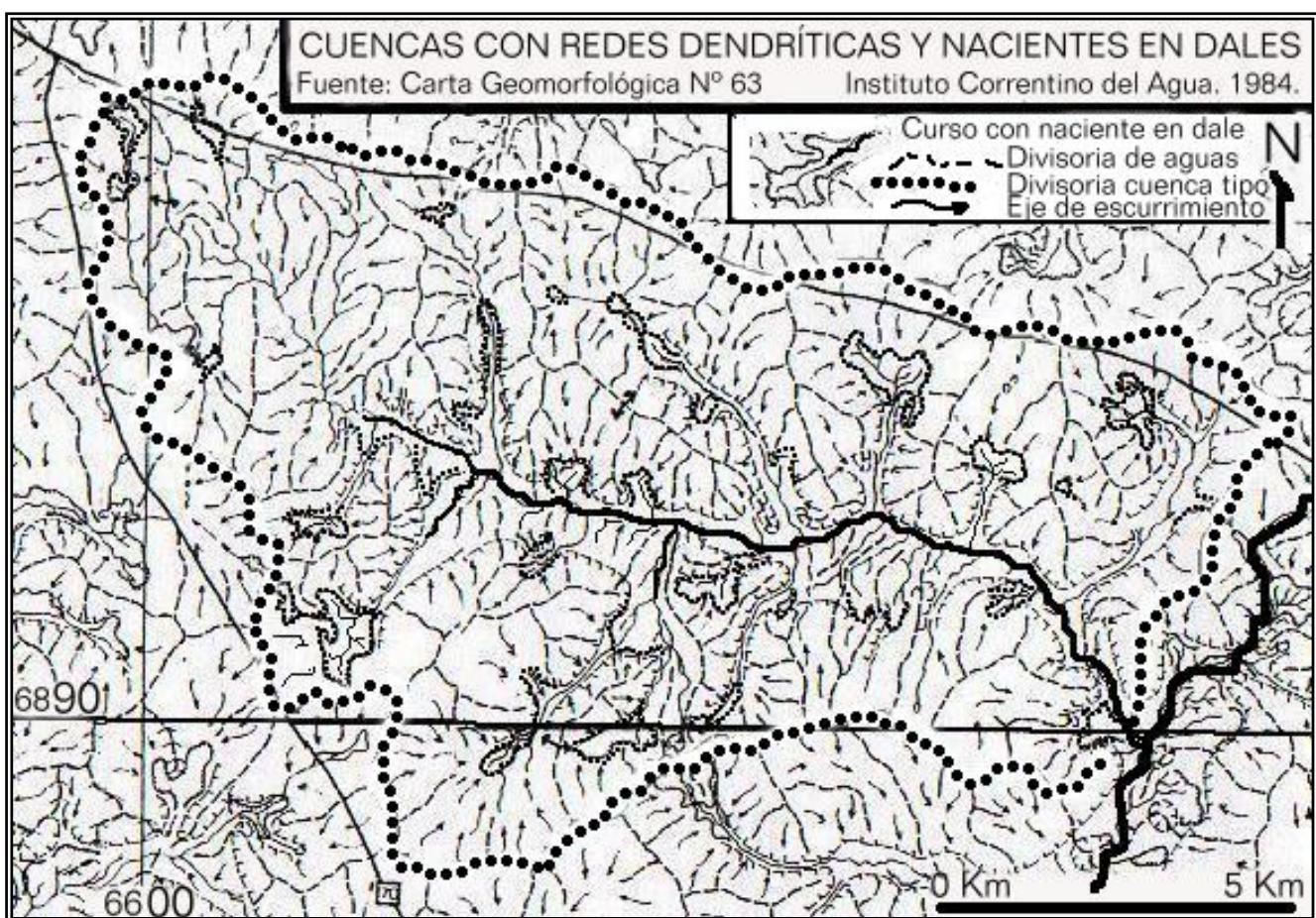


FIGURA 10: Sector de la Carta Geomorfológica N° 63, al noreste de la provincia de Corrientes.

Para la confección de las cartas definitivas se utilizó en parte la simbología convencional ya utilizada para

ABANICO ALUVIAL ARROYO BARRANCAS

Fuente: Carta Geomorfológica N° 168- 176

Instituto Correntino del Agua- 1983.

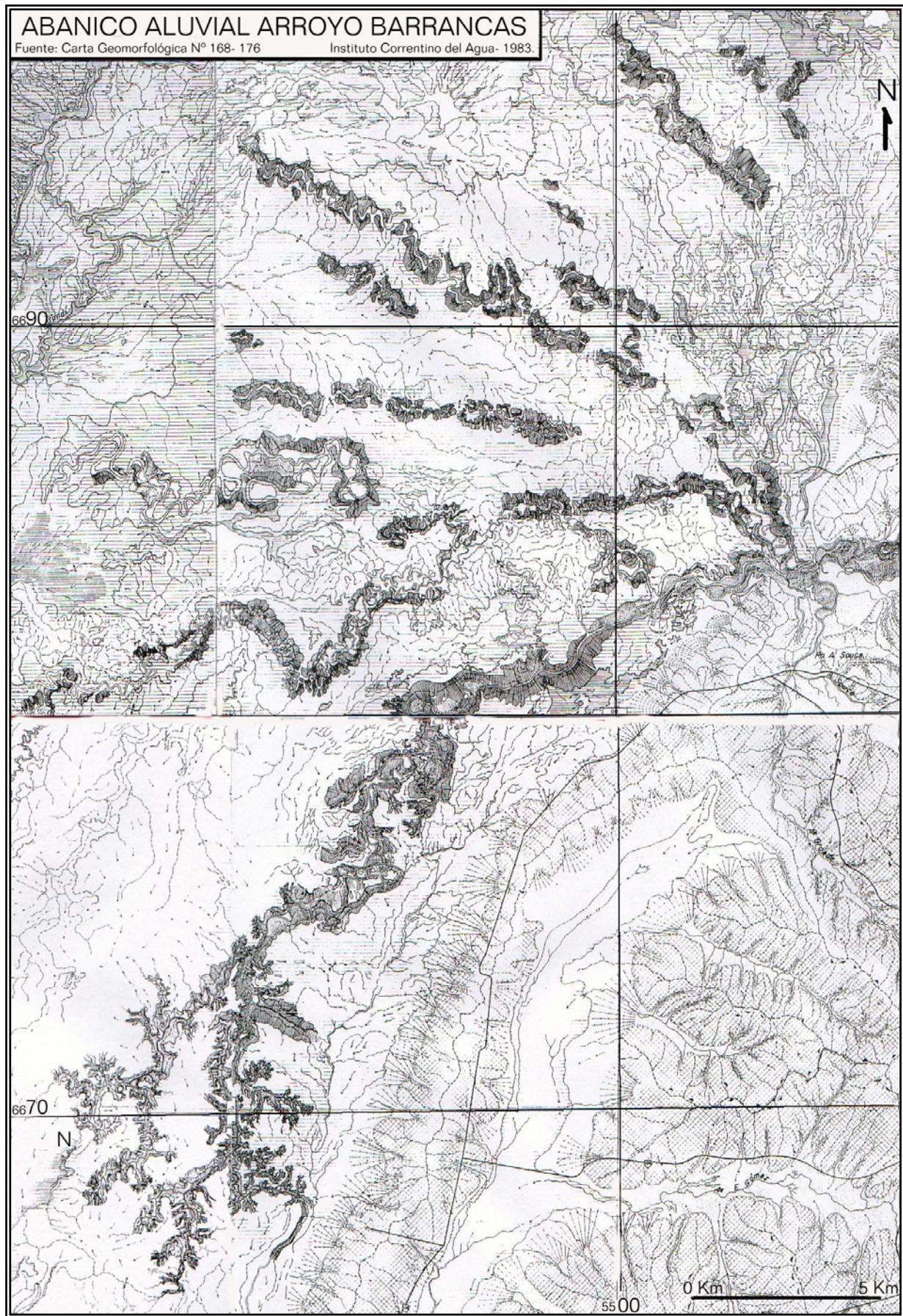


FIGURA 11: Sector de la Carta Geomorfológica 177 donde se desarrolla el sector inferior de la cuenca del arroyo Barrancas definiendo un amplio abanico aluvial.

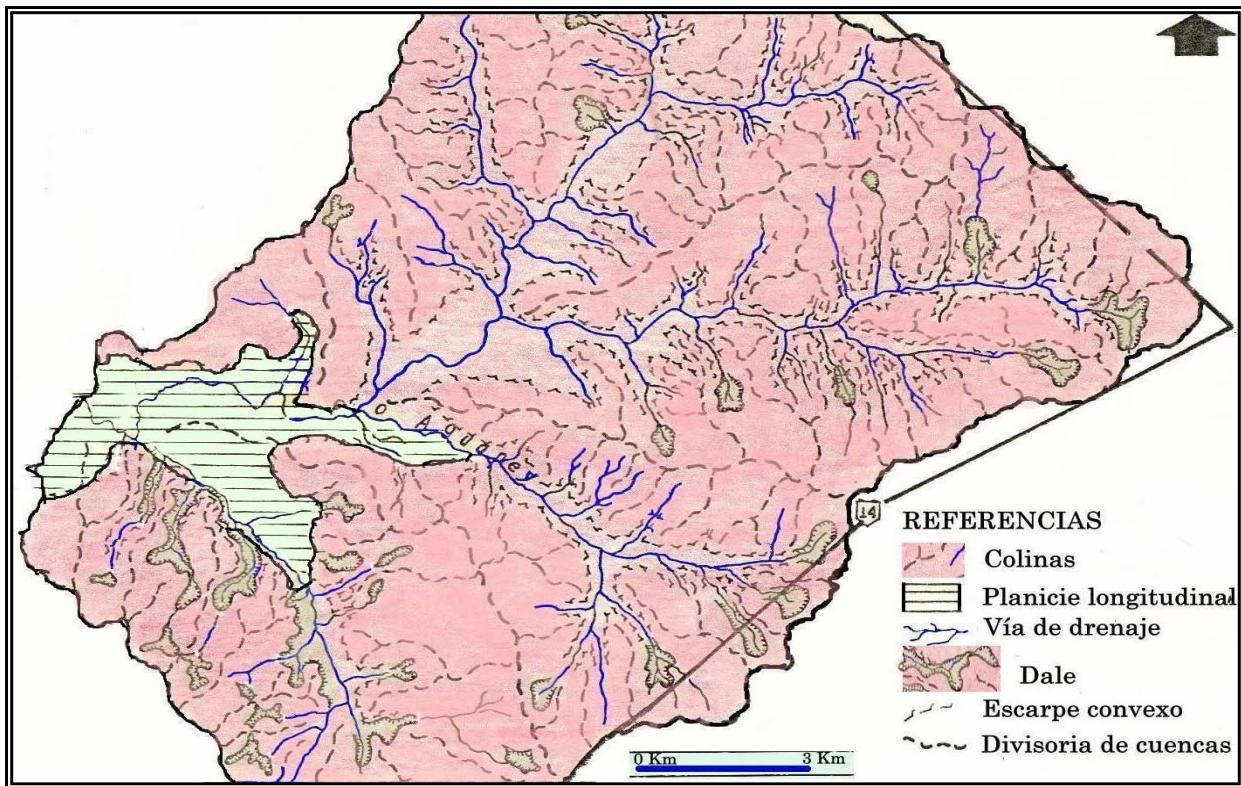


FIGURA 12: Sector de nacientes del río Aguapey.

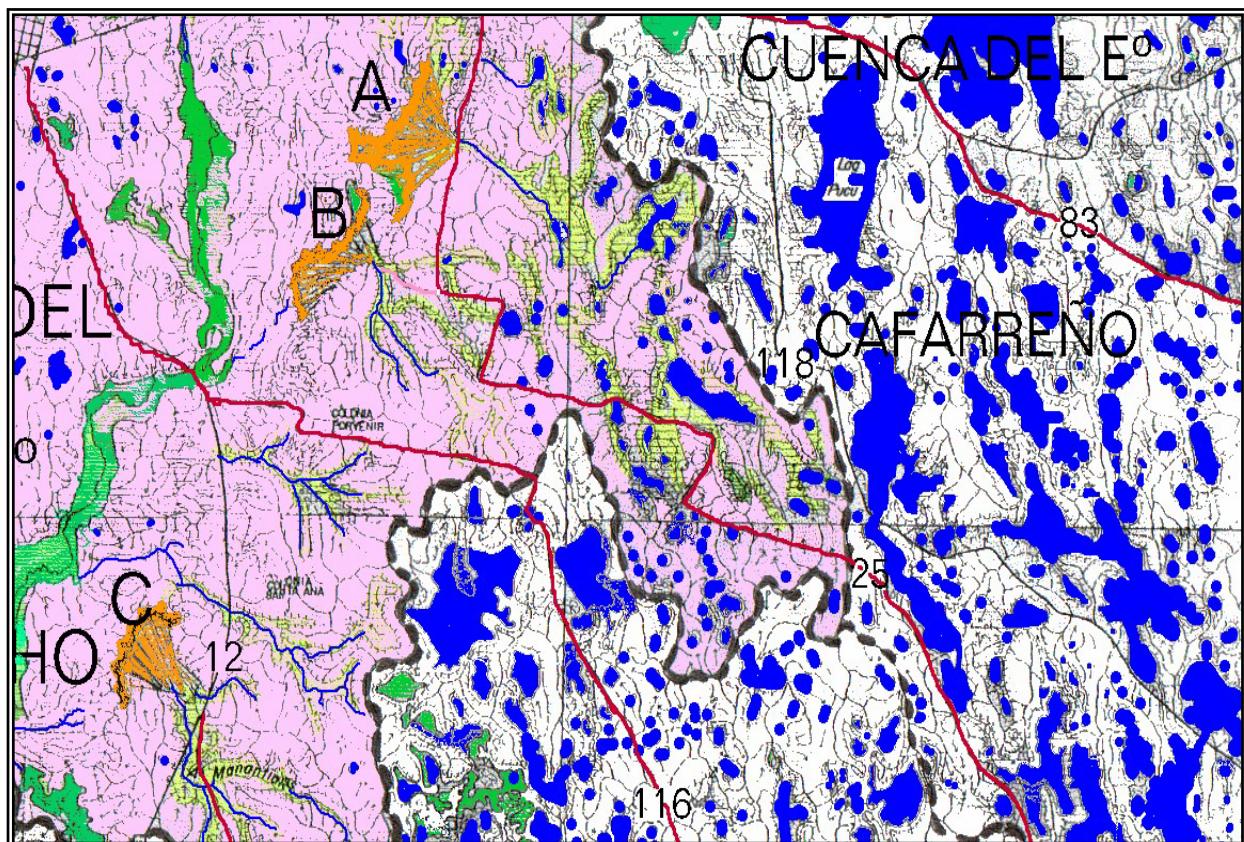


FIGURA 13: Sector de la Carta Geomorfológica Goya, donde puede verse el contacto entre dos grandes unidades de relieve: al este la de lomas cribadas por depresiones y al oeste el sector conocido como Bajos de Goya, parte de un antiguo paleo valle del río Paraná.

los trabajos de foto interpretación y cartas geomorfológicas- hidrográficas realizados en el Centro de Geociencias Aplicadas, ya descripta, pero el trabajo de “interpretación conceptual” de las particularidades de la provincia de Corrientes llevó a crear nuevos criterios simbólicos y cartográficos que las representaran. (Popolizio, E. Serra, P. 1979-1981 y Serra, P. 1981-1993)

4- DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A partir de fotointerpretación es posible encontrar en la cartografía información hidrográfica las posibilidades de:

- ❖ Materializar las divisorias de cuencas desde el orden de 1 hectárea y por integración sucesiva, llegar a las mayores de las provincias (Ríos Santa Lucía, Guayquiraró – Barrancas- Aguapey, Negro, Salado, etc.
- ❖ Jerarquizar las divisorias, tipificar las transfluencias y localizarlas, indicando de ese modo los sectores más vulnerables a la interconexión de cuencas y reconocer así la funcionalidad y tendencia general del escurrimiento.
- ❖ Materializar los ejes de escurrimiento preferencial, aún en ámbitos de escurrimientos laminares definiendo su orientación y modelo en cuanto a convergencia o divergencia, como un modo de aproximar la dinámica en cuanto a tiempos de concentración, torrencialidad y movimiento de caudal sólido.
- ❖ Identificar los modelos de las redes en cuanto a convergencia y modo de integración en el tiempo y en el espacio para diferentes estados hídricos. Ello permite interpretar la dinámica del escurrimiento, asociándolo al tipo de permanencia del agua en superficie o próxima a ella, según el sustento litológico, topográfico y morfológico en que se da y su asociación con otros parámetros de referencia como los suelos o la vegetación.
- ❖ Caracterizar los diferentes estados hídricos de los sistemas de escurrimiento, según las condiciones de aporte pluviométrico, identificando todas las áreas inundables en forma permanente o periódica.
- ❖ Establecer las relaciones que guardan con el escurrimiento, la vegetación y la topografía y asociar los patrones fitogeográficos a los geomorfológicos e hidrográficos, en base a los cuales reconocer las formas de interrelación mutua, especialmente en situaciones extremas de afectación hídrica.
- ❖ Identificar, tipificar y caracterizar unidades de relieve a efectos de establecer taxonomías de las mismas y su asociación con los suelos, no sólo en cuanto al tipo de materiales, sino en cuanto a su evolución morfogenética y estados hídricos presentes y pasados.
- ❖ Aproximar criterios conceptuales en cuanto a la tendencia evolutiva del sistema natural, para cada uno de los sectores de las cuencas, a partir de la toma estática de la foto, e inferir la incidencia que en ello podría tener la interferencia antrópica.
- ❖ Identificar áreas puntuales donde es crítica la necesidad de replantear el trazado de las obras viales, en Corrientes, el 80% de ellas transversales al sentido general de las cuencas. Ello es válido no sólo para el modelo espacial, sino para su altura sobre el terreno natural y la dimensión de sus obras de arte.
- ❖ Reconocer, cuantificar y tipificar las fuentes de agua superficial y el comportamiento y disponibilidad de las mismas en el espacio y en el tiempo. Esto facilita la planificación y realización de obras así como definir la traza más adecuada de las obras viales, localización de las hidráulicas y las vías de acceso en el caso de trabajos de campo de tipo topográfico, agronómico, biológico, etc.
- ❖ Realizar estudios sobre rentabilidad del suelo o grado de afectación por problemas hídricos (de excesos o deficiencias) a fin de optar a planes de moratoria o degravación impositiva, así como una evaluación sobre el uso potencial de la Tierra.
- ❖ Planificar áreas de expansión del uso del suelo urbano y su tipificación en categorías, de acuerdo a las relaciones que guarden con las fuentes de agua. Ello en mérito no sólo de los riesgos por desbordes, caídas de barrancas u otros, sino a la preservación de calidad de uso de las mismas.
- ❖ Identificar áreas de potencial riesgo hídrico aún donde pueda ser considerado improbables ya que el relieve guarda memoria de su génesis y las fotos muestran a veces claramente sus indicios.
- ❖ Acotar el alcance de las obras a realizar, en cuanto a dimensiones, localización, diseño y también en

cuanto a montos, tiempos de ejecución, materiales, etc.

- ❖ Situar problemáticas jurídicas, catastrales, impositivas, de manejo de aguas o tierras, etc. especialmente cuando están vinculadas al manejo de recursos hídricos. Si bien a nivel de predio ellas pueden ser bien conocidas por sus propietarios, requieren una materialización espacial en un contexto mayor e integral.

5- CONCLUSIONES:

Las provincias del Chaco y Corrientes, se ven afectadas severamente por la alternancia climática que produce situaciones de sequía inundación y particularidades que hacen impracticables en ella metodologías de estudio convencionales, por lo que se hace necesario elaborar metodologías propias que conduzcan a llenar el vacío conceptual que existe sobre la dinámica hídrica.

La información generada, escrita y cartográfica representa una ayuda para ello así como un notable avance en los campos de la geomorfología e hidrografía de llanuras, lo que además aporta a otras disciplinas vinculadas al conocimiento, uso y manejo de los recursos naturales, en especial los hídricos y a la provisión de infraestructura.

En ese estado de cosas, no siempre han compatibilizado los criterios teóricos o los aplicados, con la propia realidad, pero se entiende que la difusión de lo ya realizado, es un modo de aportar más aún teniendo en cuenta la gran cantidad de trabajos que se hicieron con posterioridad y que fueron presentados en diferentes ámbitos, lo cual pone a información al alcance de todo tipo de usuario.

REFERENCIAS:

Instituto Foto topográfico Argentino, 1961 (Trabajos 223, 223 A y 555)

Instituto Geográfico Militar. Trabajos 5C 5B (Chaco- Santa Fe). 1973. Escala 1:75.000

Morello, J. Y Adámoli, J. 1968. Grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Parte I- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica Nº 8. Buenos Aires.

Morello, J. Y Adámoli, J. 1974. Grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Parte II- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Serie Fitogeográfica Nº 13. Buenos Aires.

Popolizio, Eliseo. 1975 a. Los sistemas de Escurrimiento. Serie C Investigación. Tomo 2 N °2. Centro de Geociencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Nordeste.

Popolizio, Eliseo. 1975. Las Redes de Escurrimiento. *Serie C Investigación. Tomo 3.* Centro de Geociencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Nordeste.

Popolizio, Eliseo; Serra, Pilar. 1978. Estudio de Fotointerpretación en la cuenca del río Negro. Provincia del Chaco. *Serie C Investigación. Tomo 14.* Centro de Geociencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Nordeste.

Popolizio, Eliseo; Serra, Pilar, Hortt, Guido. 1978 a. Bajos Submeridionales. Grandes Unidades Taxonómicas del Chaco. *Serie C Investigación. Tomo 3.* Centro de Geociencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Nordeste.

Popolizio, Eliseo; Serra, Pilar, Hortt, Guido. 1978 b. Bajos Submeridionales. Grandes Unidades Taxonómicas del Chaco. *Serie C Investigación. Tomo 7.* Centro de Geociencias Aplicadas de la Universidad Nacional del Nordeste.