



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
Departamento de Geología

**“HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO LIBRE EN LA PLANICIE FLUVIO-EÓLICA
DEL ENTORNO RURAL DE LAS LOCALIDADES DE JUSTO DARACT-PAUNERO”
SAN LUIS-CÓRDOBA. ARGENTINA**



TESIS DE LICENCIATURA- AÑO 2013

Autor: Mauricio David Feliciani

Director: Lic. Juan Felizzia

Co-Directora: Dra. Mónica Blarasín

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mi familia por confiar en mí y por acompañarme en el transcurso de la carrera.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de acceder a la educación libre y gratuita.

Al resto de mi familia, tíos, tías, primas y especialmente a mis abuelos que fueron los que sembraron la semilla, con mucho esfuerzo en épocas difíciles, para brindarle la educación necesaria a mis padres y ellos a sus hijos, para hoy conseguir este logro.

A todos los profesores por los conocimientos brindados y su disposición frente a diferentes cuestiones académicas, especialmente a la Co-Directora de esta tesis, Mónica Blarasín por su apoyo y dedicación, y al Director, Juan Felizzia por compartir sus conocimientos, por ser una gran persona y hacerme participe de sus trabajos para estar con mayor contacto con la geología.

A Fátima y Nicolás por brindar su disposición y tiempo para acompañarme y ayudarme en los viajes de campo.

A mis amigos de la vida con los cuales compartí muchos momentos de mi infancia, adolescencia y juventud, y mucho más que vendrá.

A mis amigos y compañeros que uno hizo en esta carrera, que al no ser tan numerosa de alumnos, permite tener una relación constante con gran parte de ellos. Viajes, salidas, cenas, almuerzos que dejaron miles de anécdotas que nunca vamos a olvidar.

MUCHAS GRACIAS !!!

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: *Introducción*

1.1. Fundamentación	1
1.2. Hipótesis de trabajo	1
1.3. Objetivos	2
1.3.a. Objetivo general	2
1.3.b. Objetivos específicos	2
1.4. Ubicación del área de estudio	2
1.5. Materiales y métodos	3
1.5.a. Etapa de gabinete inicial	3
1.5.b. Etapa de campo	4
1.5.c. Etapa de laboratorio	4
1.5.d. Etapa de gabinete final	5

CAPÍTULO 2: *Marco Geológico Regional*

2. Marco Geológico regional	6
2.1. Geomorfología regional	11
2.2. Estructuras	18
2.3. Hidrogeología regional	20
2.3.1 Hidroquímica regional	21

CAPÍTULO 3: *Geología Local*

3.1. Introducción	23
3.2. Litología y estratigrafía	23
3.3. Geomorfología	31

CAPÍTULO 4: *Caracterización Hidrometeorológica*

4.1. Temperaturas	40
4.2. Precipitaciones	40
4.3. Balance Hídrico	43
4.3.1. Balance hídrico modular	43
4.3.2. Balance hídrico seriado	45
4.4. Clasificación climática	50

CAPÍTULO 5: *Hidrogeología*

5.1. Hidrogeología superficial	52
5.2. Características hidrolíticas	55
5.3. Hidrodinámica	58

CAPÍTULO 6: *Hidrogeoquímica*

6.1. Calidad del agua subterránea	64
6.2. Salinidad del agua subterránea	66
6.3. Clasificación geoquímica	68
6.4. Iones minoritarios y trazas	71
6.4.1. Flúor y Arsénico	71
6.4.1a. Distribución de Arsénico	72
6.4.1b. Distribución de Flúor	73
6.4.1c. Correlación Arsénico y Flúor	74
6.4.2. Nitratos	78
6.4.2a. Distribución de nitratos	78
6.4.3. Análisis estadístico multivariado	83
6.5. Aptitud de uso agua subterránea	84
6.5.1. Aptitud para consumo humano	84
6.5.2. Aptitud para uso ganadero	85

6.5.3. Aptitud para riego 86

CAPÍTULO 7: Conclusiones

7. Conclusiones 89

Bibliografía 93

Anexos

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Fundamentación

El agua superficial sólo representa el 1% del agua dulce del planeta y el agua subterránea representa una cantidad veinte veces mayor, en muchos lugares ésta última constituye la única fuente de agua potable disponible y se convierte de esta manera en un recurso muy importante ya que de él se abastece una tercera parte de la población mundial, pero es de difícil gestión, por su modo de yacencia, más difícil acceso, mayores costos de explotación involucrados, menor renovabilidad de las aguas más profundas y consecuente posibilidad de sobreexplotación y porque además son también, especialmente en acuíferos libres, sensibles a la contaminación.

Al ser un recurso natural muy valioso, es importante no permitir que lo dañen las actividades humanas, por eso es fundamental que todos los gobiernos, industrias y los ciudadanos proporcionemos los recursos necesarios para proteger los acuíferos en la actualidad y durante las generaciones futuras.

La región Sur de la provincia de Córdoba y el sector sudoriental de San Luís dependen de las aguas subterráneas para muchas de sus actividades, motivo por el cual es sumamente necesario realizar estudios de su distribución, reservas, dinámica y calidad.

En estas zonas, un modo de solucionar los problemas en los suministros de agua es la exploración hidrogeológica de más detalle, de manera de poder definir las características hidrológicas, hidráulicas y geoquímicas del agua, conociendo más detalladamente los factores que influyen en su distribución espacial y en profundidad. De este modo, y conociendo las aptitudes de uso del agua, pueden mejorarse la gestión y manejo del recurso hídrico y resolverse problemas de la comunidad, a diferentes escalas y con fines diversos. En este marco y para la zona problema presente, la hipótesis y objetivos del trabajo son los que a continuación se indican.

1.2 Hipótesis de trabajo

En la zona estudiada existen condicionantes geomorfológicos sobre la calidad del agua estimándose que sectores vinculados a áreas medanosas activas, que actúan como zonas de recarga preferencial, serían aquellos de agua más dulce, con

menores tenores de Arsénico y Fluoruros.

1.3 Objetivos:

1.3.a Objetivo general

Definir las características hidrolíticas, hidrodinámicas e hidroquímicas del acuífero libre en el entorno rural de las localidades de Justo Daract y Paunero, de modo de establecer factores que influyen en la composición química del agua, definiendo además sectores con diferentes aptitudes de uso.

1.3.b Objetivos específicos

- Realizar un estudio geológico-geomorfológico del área identificando los principales rasgos del relieve que puedan influir en la dinámica y calidad del agua.
- Determinar características hidrometeorológicas del área y efectuar un balance hidrológico, que permita establecer relaciones con la dinámica y calidad del agua subterránea.
- Establecer las características hidrolíticas del acuífero libre.
- Caracterizar la dinámica del agua subterránea, evaluando características locales y regionales del flujo del agua subterránea.
- Caracterizar la calidad físico-química del agua subterránea, tratando de dilucidar los condicionantes locales sobre el origen del As y F en la zona de estudio.
- Integrar los distintos aspectos y evaluar el comportamiento hidrodinámico e hidroquímico del agua subterránea en relación a sus condicionantes geológicos-geomorfológicos.
- Determinar aptitudes de uso del recurso evaluado.

1.4 Ubicación del área de estudio

La zona de estudio comprende el área rural ubicada en el entorno de las localidades de Justo Daract y Paunero, la primera situada al centro-Este de la provincia de San Luís y la segunda al suroeste de la provincia de Córdoba (Fig.1.4). Se encuentra comprendida entre las coordenadas: 65°15' y 66°00' de longitud Oeste y 33°50' y 34°00' de latitud Sur. El sector de interés abarca una superficie aproximada de 400 km² y comprende la Hoja 3366-35-4 del Instituto Geográfico Nacional (Hoja Justo

Daract).

Para acceder al área de estudio se debe transitar desde Río Cuarto por la Ruta Nacional N°8 hasta el límite Córdoba-San Luís, luego se toma la Ruta Provincial N°14 y se recorren 25 km aproximadamente hasta llegar a la localidad de Justo Daract. Desde aquí pueden tomarse diferentes caminos vecinales de tierra para acceder a los diferentes puntos de interés.

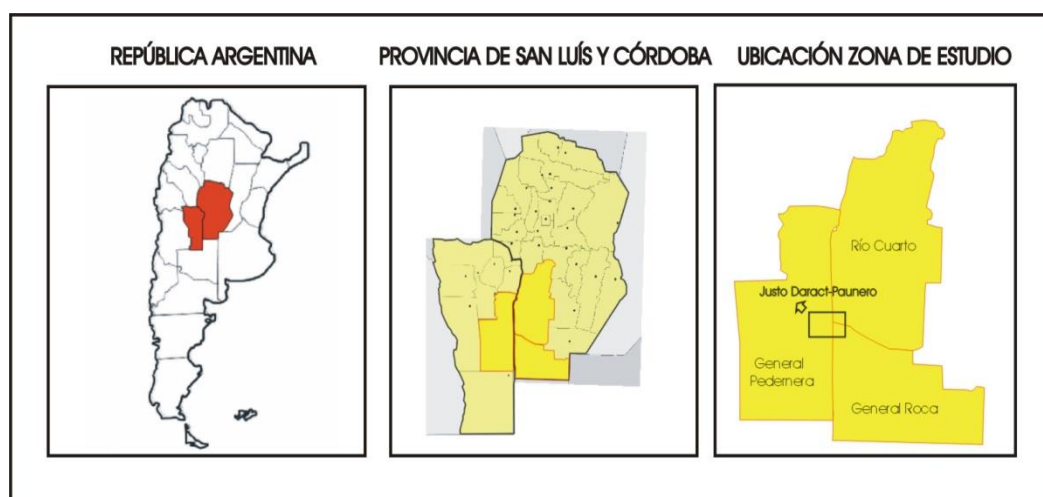


Figura 1.4. Mapa de ubicación del área de estudio.

1.5 Materiales y Métodos

1.5.a Etapa de gabinete inicial

1. Recopilación de antecedentes (bibliográficos, cartográficos, hidrometeorológicos, etc.) del área y tema a investigar.
2. Elaboración de cartografía geológica-geomorfológica preliminar, sobre la base de la carta topográfica 1:50.000 del IGN (Instituto Geográfico Nacional) de Justo Daract, disponible en formato digital, y de imágenes satelitarias extraídas del programa Google Earth a diferentes escalas.
3. Este material constituyó la base para la evaluación y demarcación de los rasgos sobresalientes del relieve y actualización de procesos geomorfológicos activos e hidrológicos (erosión hídrica, eólica, áreas anegadas, etc.).
4. Se realizó el análisis hidrográfico-hidrológico superficial del área mediante el trazado de las líneas de escorrentía superficial permanente, temporarias y efímeras discernibles a la escala de trabajo (1:50.000).

5. Determinación de principales vías de acceso y de una red preliminar de censo de perforaciones (densidad un pozo cada 25 km², para la base topográfica seleccionada).

1.5.b Etapa de campo

1. Relevamiento de información meteorológica disponible de particulares y entes oficiales.

2. Control a campo de los principales rasgos estructurales, perfiles litológicos aflorantes, procesos geomorfológicos e hidrológicos y su relación con actividades de uso del territorio. Con estos datos se corroboran los aspectos cartográficos elaborados en gabinete y se generó una nueva información de utilidad para alcanzar los objetivos planteados.

3. Inventario de pozos:

3.a. Relevamiento de la información disponible respecto de los materiales del subsuelo atravesados por las perforaciones, y el detalle del diseño de las captaciones.

3.b. Determinación de niveles estáticos y/o dinámicos del acuífero libre con zonda piezométrica de señal lumínica y sonora (Solinst).

3.c. Extracción de muestras de agua de sitios definidos con criterio hidrogeológico, para posterior análisis físico-químico. Determinación in situ de pH, temperatura (°C), conductividad eléctrica (CE) y SDT (Peachimetro digital de campaña y Conductímetro Hanna, escala hasta 200 mS/cm con compensación automática de temperatura).

4. Relevamiento de actividades de uso de la tierra que pudieran influir en la dinámica y calidad del agua superficial y subterránea.

1.5.c Etapa de laboratorio

1. Se determinó calidad del agua en el Laboratorio de Geoquímica del Departamento de Geología. En el análisis físico-químico se determinaron componentes mayoritarios: CO₃H⁻, CO₃⁻², SO₄⁻², Cl⁻, Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, y K⁺, se realizaron determinaciones complementarias de dureza, alcalinidad, pH, RAS y también, componentes minoritarios y trazas de gran interés: F⁻, As y NO₃⁻. Los métodos usados fueron fotometría de llama, espectrofotometría, electrodos Orion de ion selectivo y titulaciones convencionales.

1.5.d Etapa de gabinete final

1. Elaboración del mapa geológico y geomorfológico definitivo. Todos los mapas se graficaron por medio del programa Corel Draw.
2. Elaboración e interpretación de información hidrometeorológica y análisis estadístico. Determinación de balances hídricos modulares y seriados (Pdimes, Ravelo 1990).
3. Elaboración de cartografía hidrogeológica a la fecha del inventario realizado: mapa equipotencial del acuífero libre, mapa de isoprofundidad de niveles, mapas hidroquímicos (mapa de isoconductividad, distribución de arsénico, etc).
4. La elaboración de información a partir de datos físicos-químicos de aguas se realizó a través de diagramas de Piper-Hill y de Stiff (software ROCKSTAT (1994)).
5. Interpretación de los aspectos hidrolitológicos, su influencia en los procesos hidrodinámicos (espesor de la zona no saturada, granulometrías, etc) y relaciones de materiales con parámetros hidráulicos e hidroquímicos.
6. Determinación de pautas de uso del acuífero en función del modelo hidrogeoquímico hallado.

CAPITULO 2

2. MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

El área de estudio comprende dos Provincias Geológicas: Sierras Pampeanas y Llanura Chaco Pampeana (Fig.2a). De la primera involucra las Sierras Pampeanas Orientales, ya que aquí se localiza la sierra de San Luís, área de nacimiento del río Quinto y una de las principales fuentes de aporte de los sedimentos que hoy se localizan en el subsuelo, y de la segunda abarca el sector occidental de la cuenca sedimentaria de Mercedes.

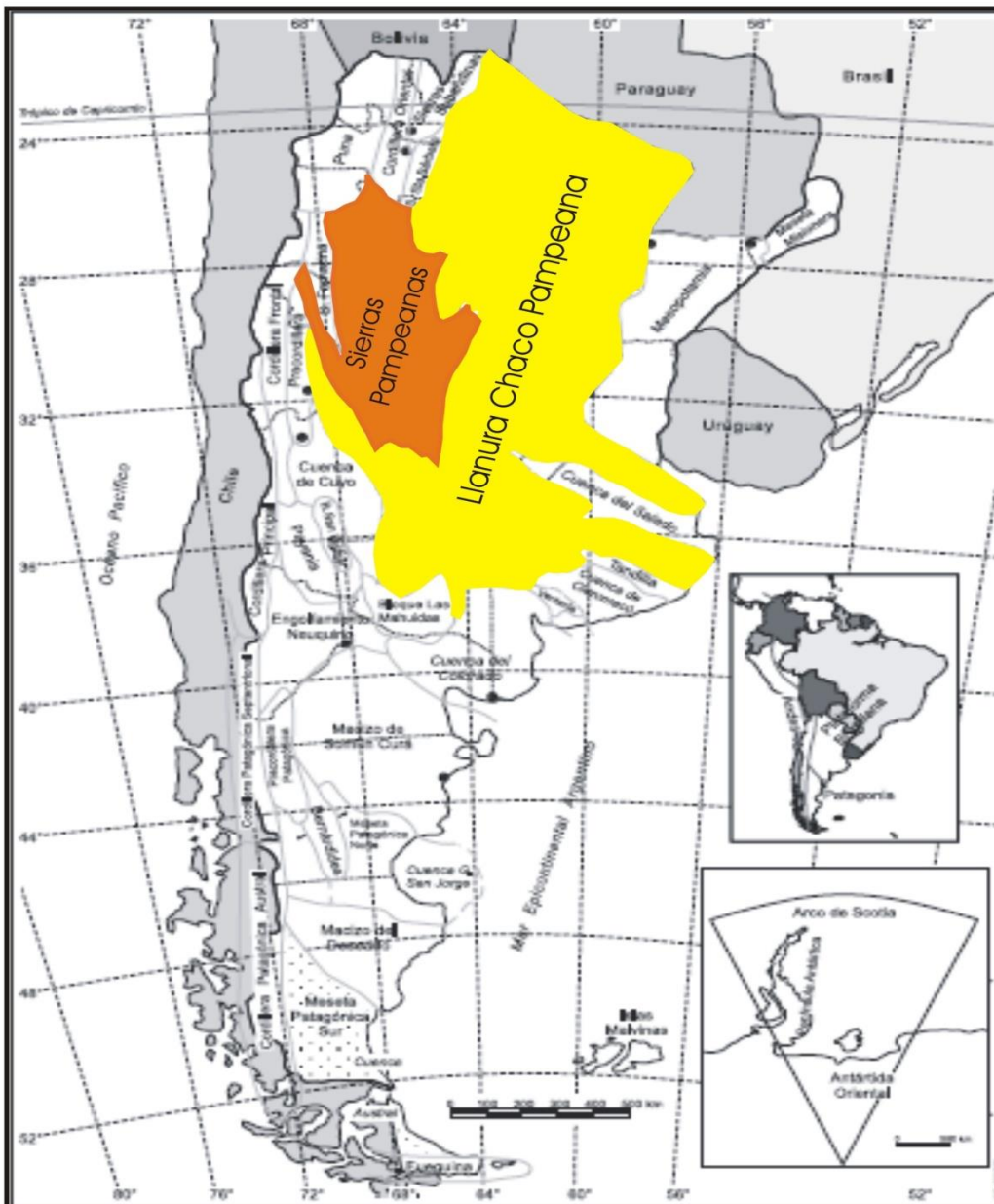


Figura 2a. Ubicación del área de estudio en el contexto de las restantes Provincias Geológicas de la República Argentina.

Estas sierras corresponden a un orógeno generado durante el Proterozoico, con una colisión cercana al límite Precámbrico-Cámbrico, que sería responsable del magmatismo y metamorfismo de esa edad (Ramos, 1998; Rapela y Pankhurst, 1996). Abarcaría las sierras de Córdoba Norte, las sierras Grande y Chica de Córdoba y la sierra de Comechingones, y la parte más oriental de la Sierra de San Luis.

Las Sierras Pampeanas responden a un estilo estructural tectónico de megaestructuras inversas de rumbo aproximadamente N-S, delimitando bloques basculados y escalonados hacia el Este y Sur con escarpa abrupta al Oeste y pendiente suave tendida al Este (Gordillo y Lencinas, 1979). Según lo expuesto por estos autores, la Sierra de San Luis es un bloque montañoso más o menos alargado, de unos 150 km de largo por 80 km en su parte más ancha, separada de la Sierra de Comechingones por el ancho valle de Conlara. La sierra está integrada por basamento plutónico-metamórfico, las rocas más antiguas en dicha serranía corresponden a complejos metamórficos, en los que dominan diversos tipos de esquistos, gneises y migmatitas, cuyas edades se asignan al Neoproterozoico y Paleozoico inferior, a esta última era se le atribuyen además eventos intrusivos de cuerpos graníticos (Gordillo y Lencinas, 1979).

La Llanura Chacopampeana abarca más de 1.000.000 de Km² en el territorio argentino y presenta una leve pendiente hacia el Sudeste. Se extiende desde Bolivia y Paraguay hacia el Sur, limita al Oeste con las Sierras Pampeanas y Subandinas y al Este con el río Paraná, en el extremo Sur con el río Colorado y al Sudeste con Ventania, Tandilla y el litoral atlántico (Chebli et al., 1999). La planicie pampeana está integrada por formas eólicas moderadas a suavemente onduladas y por sistemas fluviales y lacustres subordinados.

Esta llanura es parte de un gran antepaís que recibió desde el Mioceno sedimentos provenientes del levantamiento andino y que hoy constituye el lugar de tránsito de esos sedimentos hacia la plataforma y talud continental atlánticos (Chebli et al., 1999).

En la actualidad parece tener desde el punto de vista de la dinámica cortical una tendencia negativa a probablemente neutra, ésta es el resultado de una transición entre la subsidencia mesozoica y la progresiva inversión andina. Esta aparente falta de movilidad tectónica, no fue permanente en el pasado, donde dominaron, desde por lo menos el Paleozoico inferior, varios episodios de subsidencia, con leves y localizados

levantamientos tectónicos, que dieron origen a una columna estratigráfica bastante completa para un área de supuestamente poca movilidad (Chebli et al., 1999).

Según Russo et al. (1979) es probable que en un área tan extensa la edad del basamento esté relacionada a varios ciclos y a la transición entre el basamento transamazoniano y el brasiliano. Las edades registradas del basamento varían desde 1516 Ma en el centro de la cuenca hasta 441 Ma más al Oeste, hacia las Sierras Pampeanas.

La sucesión sedimentaria total muestra diferentes fosas, que le confieren al basamento una forma de grandes cubetas separadas por altos de diferentes edades. Las cuencas sedimentarias identificadas corresponden a **Las Breñas**, depósitos del Paleozoico inferior, **cuenca Chacoparanense** (Neopaleozoico y Mesozoico) que incluye la **fosa de Rosario**, la **cuenca de Macachín**, la **cuenca del Salado** y la **cuenca de General Levalle**.

El relleno de la cuenca comienza en el Cretácico inferior y se desarrolla hasta el superior con conglomerados seguidos por areniscas con intercalaciones de limolitas. Continúa un miembro evaporítico y luego uno de limolitas yesíferas. Esta secuencia es continua y representa un ciclo sedimentario de una cuenca árida con sistemas lacustres restringidos. Por encima se encuentran coladas basálticas, de las cuales una es asignada a los basaltos de Serra Geral. Durante el subciclo Paleógeno del ciclo andino (Ramos, 1999) se produce la inversión del régimen tectónico a compresivo. Tanto el desarrollo del subciclo Neógeno como Paleógeno fue controlado por las variaciones de velocidad de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana. Como resultado de esta convergencia, se produjeron importantes deformaciones próximas al borde occidental, como la Cordillera de los Andes y la reactivación de las Sierras Pampeanas. En la llanura, según Chebli, et al. (1999), el bloque de Levalle constituye la única manifestación de inversión cenozoica del subsuelo.

Hacia el Mioceno se produce una nueva transgresión marina, de aguas someras y cálidas, correspondientes a la Formación Paraná (Yrigoyen, 1969), cuyos sedimentos se reconocen en la Mesopotamia, provincia de Buenos Aires, Santa Fe y, en profundidad, al Este de la provincia de Córdoba. Se trata de depósitos pelíticos representado por arcillas verdosas con intercalaciones de areniscas a veces calcárea y fosilíferas (Renz, 1993). Para esa misma época, al Oeste de Córdoba se reconocen potentes bancos de arcillas rojas y marrones con intercalaciones más delgadas de

arenas, con cementación carbonática y pátinas ferruginosas, llamada Formación Tigre Muerto (Blarasin et al., 2000).

Hacia el límite Neógeno-Cuaternario se depositaron importantes secuencias fluviales que fueron agrupadas en la Formación Alpa Corral (Cantú, 1992). Estas secuencias plioleístocenas se correlacionan con regímenes de mayor energía vinculadas al último movimiento ándico y con persistencia de condiciones húmedas. En San Luis Costa et al. 2005 citan varias formaciones asignables al Mioceno (Formación Paso de las Carretas y Estratos de los Llanos) y Plioceno (Formación Río Quinto, Estratos Calchaquies, Formación Araucana), cuyos afloramientos más típicos se reconocen en cercanías del dique Paso de las Carretas.

Durante el Pleistoceno medio a superior, en la llanura central argentina, se depositó la Formación Pampiano (Pleistoceno medio-superior, Fidalgo et al., 1973; Cantú, 1992) que incluye secuencias fluviales y eólicas fuertemente cementadas con carbonatos constituyendo las clásicas “toscas”. Cambios faciales de esta formación señalan que transicionalmente las condiciones se fueron tornando más áridas hasta alcanzar un grado que permitió la cementación carbonática de los distintos materiales depositados (Cantú, 1992).

Ya en el Pleistoceno superior el clima se tornó más húmedo, lo que generó la depositación nuevamente de importantes secuencias fluviales de moderada a alta energía, localmente lagunares, denominada en el Sur de Córdoba por Cantú (1992) Formación Chocancharava (Pleistoceno superior). Este proceso contribuyó a la generación de una superficie erosiva de extensión regional labrándose importantes valles en la Formación Pampiano. Según Costa et al. (2005) en la provincia de San Luis corresponden al Pleistoceno los depósitos fluviales (gravas, arenas, aglomerados) de la Formación Fraga y Formación Estancia La Petra. Estas formaciones fueron reconocidas fundamentalmente al sudeste de la Sa. de Comechingones (Fig.2.b) aunque no queda clara la relación de yacencia con la reconocida Formación Pampeano en Córdoba, Buenos Aires, etc

Hacia el límite Pleistoceno-Holoceno y coincidente con el máximo glacial de Wisconsin, se instaló en la planicie argentina un ambiente muy árido que generó la depositación de una potente secuencia de materiales loésicos, de gran extensión regional, denominada en el Sur de Córdoba Formación La Invernada (Cantú, 1992). Durante este período los sistemas fluviales menores de la zona se obliteraron mientras

EDADES	Depresión de Conlara Sa. de San Luis Sudoeste de Comechingones	Región de El Morro	Planicie Austral	Sudeste de Comechingones
HOLOCENO	Depósitos aluviales, coluviales o eólicos indiferenciados	Depósitos coluviales y aluviales Conglomerados y Fanglomerados Fm. Algarrobito Fm. Puerta Negra Suelo Los Toldos	Fm. Los Filtros Fm. El Chulengo	Depósitos aluviales y eólicos indiferenciados Fm. Laguna Oscura. Arroyo Las Lajas Suelo Las Tapias
HOLOCENO- PLEISTOCENO SUPERIOR	Fm. San Luis (Fm. La Estanzuela)	Fm. Barranquita		Fm. La Invernada
PLEISTOCENO	Fm. Fraga Fm. Estancia La Petra	Fm. Alto Grande Fanglomerado La Unida		Fm. Choncancharava Suelo Estancia El Cerrito Fm. Pampiano
PLIOCENO	Fm. Río Quinto (Fm. Papagayos)			

Figura 2.b. Cuadro estratigráfico del Cuaternario de la Hoja Geológica Villa Mercedes (Costa et al., 2005).

que algunos intermedios como el arroyo Las Lajas, el arroyo el Gato, etc. en el Sur de Córdoba, desarrollaron importantes abanicos en la salida extraserrana.

Según Costa et al. (2005), en San Luis corresponde al Pleistoceno Superior-Holoceno de este período más seco, la Formación San Luis que Santa Cruz (1979) definiera para la región del arroyo La Petra entre Saladillo y Juan Llerena, en la zona del sudoeste de la Sa. de San Luis y Formación Barranquita (Latrubesse y Ramonell, 1990), constituida por loess de pampas de altura en la zona del Morro (Fig.2.b).

En el Holoceno bajo y medio se desarrollaron condiciones más húmedas, que favorecieron la reinstalación de redes de drenajes, ambientes lénticos y desarrollo de suelos en los interfluvios (Suelo Las Tapias, Cantú, 1992, en el Sur de Córdoba). Las secuencias fluviales depositadas son de mediana a baja energía y granodecipientes e integran en el Sur de Córdoba la Formación Las Lajas (Holoceno inferior, Cantú, 1992), la que se encuentra rellenando gran parte de los valles pleistocenos, indicando una tendencia a la menor disponibilidad de agua y aridización del clima. En San Luis, según Costa et al. (2005) al sudeste de la Sa. de Comechingones se hallan depósitos aluviales y eólicos indiferenciados.

Durante el Holoceno superior, las condiciones climáticas secas y semiáridas, favorecieron la depositación de secuencias limo-arenosas muy finas, denominadas en

el Sur de Córdoba Formación Laguna Oscura (Holoceno superior, Cantú, 1992). Según Iriondo (1999) este periodo seco se extendió entre los 3.500 a 1.400 años a.p.

Las primeras menciones de unidades de origen eólico en San Luis corresponden a Frenguelli (1931) que en la región de Sayapé (al sur de Villa Mercedes), reconoció tres mantos eólicos separados por superficies erosivas (Costa et al., 2005). En esa región Ramonell et al. (1992) definieron la Formación El Chulengo, de edad holocena (Fig.2.b) integrada por cuatro miembros (Nahuel Mapá, Sayapé, Estancia Los Pocitos y Los Crespines) que, según Costa et al. (2005), serían equivalentes a lo que en Córdoba se denominó Formación Laguna Oscura (Cantú 1992).

Con posterioridad a la depositación de las arenas de la Formación Laguna Oscura o sus equivalentes, en el Holoceno, se instalan las condiciones climáticas actuales, predominantemente húmedas. Este ciclo húmedo fue interrumpido por condiciones más áridas asociadas a un nuevo avance glacial (Pequeña Edad de Hielo, 800-200 años a.p., Iriondo, 1999), al que se asigna el origen de las dunas parabólicas características de esta zona y amplias zonas secas donde se instalan los actuales sistemas lagunares en el sur de Córdoba (Degiovanni et al., 2005).

2.1 GEOMORFOLOGIA REGIONAL

Según Tripaldi y Forman (2007) la mayor parte de la mitad Sur de la provincia de San Luis es un manto de dunas de arenas eólicas, en general estabilizados por la vegetación, llamado "El campo de paleodunas de San Luis" (Fig.2.1.b). Estos depósitos eólicos son parte de un sistema eólico Cuaternario tardío mayor, el "Mar de arena pampeano" (Iriondo y Krohling, 1996; Iriondo, 1999) que cubre la mayor parte del centro de Argentina (Fig.2.1.a).

Costa et al (2005) indican que en la mitad sur de la Hoja Geológica Villa Mercedes, el paisaje está totalmente dominado por planicies medanosas y/o loessoides, solo interrumpidas por algunos cursos fluviales como los ríos Quinto, Rosario y otros menores (Fig.2.2). La acción eólica es el principal proceso involucrado en la modelación de geoformas en las áreas de planicies, con una acción fluvial subordinada.

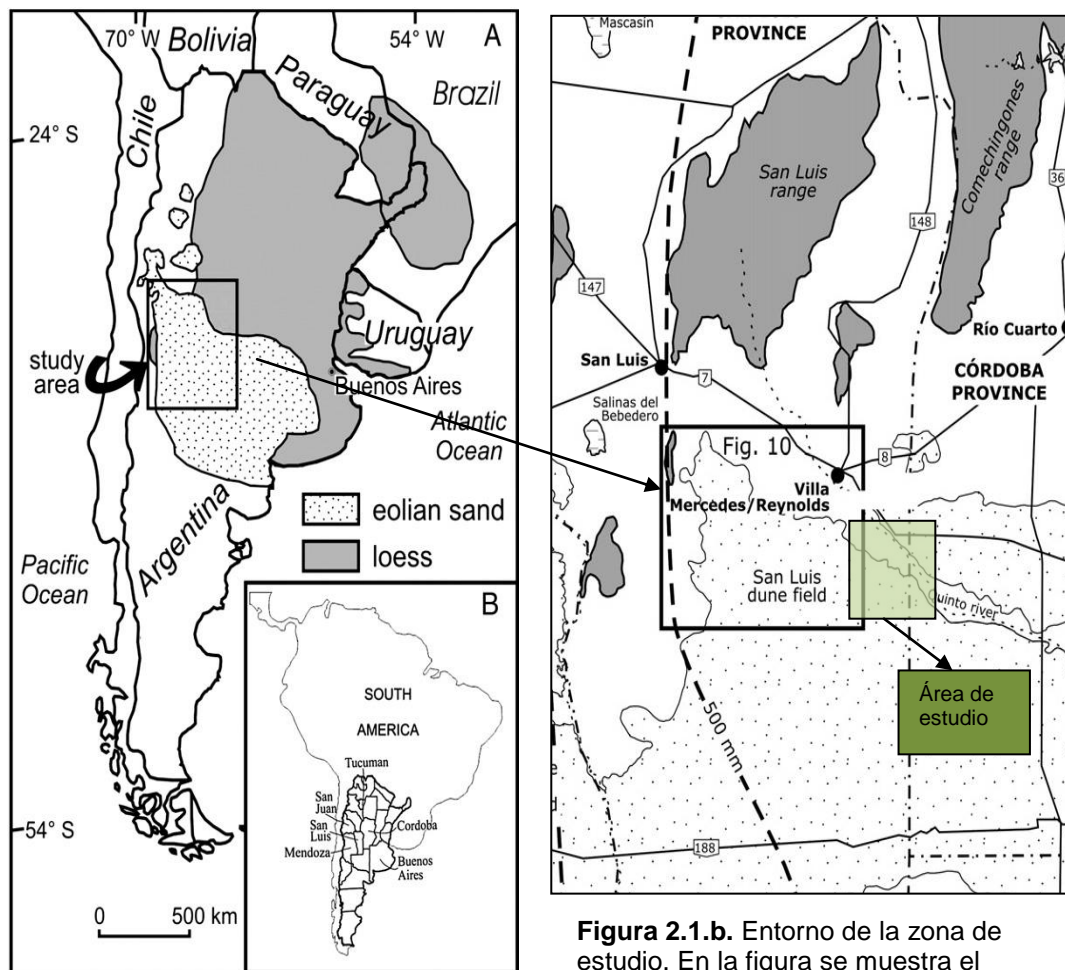


Figura 2.1.a. Distribución de arenas eólicas (moteado) y loess (gris) en Argentina según Tripaldi y Forman (2007) modificado de Zarate (2003).

Figura 2.1.b. Entorno de la zona de estudio. En la figura se muestra el sector que Tripaldi y Forman (2007) estudiaron en el campo de dunas de San Luis y el área de estudio de esta tesis.

Costa et al., 2005, siguiendo criterios de González Díaz (1981) definen y describen para la Hoja Villa Mercedes dos áreas principales, las de Planicies y las de Serranías, de las que se selecciona el área de Planicies, dado que la zona de trabajo se encuentra allí comprendida:

1. Áreas de Planicies

Las áreas de planicies constituyen el ámbito geomorfológico excluyente al Sur de los 34° de latitud en la provincia de San Luis. La planicie medanosa ubicada al Sur de la Hoja Villa Mercedes posee un suave relieve sólo interrumpido por el valle del río Quinto que la atraviesa en forma oblicua, de NW a SE. Costa et al. (2005) distinguieron las siguientes subunidades:

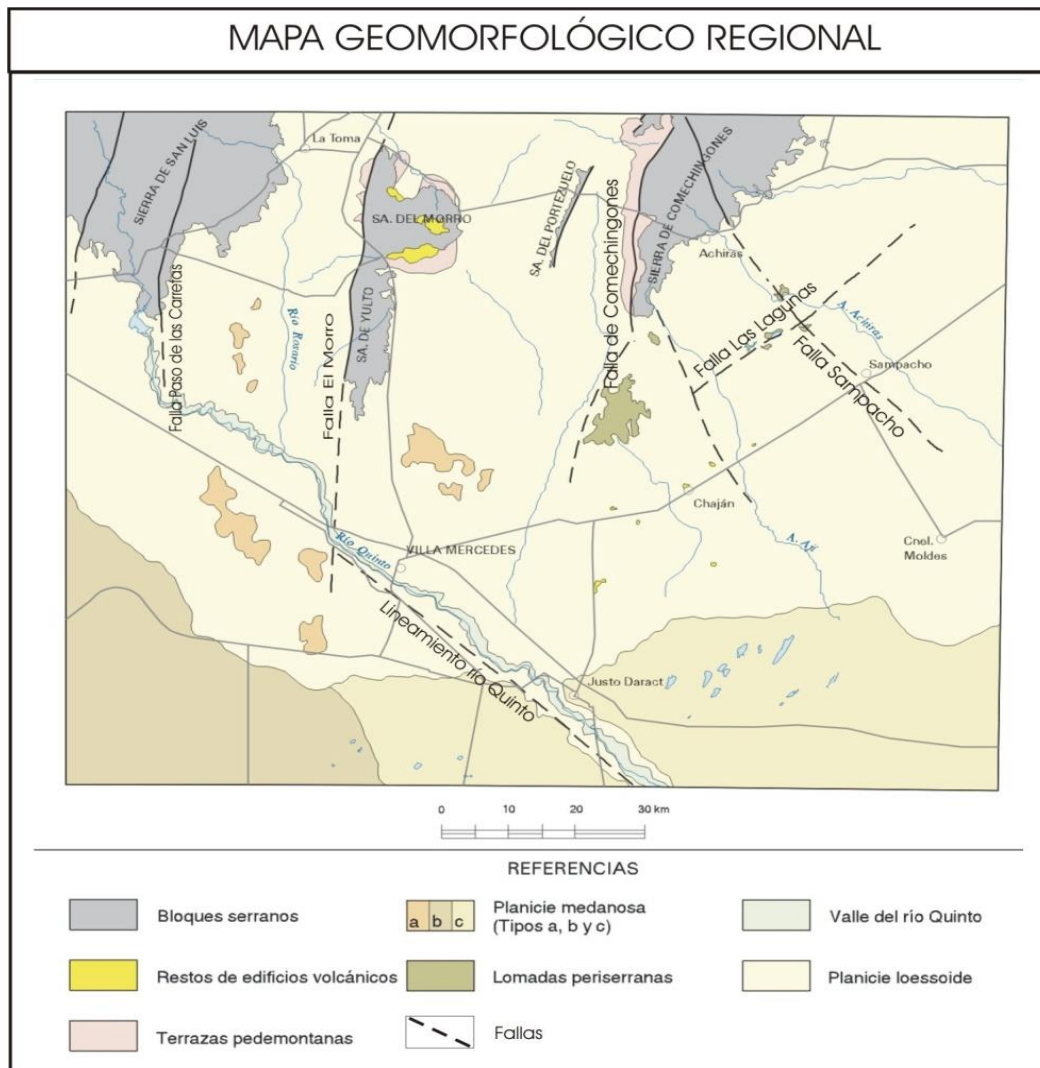


Figura. 2.2 Mapa geomorfológico regional. Hoja Villa Mercedes 3366-IV (Costa et al.,2005).

1.1 Planicie loessoide medianosa

Esta unidad comprende sectores de morfología suavemente ondulada con predominio alternante de sedimentos eólicos loessoides y arenosos, en los que la expresión morfológica de los médanos aparece muy disipada.

El sector correspondiente a la denominada planicie loessoide se ubica principalmente en el entorno periserrano de la sierra de San Luis, al este de la sierra de El Morro y de la sierra de Comechingones, continuándose hacia el este de la provincia de Córdoba. Se trata de una amplia planicie de escasa inclinación, bastante continua, interrumpida por las cárcavas que originan los procesos de erosión fluvial

actuales, particularmente notables en las zonas de La Petra y áreas aledañas a la sierra de El Morro.

A lo largo de la Ruta Provincial N° 20, entre La Petra y La Toma, puede observarse que las estribaciones de las sierras de San Luis muestran un relieve suavizado por el material loessoide que cubre la suave pendiente de inclinación del bloque serrano.

En el faldeo oriental de la sierra de El Morro, estos depósitos se disponen con una mayor pendiente, suprayaciendo a sedimentos volcánico-clásticos y obliterando el drenaje desarrollado en ésta. En este sector también se reconoce una importante dinámica de los procesos de cárcavamiento actuales.

En el sector de la depresión de Juan Llerena, al este de La Toma, se reconoce un predominio de sedimentos eólicos arenosos donde la morfología medanosa aparece muy atenuada (Pastore y Ruiz Huidobro, 1952).

1.2 Planicie medanosa

Según Tripaldi y Forman (2007) los campos de dunas estabilizadas son comunes en el Oeste de Argentina y posiblemente reflejan la variabilidad de sequías en el Cuaternario Tardío. Según estos autores el campo de dunas de San Luis presenta evidencia de la activación repetida durante la última glaciación, 33.000-20.000 años, en general coincidente con la deposición de loess regional. Estas dunas fueron reformadas o reactivadas a nivel local en los últimos 100 años, que al parecer es coincidente con la intensificación de uso agrario y sequías a finales del siglo XIX y principios del siglo XX. Las condiciones de sequía sostenida, propicias para la actividad eólica, se asocian con temperaturas superficiales del mar más cálidas en el sur Atlántico en la actualidad y un flujo disperso con dirección sureste de la humedad tropical del Low Level Chaco Jet (corriente Chaco de flujo bajo). Este análisis indica la variabilidad de la sequía, más allá de observaciones históricas, de al menos potencialmente cuatro eventos de reactivación de dunas en el pasado, desde hace 4.500 años.

Costa et al. (2005) indican que es una amplia unidad con escaso relieve, donde predominan sedimentos arenosos modelados exclusivamente por la deflación y las acumulaciones eólicas. El área de la unidad comprende la depresión al oeste de la sierra de Yulto y el sector austral de la hoja a partir de la latitud de Villa Mercedes. En

conjunto presenta una pendiente regional orientada al ESE, que varía desde los 800 metros al norte de Fraga, hasta 300 metros en el borde este de la hoja.

La unidad se caracteriza por presentar morfologías de médanos con diverso grado de preservación, así como por la falta de una red de drenaje integrada, la que cuando está desarrollada, es de carácter efímero y de tipo endorreica. Se destacan en algunos sectores la concentración de depresiones de hasta 150 metros de longitud, con lagunas temporarias, cuyo origen se vincula a cubetas de deflación.

Por sus rasgos morfológicos, Costa et al. (2005), dividen la planicie medanosa en tres sectores:

a) Planicie medanosa-loessoide con médanos aislados: Los depósitos eólicos se encuentran, en su mayoría, fijados por la cubierta vegetal natural. El alto número de cubetas de deflación o depresiones eólicas observadas permiten la distinción de un verdadero campo de sopladuras. Las acumulaciones a sotavento han dado lugar a configuraciones alargadas, con predominio de las ovaladas, con una orientación predominante hacia el NNO y un eje mayor inferior a los dos kilómetros.

Se supone que los vientos que originaron las cuencas de deflación procedían del SE, en tanto que la antigua base medanosa se vincularía con médanos transversales originados por vientos del oeste (González Díaz, 1981). La escasa continuidad de las formas se debe a que su morfología primaria ha sido en gran parte modificada por la actividad agrícola ganadera.

b) Planicie medanosa con morfologías originadas por vientos provenientes del SE: Este sector corresponde a la culminación septentrional de un importante campo de acumulación eólica (González Díaz, 1981). Dentro del ámbito de la Hoja Geológica Villa Mercedes, se reconocen suaves morfologías de dunas longitudinales disipadas, en parte obliteradas por acción antrópica. Las formas de deflación conocidas muestran la incidencia de vientos predominantes del SE.

c) Planicie medanosa con campo de dunas originadas por vientos provenientes del NE y lagunas permanentes: Comprende el sector limitado al norte por la planicie loessoide-medanosa, al sur de Villa Mercedes, extendiéndose desde allí hacia el este de la provincia de Córdoba. En esta subunidad definida por Costa et al. (2005) se encuentra la zona de trabajo del presente estudio.

La distinción con el sector occidental de la planicie no sólo está determinada por la presencia de numerosas sopladuras y lagunas, sino también por la disposición y morfometría de los médanos. Estos se disponen con dirección E-W, presentando en planta una forma casi circular.

Entre las lagunas más importantes se pueden mencionar las de Sayapé, Nasau, Capellán, Soven, Las Encadenadas y Los Pocitos. Estas lagunas son permanentes y sus superficies no presentan variaciones estacionarias, por lo que se infiere que las mismas están vinculadas fundamentalmente con el nivel freático, más que con el régimen de lluvias.

Cantú y Degiovanni (1984) denominaron *Llanura Medanosa del Río Quinto* a la continuación oriental, en la provincia de Córdoba, de la planicie medanosa. Esencialmente se desarrolla en la margen izquierda del río Quinto hasta aproximadamente 45 km al este de la misma. Está caracterizada por un relieve suavemente ondulado donde se destacan médanos modernos de gran magnitud. La base medanosa está compuesta por formas longitudinales de rumbo NE. Son lomadas suaves que presentan suelos poco desarrollados. Los médanos mayores varían entre 1,5 a 2,3 km de ancho, en sentido NW-SE, y 3 á 6 km de largo, en sentido NE-SW. El desnivel general es de 20 a 30 metros con respecto a la llanura circundante. Muchos de ellos presentan áreas de intensa deflación con formación de lagunas cuando se alcanza el nivel freático. La orientación de médanos y lagunas indica que el viento predominante posee una dirección NE (Cantú y Degiovanni, 1984). De acuerdo con los mismos autores se reconocen dos generaciones de médanos: Los longitudinales, más antiguos, constituyen la base medanosa. Los más recientes presentan tendencia parabólica o pseudoparabólicas. El aporte puede provenir de las llanuras aluviales desérticas del río Desaguadero o de los depósitos aluviales del río Quinto.

2. Valle del río Quinto

El valle del río Quinto y sus tributarios principales son el principal elemento paisajístico que interrumpe, con dirección general NW-SE, el desarrollo de las áreas de planicies dentro de la Hoja Villa Mercedes. La cuenca de alimentación del río abarca 1800 km² en la sierra de San Luis, fuera del área de estudio, donde presenta un recorrido de norte a sur. Al alcanzar el área de planicie cambia de rumbo al SSE exhibiendo bruscos cambios en su curso por la influencia del control estructural del basamento subaflorante (González Díaz, 1981; Criado Roqué et al. 1981). Fuera del

área serrana su cauce tiene una longitud de 190 km, antes de desaparecer en los bañados de La Amarga, al sur de Córdoba.

Según Costa et al., 2005, puede dividirse a la llanura aluvial en dos sectores principales con características geomorfológicas diferentes:

- **La Cuenca Alta** de la llanura aluvial se encuentra dentro del área serrana, extendiéndose desde el extremo noroeste de la hoja geológica hasta el dique Paso de Las Carretas. El río fluye encajado con un diseño de drenaje dendrítico y por tramos rectilíneos, presentando curvas en ángulo prácticamente recto, lo que evidencia un marcado control estructural. Los principales tributarios al sistema en este tramo son los ríos y arroyos Riecito o Riocito, Barranquita, Los Puquios, Cañana Honda y Saladillo.

Los sedimentos más gruesos del lecho son de tamaño bloques, mientras que la fracción más fina está compuesta por gravas gruesas y arenas provenientes de la erosión del basamento.

A la salida del dique Paso de Las Cerretas el río tiene un rumbo Norte-Sur, cambiando su dirección al Sureste, recorriendo 25 km con este sentido. Cambia nuevamente su dirección aproximadamente 12 km al sur, para finalmente tomar una disposición noroeste-sureste. Ambos cambios producidos en el rumbo del río se encuentran en coincidencia con los lineamientos de Saladillo, Juan Llerena y El Morro respectivamente, de orientación Norte-Sur.

Pastore y Ruiz Huidobro (1952) reconocen una traslación sucesiva del río Quinto a la latitud del arroyo La Barranquita. Este hecho ha sido deducido a partir de la elevación actual de los depósitos neógenos y pleistocenos vinculados con su antiguo cauce y es atribuido a los movimientos de ascenso de bloques ocurridos desde el Pleistoceno.

En la intersección de este río con la Ruta Provincial N° 20 puede observarse un canal de estiaje cuyo ancho alcanza los 40 metros y un nivel de terraza baja actual que tiene 4 metros de desnivel con el río.

- **En el Curso Medio** de la llanura aluvial, entre Granville y Villa Mercedes, la planicie de inundación del río Quinto es de aproximadamente 600 metros de ancho. En este sector el río presenta al menos tres niveles de terraza bien marcados. El primer nivel se encuentra a 70 metros por encima del nivel de agua, el segundo nivel se encuentra a 15 metros y el tercero a 4 metros. Ramonell et al. (1992) describen tres niveles de terrazas en la

intersección de la Ruta Nacional N° 7 y el río Quinto, dispuestas a 12, 7 y 4,5 metros del nivel de agua del río.

Frente a la ciudad de Villa Mercedes la llanura aluvial alcanza aproximadamente 1500 metros de ancho. En las cercanías de la ciudad de Justo Daract, Tognelli et al. (1998) describen un trazado anastomosado de baja sinuosidad y moderada multiplicidad debido a la alta capacidad de carga-sedimentación, en el que reconocen solape-coalescencia de barras tanto marginales como interiores a las corrientes. Algunas de ellas se encuentran actualmente estabilizadas por vegetación riparia.

2.2. ESTRUCTURAS

Criado Roqué et al. (1981) han interpretado que el desarrollo de las estructuras de fracturación se inició en el Paleozoico superior, luego de la consolidación estructural del basamento cristalino. Por dicha razón supone que muchas de ellas han experimentado numerosas reactivaciones desde entonces, probablemente bajo diferentes regímenes cinemáticos (Costa, 1992, 1996).

Las fracturas que presentan los desplazamientos cenozoicos más importantes están vinculadas a los sectores marginales de bloques serranos, como las fallas de Comechingones, El Morro y El Portezuelo, a algunas escarpas secundarias de la sierra de San Luis, como la falla Paso de Las Carretas o fallas y/o lineamientos vinculados con basamento subaflorante, como las fallas Las Lagunas-Sampacho o el denominado "Lineamiento del Río Quinto" (Fig.2.2).

Sobre la base de lo descrito por Costa et al. (2005) se resumen a continuación algunas características de las estructuras de fracturación más importantes desde el punto de vista morfogenético y/o por su expresión en el terreno.

2.2.1 Falla Paso de las Carretas

Constituye uno de los desmembramientos más notorios de la paleosuperficie de erosión en el interior de la sierra de San Luis y presenta su mejor expresión morfológica entre la cola del embalse Paso de las Carretas y la Ruta Provincial N° 20. Allí muestra un trazo con dirección NNE, levemente cóncavo al Este (Costa, 1998; Milano, 1994) con borde oriental elevado. La falla no solo produce una notable y

brusca deflexión del curso del río Quinto, sino que también pone en contacto rocas ígneas y metamórficas. Como se indica en Costa et al. (2005), Criado Roqué et al. 1981a y Costa et al. 1999b, entre otros, la interpretan como una falla inversa con trazo curvo. Inmediatamente al sur del embalse, la expresión topográfica de la falla desaparece bajo los sedimentos loessoides cuaternarios.

2.2.2 Falla El Morro

Presenta una escarpa en el basamento cristalino con cara libre al oeste cuya configuración en planta permite reconocer un sector septentrional de trazo bastante rectilíneo. Al sur del arroyo El Morro la escarpa de falla está modificada por la erosión mostrando un diseño en planta lobulado. La magnitud de la misma decrece hasta desaparecer su expresión en el relieve. Según Costa et al. (2005), se la caracteriza como una falla inversa con plano buzante al Este.

2.2.3 Falla de Comechingones

Constituye el frente de levantamiento de la sierra homónima y su relieve topográfico y estructural disminuye gradualmente hacia el sur, hasta perder expresión topográfica unos 25 km al sur de La Punilla. La escarpa asociada a esta falla aparece bastante degradada y no se reconocen morfologías directas asociadas al fallamiento. Según Costa et al. (2005) tampoco se han podido observar exposiciones de su plano, pero se asume que esta estructura preserva las mismas características geométricas descritas más al norte (Costa et al. 1992; 2001; Costa y Vita Finzi, 1996; Murillo, 1996).

2.2.4 Falla el Portezuelo

Según Costa et al. (2005) se trataría de una falla inversa con inclinación al Oeste y con escarpa de cara libre al Este (Sosic, 1964), aunque los rasgos morfológicos asociados no se encuentran bien preservados.

Se interpreta como un desmembramiento menor de la superficie de erosión regional, aunque la información de geofísica aérea muestra un abrupto cambio en las intensidades magnéticas a ambos lados de su traza (Sims et al. 1997).

2.2.5 Falla Las Lagunas y Sampacho

Configuran un sistema conjugado con direcciones NE-SW y NW-SE respectivamente, insinuadas por lineamientos y escarpas en el ambiente de la planicie loessoide.

La falla Las Lagunas presenta buena expresión morfológica, acentuada por la alineación con su trazo de las lagunas Seca, Suco y Sampacho (NE-SW) y de los cerros Suco y Sampacho (NW-SE). Sobre la base de las relaciones de estos elementos topográficos se deduce que el labio elevado corresponde al bloque SE. La estructura presenta indicios de actividad cuaternaria (Olsacher, 1935; Mingorance, 1991; Sagripanti et al. 1997, 1998, 1999, 2000; Costa et al. 2001).

La falla Sampacho aparece insinuada en el relieve por lineamientos que se extienden hasta el borde oriental de la sierra de Comechingones. Su continuidad espacial podría estar vinculada con los fenómenos de cizalla dispuestos con igual rumbo y alineación correspondientes a la Milonita Las Lajas.

2.2.6 Lineamiento Río Quinto

Este lineamiento es un rasgo destacado en las imágenes aéreas, por el alineamiento escalonado del curso del río homónimo que se interpreta como producto de la interacción de fracturas con diferente arrumbamiento, entre los que predominan direcciones NNW-SSE y NW-SE. Su trazo se insinúa también con dirección NNW en el basamento del extremo Sur de la sierra de San Luis a lo largo del curso del río Cañada Honda. El lineamiento intersecta el trazo NNE de la falla Paso de las Carretas en la cola del embalse homónimo y ya en el ambiente de la planicie loessoide controla el desarrollo del valle del río Quinto según las direcciones mencionadas.

2.3 HIDROGEOLOGÍA REGIONAL

El antecedente más importante es un relevamiento hidrogeológico realizado en toda la provincia de San Luis con fines de riego (PCTAA, 2000). Los recursos de aguas subterráneas de la provincia de San Luis están presentes en los depósitos Terciarios-Cuaternarios. En general, los sedimentos de los períodos Terciarios y Cuaternarios (exceptuando los depósitos volcánicos Terciarios) consisten en una mezcla heterogénea de arcilla, limos, arena y gravas escasamente diferenciada. Sus

características pueden cambiar en distancias cortas, tanto lateralmente como en profundidad, lo que hace que el mapeo de los sedimentos subsuperficiales sea extremadamente difícil, si no imposible (PCTAA, 2000).

Los acuíferos del cuaternario tienen una mayor proporción (relativa) de porosidad primaria. Por su distribución areal y origen, los sedimentos que los componen mantienen una íntima relación con el agua superficial y subterránea, siendo el nexo entre las cuencas de recepción superficial y las de acumulación subterránea.

La recarga al sistema de agua subterránea ocurre principalmente durante el verano, por medio de las corrientes efímeras que fluyen desde las Sierras. Estos cursos de agua tienen lechos sedimentarios que contienen desde cantos rodados hasta bloques de mayor tamaño muy permeables, lo que permite la rápida infiltración del agua de lluvia y del escurrimiento. Los sedimentos que se transportan desde los lechos de los ríos finalmente se depositan para formar abanicos aluviales, donde el tamaño del grano de sedimento se vuelve más fino a medida que el abanico se abre sobre la llanura (PCTAA, 2000).

El mecanismo de recarga en los sedimentos eólicos en la parte central-sur de la provincia es diferente del que ocurre alrededor de las sierras, ya que en esta región de la provincia hay pocos afloramientos rocosos y no hay cursos de agua. La recarga difusa ocurre en las planicies, lejos de las sierras, por la infiltración de agua de lluvias a través de los sedimentos medanosos altamente permeables (PCTAA, 2000).

2.3.1 HIDROQUÍMICA REGIONAL

Hay un amplio rango de salinidad en aguas subterráneas (200 mg/l a 40 mg/l) en los acuíferos del Terciario y Cuaternario en la provincia de San Luis. La composición química del agua subterránea varía de acuerdo a las proporciones relativas de los iones comunes de Ca, Mg, Na, HCO₃, Cl, SO₄, y NO₃, y muestra la evolución típica de las aguas que se encuentran en las cuencas sedimentarias.

Según el informe de riego realizado por investigadores de la provincia de San Luis (PCTAA, 2000) el siguiente patrón evolutivo de la hidroquímica del agua subterránea de la recarga a la descarga es el que se observa generalmente en las aguas subterráneas de San Luis.

Ca-Na-HCO₃ á Mg-Ca-Na-SO₄ á Na-Ca-SO₄-Cl á Na-Cl-SO₄ á Na-Cl

Aguas de recarga

Aguas intermedias

Aguas de descarga

SDT bajo

SDT intermedio

SDT alto

El agua subterránea de mejor calidad es la que está ubicada cerca de las zonas de recarga. Estas áreas incluyen la franja alrededor de las Sierras de San Luis y adyacentes a las Sierras de Comechingones. También se encuentran extensas zonas con agua subterránea de buena calidad en la Llanura Sur, donde la lluvia se infiltra rápidamente a través de las arenas medanosas y donde el uso de la tierra para pastura y cultivos ha incrementado la recarga por agua de lluvia al sistema de aguas subterráneas a través del desmonte de vegetación nativa. Se encuentra agua subterránea de mejor calidad a profundidades menores a los 150 metros y se encuentran concentraciones relativamente altas de As, B, F, y NO₃ en algunas áreas (PCTAA, 2000).

CAPITULO 3

3. GEOLOGIA LOCAL

3.1. Introducción

El área de trabajo no cuenta con estudios geológicos detallados, sino que en general se han realizado estudios de carácter regional, el más relevante es el explicado en el capítulo anterior en relación a la Hoja Geológica Villa Mercedes. Estudios geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos de más detalle para el sudeste de Córdoba, que toman la parte más oriental de esta zona de tesis han sido realizados por Bécher Quinodóz et al. (2011 y 2012).

3.2. Litología y Estratigrafía

Como se indicara en el capítulo precedente, casi en la totalidad del área de estudio afloran sedimentos arenosos muy finos a limosos de origen eólico fundamentalmente, correspondientes a la Fm El Chulengo (Ramonell et al, 1992) de edad Holocena media-superior. Estos depósitos también se presentan en la región cordobesa en la que fueron definidos como Fm Laguna Oscura (Cantú, 1992).

Debido a que en el área de estudio no existe un predominio de procesos de erosión hídrica que generen profundización de caminos, ni existen sistemas de cárcavas, y esto sumado a dificultades de acceso hacia perfiles expuestos, sólo se describieron dos perfiles sedimentarios aflorantes en las barrancas del río Quinto y uno sobre un sector medanoso en la localidad de General Paunero (Fig.3.4).

Perfil 1 (P1)

El perfil se encuentra expuesto, aproximadamente, en el centro del área de estudio, sobre la margen derecha del río Quinto.

La potencia total del perfil es de 3,40 metros. Se inicia con un cuerpo tabular de 1,60 metros de espesor con base visible, compuesto por sedimentos muy finos, predominantemente arcillosos, cementados, de color pardo oscuro, con nódulos de tosca y costras de sal. Sobreyace mediante contacto neto un paquete de 1,80 metros de espesor de color pardo claro, compuesto por arenas muy finas arcillosas, y en el cual se puede observar en los últimos 0,80 metros estructuras de laminación entrecruzada (Fig.3.2.a).

Los depósitos basales corresponden a materiales pertenecientes a ambientes de llanura de inundación, y hacia arriba le sucede una secuencia de materiales arcillosos y de arenas finas a muy finas asociadas a facies de canal de baja energía, en el primer metro y de alta energía en los 0,80 metros restantes (espiras).

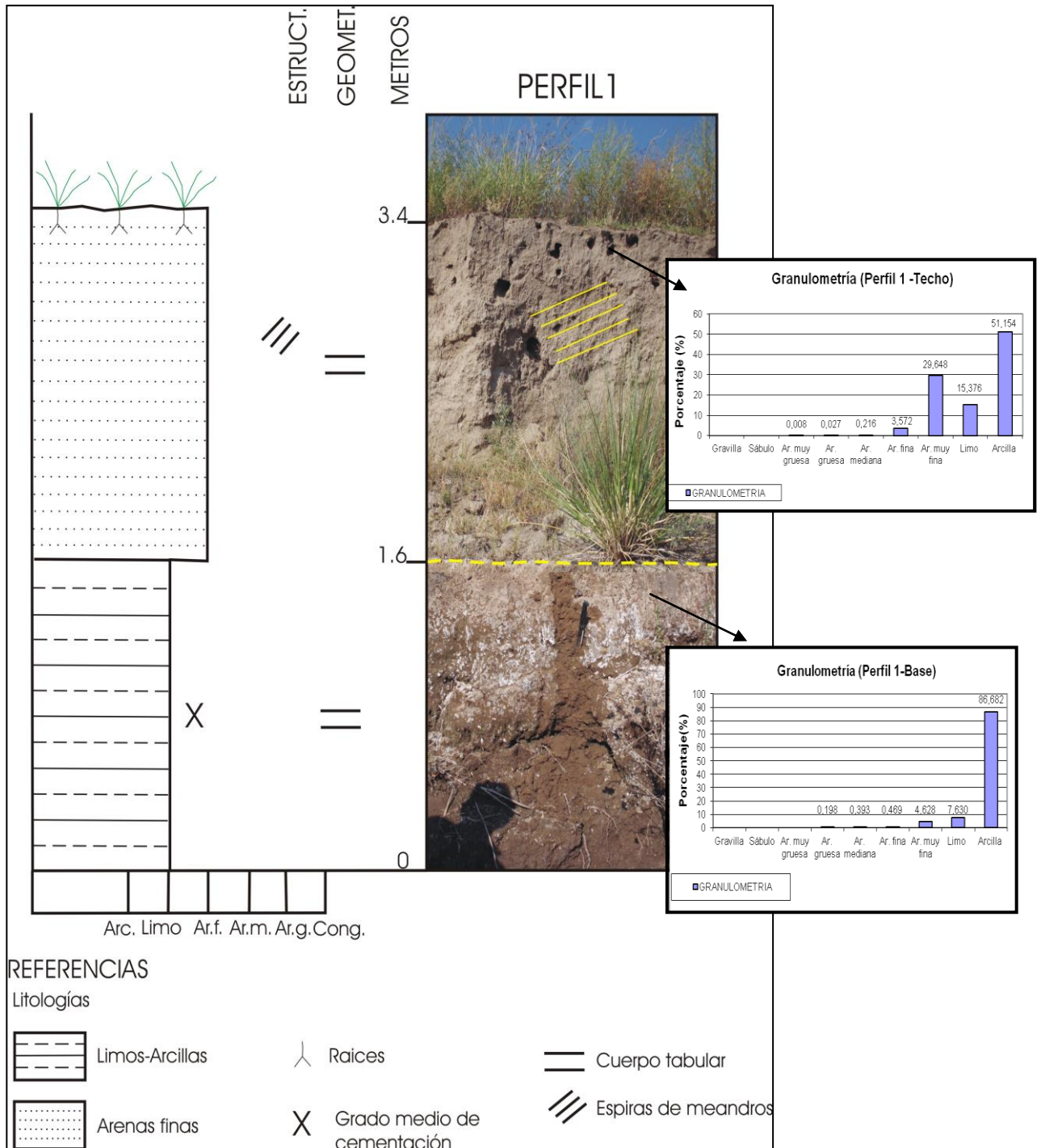


Figura 3.2.a. Perfil sedimentario 1

Perfil 2 (P2)

Este perfil se encuentra localizado sobre la margen derecha del río Quinto, en el ángulo NW del área de estudio.

El perfil comienza con limos arcillosos, con alto grado de cementación carbonática, de 0,50 metros de espesor, con grietas de desecación, de color pardo rojizo. Le sigue un cuerpo tabular, con base cubierta, de 6,80 metros, formado por niveles estratificados de espesor variable, entre 3-10 centímetros, de sedimentos arenosos muy finos y arcillosos, moderadamente endurecido, de características plásticas, con presencia de óxidos y costras de sales. Hacia el techo y mediante contacto neto y recto, se encuentra, con una potencia de 3,70 metros, arenas muy finas de color pardo claro, moderadamente sueltas y fuertemente laminadas. Los 10 centímetros superiores presentan raíces y escasa materia orgánica, de color pardo claro (Fig.3.2.b).

Los materiales descritos en la base, fuertemente cementados, pueden interpretarse como depósitos aluviales de baja energía pertenecientes a un ambiente de llanura de inundación. En los afloramientos poseen las mismas características que los descritos en algunos sectores del Sur de Córdoba para la Fm. Pampiano que en general actúa como lecho de numerosos arroyos. Le suceden materiales con fuerte laminación que corresponderían a facies fluviales de moderada a alta energía y luego un paquete de materiales también muy laminados que se interpretan como fluviales de elevada energía. El perfil culmina con un suelo incipiente que se desarrolla sobre los sedimentos descritos en último término.

Perfil 3 (P3)

Este perfil se encuentra al NE del área de estudio, en la localidad de General Paunero, en la provincia de Córdoba (Fig.3.2.c). Comienza con base cubierta, y posee 1,5 metros de potencia de materiales correspondientes a arenas muy finas a finas. Se puede observar claramente en el primer metro estructuras de laminación cruzada planar de alto ángulo sobre una superficie vertical limpia. En los 0,5 metros superiores no se observa ningún tipo de estructura, y en los centímetros finales se desarrolla un suelo incipiente. Claramente los sedimentos descritos, por sus características y posición geomorfológica, dado que fue descrito en un cuerpo medanoso, corresponden a origen eólico.

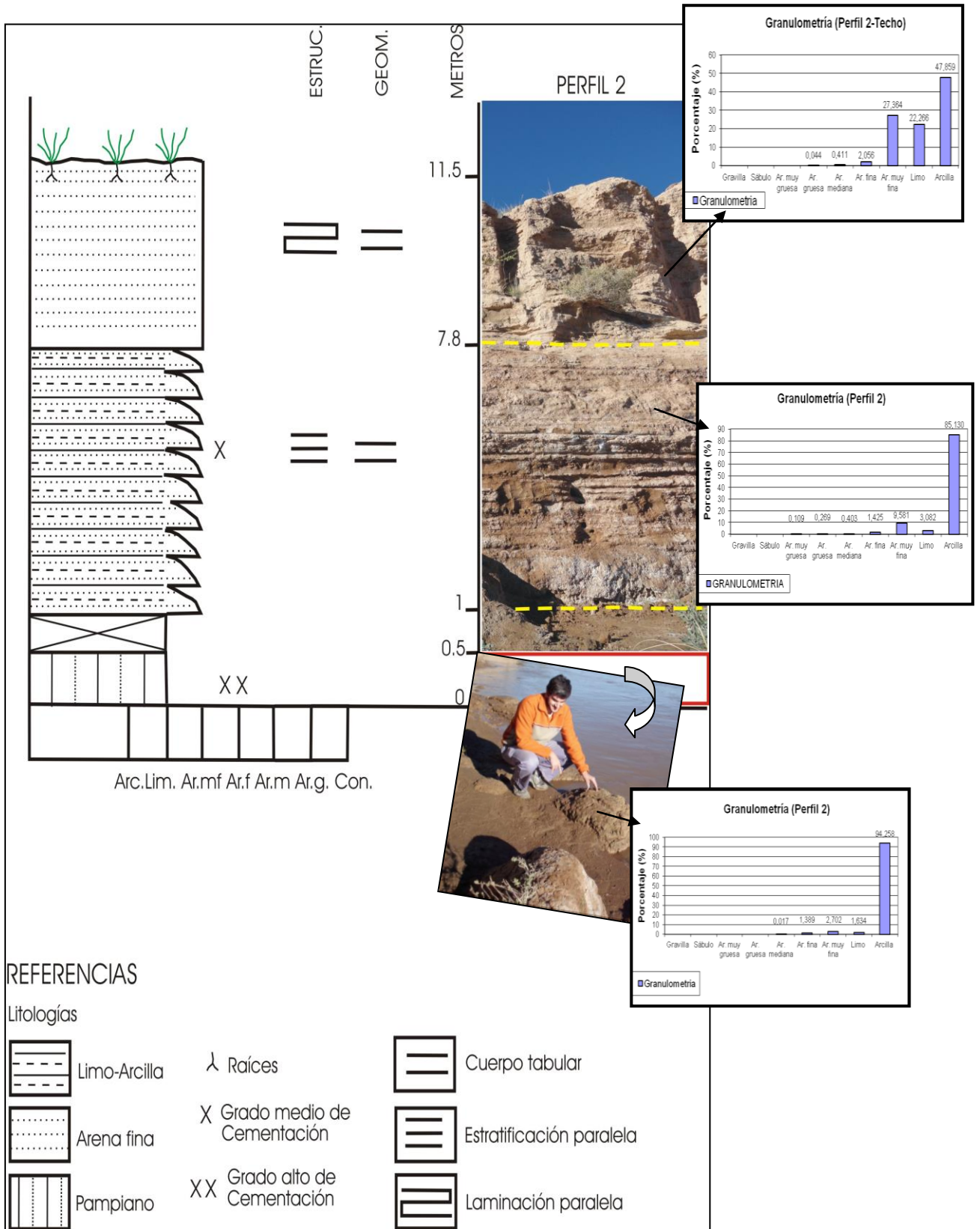


Figura 3.2.b. Perfil sedimentario 2.

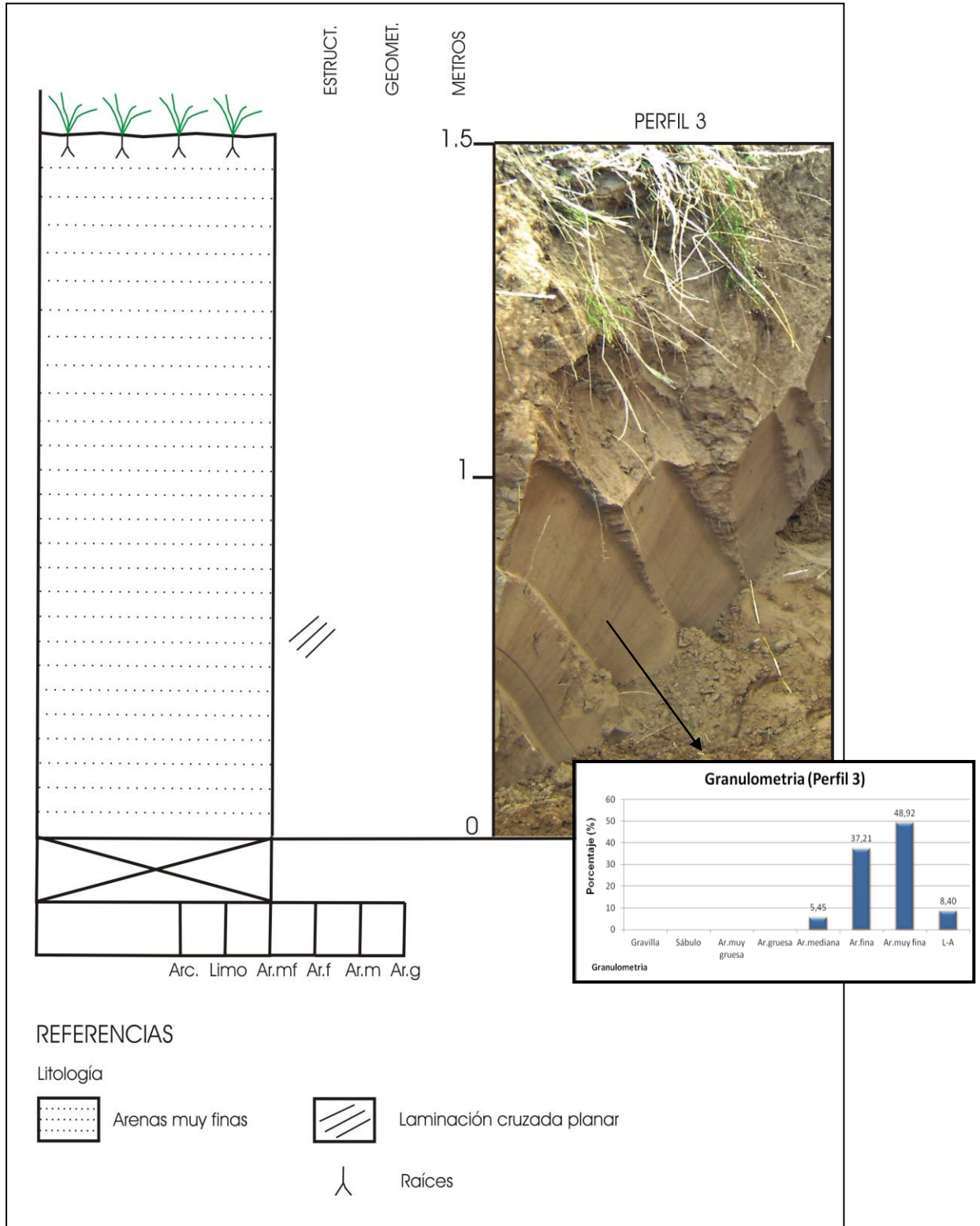


Figura 2.c. Perfil sedimentario 3.

En cuanto a la estratigrafía del subsuelo se dispone de un perfil geológico (Fig.3.2.d) realizado por profesionales de la provincia de San Luis. El mismo se extiende 40 km aproximadamente, desde la localidad de Lavaisse hacia Justo Daract y General Paunero, esta última perteneciente a la provincia de Córdoba. En dicho estudio se logró alumbrar el basamento cristalino a 120 metros de profundidad, el cual se encontraría ascendido en el límite provincial, abarcando el área de estudio de esta tesis (PCTAA, 2000).

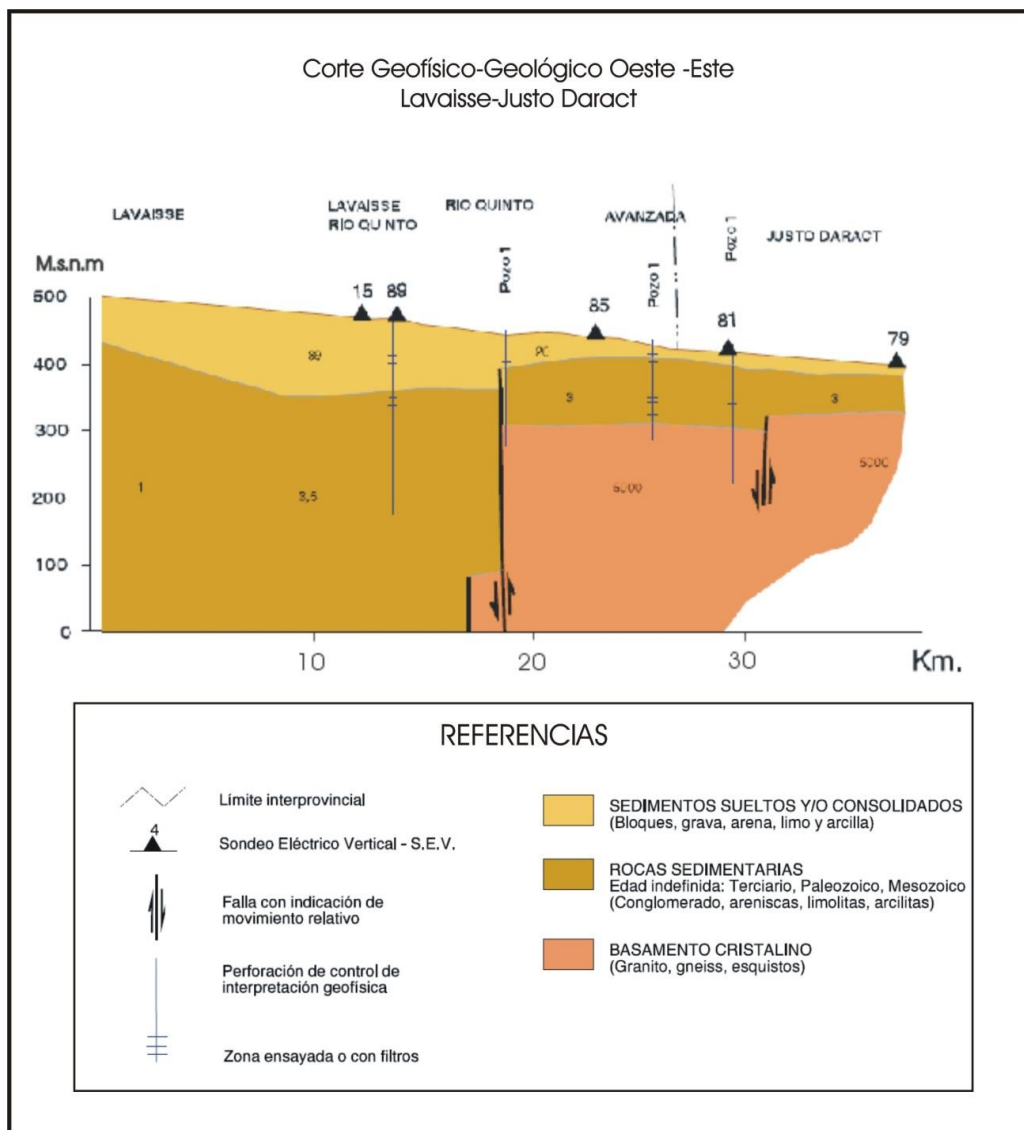


Figura 3.2.d. Perfil geofísico- geológico, Lavaisse- Justo Daract (PCTAA, 2000).

Interpretación

En función de los antecedentes evaluados y si bien no se dispone del detalle de perforaciones en la zona, pueden realizarse algunas interpretaciones de la estratigrafía del sector, fundamentalmente de la geología aflorante.

Los resultados del relevamiento y la evaluación de antecedentes indican que los sedimentos aflorantes son de edad Cuaternaria. Así, en la faja fluvial, la formación limo arenosa muy cementada que constituye el lecho del río (P2), estaría representando un equivalente a lo que en el Sur de Córdoba se llama habitualmente Fm

Pampiano (Pleistoceno), ver el cuadro de la figura 3.2.f. de Cantú (1998).

Por encima se observaron depósitos de origen fluvial que podrían corresponderse con la Fm Chocancharava, es decir para el período húmedo desarrollado en el Pleistoceno superior (ver perfil 2), previo a la última gran glaciación (Wisconsin).

Finalmente, mediante discordancia erosiva, yace una secuencia fluvial de sedimentos más sueltos (perfil 2) que podrían corresponder al período húmedo posterior a la glaciación y se correspondería con lo que al Sur de Córdoba se llama Fm Las Lajas. Como se observa en el perfil 2, no hay intercalaciones de depósitos eólicos intermedios a estas dos edades, ya que es posible que la actividad del río Quinto, aunque disminuida, no haya cesado durante ese intermedio seco y frío.

Por su parte, durante el citado intermedio período frío y árido del máximo glacial (Wisconsin) se habrían depositado las arenas eólicas que se reconocieron en amplios sectores de la región. Sedimentos eólicos de esta edad se correspondería con

Período	Época	Unidades lito y aloestratigráficas	Unidades edafoestratigráficas	Clima	
CUATERNARIO	HOLOCENO	Formación Laguna Oscura	Suelo Actual	Templado Sub-Húmedo a Húmedo Pequeña Edad de Hielo durante los Siglos XVII a XIX	
		Formación Las Lajas	Geosuelo las Tapias	Árido a semiárido Probablemente frío	
				Semiárido a sub-húmedo Templado frío	
	Formación La Invernada		Templado cálido y húmedo		
	PLEISTOCENO		Formación La Colacha	Geosuelo La Colacha	Frío y árido (Máximo Glacial)
			Formación Chocancharava	Geosuelo Estancia El Cerrito	Subhúmedo a semiárido posiblemente templado
Formación Pampiano		Superior		Húmedo posiblemente templado cálido	
	Inferior			Frío y árido Templado o cálido Húmedo a subhúmedo	

Figura 3.2.f Cuadro estratigráfico del Cuaternario según Cantú (1998).

la Fm La Invernada (Cantú, 1992) del Sur de Córdoba, aunque no fueron reconocidos en afloramientos durante el relevamiento de este estudio.

Según Tripaldi y Forman (2007), la estratigrafía eólica y edades que midieron en los campos de médanos que estudiaron en San Luis y San Juan muestran diferentes eventos depositacionales de origen eólico durante el Cuaternario tardío, de magnitud y continuidad desconocida. Cinco amplios episodios de arenas eólicas fueron identificados incluyendo:

- 1) El ocurrido durante el Último Máximo Glacial (UMG) (entre 80.000 y 11.000 años)
- 2) Cerca de hace 4000 años
- 3) Cerca de hace 1000 años
- 4) Entre el siglo 15 al 17 (Pequeña Edad de Hielo) y
- 5) Los últimos 100 años.

El campo de arenas de San Luis, según estos autores, sólo contiene evidencia de depositación durante el UMG con cubiertas de arena y paleosuelos ubicados entre 33.000 y 22.000 años. Las arenas eólicas más viejas co-evolucionaron con la depositación de loess en la pampa y refleja la depositación de un manto de arena asociado con el desarrollo último del "Mar de arena pampeano" de Iriondo y Khroling (1996). A través de inconformidades cubren a estas viejas arenas eólicas dunas de alto ángulo depositadas en los últimos 90 años. Esto corresponde a una reactivación de las dunas por actividad agrícola y condiciones más secas entre 1870 y 1930. Un cuadro con las edades que ellos identificaron al Oeste de la zona de estudio de esta tesis puede observarse en la figura 3.2.g.

En esta tesis se plantea que el manto de dunas longitudinales que subyace a las dunas parabólicas reactivadas especialmente

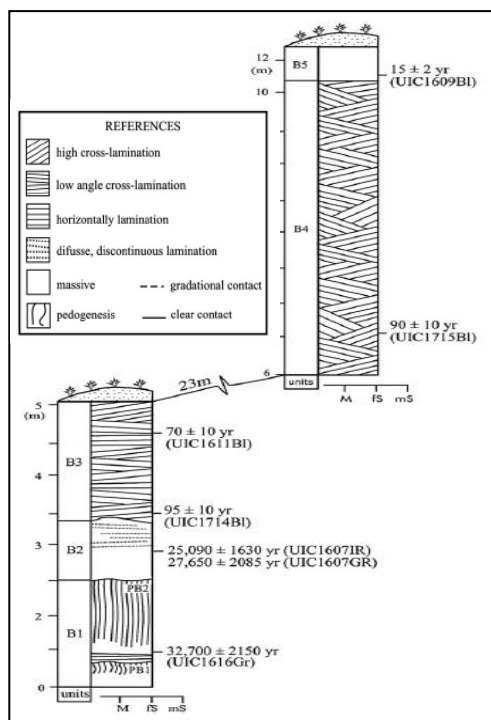


Figura 3.2.g. Sección estratigráfica en el campo de dunas de San Luis y edades de los sedimentos según Tripaldi y Forman (2007).

al Norte del río Quinto, se correspondería con la depositación de lo que en Córdoba se llama Fm Laguna Oscura, es decir los sedimentos eólicos que se depositaron durante el último avance glacial entre 3.000 y 5.000 años atrás, en el que se instaló un clima frío y árido. Luego estos materiales se reactivaron durante la Pequeña Edad de Hielo y tiempos históricos (Fig.3.2.h). Para probar esto sería de interés realizar dataciones en algunos perfiles entre Paunero y Justo Daract.

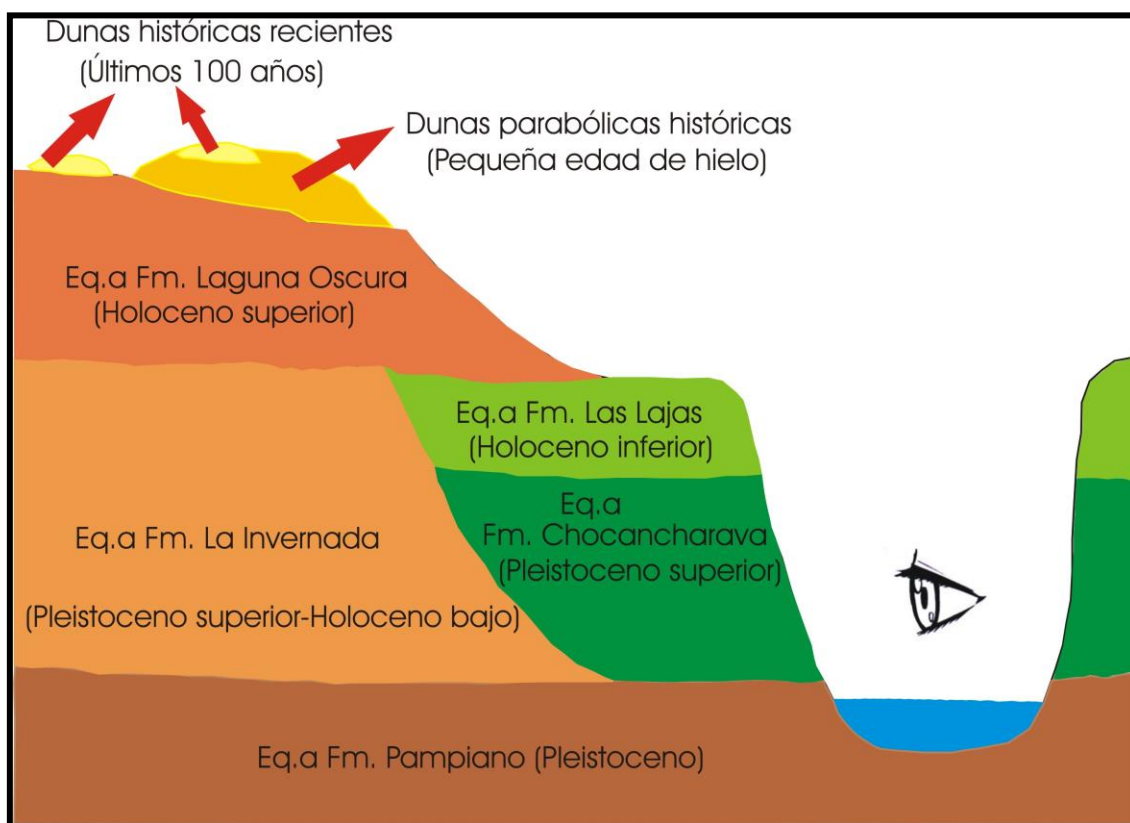


Figura 3.2.h. Perfil estratigráfico esquemático del área de estudio.

3.3. Geomorfología

Toda el área de estudio corresponde a una extensa planicie medanosa con escaso relieve, donde predominan sedimentos arenosos modelados exclusivamente por la deflación y las acumulaciones eólicas, con pendiente regional orientada al ESE. Según Tripaldi y Forman (2007) este campo de dunas se caracteriza por ser un **manto de arenas eólicas** que muestran diferentes grados de deflación y reelaboración en forma de **explosiones** (blowout) y pequeñas **dunas parabólicas**.

Esta área puede incluirse dentro de la “Planicie medanosa con campo de dunas originadas por vientos provenientes del NE y lagunas permanentes” definida por Cantú y Degiovanni (1984) los cuales destacan como geoformas predominantes cubetas de deflación ocupadas por cuerpos de agua.

El área de estudio se encuentra drenada, con dirección NW-SE, por el río Quinto, el cual adopta en esta zona una morfología de meandros, y se encuentra alojado sobre el lineamiento río Quinto.

La observación detallada de la carta topográfica e imagen satelitaria y el recorrido de campo permitió identificar tres grandes unidades geomorfológicas y sus respectivas subunidades (Fig.3.3).

Unidad 1: Llanura medanosa con dunas reactivadas.

Esta unidad tiene su mayor extensión al Sur de la Provincia de Córdoba, pero también forma parte de un campo dunario mayor que se reconoce en la provincia de San Luis como Planicie Medanosa Austral (González Díaz,1981), la cual presenta un relieve ondulado generado por la sobreimposición de formas medanosas de distinta edad. De esta manera se pueden caracterizar dos subunidades:

1a. Llanura con dunas longitudinales y parabólicas.

Esta subunidad, con pendientes menores al 1%, se sitúa al NE de la zona de estudio, presenta dunas longitudinales (equivalentes a Formación Laguna Oscura) de orientación NE-SW, cuya removilización en tiempos históricos (Pequeña Edad de Hielo) generó grandes dunas parabólicas que a su vez fueron retrabajadas en los últimos 100 años (Tripladi y Forman, 2007) (Fig.3.4.1a.1), por lo que en algunos casos se observan clásicos patrones de dunas parabólicas compuestas (Fig.3.4.1a.2).

Se destacan como geoformas predominantes cubetas de deflación elongadas o de forma más o menos circular, que se encuentran en su mayoría ocupadas por cuerpos de agua. La profundidad de éstas depende del grado de evolución, generalmente las más grandes son las más profundas.

Especialmente los cuerpos dunarios mayores se encuentran estabilizados por la vegetación, aunque en algunos sectores se encuentran activos, como se indicara debido al retrabajo de la última centuria (Fig.3.4.1a.3).

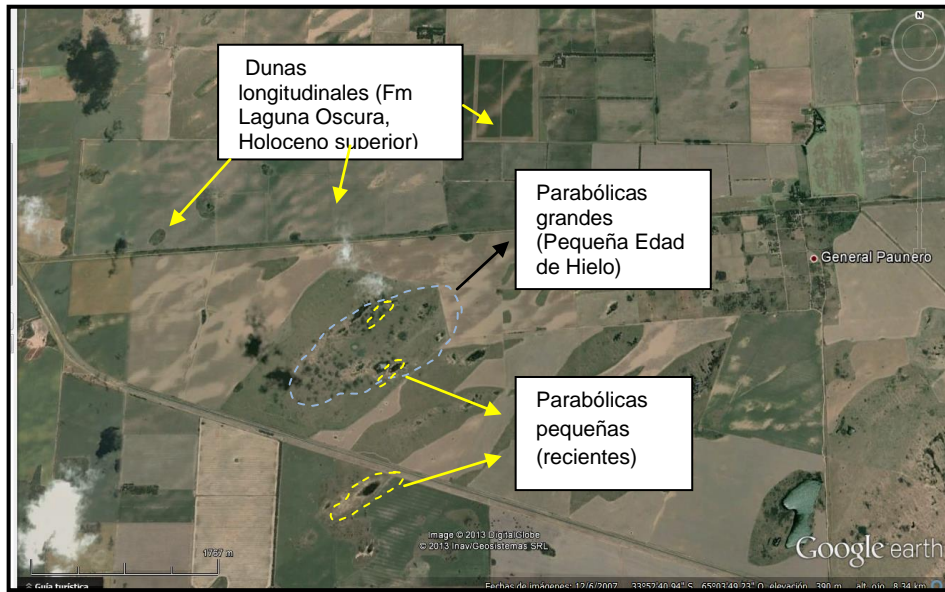


Figura 3.4.1a.1. Dunas longitudinales y parabólicas.

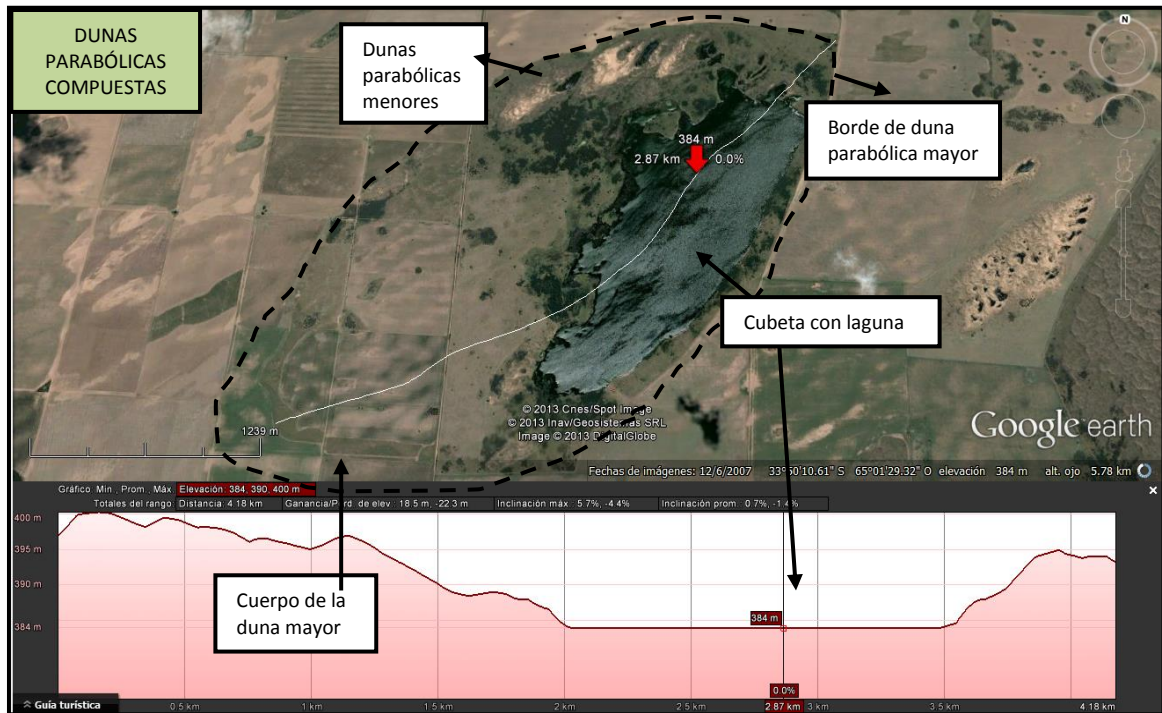


Figura 3.4.1a.2. Dunas parabólicas compuestas.



Figura 3.4.1a.3. Médanos estabilizados por la vegetación.

1b. Llanura con dunas parabólicas.

Se encuentra esta subunidad al SW del área de estudio. Se destaca por la presencia de numerosos cuerpos medanosos, en muchos casos que coalescen entre ellos, de orientación NE-SW. Cuando se observan en detalle se destaca que se trata de viejas dunas parabólicas (posiblemente vinculadas a la Pequeña Edad de Hielo) que en la actualidad están notoriamente estabilizadas por la vegetación. A pesar de eso en varias de ellas se observan sectores activos, que en el cuerpo de la duna, y por retrabajo de los vientos actuales, han formado cadenas barjanoides.

Los tamaños de estas dunas son de 1-2 km de largo y 300 a 800 m de ancho. Todas presentan cubetas, en algunos casos ocupadas por agua, en el ángulo NE, donde actuó la deflación del viento. En algunos casos las cubetas presentan rasgos hidrohalomórficos con costras y pátinas de sales asociadas al afloramiento del nivel freático y posterior evaporación en periodos más secos (Fig.3.4.1b.1).

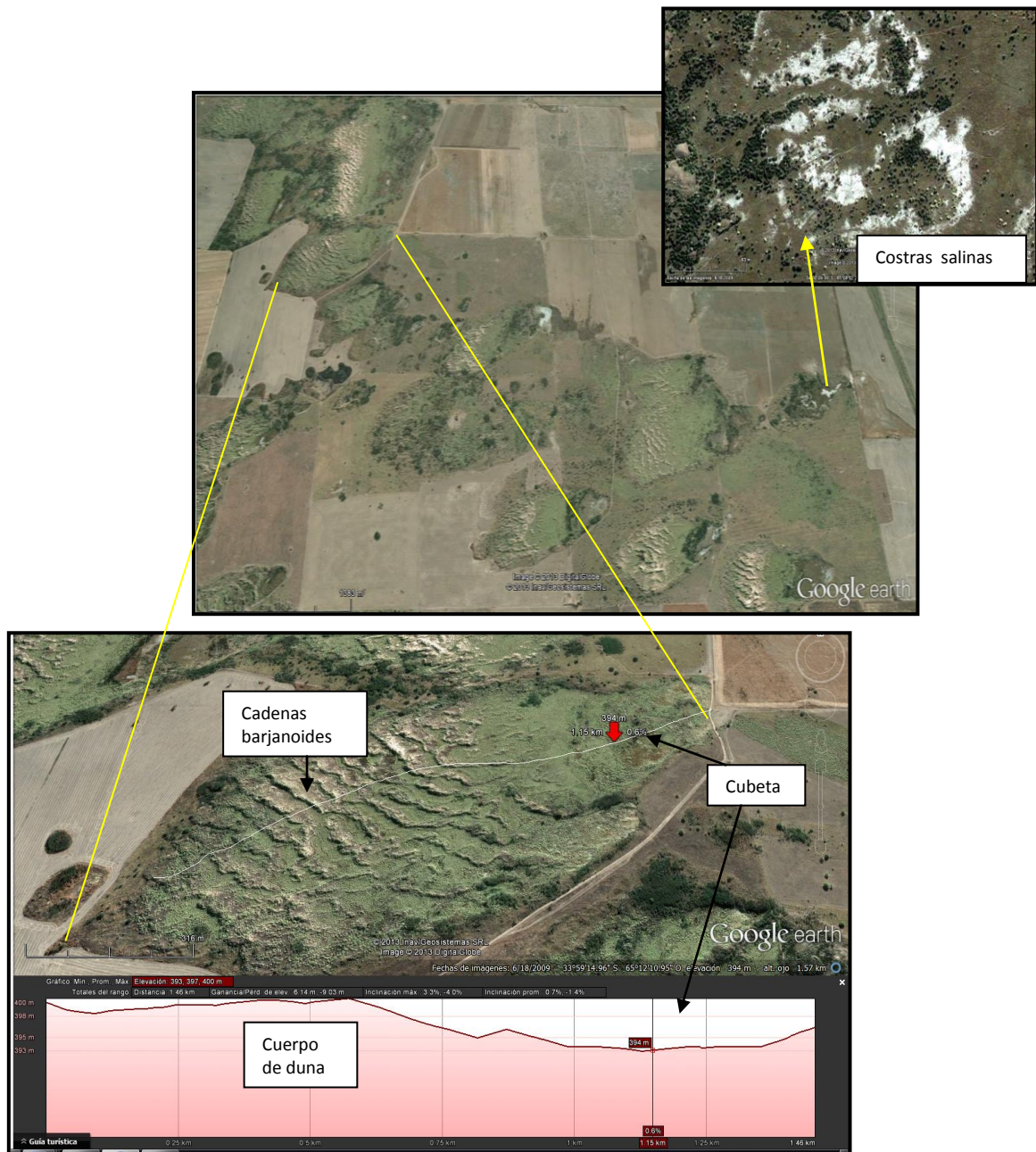


Figura 3.4.1b.1. Cadenas barjanoides, cubetas y costras salinas.

Unidad 2: Faja de antiguos derrames

Se presenta a ambos lados de la faja fluvial y posee un relieve suavemente ondulado con pendiente general al SE inferior al 0,2%. Se trata de una faja cuyos materiales aflorantes presentan evidencia de corresponder a derrames del río Quinto.

En vista aérea la unidad (Fig.3.4.2.1) presenta un patrón, si bien no muy definido, en el que pueden observarse lineamientos más oscuros que pueden

interpretarse como líneas de escurrimiento, cuya dirección es similar a la actual dirección del río Quinto. Por datos de una perforación de 22 metros de profundidad ubicada en el centro del área de estudio de esta tesis, en cercanía de la faja fluvial actual y el cruce con la Ruta Provincial N° 14, se corrobora que en este ambiente, en profundidad se alumbraron depósitos fluviales arenograsos. En su mayor parte la morfología original de estos paleorasgos ha sido obliterada por la acción antrópica agrícola ganadera.

Debe destacarse que no se observan surcos ni cárcavas en los campos que indiquen procesos de erosión hídrica activa, aunque se observan áreas con erosión laminar (Fig.3.4.2.2). Tampoco se distinguen procesos de erosión eólica activos como los de la planicie medanosa típica.

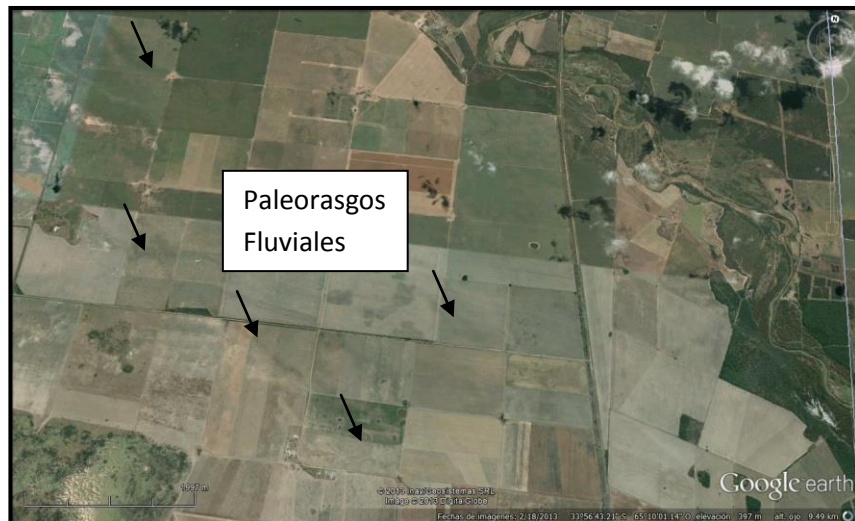


Figura.3.4.2.1. Paleorasgos fluviales

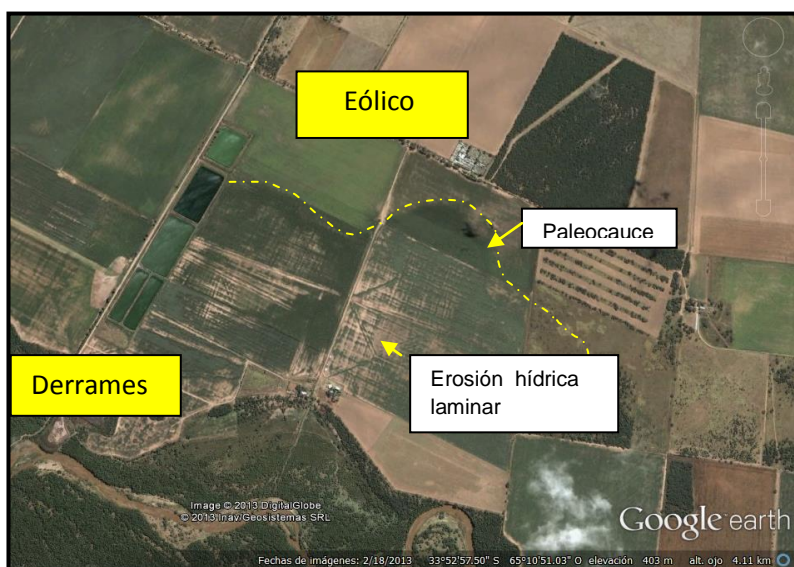


Figura 3.4.2.2. Áreas con erosión hídrica laminar y paleocauce.

Unidad 3: Faja fluvial del río Quinto.

Subunidad 3.1: Faja fluvial actual y antigua

Esta unidad atraviesa la zona de estudio con dirección NW-SE, tiene un ancho promedio de 1 Km, varios niveles de terrazas y presenta un relieve moderadamente ondulado, representando el sector de la cuenca media.

El río, con nacimiento en las sierras de San Luis, se caracteriza por un alto control estructural, el lineamiento río Quinto, que controla su dirección general hacia el SE.

El curso actual exhibe sinuosidad moderada, con altas tasas de profundización y migración lateral y posee un ancho de aproximadamente 50 metros (Fig.3.4.3.1b). Los meandros son irregulares y se observa un importante control de algunos tramos rectos y largos que podría obedecer al encajamiento o confinamiento del curso en los sedimentos fuertemente cementados (control litológico) descritos en la base del perfil 2 (equivalente a Fm Pampiano).

La faja fluvial antigua es un conjunto de diferentes niveles de terrazas construidas por la acción fluvial, observándose meandros abandonados, espiras, etc (Fig.3.4.3.1a).

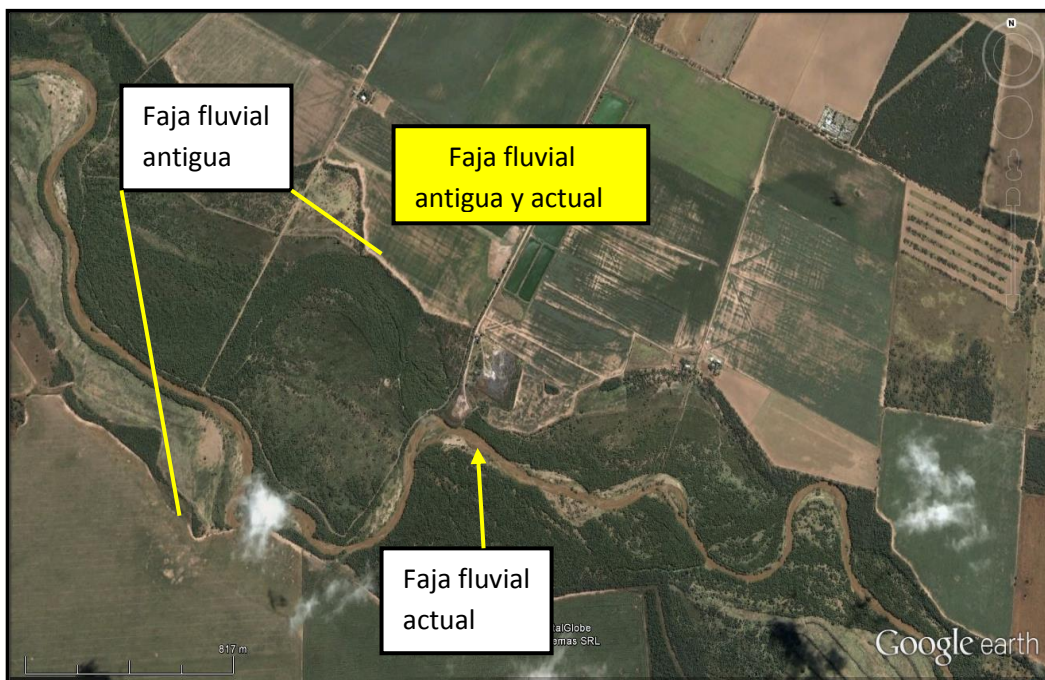


Figura 3.4.3.1a. Faja fluvial antigua y actual.



Figura 3.4.3.1b. Faja fluvial actual del río Quinto.

Subunidad 3.2: Área de la presa y embalse "El Chañar"

Esta unidad, que abarca un área de 12 km², se ubica al SE de la zona de estudio y toda su extensión está comprendida sobre la provincia de Córdoba (Fig.3.4.3.2).

Fundamentalmente queda definida por la obra hidráulica de la presa "El Chañar" que embalsa al río Quinto, la que en planta presenta forma cuasi trapezoidal, y que genera un espejo de agua de aproximadamente 2-3 km².

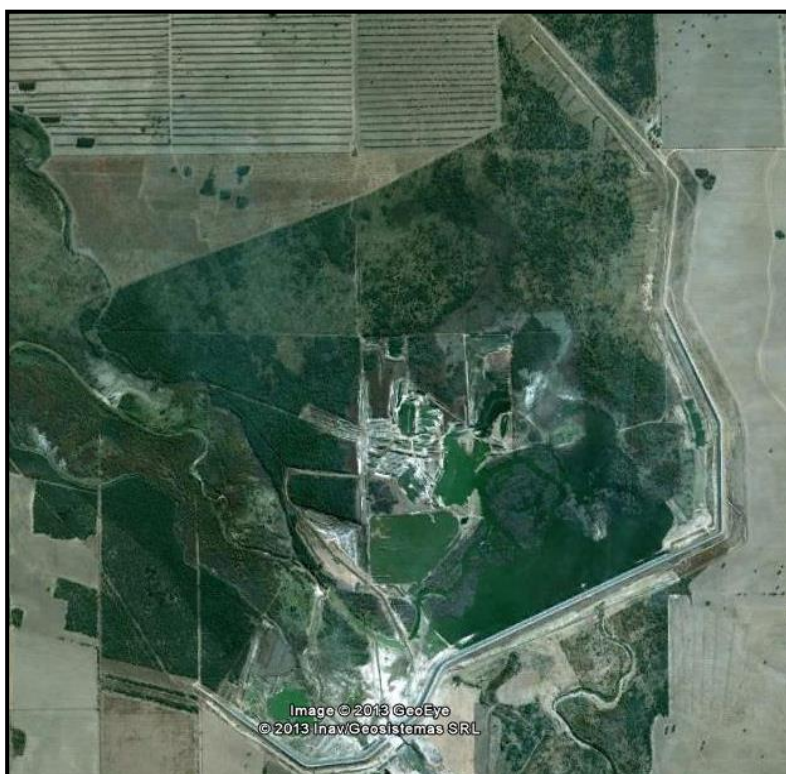


Figura 3.4.3.2. Área de la presa y embalse "El Chañar".

Se puede observar una gran cobertura boscosa que rodea al curso principal y al espejo de agua. Esta densa vegetación está representada por especies "freatófitas", como el "Chañar" que crecen favorecidas por la proximidad del nivel freático.

En imágenes satelitarias, en el interior de la presa se puede denotar la presencia del antiguo cauce activo del río Quinto previo a ser embalsado, lo mismo que un tramo actualmente desactivado del río aguas bajo de la presa.

Además es notoria, en varios sectores de la obra, la presencia de procesos de halomorfismo asociados a la evaporación, los cuales resaltan con colores blanquecinos sobre la imagen. Se observan también cuerpos de agua correspondientes a canchales cercanos al cuerpo del embalse.

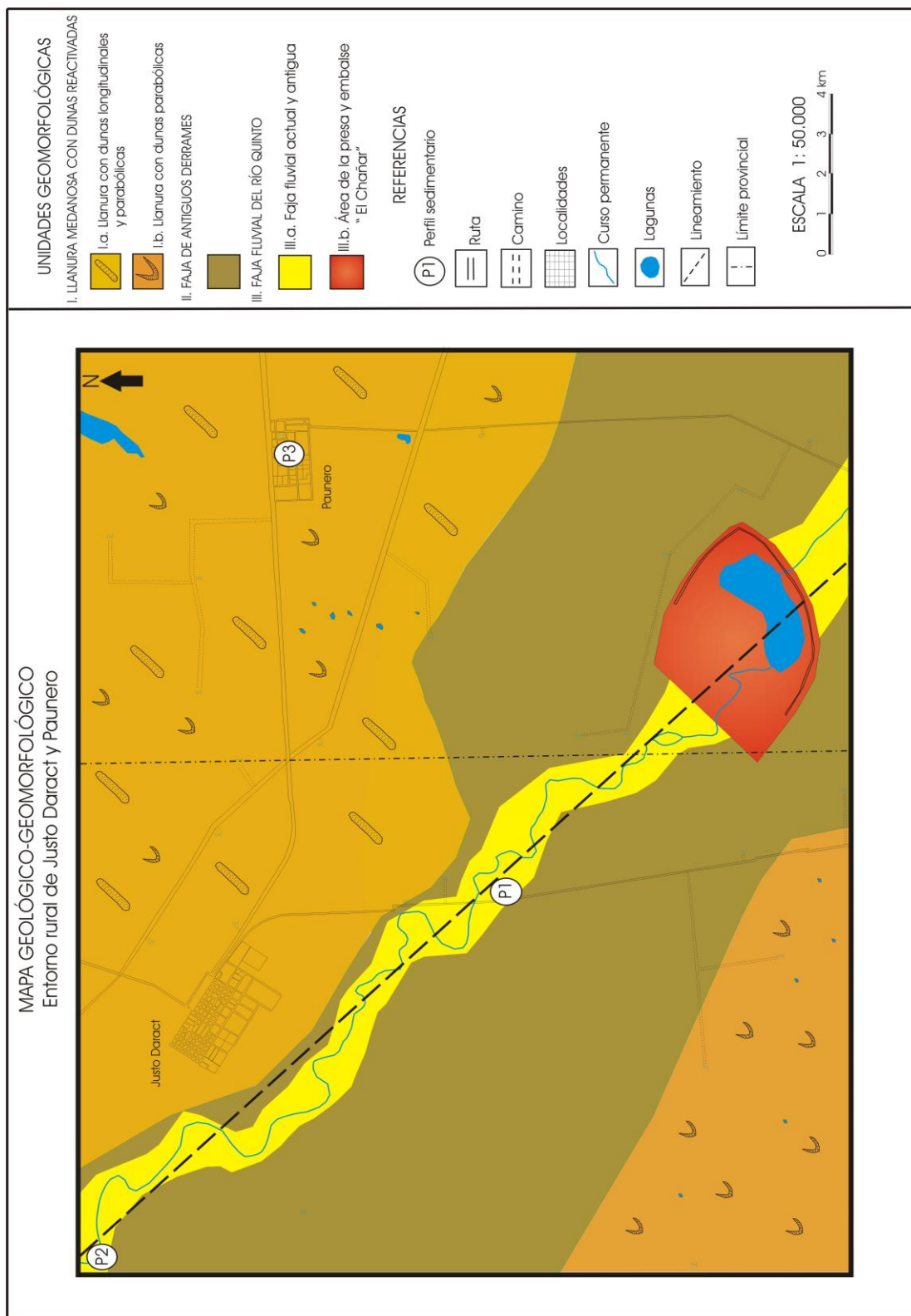


Figura 3.4. Mapa geológico-geomorfológico

CAPÍTULO 4

4. CARACTERIZACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

4.1. Temperaturas

Con el objetivo de conocer e interpretar datos climáticos, entre ellos la temperatura media del área estudiada, se utilizó una serie de datos que abarcan el periodo 2000-2009 (10 años), cedida por la Estación Vicuña Mackenna. Se utilizó esta información debido a la ausencia de datos provenientes de la zona de estudio y se trabajó teniendo en cuenta la homogeneidad de este parámetro en la región y la proximidad existente entre la localidad de Justo Daract y Vicuña Mackenna.

El tratamiento estadístico permitió el cálculo de la temperatura media anual que resultó en un valor de 16,1 °C, con una temperatura media máxima de 23,7 °C y la media mínima de 8,4 °C (Fig.5.a).

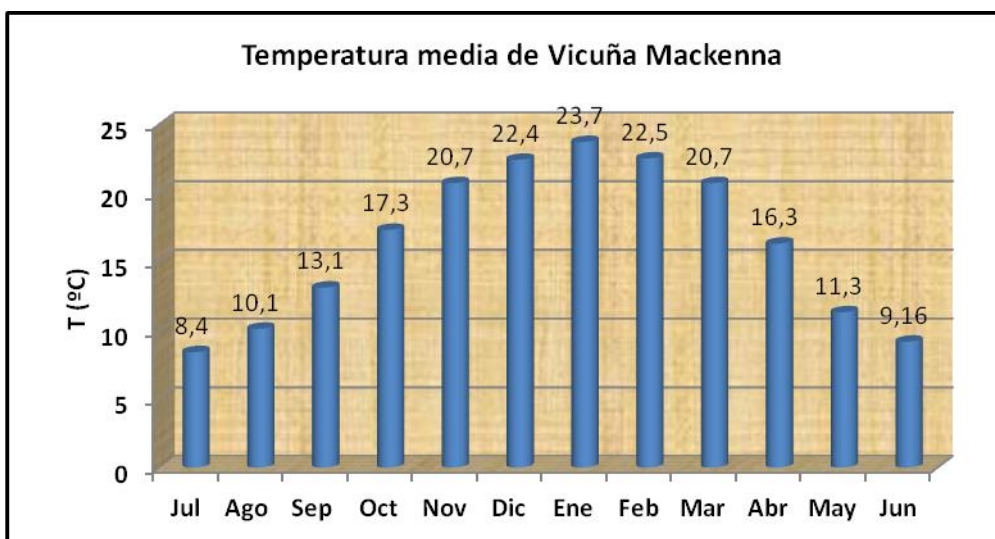


Figura 5.a. Temperatura media de Vicuña Mackenna. Serie 2000-2009.

4.2. Precipitaciones

Los datos de precipitaciones utilizados en este análisis provienen de registros aportados por Ferrocarriles Argentinos y por el propietario de la Estancia "El Amanecer", ubicada en cercanías de la localidad de Justo Daract.

La serie abarca las precipitaciones mensuales para el periodo comprendido entre los años 1915-2010 (Fig.5.b.)

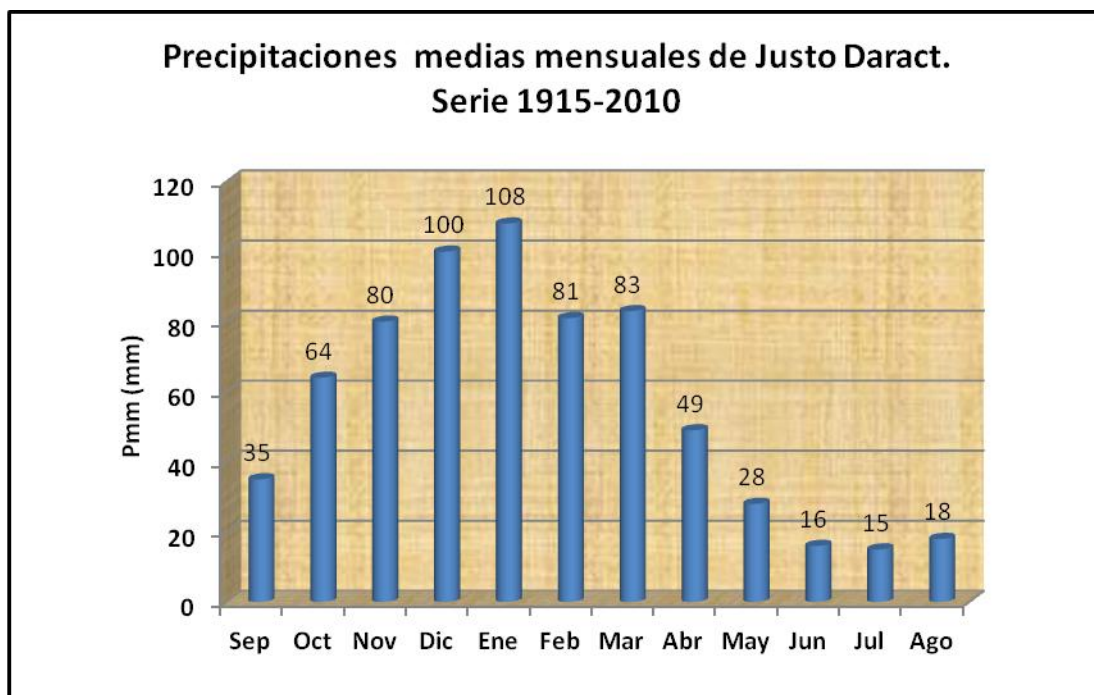


Figura 5.b. Precipitaciones medias mensuales.

Se calcularon los índices de concentración estacional (Ice) para ver en que porcentajes se reparten las precipitaciones en cada estación del año.

$$\text{Ice} = \frac{\text{Precipitación en cada estación}}{\text{Precipitación anual}} \times 100$$

Precipitación anual

A partir de este cálculo se obtuvieron los siguientes valores:

Ice primavera: 36,04%

Ice verano: 40,17%

Ice otoño: 13,73%

Ice invierno: 10,04%

Las estaciones de primavera y verano presentan la mayor concentración pluviométrica, representando un 76,21% del total de lluvias caídas. El mes más lluvioso es Enero con un promedio para la serie 1915-2010 de 108 mm y le siguen los meses de Diciembre con 100 mm y Febrero con 81 mm. Los menores registros de lluvias corresponden a la estación de invierno en donde las mínimas precipitaciones se

producen en los meses de Junio, Julio y Agosto con un promedio de 16, 15 y 18 mm respectivamente.

Los datos de precipitaciones abarcan un período desde 1915-2010, totalizando 95 años consecutivos de datos pluviométricos.

A partir de estos datos, se elaboró el gráfico que representa la Distribución Anual de Precipitaciones para el período 1915-2010 (Fig.5.c).

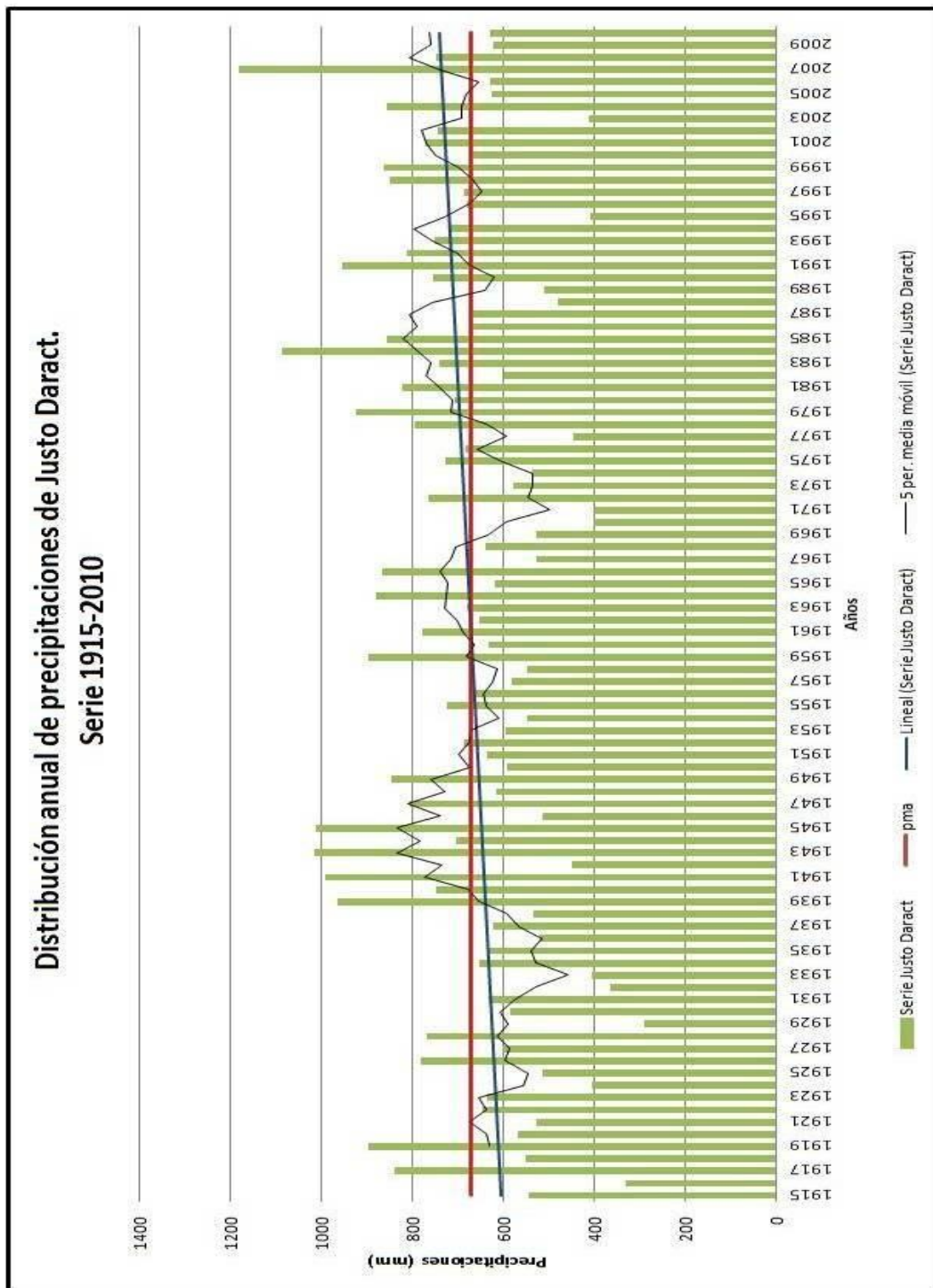


Figura 5.c. Distribución anual de precipitaciones.

En el gráfico anterior se ha indicado, además del monto de precipitaciones correspondientes a cada año, la precipitación media anual calculada desde el año 1915-2010 que corresponde a 674 mm (línea roja), la curva de promedios móviles, y la línea de tendencia (línea azul).

El año en que se registraron mayores precipitaciones fue 2007 con 1180 mm y el de menor concentración pluviométrica corresponde al año 1929 con 290 mm.

El cálculo de la media móvil fue determinada cada 5 años para identificar con mayor claridad los ciclos húmedos y secos dentro de la serie (Fig.5.c). Se diferencian principalmente 6 ciclos: el primero abarca los años 1915-1938 y representa un período extenso y seco, el segundo ciclo abarca los años 1939-1952 y corresponde a un ciclo húmedo con registros que superan claramente la precipitación media, siendo estos mayores o muy cercanos a los 1000 mm, el tercer ciclo está representado por los años 1953-1958 y nuevamente representa un ciclo seco relativamente corto, el cuarto ciclo abarca los años 1959-1968, es un período húmedo y a pesar de esto en sólo 4 años (1959, 1961, 1964, 1966) se supera al valor medio. Luego sigue el período comprendido entre los años 1969-1978 que representa el quinto ciclo, el cual corresponde al último ciclo seco determinado en la serie, en donde las medias móviles no superan la precipitación media. El período 1979-2010 define el sexto ciclo, con características húmedas, el mismo es muy extenso y se observa en él que las medias móviles sobrepasan al valor medio de 674 mm, pero se identifican tres pequeños picos negativos correspondientes a típicos años secos en la región, como 1988, 1989, 1995, 2003 y 2006 (Blarasin et al., 2005).

A lo largo de toda la serie puede observarse, a partir de la línea de tendencia lineal (línea azul) un marcado aumento de las precipitaciones con el paso de los años.

4.3. Balance Hídrico

4.3.1 Balance hídrico modular

La realización de este balance permitió conocer los valores de evapotranspiración real media mensual y de excesos y déficit hídricos medios mensuales, correspondientes a la serie "Justo Daract" (Fig.5.e.).

Para la realización de este balance, fue necesario previamente el cálculo de evapotranspiración potencial media mensual (ETP), utilizando datos de temperaturas medias mensuales de la serie Vicuña Mackenna (Fig.5.a), índices calóricos, coeficientes de latitud y cantidad de días del mes, según metodología de Thornthwaite (1955). Los cálculos y valores obtenidos de ETP pueden observarse en la figura 5.d.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
T°C	23,5	22,5	20,5	16,5	11,5	9	8,5	10	13	17,5	20,5	22,5
icm	10,55	9,75	8,59	5,98	3,44	2,50	2,19	2,90	4,30	6,55	8,59	9,68
C1	3,7	3,4	2,9	2	1,1	0,7	0,7	0,9	1,3	2,2	2,9	3,4
Días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
EP s/ajustar	114,7	95,2	89,9	60	34,1	21	21,7	27,9	39	68,2	87	105,4
C2	1,22	1,04	1,06	0,94	0,9	0,83	0,88	0,95	1	1,13	1,16	1,23
EP ajustada	139	99	95	56	30	17	19	26	39	77	100	129

Figura 5.d. Cálculo de la Evapotranspiración Potencial, según Thornthwaite.

Mes	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Precip.(mm)	107	80	83	49	28	16	15	18	35	64	80	99	674
ETP	139	99	95	56	30	17	19	26	39	77	100	129	826
P-ETP	-32	-19	-12	-7	-2	-1	-4	-8	-4	-13	-20	-30	-152
Sum-(P-ETP)	-112	-131	-143	-150	-152	-1	-5	-13	-17	-30	-50	-80	
Reserva agua útil en el suelo	-946	-965	-977	-984	-834	-835	-839	-847	-851	-864	-884	-914	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Variación de la reserva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Exceso de agua	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Déficit	32	19	12	7	2	1	4	8	4	13	20	30	152
ET real	107	80	83	49	28	16	15	18	35	64	80	99	674

Figura 5.e. Balance Hídrico Modular de Thornthwaite.

En la tabla anterior se puede observar que la precipitación media anual corresponde a 674 mm y la evapotranspiración potencial media anual resultó ser de 826 mm, la evapotranspiración real media anual (ETR) es coincidente con el valor total de precipitaciones, es decir que toda el agua caída es un 100% devuelta a la atmósfera mediante la evapotranspiración, por lo que puede concluirse que el balance

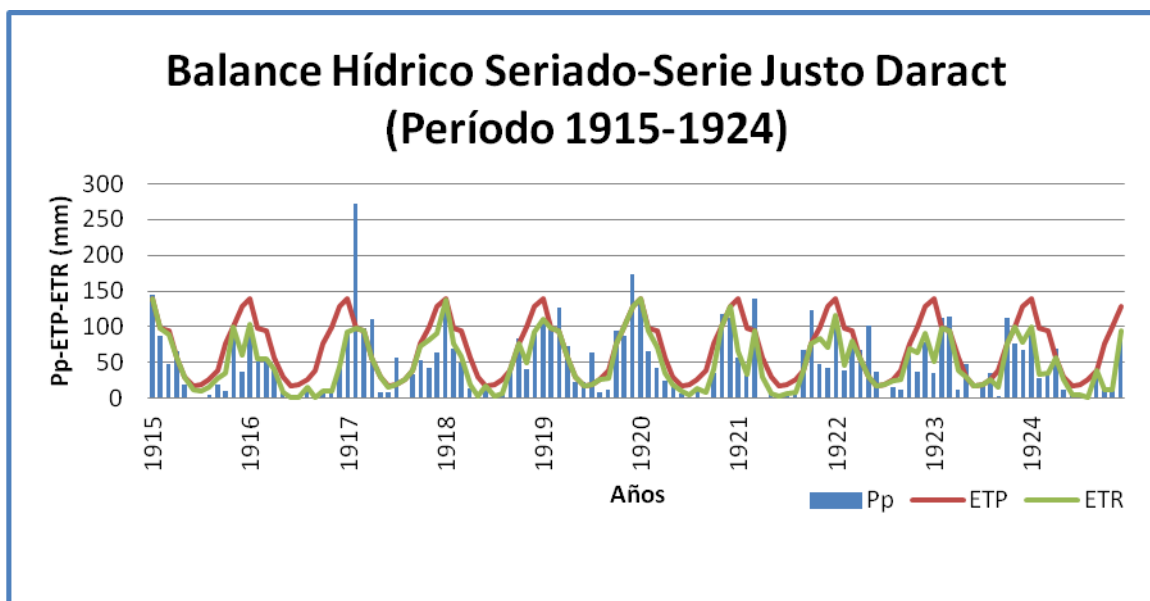
es predominantemente deficitario, ya que hay ausencia de excesos hídricos durante todo el año y el déficit hídrico es de 152 mm.

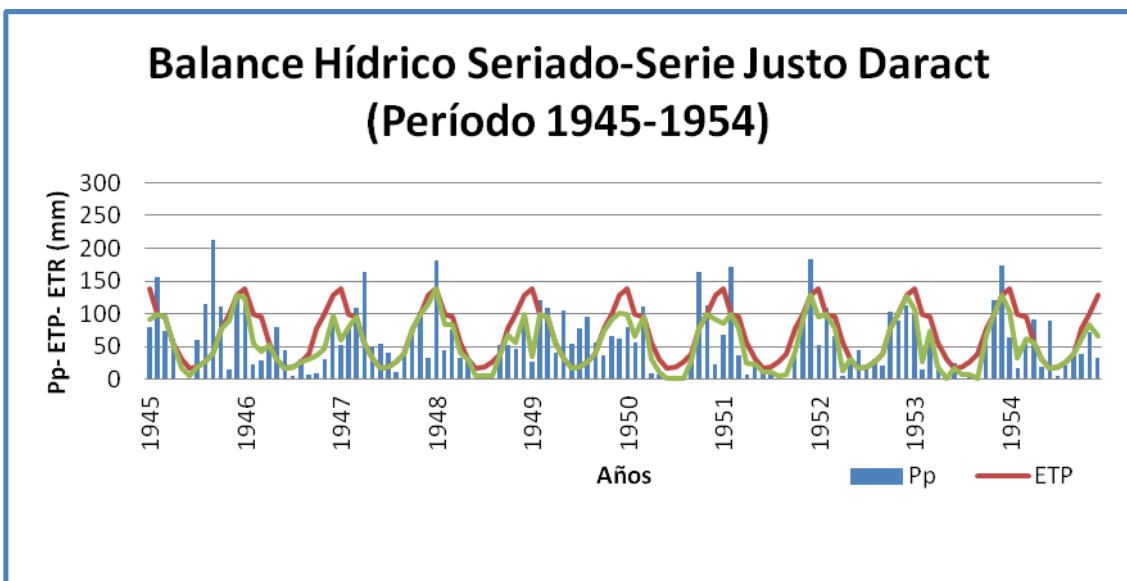
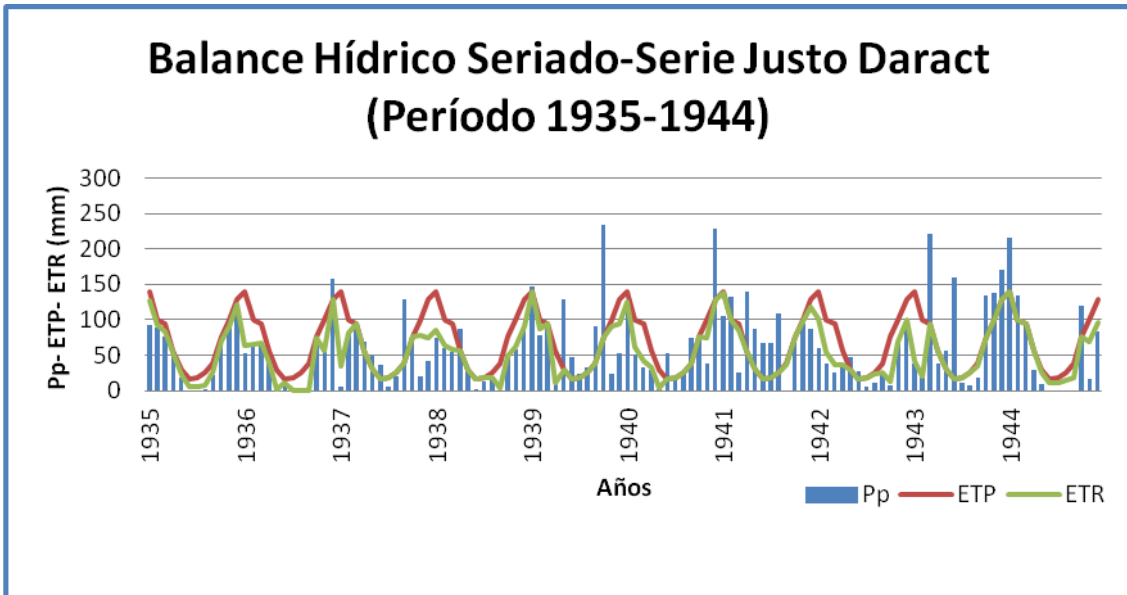
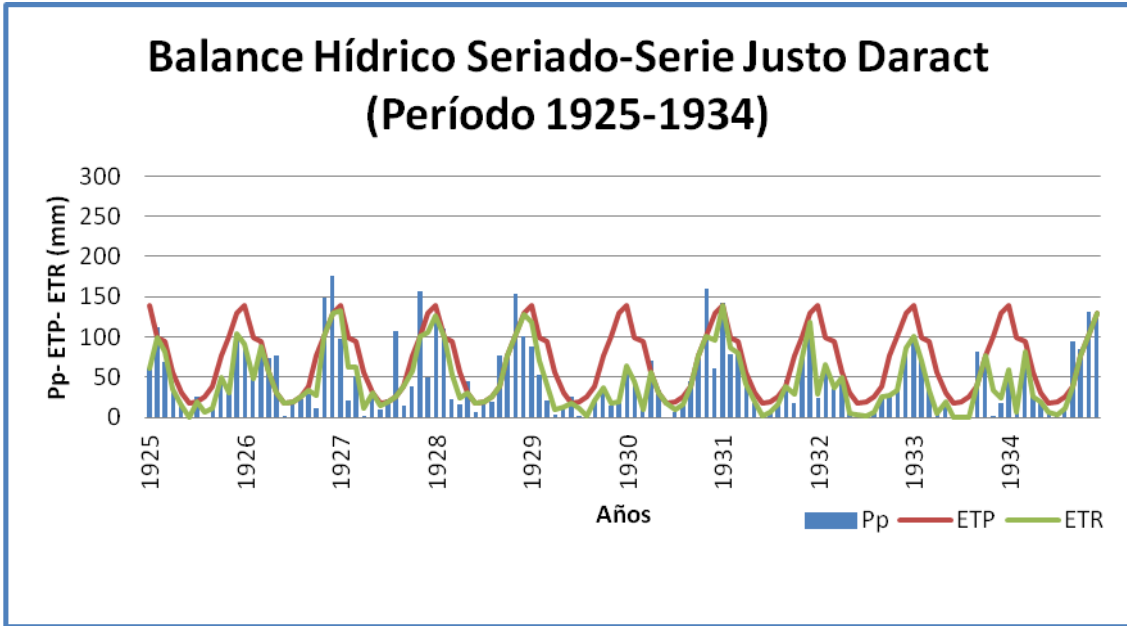
Como los resultados del balance anterior no describen con detalle el comportamiento del sistema, se acudió al balance hídrico seriado, el cual explica mejor la distribución de déficit y excesos, éstos últimos muy importantes ya que constituyen la fuente de agua de los escurrimientos superficiales y recarga de acuíferos.

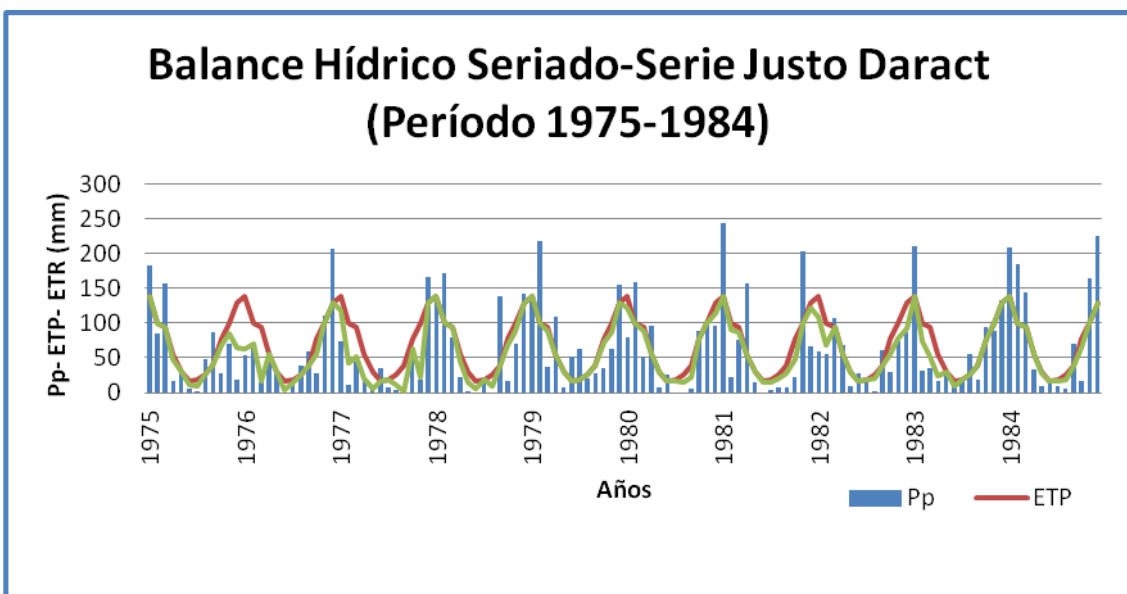
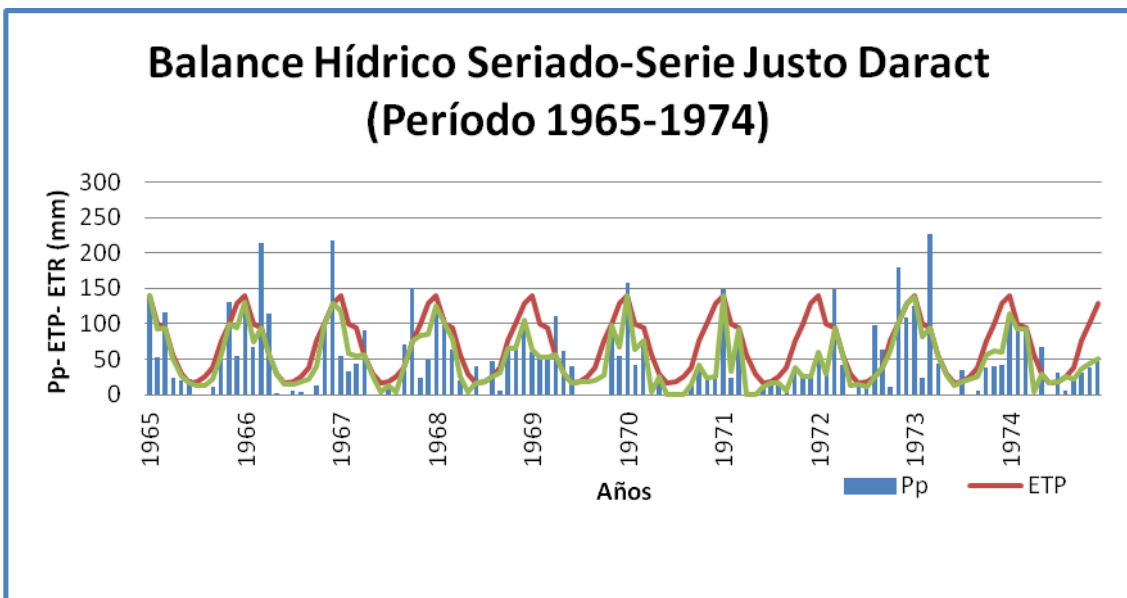
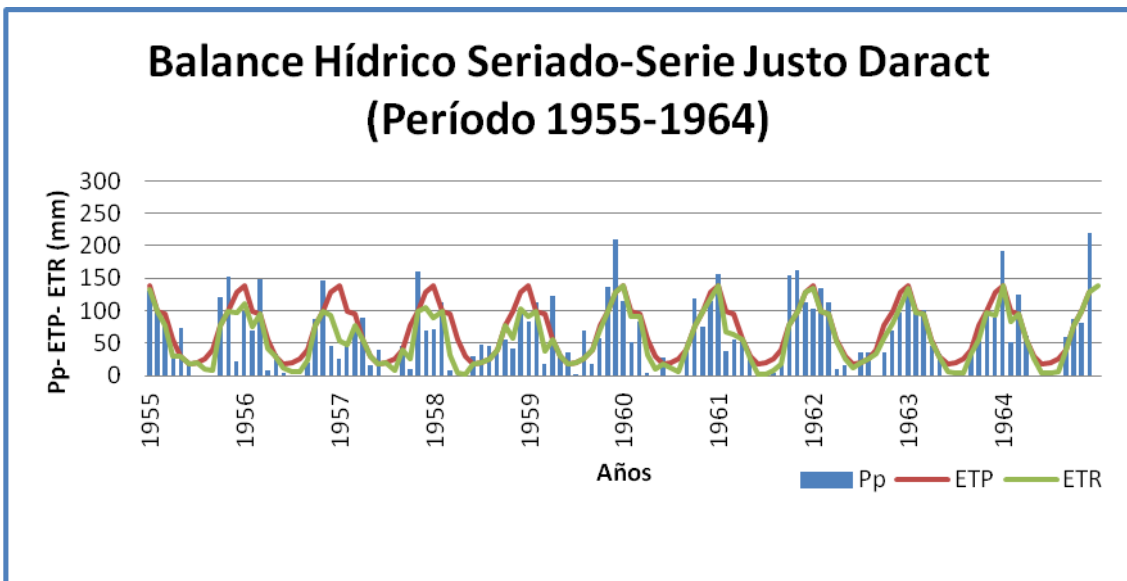
4.3.2 Balance hídrico seriado

A diferencia del anterior, este balance trabaja con valores de precipitaciones mensuales y evapotranspiración mensual de cada año de la serie, quedando cada uno de éstos vinculados, ya que el balance tiene en cuenta la humedad antecedente del suelo correspondiente al año anterior. Para la realización de este balance se utilizó el programa Pdimes (Ravelo, 1990).

A partir de los resultados aportados por este balance, se generaron gráficos que representan las variaciones de precipitaciones y evapotranspiraciones potenciales y reales para diferentes periodos de años (cada 10 años) (Fig.5.f) y además se obtuvo un gráfico en donde se ilustran los excesos hídricos presentes en toda la serie (Fig.5.g).







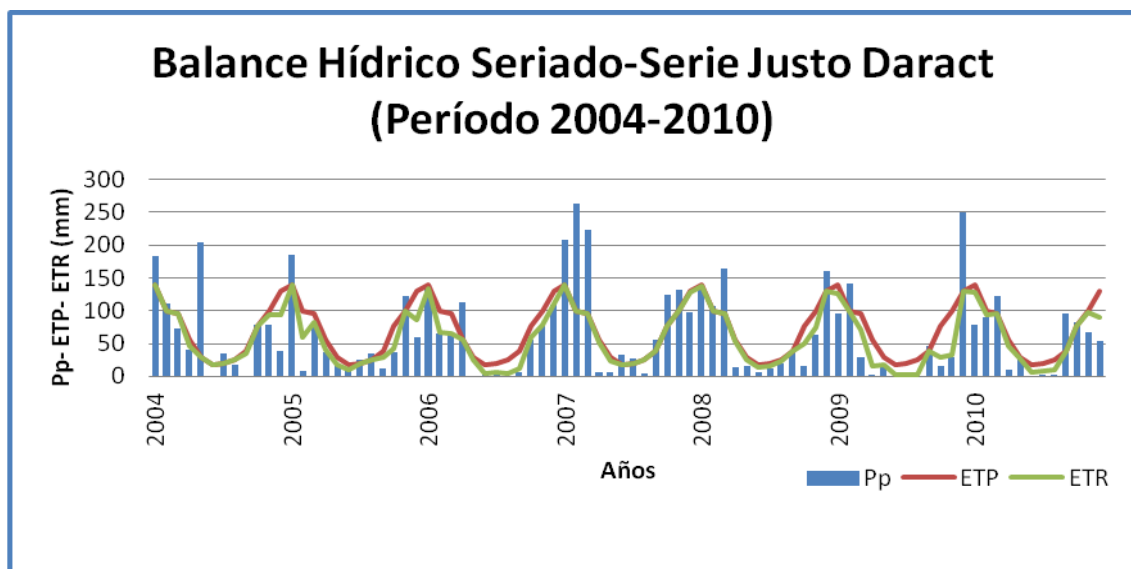
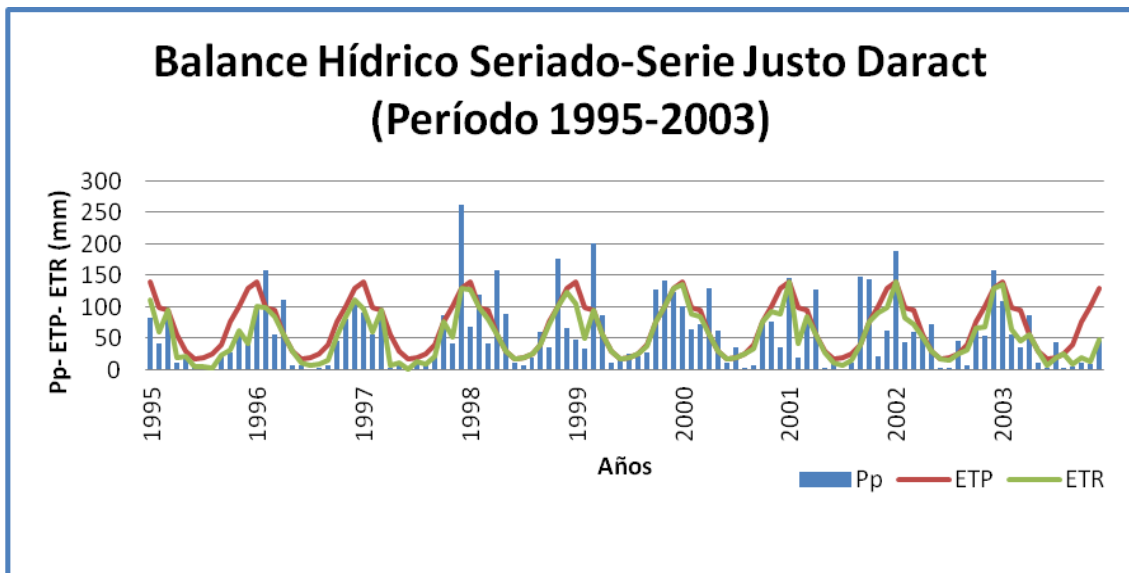
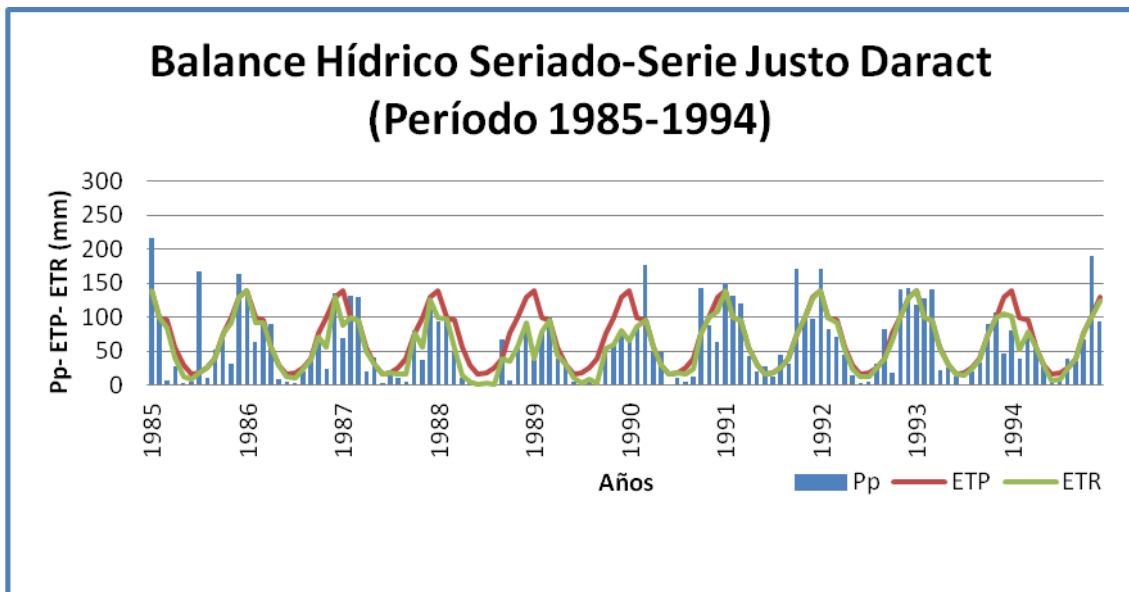


Figura 5.f. Balance Hídrico Seriado. Serie Justo Daract 1915-2010.

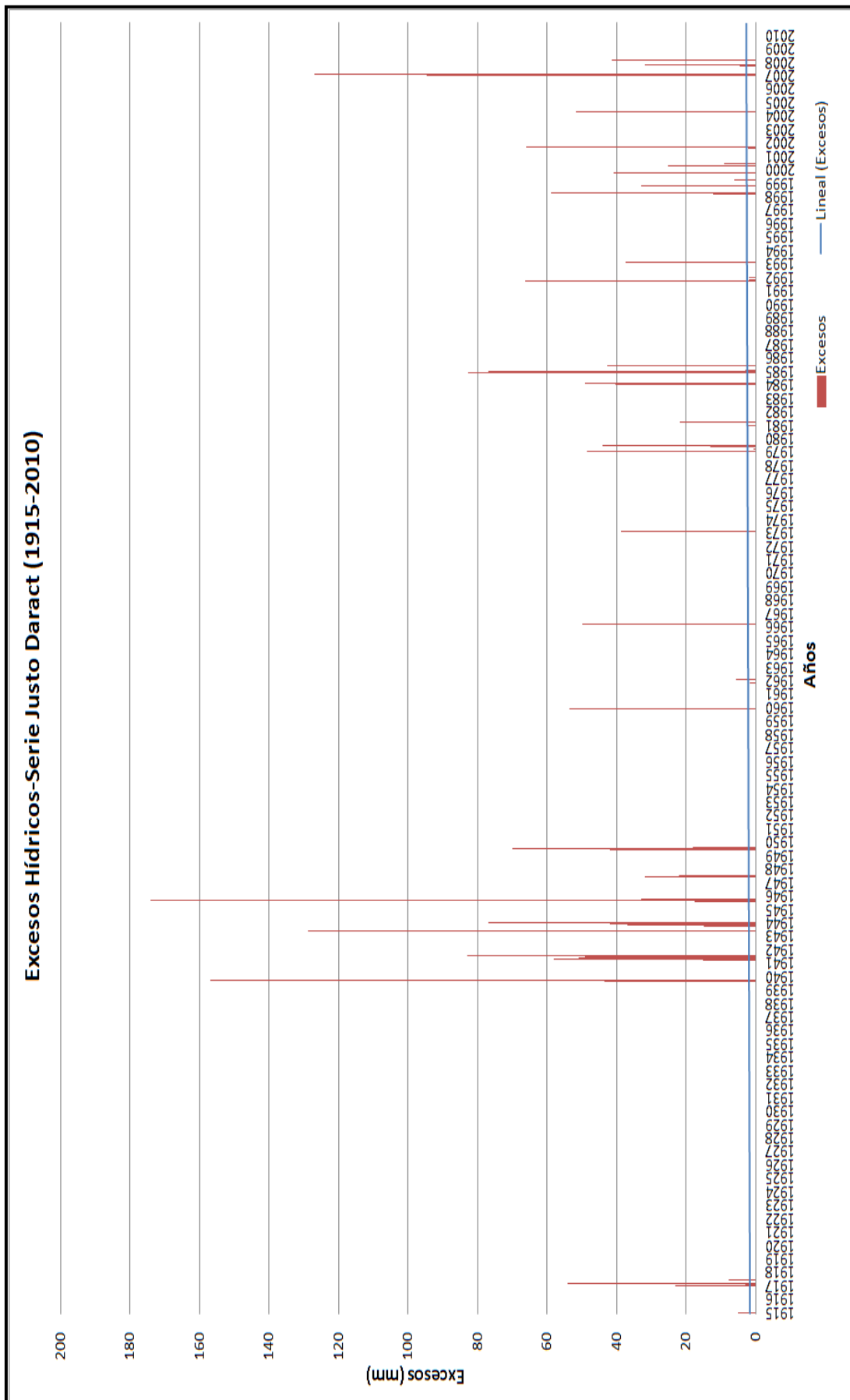


Figura 5. g. Excesos Hídricos. Serie Justo Daract (1915-2010).

Si se observan los resultados del balance hídrico seriado, obtenido por el programa Pdimes (ver Anexo 1 al final del capítulo), se puede resaltar que de todo el conjunto de años que comprende la serie Justo Daract, una gran parte (69 años) representan un déficit hídrico muy amplio, comparado con los años que presentan excesos (26 años).

En la figura anterior se puede observar que son abundantes los meses deficitarios, se destacan los períodos 1918-1938, 1950-1958 y 1967-1978 como los más sobresalientes en la serie 1915-2010. Estos períodos coinciden con los años en los cuales se produjeron los menores registros de precipitaciones.

El período comprendido por los años 1939-1949 registra los excesos más importantes de toda la serie, a pesar de que los años 1940, 1942, 1946, 1948 sean deficitarios, aportando 1200,7 mm de excesos de agua al sistema, y en donde claramente los valores de precipitaciones superan a los de ETP.

Desde 1979 al año 2010 se observa una paridad entre los años que presentan excesos y los que presentan déficit hídrico, pero es notorio el registro de excesos, debido a la tendencia al aumento de las precipitaciones hacia la actualidad. Este período representa el último ciclo húmedo descrito en la distribución anual de precipitaciones, siendo el año 2007 el que presenta los mayores excesos de toda la serie, 258 mm.

4.4 Clasificación climática

Esta clasificación se basa en el cálculo de diferentes índices, utilizando los valores de precipitaciones medias anuales, evapotranspiración potencial y real media anual, calculados anteriormente (Fig.5.e).

Precipitación= 674 mm

Índice Hídrico Anual= -1,1%

ETP=826 mm

Índice de Humedad= 0

ETR=674 mm

Índice de Aridez= 18,4%

De acuerdo a estos valores el clima se caracteriza por ser Subhúmedo seco, Mesotermal, con deficiencia moderada de agua en verano y con nulo o pequeño exceso de agua.

(Las tablas de cálculo de este capítulo se observan en el Anexo).

CAPÍTULO 5

5. HIDROGEOLOGÍA

5.1 Hidrología superficial

Si bien el agua superficial, tanto en su dinámica como en su calidad, no fue el principal objeto de estudio de este trabajo, con la intención de realizar las correspondientes vinculaciones con los restantes fenómenos hidrológicos, se tomaron datos de campo y se analizó con detalle la topografía, elaborándose así un mapa de red de drenaje de escurrimientos superficiales efímeros.

Como se observa en el mapa (Fig.5.1a), la red de drenaje del área de estudio está compuesta por un colector principal, el río Quinto de carácter permanente, y líneas de escurrimiento de carácter efímero localizadas en bajos topográficos, por los que circula agua en las tormentas. La red de escurrimientos efímeros tiene dirección general hacia el sudeste, y un aspecto dendrítico con modificaciones ocasionadas por la infraestructura ferroviaria. Sólo una pequeña parte de los escurrimientos llegan al río Quinto, escoltados por dos importantes divisorias de agua superficial que coinciden con lomas que podrían corresponder a viejos bordes fluviales. Algunas pequeñas lagunas están asociadas a cubetas de médanos.

Al SE del área de estudio, sobre el cauce del río Quinto, se encuentra finalizada una obra de infraestructura hidráulica, la presa "El Chañar", cuyo principal objetivo es la regulación de caudales de crecidas para evitar las inundaciones que periódicamente azotan las áreas productivas ubicadas aguas abajo de la misma, laminando los picos de crecida y permitiendo una evacuación controlada dentro de un rango de caudales compatibles con las condiciones actuales del uso (Fig.5.1b) (Navarro et al.,2005). Hoy en día también se analizan otros usos, como la posibilidad de trazar un acueducto desde la misma presa para abastecer de agua potable a los 35 mil habitantes del Departamento de General Roca, en el Sur cordobés, ya que carecen de agua para consumo humano. Otra idea anunciada es la construcción de una microusina con lo cual se generaría energía eléctrica para reforzar el sistema en toda la provincia (Diario Puntal, 2012).



Figura 5.1b. Presa "El Chañar"(Compuertas abiertas). A-B) Vista del área donde se forma el espejo de agua. C) Vertedero por donde escurre el agua cuando la presa está llena. D) Compuertas que regulan el caudal de agua. E) Vista hacia aguas debajo de la presa. F) Mecanismos hidráulicos para maniobrar las compuertas.

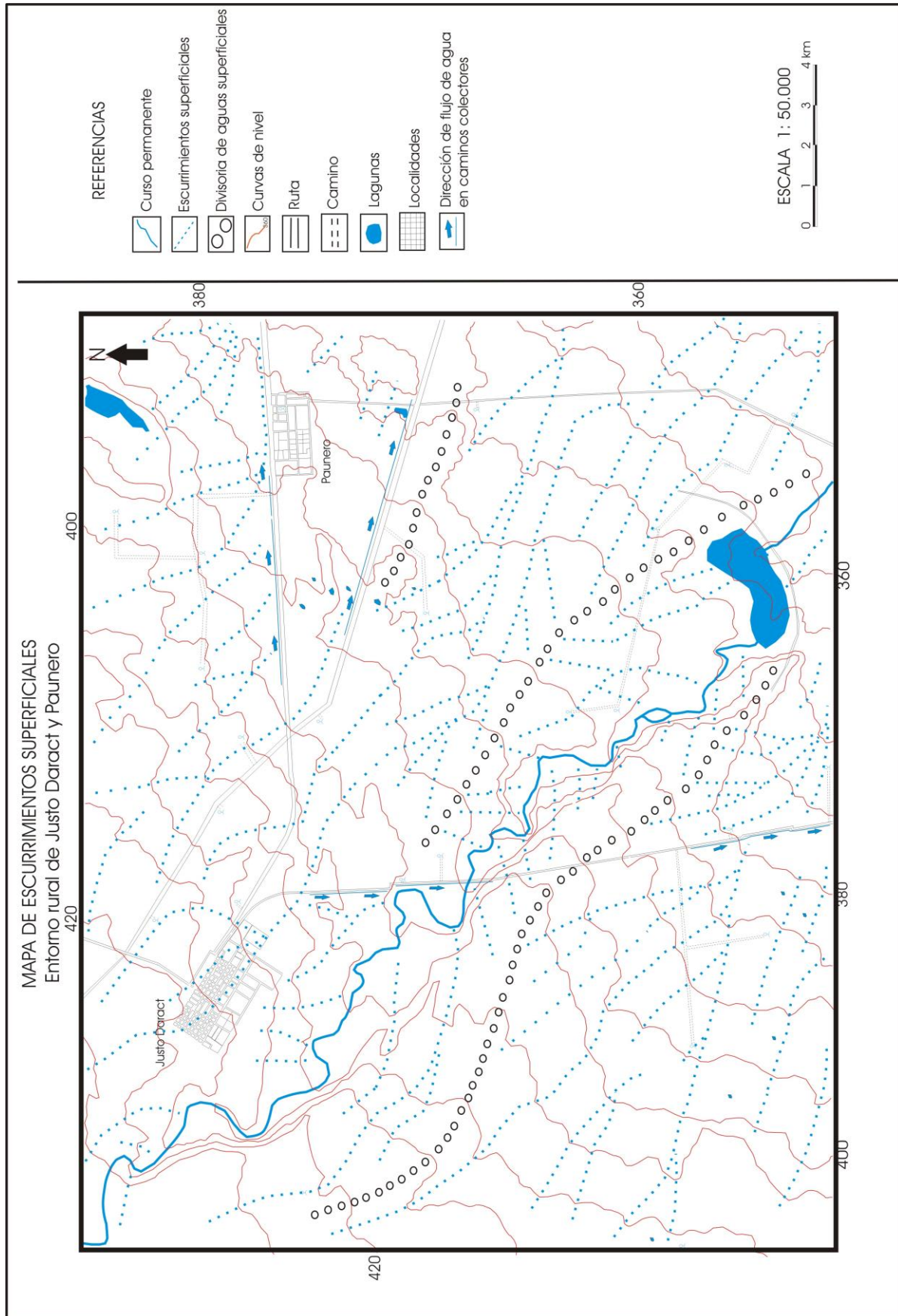


Figura 5.1a. Mapa de escurrimientos superficiales efímeros y permanentes del entorno rural de Justo Daract y Paunero.

5.2. Características Hidrolíticas

Como se indicara, el origen de los sedimentos en la zona es fundamentalmente eólico, con textura arenosa muy fina-limosa. Si bien no se consiguió abundante información de las litologías atravesadas por las perforaciones, se han informado algunos niveles de cementación carbonática (calcretos o "toscas"). Los sedimentos fluviales abundan en el ámbito de la faja fluvial actual del río Quinto, y están más subordinados en la planicie de antiguos derrames. Los ámbitos cercanos al río Quinto están constituidos por depósitos fluviales de granulometría más gruesa sólo en la provincia de San Luis, ya que en la de Córdoba, están representados por facies distales predominantemente arenosas finas y limo arcillosas. La información del subsuelo es escasa, solo se dispone de datos de una perforación (Fig. 5.2a) realizada en cercanías de la localidad de Justo Daract (Carranza, 2010), la cual alcanza una profundidad de 110 metros y se identifican potentes capas de sedimentos arenoso-limosos intercaladas con dos espesas capas de arenas y gravas (paleocauces) entre los 30-47 metros y 85-99 metros. Esta perforación se usa en la actualidad para riego.

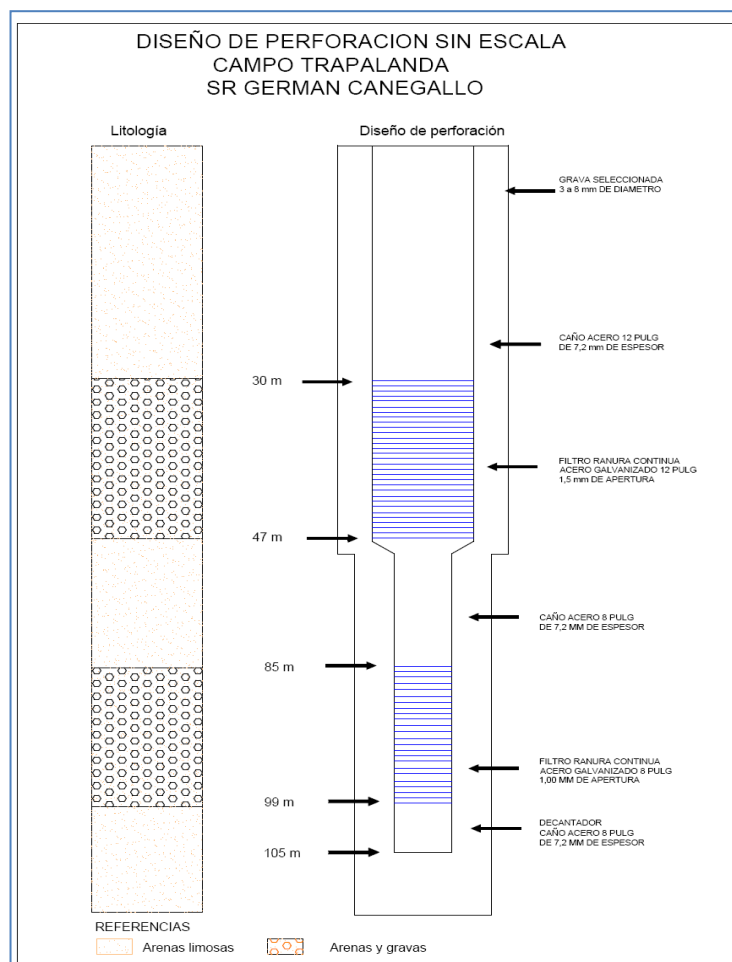


Figura 5.2a. Diseño de perforación en proximidad a la localidad de Justo Daract (Carranza, 2010).

Estos ambientes alojan un acuífero que se considera de relevancia económica social muy destacada ya que diferentes localidades y fundamentalmente las zonas rurales se abastecen de él. Cuando las perforaciones atraviesan sedimentos eólicos suelen aparecer problemas de disponibilidad de caudales adecuados para algunos emprendimientos e incluso problemas de calidad y aptitud de uso del agua. Sin embargo, cuando se alumbran las potentes capas areno-gravosas como en el ejemplo mencionado, las posibilidades de extraer importantes caudales y buena calidad de agua aumentan.

Dado que no se cuenta con ensayos de bombeo, se estima aproximadamente que hasta los 100 metros de profundidad el acuífero podría mantener su carácter libre, dado el comportamiento observado en sectores con características hidrogeológicas similares (Blarasin et al., 2005). Sin embargo, algunas capas arenosas ubicadas en la parte inferior podrían tener algún grado de confinamiento, aunque no se encontraron antecedentes que lo avalen, tampoco se detectaron perforaciones surgentes o semisurgentes.

En esta zona los antecedentes mostrados en el capítulo de geología regional indican que el basamento se encontraría a los 150 metros. Investigaciones recientes mediante sondeos eléctricos verticales (SEV) en las cuales se reconocieron altos valores de resistividad a los 113 metros aproximadamente (Fig.5.2b), en cercanías de la localidad de General Paunero, podrían estar indicando la presencia del basamento cristalino a esa profundidad (Bécher Quinodóz, 2012).

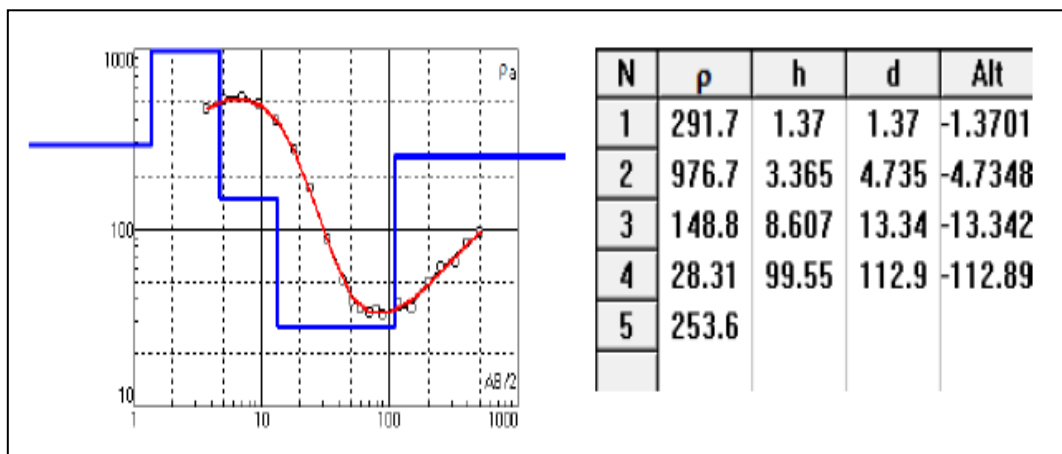


Figura.5.2b. Sondeo eléctrico vertical, cercano a General Paunero (Bécher Quinodóz, 2012).

En la figura anterior se puede observar que a partir de los 112,9 metros de profundidad la resistividad incrementa notoriamente (253,6 Ω .m) en relación al nivel localizado por encima (28,31 Ω .m), justificándose de esta manera la presencia de basamento a esa profundidad (Bécher Quinodóz, 2012).

En las tablas que siguen se muestran típicos valores de porosidad total y eficaz (Tabla 5.2c) y de Conductividad hidráulica K (Tabla 5.2d) para materiales sedimentarios.

	total	eficaz
Arcillas	40 a 60	0 a 5
Limos	35 a 50	3 a 19
Arenas finas, arenas limosas	20 a 50	10 a 28
Arena gruesa o bien clasificada	21 a 50	22 a 35
Grava	25 a 40	13 a 26
Shale intacta	1 a 10	0,5 a 5
Shale fraturada/alterada	30 a 50	
Arenisca	5 a 35	0,5 a 10
Calizas, dolomías NO carstificadas	0,1 a 25	0,1 a 5
Calizas, dolomías carstificadas	5 a 50	5 a 40
Rocas ígneas y metamórficas sin fracturar	0,01 a 1	0,0005
Rocas ígneas y metamórficas fracturadas	1 a 10	0,00005 a 0,01

Tabla 5.2c. Valores estimados de la porosidad (%), según Sanders (1998).

Material	K [cm/seg]	K [m/día]
Grava limpia	>1	>1.000
Arena gruesa limpia	1 a 0,001	1.000 a 10
Mezcla de arena	10 ⁻² a 5*10 ⁻³	10 a 5
Arena fina	5*10 ⁻³ a 10 ⁻³	5 a 1
Arena limosa	2*10 ⁻⁴ a 10 ⁻⁴	2 a 0,1
Limo	5*10 ⁻⁴ a 10 ⁻⁵	0,5 a 0,001
Arcilla	<10 ⁻⁶	<0,001

Tabla 5.2d. Valores de K según el tipo de material (Custodio y Llamas 1983).

Bécher Quinodóz (2012) obtuvo parámetros hidráulicos del acuífero libre mediante ensayos de bombeo bajo régimen de no equilibrio y a caudal constante sobre arenas finas-limosas, en la localidad de Villa Valeria (Córdoba), la cual se encuentra próxima al área de estudio y comparte las mismas características que el sector eólico de esta zona. Los siguientes son los valores obtenidos:

- Transmisividad (T) de 68 m²/día.
- Conductividad Hidráulica (K) de 4,5 m/días.
- Coeficiente de Almacenamiento (S) o porosidad efectiva del orden de 0,14.

Se toman entonces los valores de K= 4,5 m/d y S= 0,15 como equivalentes al ámbito eólico de la zona de estudio, mientras que se estima, por las granulometrías de los sedimentos fluviales aflorantes y alumbrados en la perforación de la figura 5.2a, que la K y S son mayores, adoptándose un promedio de K=10 m/d y S=0,25.

5.3. Hidrodinámica

A partir del cálculo de la cota del nivel freático mediante los datos de cota del terreno y de la profundidad del nivel freático medida en el censo de pozos (Tabla 5.3a) se elaboraron los mapas de líneas de equipotenciales hidráulicos y de isoprofundidad.

En el mapa equipotencial (Fig.5.3b) se observa que el sentido regional del flujo del agua subterránea es desde el NW hacia el SE, coincidiendo con la pendiente topográfica regional. Se identifican tres líneas divisorias subterráneas parciales, que se ubican en una franja de orientación NW-SE.

Si bien en el área de estudio la recarga ocurre por infiltración areal de agua de lluvia en toda la superficie, se asume que habrá recarga preferencial en la llanura medanosa y altos topográficos. Las zonas de descarga hacia donde convergen los filetes corresponden a lagunas permanentes, ubicadas al NE, y la presa El Chañar, que recibe aporte freático según lo indican los flujos y los rasgos hidrológicos observados a campo en diversas estaciones del año. Además, existe una relación de influencia del agua subterránea sobre todo el tramo del curso que atraviesa el área,

haciendo del río Quinto un curso permanente.

Nº Muestra	Cota topográfica (m)	Profundidad del nivel freático (m)	Cota del nivel freático (m)
B1	396	5,22	390,1
B2	394,3	5,36	388,9
B3	418,5	5,85	412,6
B4	403,2	3,8	399,4
B5	393	2,5	390,5
B6	408	6,16	401,8
B7	406,1	5,3	400,8
B8	382,9	8	374,9
B9	378	6,5	371,5
B10	381,3	4,8	376,5
B11	382	7,5	374,5
B12	395,1	5	390,1
B13	401	5,5	395,5
B14	396,1	5	391,1
B15	358	12	346
B16	369,3	11	358,3
B17	363,8	7	356,8
B18	368,6	7	361,6
B19	372	2,5	369,5
B20	385,8	2,5	383,3
B21	394	4,5	389,5
B22	411	5,5	405,5
B23	422,3	4,5	417,8
B24	409	4	405

Tabla 5.3a. Profundidad del nivel freático y cálculo de la cota del nivel freático.

Con respecto a la morfología de la superficie freática es suave a moderadamente ondulada, con algunos sectores planos. En general las líneas de equipotenciales se asemejan mucho a la topografía del terreno.

Se realizó el cálculo del gradiente hidráulico (i), sobre el mapa equipotencial, tomando los filetes de flujo más representativos de la zona de estudio, y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$\text{Filete 1: } i_1 = \frac{410 \text{ m} - 400 \text{ m}}{2571 \text{ m}} = 0,0038 = 0,38\%$$

2571 m

$$\text{Filete 2: } i_2 = \frac{390 \text{ m} - 375 \text{ m}}{4000 \text{ m}} = 0,0037 = 0,37\%$$

4000 m

$$\text{Filete 3: } i_3 = \frac{405 \text{ m} - 395 \text{ m}}{2714 \text{ m}} = 0,0036 = 0,36\%$$

2714 m

$$\text{Filete 4: } i_4 = \frac{375 \text{ m} - 365 \text{ m}}{3214 \text{ m}} = 0,0031 = 0,31\%$$

3214 m

$$\text{Filete 5: } i_5 = \frac{370 \text{ m} - 360 \text{ m}}{3357 \text{ m}} = 0,0029 = 0,29\%$$

3357 m

Debido a las condiciones que presenta el terreno, no existen grandes diferencias entre los filetes medidos en distintos sectores de la zona de estudio, siendo el valor promedio del gradiente hidráulico de 0,34%.

Sobre la base de estos gradientes y los valores de K y Pe asumidos previamente como promedios a partir de tablas (Tabla 5.2c y Tabla 5.2d) y a la ecuación de Darcy, se realizó el cálculo de la velocidad real efectiva para los siguientes filetes de flujo:

$$V_{re} = \frac{K \times i}{Pe}$$

Pe

Siendo: Vre: Velocidad real efectiva del flujo (m/día)

K: Conductividad hidráulica (m/día)

i: Gradiente hidráulico

Pe: Porosidad efectiva

$$\text{Filete 1: } V_{re_1} = \underline{4,5 \text{ m/día} \times 0,0038} = 0,114 \text{ m/día}$$

0,15

$$\text{Filete 2: } V_{re_2} = \underline{4,5 \text{ m/día} \times 0,0037} = 0,111 \text{ m/día}$$

0,15

$$\text{Filete 3: } V_{re_3} = \underline{4,5 \text{ m/día} \times 0,0036} = 0,108 \text{ m/día}$$

0,15

$$\text{Filete 4: } V_{re_4} = \underline{10 \text{ m/día} \times 0,0031} = 0,124 \text{ m/día}$$

0,25

$$\text{Filete 5: } V_{re_5} = \underline{10 \text{ m/día} \times 0,0029} = 0,116 \text{ m/día}$$

0,25

A partir de estos valores, se puede decir que la velocidad del flujo subterráneo varía entre 0,108 m/día y 0,124 m/día, siendo directamente proporcional al gradiente hidráulico determinado anteriormente.

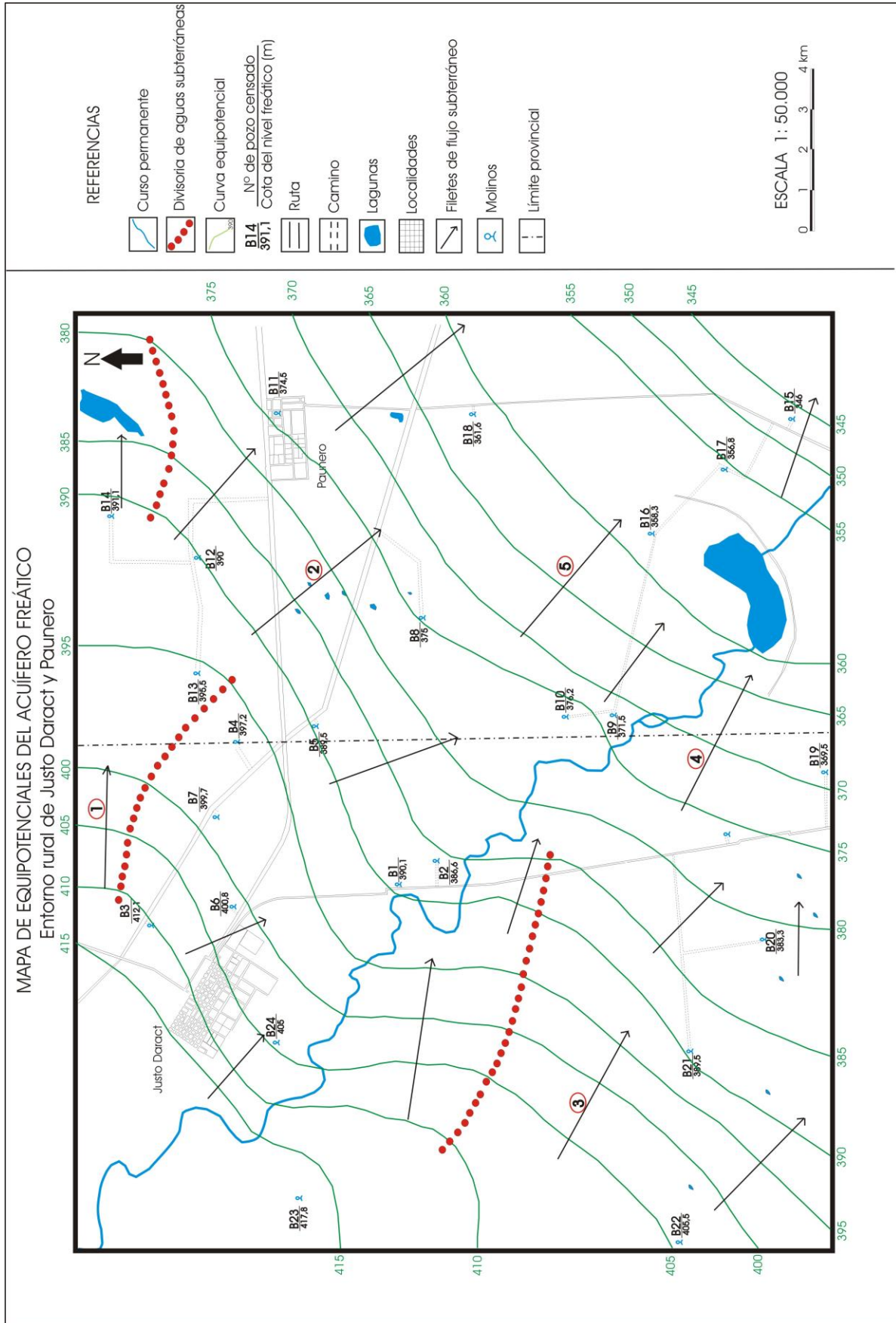


Figura 5.3b. Mapa equipotencial del acuífero freático del entorno rural de Justo Daract y Paunero.

En cuanto al mapa de isoprofundidad (Fig. 5.3c) del nivel freático del entorno rural de Justo Daract y Paunero, se puede decir que el espesor de la zona no saturada se encuentra entre los 2 metros y 10 metros de profundidad, observándose que los valores más someros del nivel freático se corresponden con el entorno de los cuerpos lagunares al NE y SW del área de estudio de esta tesis. En el sector donde se localiza la ciudad de Justo Daract la profundidad del nivel freático se encuentra a los 4 metros y 6 metros, y los mayores valores de profundidad se observan al SE de la zona de estudio, entre 10-12 metros.

Respecto a las fluctuaciones del nivel freático no se puede realizar un análisis directo ya que en la zona de estudio no se dispuso de tal información. Teniendo en cuenta lo expresado en el capítulo 4, que indica una leve tendencia creciente de los excesos hídricos, podría asumirse un aumento de los mismos, aunque los dos últimos años fueron más secos y esto podría haber bajado parcialmente el nivel. No se observó acumulación de agua en la base de ningún antepozo de los molinos censados que indiquen importantes ascensos.

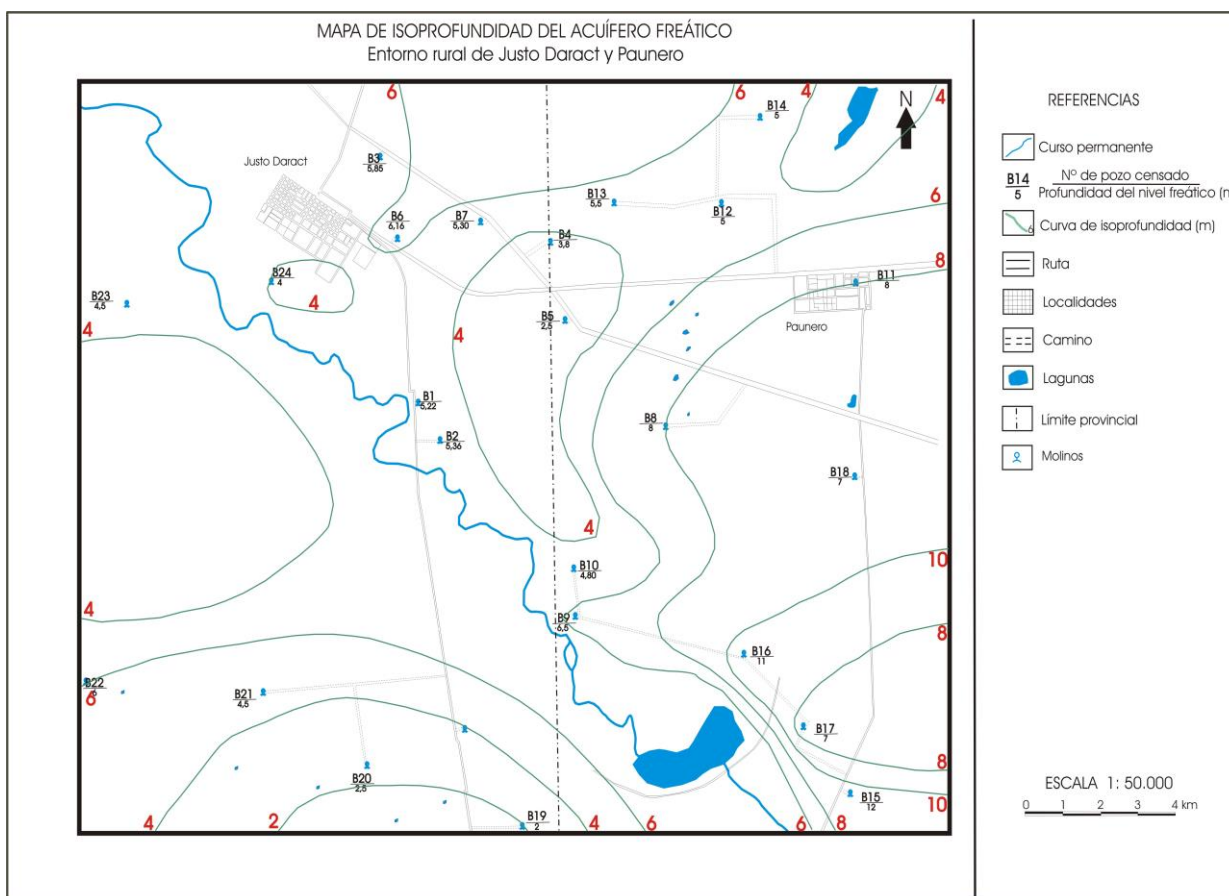


Figura 5.3b. Mapa de isoprofundidad del entorno rural de Justo Daract y Paunero.

CAPÍTULO 6

6. HIDROGEOQUÍMICA

6.1 Calidad del agua subterránea

La geoquímica del agua subterránea es una componente necesaria en la evaluación de los sistemas acuíferos, ya que considera la interacción que ocurre entre el agua, los minerales y los gases del subsuelo, permitiendo comprender de mejor manera no sólo los aspectos hidrodinámicos, sino aquellos vinculados a las propias reacciones químicas y los cambios que éstas producen en los compuestos naturales y antropogénicos.

La calidad del agua queda definida por sus características químicas, físicas y biológicas. En ausencia del hombre, la calidad natural del agua es el resultado de procesos climáticos, geológicos, biológicos e hidrológicos, siendo las principales fuentes de las sales disueltas la alteración de rocas y sedimentos, el lavado de suelos, las aportaciones atmosféricas (terrestres y oceánicas) y los organismos vivos. Las sales disueltas resultan de los procesos de ataque químico a los minerales (disolución, hidrólisis, óxido-reducción, etc).

La calidad química del agua se define por la presencia de iones mayoritarios o fundamentales (cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos, Sodio, Calcio y Magnesio) que componen prácticamente el 99% de la composición total, y de iones minoritarios (nitrito, nítrito, Hierro, Flúor, entre otros) y trazas (Plomo, Cromo, Arsénico, etc.) que conforman el 1% restante. *La calidad física* del agua está referida a propiedades tales como su temperatura, conductividad, densidad, viscosidad, turbiedad y color. *La calidad microbiológica* está vinculada al contenido de microorganismos, como por ejemplo bacterias y virus.

Para la zona de estudio se cuenta con un total de 22 muestras, las cuales corresponden a muestras extraídas de las captaciones censadas, y a las que se les realizó el análisis geoquímico correspondiente (Tabla 6.1).

Nº Muestra	pH	Cond. [uS/cm]	S.D.T. [mg/l]	CO ₃ ²⁻ [mg/l]	CO ₃ H ⁻ [mg/l]	SO ₄ ²⁻ [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	Na ⁺ [mg/l]	K ⁺ [mg/l]	Ca ⁺ [mg/l]	Mg ⁺ [mg/l]	As [mg/l]	F [mg/l]	NO ₃ ⁻ [mg/l]
B1	7,8	2280	1596	0,0	307,5	650,2	228,6	444,9	14,5	68,8	33,7	0,090	2,8	5,0
B2	7,2	3230	2261	0,0	425,0	1018,4	357,1	667,3	19,0	107,2	53,7	0,025	2,2	3,0
B4	7,7	4700	3290	0,0	490,0	758,8	1151,4	1021,2	21,4	117,6	79,5	0,065	3,8	31,0
B5	7,3	4590	3213	0,0	590,0	607,1	1128,6	889,8	81,5	140,0	100,0	0,007	1,6	21,0
B6	7,3	7940	5558	0,0	435,0	1960,4	1500,0	1921,1	49,2	233,6	182,0	0,100	3,8	162,0
B7	8,5	990	693	7,3	542,5	33,0	14,3	238,6	5,0	3,2	3,4	1,200	19,6	10,0
B8	7,2	10300	7210	0,0	337,5	1551,4	3114,3	2623,9	36,9	140,0	145,9	0,025	1,0	113,0
B10	7,0	9750	6825	0,0	487,5	2623,9	2000,0	2563,2	46,6	368,0	190,2	0,040	2,0	38,0
B11	7,6	1539	1077	0,0	602,5	329,8	137,1	328,6	7,5	25,6	33,2	0,006	1,4	10,0
B12	7,6	2780	1946	0,0	357,5	583,4	554,3	505,6	19,0	64,0	88,8	0,015	1,3	33,0
B13	7,8	1080	756	0,0	387,5	32,3	120,0	163,8	16,1	36,0	43,9	0,018	2,6	44,0
B14	7,6	487	341	0,0	295,0	31,9	5,7	39,4	5,4	23,2	31,7	0,004	1,4	18,0
B15	8,2	6300	4410	0,0	440,0	1698,0	1057,1	1607,7	27,8	104,0	82,9	0,005	0,7	100,0
B16	7,4	12400	8680	0,0	302,5	2383,9	3074,3	3018,2	51,9	376,0	239,0	0,007	0,4	70,0
B17	7,9	5190	3633	0,0	537,5	1398,4	862,9	1233,6	22,4	65,6	54,6	0,072	3,3	32,0
B18	8,0	2170	1519	0,0	370,0	148,4	342,9	374,1	17,3	63,2	34,1	0,020	1,6	60,0
B19	7,3	4380,0	3066,0	0,0	825,0	1367,8	468,6	960,6	26,7	45,6	55,1	0,240	3,4	10,0
B20	7,5	3360,0	2352,0	0,0	712,5	1000,7	325,7	808,9	22,3	22,4	18,5	0,600	11,0	30,0
B21	7,4	2750,0	1925,0	0,0	775,0	701,8	240,0	707,8	40,9	21,6	23,4	0,540	8,0	48,0
B22	7,5	2050,0	1435,0	0,0	717,5	509,6	128,6	515,7	16,3	16,8	25,9	0,240	4,2	55,0
B23	7,7	5720,0	4004,0	0,0	750,0	1987,8	628,6	1567,2	34,6	148,0	62,9	0,210	2,7	16,0
B24	7,6	7430,0	5201,0	0,0	565,0	1989,4	931,4	1820,0	68,6	148,8	145,4	0,060	2,0	55,0

Tabla 6.1. Análisis físico-químico de iones. Concentraciones en mg/l.

6.2 Salinidad del agua subterránea

El área de estudio presenta valores de conductividad eléctrica (CE) comprendidos entre 487 y 12.400 uS/cm, es decir que teniendo en cuenta la relación CE-SDT (sales disueltas totales), el contenido salino varía entre 341 y 8.680 mg/l.

Las muestras analizadas se clasifican, según Custodio y Llamas (1983), en:

- Aguas dulces (0-2.000 mg/l): Muestras B1, B7, B11, B12, B13, B14, B18, B21, B22 (40,90 %).
- Aguas salobres (2.000-5.000 mg/l): Muestras B2, B4, B5, B15, B17, B19, B20, B23 (36,36 %).
- Aguas saladas (5.000-40.000 mg/l): Muestras B6, B8, B10, B16, B24 (22,73 %).

En el mapa de CE (Fig.6.2) se observa que los valores más bajos se encuentran al Norte y suroeste del mapa, es decir en la unidad geomorfológica definida como *Llanura Medanosa con Dunas Reactivadas*, por lo que se interpreta que la misma constituye áreas de recarga local de aguas dulces por agua de lluvias. También se registra un valor bajo de CE en el centro del mapa, que corresponde a la muestra B1, que podría deberse a que la perforación atraviesa un paleocanal o también por captación de agua del río, debido a su proximidad.

Los mayores valores de SDT se expresan en una franja que atraviesa el área de estudio en dirección NW-SE, siguiendo la dirección del curso y el flujo regional del agua subterránea, y coincidiendo con la unidad *Faja de Antiguos Derrames*. Estos valores se observan de manera generalizada sobre esta faja, y no de forma puntual como para asociarla a contaminación, y es por esto que el aumento en SDT puede deberse principalmente al mayor tiempo de contacto del agua subterránea con los sedimentos finos que son predominantes en el área, en los que las velocidades efectivas calculadas (capítulo 5) son muy bajas. En el sur del área de estudio, el aumento de SDT puede estar vinculado a que son zonas de descarga y a que la proximidad del nivel freático a la superficie del terreno permite que el agua ascienda por capilaridad, ocurriendo de esta manera los fenómenos de evaporación y precipitación que dan lugar a la concentración progresiva de sales disueltas.

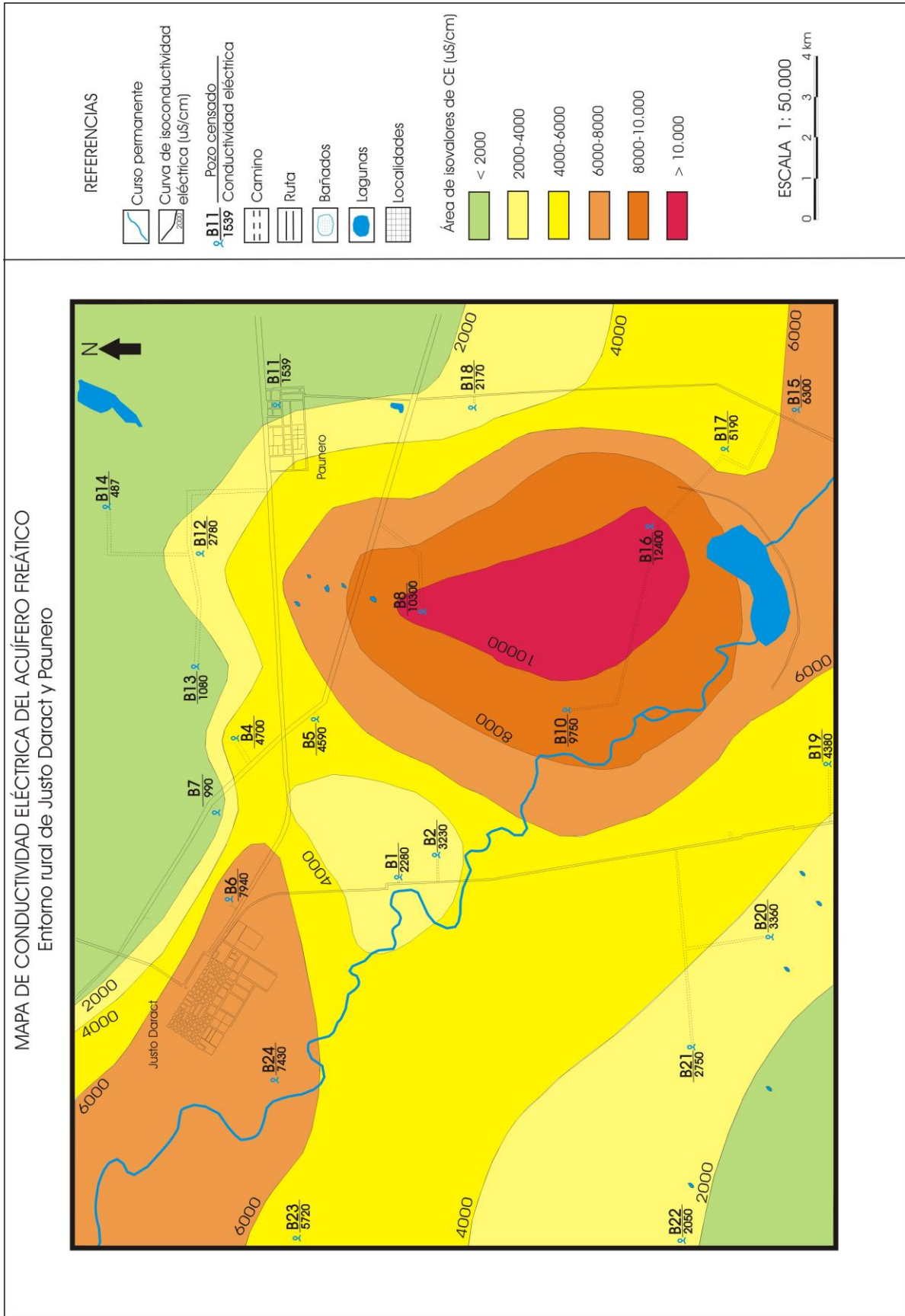


Figura 6.2. Mapa de conductividad eléctrica, del entorno rural de Justo Daract y Paunero.

6.3 Clasificación geoquímica

Desde el punto de vista de la clasificación geoquímica, se ha ubicado en el diagrama de Piper Hill (Fig.6.3a) cada muestra de agua, en función de los meq/l de cada ión mayoritario, expresados porcentualmente, observándose que la mayoría se ubican en el campo de las aguas sulfatadas y/o cloruradas sódicas, y sólo tres de ellas se ubican en el campo de las bicarbonatadas (B7 y B13 son bicarbonatadas sódicas, mientras que B14 es bicarbonatada magnésica).

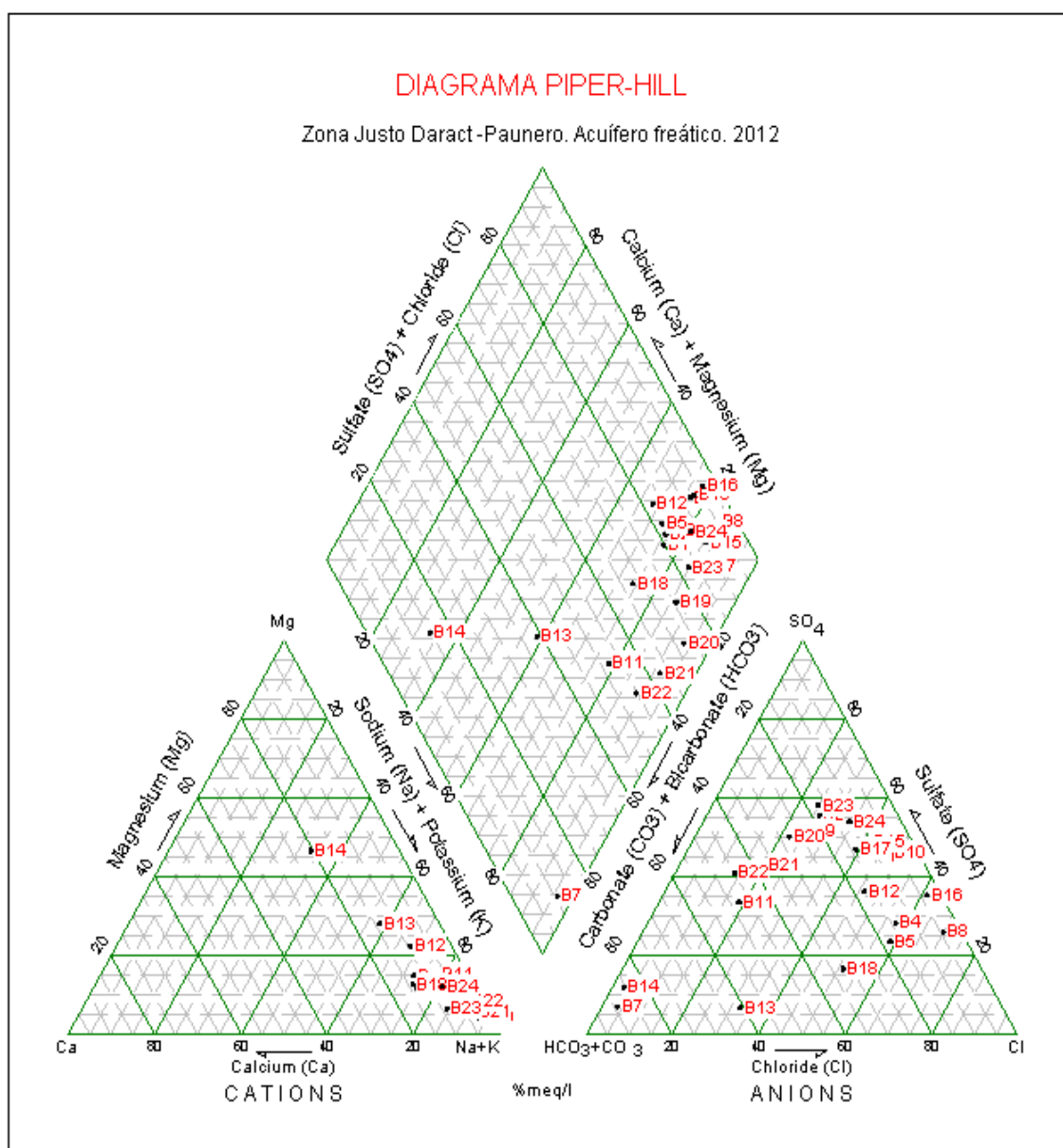


Figura 6.3a. Diagrama de Piper Hill correspondiente a muestras del acuífero libre del entorno rural de Justo Daract y Paunero.

Se utilizó además la clasificación propuesta por Custodio (1994), para obtener una clasificación geoquímica más precisa, calculando el porcentaje de cada anión y catión en el total de la muestra, y luego calculando los iones dominantes. Para realizar esto se trabajó en meq/l y se nominó al agua por el anión y catión que sobrepasa el 50%, y cuando no supera este porcentaje se las clasificó nombrando los dos más abundantes, considerándose aguas de tipo mixto o de transición (Tabla 6.3).

Nº MUESTRA	ANIONES			CATIONES			CLASIFICACIÓN GEOQUÍMICA
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	Na ⁺ + K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	
B1	19,7	54,66	25,63	75,86	13,39	10,74	Sulfatada sódica
B2	17,8	56	26,18	74,93	13,76	11,29	Sulfatada sódica
B4	13,99	28,45	57,55	78,18	10,34	11,47	Clorurada sódica
B5	17,54	23,7	58,74	72,6	12,61	14,77	Clorurada sódica
B6	7,72	45,67	45,59	75,91	10,57	13,5	Sulfatada clorurada sódica
B7	88,84	7,06	4,09	95,92	1,47	2,58	Bicarbonatada sódica
B8	4,31	26,02	69,65	85,7	5,27	9,01	Clorurada sódica
B10	6,56	46,34	47,09	76,6	12,65	10,73	Clorurada sulfatada sódica
B11	47,23	33,95	18,81	78,15	6,98	14,84	Bicarbonatada sulfatada sódica
B12	17,07	36,57	46,34	67,94	9,78	22,26	Clorurada sulfatada sódica
B13	60,54	6,64	32,81	57,93	14,01	28,03	Bicarbonatada sódica
B14	85,04	12,07	2,88	32,85	20,71	46,42	Bicarbonatada magnésica
B15	9,73	49,32	40,94	85,33	6,35	8,3	Sulfatada clorurada sódica
B16	3,43	35,5	61,04	77,33	11,09	11,56	Clorurada sódica
B17	13,84	47,27	38,88	87,35	5,34	7,3	Sulfatada clorurada sódica
B18	31,75	16,73	51,5	73,48	14,05	12,45	Clorurada sódica
B19	23,98	52,18	23,83	86,05	4,67	9,26	Sulfatada sódica
B20	27,45	50,58	21,96	93,04	2,94	4,01	Sulfatada sódica
B21	36,62	43,53	19,84	91,29	3,13	5,57	Sulfatada bicarbonatada sódica
B22	44,53	41,5	13,96	88,4	3,28	8,3	Bicarbonatada sulfatada sódica
B23	16,82	58,5	24,67	84,45	9,15	6,38	Sulfatada sódica
B24	11,75	54,33	33,91	80,47	7,48	11,99	Sulfatada sódica

Tabla 6.3. Clasificación Geoquímica según Custodio (1994).

En la tabla anterior se puede ver que existe casi una paridad entre las aguas sulfatadas (27,27%) y las cloruradas (22,72%) y esto puede deberse a que en un contexto regional estas aguas se encuentran en una transición de una zona de conducción hidrológica a una zona de descarga, es por ello que también predominan aguas de tipo mixto (36,36%), estas aguas pueden considerarse de maduras a seniles. Por su parte, como se indicara existen fenómenos de recarga local sobre áreas medanosas en las cuales las aguas poseen bajos contenidos de sales y son bicarbonatadas (13,63%).

La presencia de Na^+ como catión dominante en toda la zona se relaciona a los materiales que conforman el acuífero, ya que cuando las aguas de recarga, en las que en general domina el Ca^{++} , se ponen en contacto con materiales que presentan una importante capacidad de intercambio catiónico, como las arcillas, se produce rápidamente el remplazo de los iones Na^+ de la estructura mineral por los iones Ca^{++} presentes en el agua y la solución se vuelve rápidamente rica en Na^+ . Otro proceso a considerar es la hidrólisis de diferentes minerales silicatados, como por ejemplo las plagioclasas que liberan abundante Na^+ al agua.

En la figura 6.3b se puede observar, a través de los diagramas de Stiff, una distribución espacial de la composición geoquímica con un patrón que no sigue una evolución clásica regional de aguas bicarbonatadas a cloruradas en el sentido del flujo. Debe considerarse que el área de estudio es pequeña, en términos de longitudes recorridas por el agua subterránea en la cuenca, abarcando sólo un tramo de la zona de conducción del acuífero, por lo que la evolución geoquímica se ve limitada. El patrón geoquímico está más vinculado al control geomorfológico-litológico, si se tienen en cuenta las unidades geomorfológicas definidas.

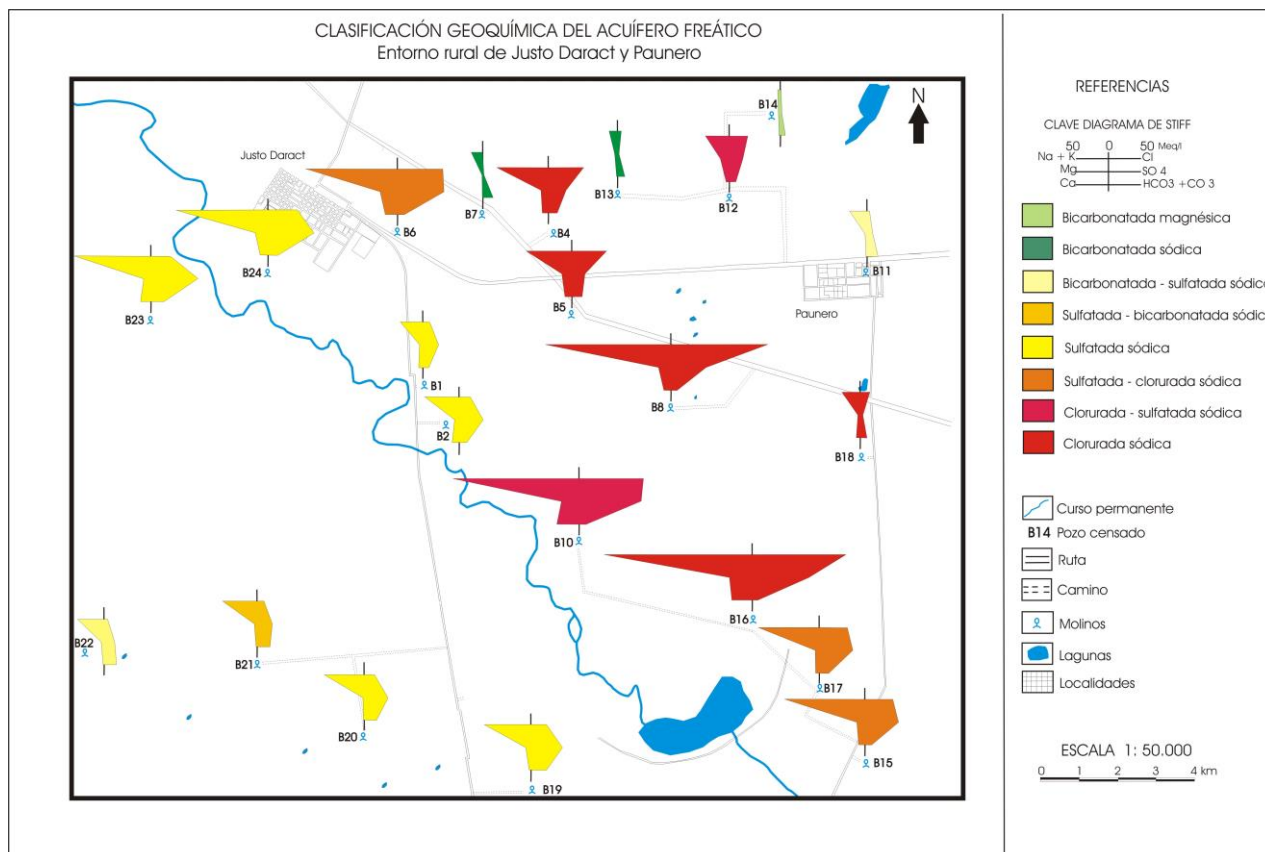


Figura 6.3b. Clasificación geoquímica utilizando diagramas de Stiff.

6.4 Iones minoritarios y trazas

El estudio geoquímico realizado permitió además detectar la presencia de elementos minoritarios y trazas como fluoruros (F^-), arsénico (As), los cuales se caracterizan por ser típicos en la composición natural del agua de la región, y nitratos (NO_3^-) que se diferencia de los anteriores por tener un origen fundamentalmente antrópico (Tabla 6.1).

6.4.1 Flúor y Arsénico

El flúor puede catalogarse como un elemento esencial, desde el punto de vista de la nutrición humana, ya que es un oligoelemento imprescindible para la formación de huesos y dientes. A pesar de lo expresado el flúor sigue siendo un elemento claramente tóxico en el que sólo la cantidad de las dosis consumidas diferencia los efectos beneficiosos de los perniciosos.

El fluoruro está normalmente presente en las aguas naturales subterráneas y generalmente las concentraciones más altas se asocian a estas fuentes. La mayoría de las aguas contienen 1 mg/l, con concentraciones mayores a 1,5 mg/l se han observado manchas en los dientes, con niveles entre 3,0 a 6,0 mg/l puede producirse fluorosis ósea y cuando supera los 10 mg/l puede producirse fluorosis invalidante (OPS, 1985).

El exceso de arsénico en aguas de consumo puede producir la enfermedad del HACRE (Hidroarsenicismo Crónico Regional Endémico), caracterizada por manifestaciones cutáneas (pigmentación en la piel, queratosis y cáncer de piel), disturbios gastrointestinales, entre otros.

Los elevados contenidos de estos elementos en las aguas subterráneas se presentan en una amplia zona en el territorio argentino, pero la zona más afectada es la Llanura Chaco-pampeana que ocupa el centro y norte del país, adjudicándose su origen a la presencia de ceniza y vidrio volcánico en los sedimentos loésicos de la región, que son portadores de los elementos trazas (Nicolli et al., 1997). Según Smedley et al., (2002) los iones As pueden también sufrir procesos de desorción desde las superficies de los óxidos de Fe presentes en estos acuíferos sedimentarios.

Ambos compuestos presentan normalmente una alta afinidad geoquímica y los elevados tenores de ambos se vinculan a condiciones geoquímicas que favorecen su movilización, como acuíferos desarrollados en sedimentos muy finos (loésicos), bajas velocidades de circulación, pH altos, ambiente oxidante y aguas bicarbonatadas sódicas (Blarasin, 2003).

6.4.1a. Distribución de Arsénico

Se puede observar en la figura 6.4.1a.1 que el 50 % de las muestras supera el límite admitido para consumo humano de 50 ug/l aceptable para algunas provincias, siendo las muestras B7, B19, B20, B21, B22, B23 las que presentan los mayores tenores.

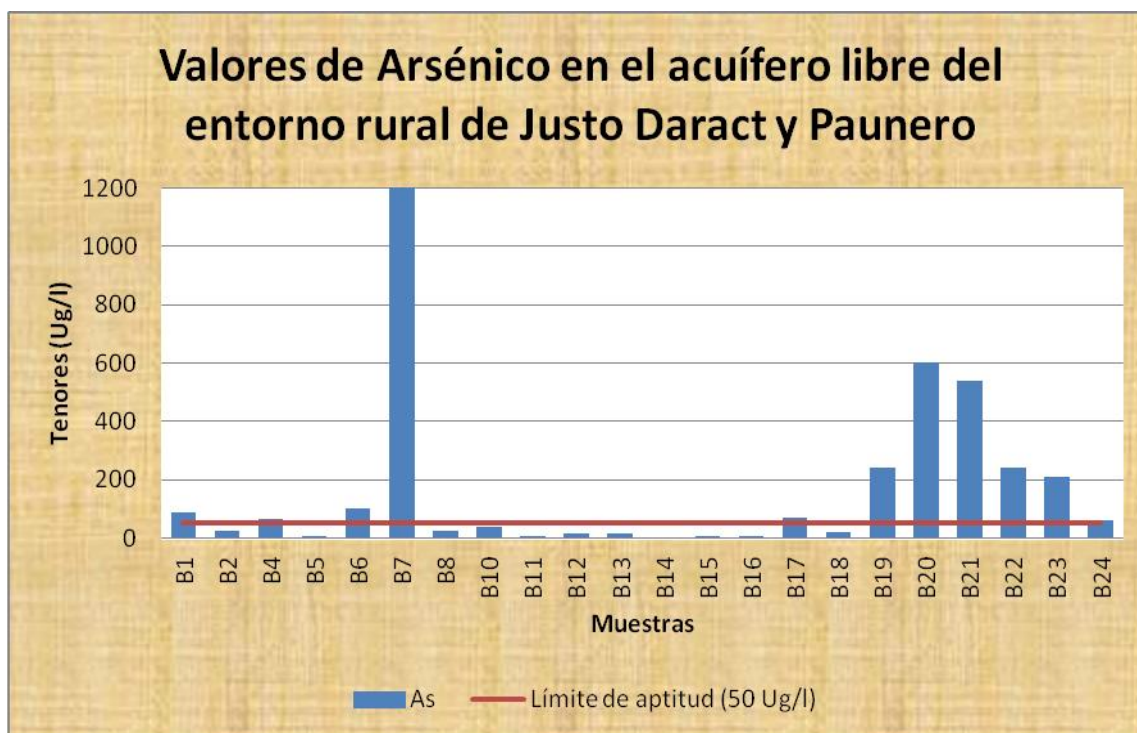


Figura 6.4.1a.1. Tenores de Arsénico en el acuífero libre (2012).

En la figura 6.4.1a.2 se observa la distribución espacial en los contenidos de este elemento sobre la zona de estudio y que los valores de As, presentes en todas las muestras extraídas, varían entre 4 y 1.200 ug/l, siendo este último valor el más sobresaliente del total muestreado. Los valores más altos se encontraron en la llanura eólica medanosa, mientras que los valores más bajos se presentan distribuidos

principalmente sobre la *Faja de antiguos derrames* y en algunos sectores de la unidad definida como *Llanura con Dunas Longitudinales y Parabólicas*.

Como se indicara las condiciones geoquímicas que favorecen la existencia de este elemento en el agua están dadas por la presencia de sedimentos muy finos, de tipo loésicos (vidrio, minerales y fragmentos líticos volcánicos, y presencia de óxidos), las bajas velocidades de circulación del agua subterránea, la sensibilidad de movilizarse a pH preferiblemente altos (7,8 - 8,5) y preferentemente en aguas de tipo bicarbonatadas o con altos contenidos en bicarbonatos aunque su tipo geoquímico sea sulfatado. En la zona de estudio efectivamente los pH son altos y los valores bajos de As se dan en zonas de aguas muy dulces de recarga reciente o bien en aguas saladas con muchos sulfato o cloruro, pero con valores absolutos altos de bicarbonatos, lo que se condice con un control geomorfológico- litológico-hidrológico sobre la presencia en solución de este elemento. Las aguas sulfatadas del sudeste son las que más HCO_3^- poseen en valores absolutos y también las que más As contienen.

6.4.1b. Distribución de Flúor

Los valores de flúor para las muestras analizadas varían entre 1 y 19,6 mg/l, y se puede observar en la figura 6.4.1b.1 que el 81,8 % de las muestras sobrepasa el límite de aptitud para consumo humano, que es de 1,3 mg/l. Las muestras B21, B22, B7 son las que presentan los valores más altos, siendo ésta última la más sobresaliente de todas, como ocurriera también con el análisis de As.

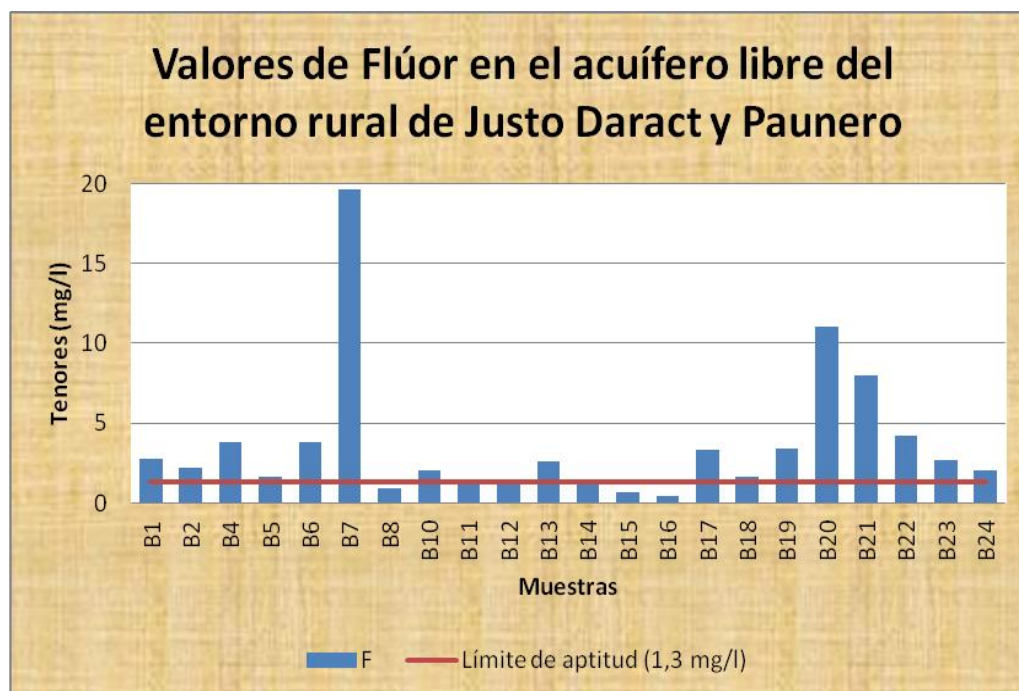


Figura 6.4.1b.1 Tenores de Flúor en el acuífero libre (2012).

En el mapa de concentración de Flúor del acuífero libre (Fig.6.4.1b.2) se observa que los valores más altos están en general en el ángulo sudeste como se indicara para As. Solo cuatro muestras no superan el valor de 1,3 mg/l, mientras las que poseen los mayores valores, al igual que lo que ocurriera con As, son las muestras B7, B20, B21, B22, entre otras.

6.4.1c. Correlación Arsénico y Flúor

Para comparar los valores de As y F^- obtenidos en el área de estudio y evaluar su posible correlación se realizó el gráfico de la figura 6.4.1c, en donde se observa que existe una correlación positiva muy alta, ya que se obtuvo un valor de $R=0,97$, y que además es estadísticamente significativa (tabla 6.4.1d). Este valor permite pensar que la afinidad del As y el F^- se vinculan a una similar fuente de aporte y a su entrada a la solución bajo condiciones geoquímicas similares, aspecto que ya han indicado otros autores para ambientes similares (Blarasin, 2003, Cabrera, 2009, entre otros).

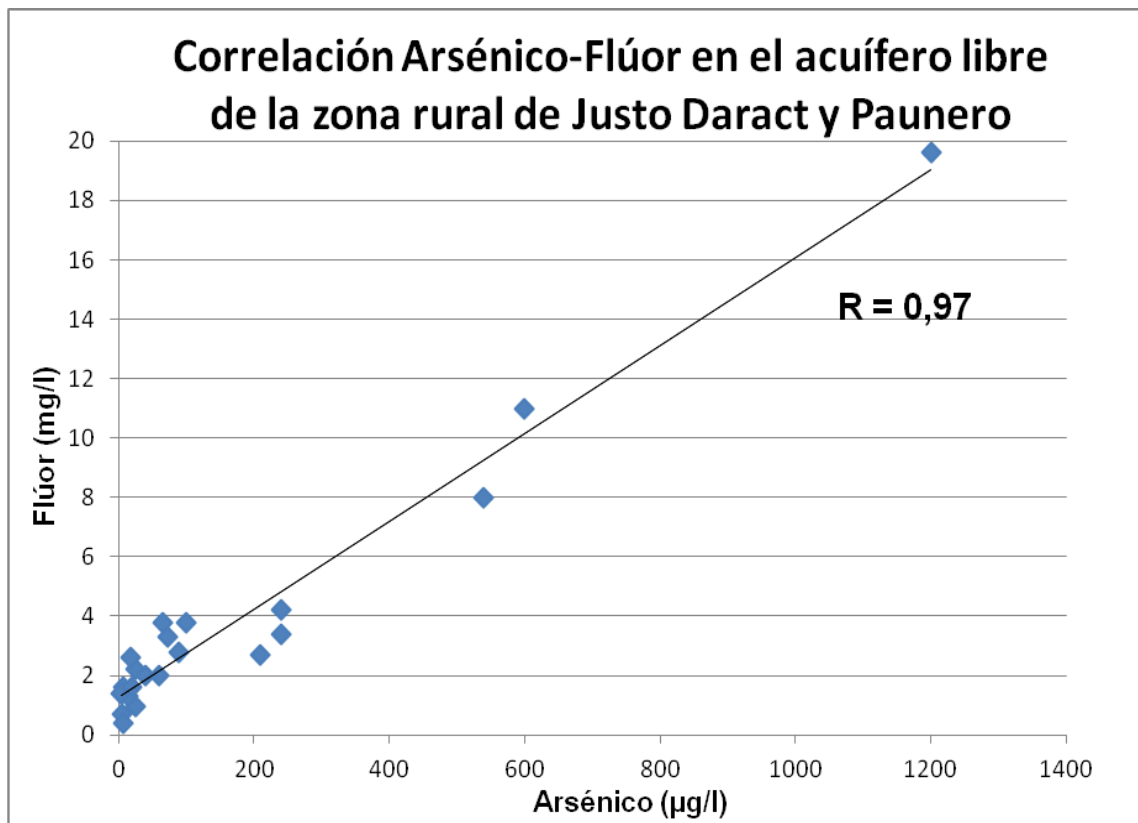


Figura 6.4.1c. Correlación Arsénico – Flúor (2012).

Correlaciones

		As	F
As	Correlación de Pearson	1	,980**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	22	22
F	Correlación de Pearson	,980**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	22	22

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral)

Tabla 6.4.1d. Cálculo de correlación entre As y F.

Según Mayorga et al., (2013), los iones bicarbonatos del agua pueden desplazar los iones AsO_4^{-2} adsorbidos sobre las superficies de los oxihidroxido de Fe del acuífero y de esta manera pasarlos a la solución. Para la zona de estudio se observa que la correlación As- HCO_3 , si bien moderada baja, es significativa estadísticamente (tabla 6.4.1e).

Correlaciones

		HCO3	AS
HCO3	Correlación de Pearson	1	.444(*)
	Sig. (bilateral)	.	.038
	N	22	22
AS	Correlación de Pearson	.444(*)	1
	Sig. (bilateral)	.038	.
	N	22	22

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 6.4.1e. Cálculo de correlación entre As y HCO_3 .

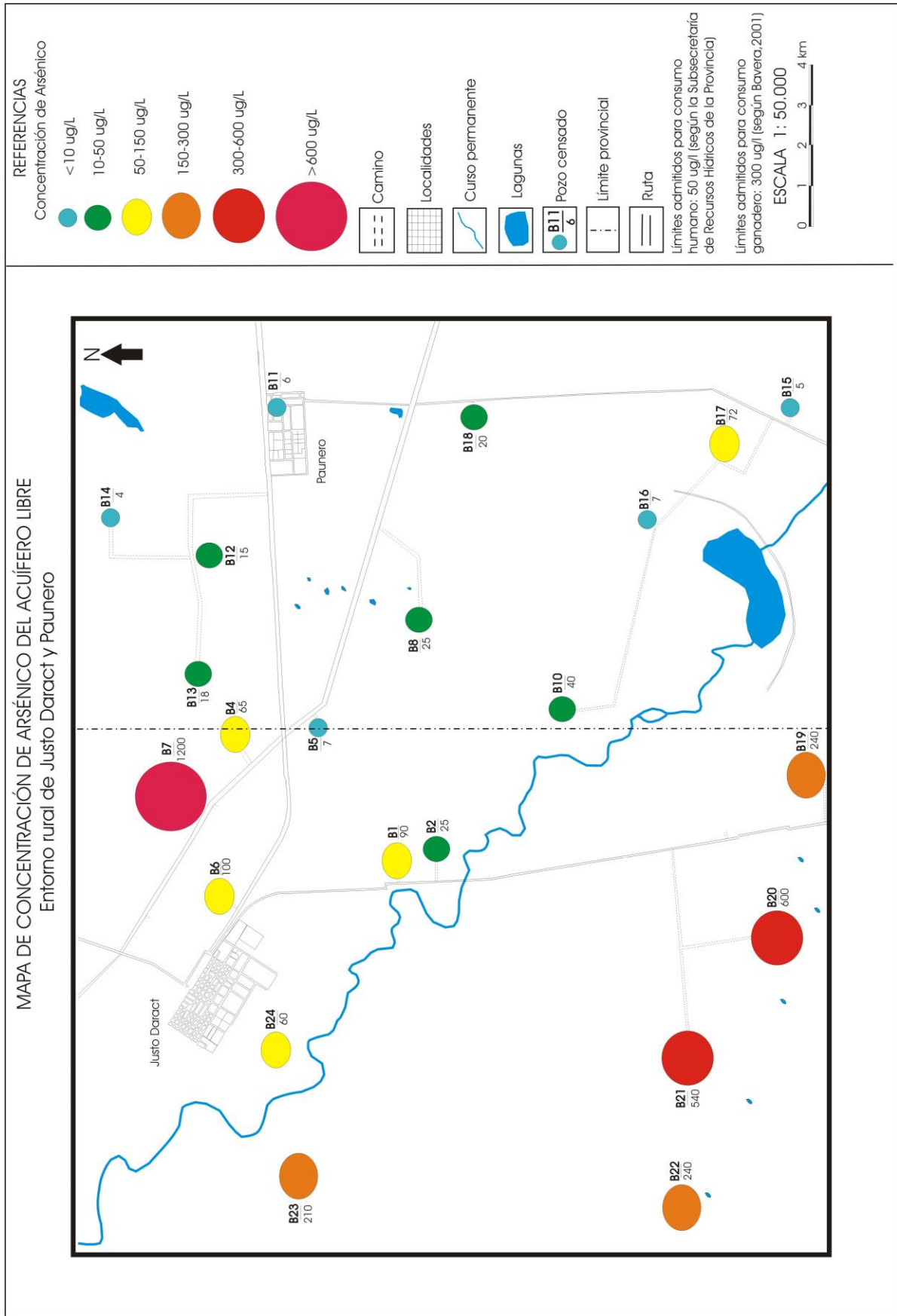


Figura 6.4.1a.2. Distribución espacial de As en el entorno rural de Justo Daract y Paunero.

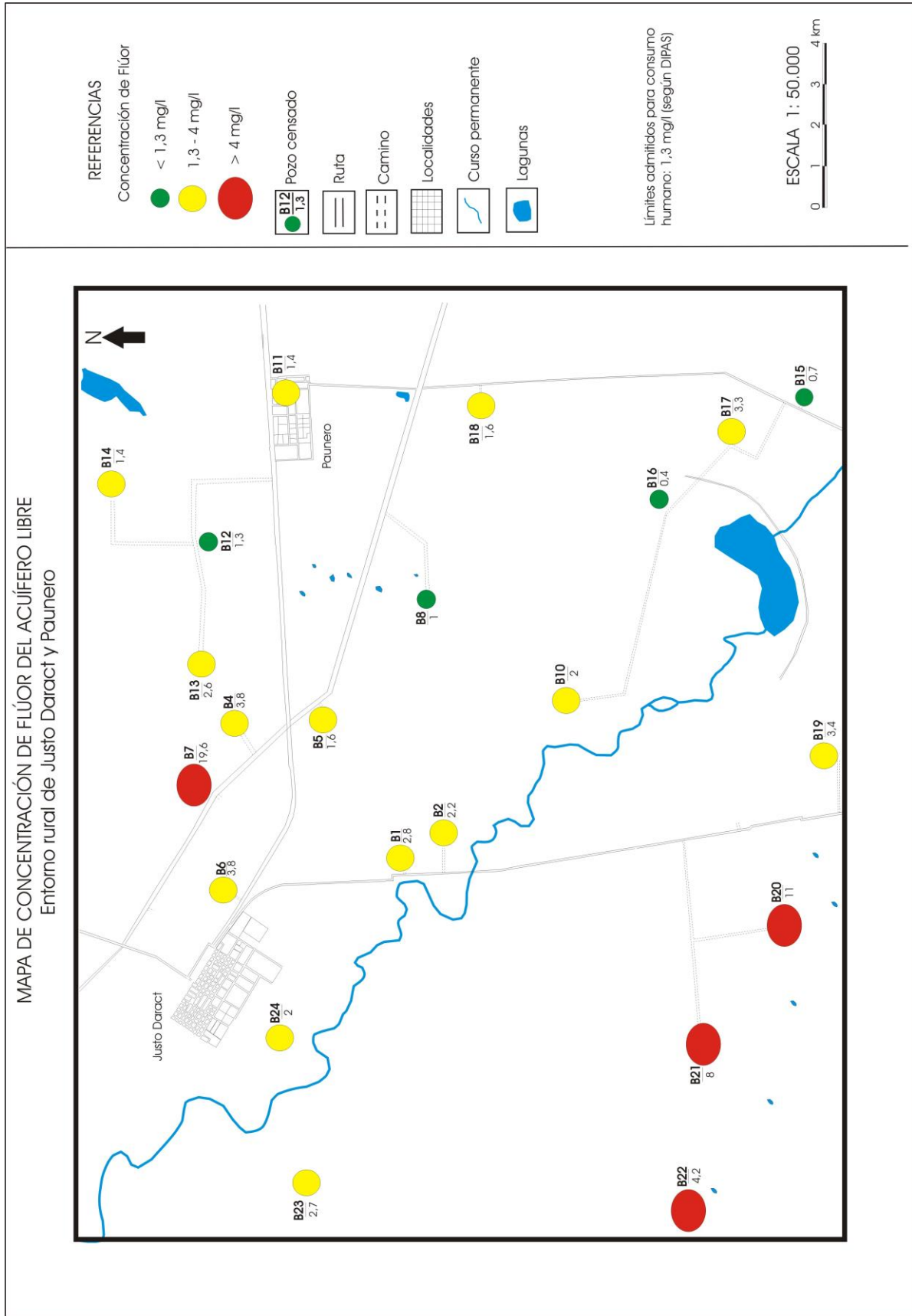


Figura 6.4.1b.2. Distribución espacial de F en el entorno rural de Justo Daract y Paunero.

6.4.2. Nitratos

La presencia de los nitratos en el agua subterránea tiene un origen fundamentalmente antrópico, aunque hay excepciones de origen natural. La distribución y movilidad de los compuestos del nitrógeno en la Tierra, con diferente estado de oxidación, constituyen un ciclo biogeoquímico de gran importancia para los ecosistemas, ya que el mismo se almacena y transita por reservorios tales como la atmósfera, organismos vivos, suelos y océanos. Cuando el nitrato, estado más oxidado de los compuestos del N, deriva de procesos naturales, la llegada al acuífero libre es en muy bajas concentraciones. Estos bajos valores suelen provenir de la oxidación de la materia orgánica del suelo o del propio acuífero y conforman lo que se denomina el fondo natural o “baseline” (línea de base hidrogeoquímica) de la calidad del agua (Manzano, et al. 2003). Cuando sus valores son más altos, es habitual que su origen esté relacionado a las actividades agrícolas, ganaderas y también con vertido de residuos líquidos y sólidos variados (pozos negros, basurales, industrias, etc) (Canter, 1997). Por estos motivos, y porque tienen una movilidad en los acuíferos cercana a la del agua si el ambiente se mantiene oxidante, el nitrato (NO_3^-) tiene mucha importancia como indicador de cambios ambientales (Edmunds, 2004, Blarasin, 2003).

6.4.2a Distribución de nitratos

En el diagrama de barras (Fig.6.4.2a.1) se observa que los contenidos de nitratos varían entre 3 y 162 mg/l, y que de las 22 muestras analizadas, 8 superan el límite de aptitud para consumo humano, el cual es de 45 mg/l, de las cuales los valores más elevados corresponden a las muestras B6, B8 y B15. A partir de la presencia de este elemento en el agua se puede ratificar que el acuífero, en general, se encuentra en condiciones oxidantes de intermedias a altas.

En el mapa de concentración de nitratos (Fig.6.4.2a.2) se puede observar, que las muestras con los más altos valores se encuentran comprendidas en una franja central que se extiende del noroeste hacia el sudeste del área de estudio, principalmente.

En esta región predominan las actividades tanto agrícolas como ganaderas, las cuales constituyen fuentes antrópicas que pueden aportar cantidades significativas de nitratos al acuífero libre y modificar de esta manera el fondo natural. Según Manzano et al. (2003) “El fondo natural de la calidad del agua subterránea es el rango de concentraciones de un elemento, especie o sustancia dados presente in fase disuelta

y derivados de fuentes geológica, biológicas o atmosféricas naturales”. Sobre la base de este concepto y analizando el mapa de la figura 6.4.2a.2, teniendo en cuenta que el valor del fondo natural según Blarasin et al., (2012) para esta zona corresponde a 10,0 mg/l, se puede afirmar que la zona de estudio se encuentra afectada por este elemento casi en su totalidad y distribuido sobre toda el área y no en un sector en particular, ya que del total de las muestras analizadas, el 77,3 % supera el valor de fondo natural, mientras que el 22,7 % no lo hace.

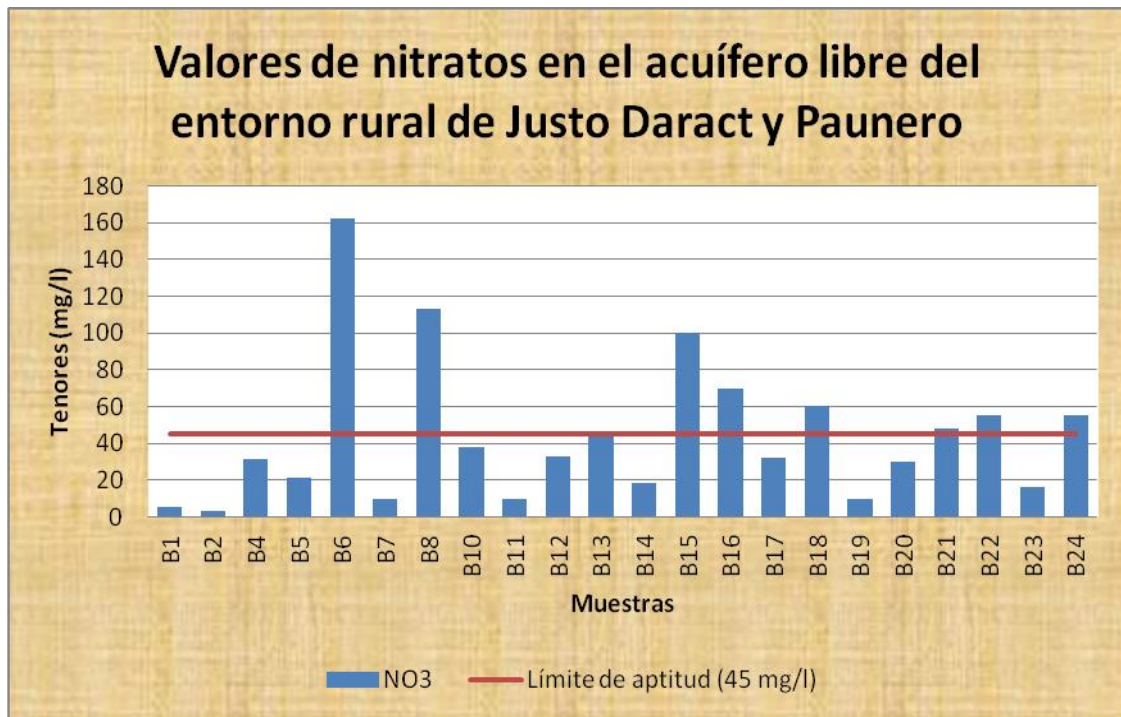


Figura 6.4.2a.1. Tenores de nitratos en el acuífero libre (2012).

La necesidad de producir alimentos ha llevado a la expansión del riego y a una utilización cada vez mayor de fertilizantes y plaguicidas con el fin de lograr y mantener rendimientos superiores. Es por esto que el aumento de nitratos en el acuífero libre puede provenir de las actividades agrícolas, las cuales hacen un excesivo uso de fertilizantes (agroquímicos nitrogenados) y abonos (Fig. 6.4.2a.3). En este caso, la contaminación de acuerdo al modo de volcado es *difusa*, ya que puede afectar a una extensa zona y eso dificulta su monitoreo y consecuentemente su mitigación. En la zona relevada predomina el cultivo de soja y maíz en donde se utiliza la siembra directa ligada al uso de fertilizantes, alguna de las muestras analizadas, bajo este tipo de actividad, son como por ejemplo las muestras B6 y B8, las cuales presentan los mayores valores de nitratos registrados en el área de trabajo. Otro tipo de actividad que podría contribuir a este tipo de contaminación es la práctica de ganadería

extensiva, desarrollada al noreste y suroeste de la zona relevada, con valores que no superan los 55 mg/l.

La ganadería intensiva (Fig.6.4.2a.4) (Fig.6.4.2a.5) de poco desarrollo en este sector, también contribuyen al aporte de NO_3^- que provienen de la materia orgánica concentrada de las excretas animales, y constituye una fuente de contaminación de tipo *puntual*, afectando un área pequeña y muy localizada espacialmente, lo cual puede implicar una mayor llegada al acuífero. Un ejemplo es la muestra B15, la cual presenta 100 mg/l de nitratos, y fue extraída de un molino próximo a los corrales, situado aguas abajo de los mismos.



Figura 6.4.2a.3. Agroquímicos utilizados para práctica de siembra directa.



Figura 6.4.2a.4. Ganadería bovina intensiva.



Figura 6.4.2a.5 Ganadería bovina intensiva.

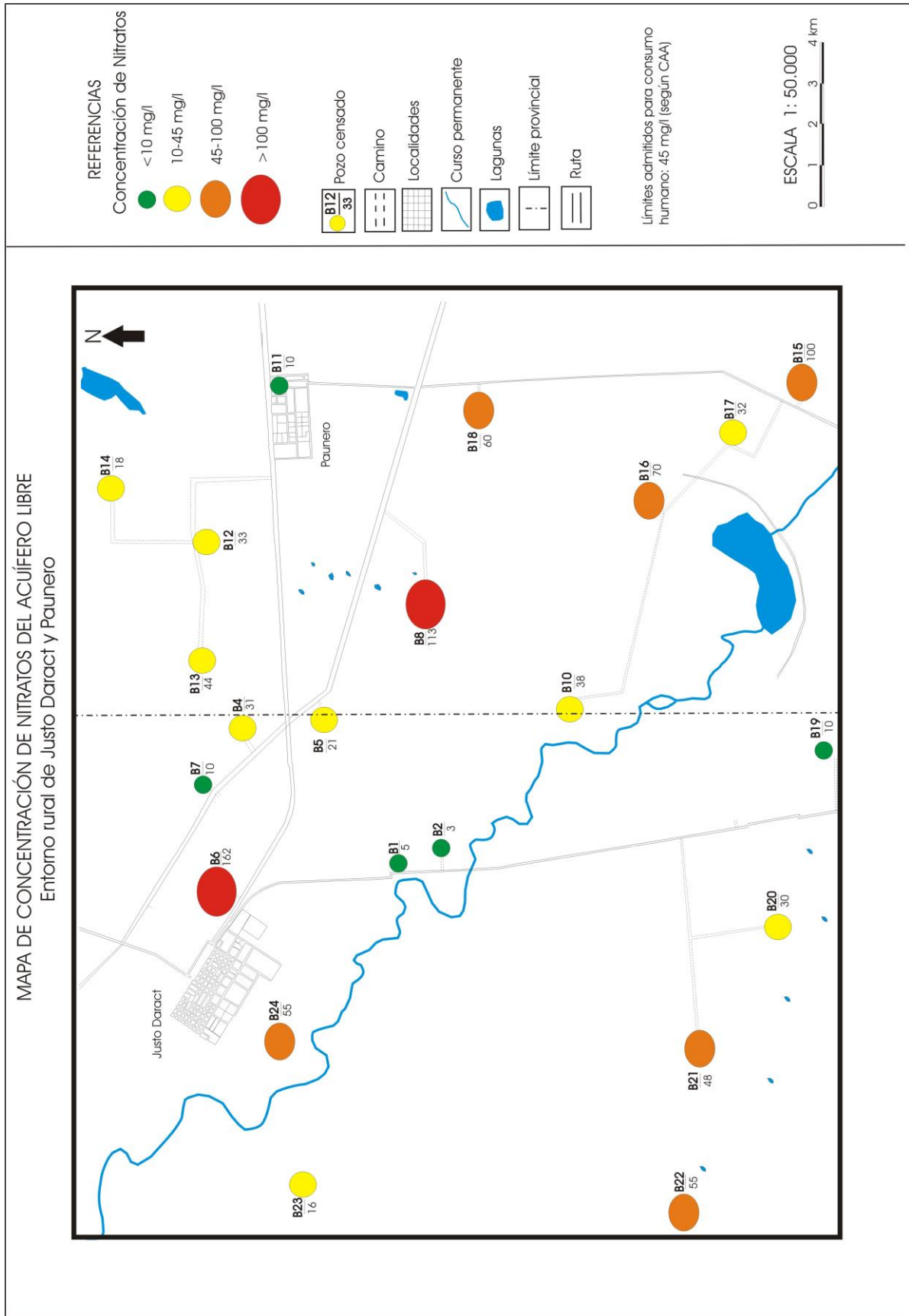


Figura 6.4.2a.2. Distribución espacial de nitratos en el entorno rural de Justo Daract y Paunero

La profundidad del nivel freático también puede contribuir a la llegada de NO_3^- , ya que los valores para la zona, son pequeños en el orden de los 0 a 10 metros. Sin embargo puede ocurrir atenuación a través de los materiales en general finos que comprenden la zona no saturada.

Como se observa en las tablas 6.4.2a.6 y 6.4.2a.7 el ion nitrato correlaciona positivamente y de modo estadísticamente significativo con CE y Cl, éste ultimo podría indicar aporte ganadero a través de los purines (el cloruro es alto en la orina).

Correlaciones

		NO3	CE
NO3	Correlación de Pearson	1	.557(**)
	Sig. (bilateral)	.	.007
	N	22	22
CE	Correlación de Pearson	.557(**)	1
	Sig. (bilateral)	.007	.
	N	22	22

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 6.4.2a.6. Cálculo de correlación entre NO_3 y CE.

Correlaciones

		NO3	Cl
NO3	Correlación de Pearson	1	.564(**)
	Sig. (bilateral)	.	.006
	N	22	22
Cl	Correlación de Pearson	.564(**)	1
	Sig. (bilateral)	.006	.
	N	22	22

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 6.4.2a.7. Cálculo de la correlación entre NO_3 y Cl.

6.4.3 Análisis estadístico multivariado

Se realizó un análisis estadístico multivariado según el método de agrupamiento (cluster) en modo R, es decir según las variables analizadas, utilizando el programa de computación SPSS. Se obtuvo un dendrograma (Fig.6.4.3) con dos grupos hidroquímicos principales: G1: constituido por un núcleo de CE , Na^+ , Cl^- fuertemente enlazado a Ca^{+2} y Mg^{+2} y todo esto a SO_4^{-2} y más débilmente a K^+ , representando todo el grupo el factor de mineralización del agua es decir la salinidad. El NO_3^- , de claro origen antrópico se separa de estos iones que tienen origen casi exclusivo de procesos naturales, sin embargo aunque débilmente se asocia al G1 lo que permite interpretar que su presencia en este grupo, si bien con cierto aislamiento debido a su origen fundamentalmente antrópico, aporta a la salinidad del agua, en particular en aquellas muestras en que se encuentra en altas concentraciones (hasta 162 mg/l). Puede observarse una débil afinidad con K y SO_4 que podría vincularse al uso de fertilizantes con estos iones. G2: corresponde al núcleo As-F^- enlazados a pH y HCO_3^- , relación geoquímica ya explicada y que queda validada o corroborada por este análisis estadístico. Resultados similares obtuvieron Blarasin et al., (2012).

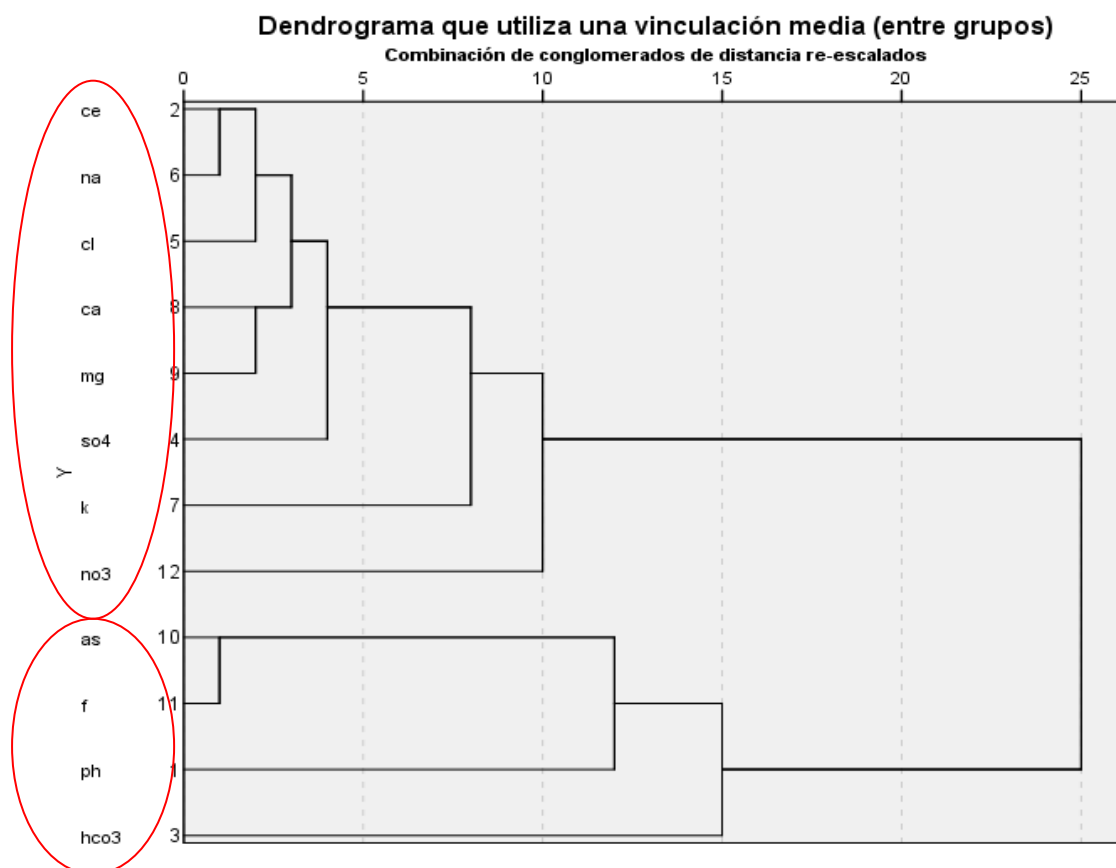


Figura 6.4.3. Análisis Cluster entre variables (Modo R).

6.5 Aptitud de uso del agua subterránea

Como se observó en este capítulo, con los valores obtenidos de los análisis físico-químicos de las muestras, se realizaron mapas de distribución de concentraciones de Nitratos, Arsénico y Flúor, dada la importancia de estos elementos en la definición de la aptitud de uso. Los mapas se elaboraron en función de los límites admisibles establecidos por el Código Alimentario Argentino (CAA), los cuales son:

- SDT (Sólidos disueltos totales): 1500 mg/l
- SO_4^{-2} (Sulfatos): tolerable hasta 400 mg/l
- As (Arsénico): 10 $\mu\text{g/l}$
- F^- (Flúor): 1,3 mg/l para una temperatura media anual de 16°C
- NO_3^{-2} (Nitratos): 45 mg/l

6.5.1 Aptitud para consumo humano

En la tabla 6.5.1 se detalla la aptitud de cada una de las muestras, evaluando cuales son los condicionantes que las definen como no aptas para consumo humano. Hay que aclarar que no se realizó ningún tipo de análisis bacteriológico que determine la presencia o no de microorganismos.

Se observa en esta tabla que todas las muestras analizadas son *No Aptas* para consumo humano. Se resalta en color rojo los valores que superan el límite establecido por el CAA, estos valores corresponden, en su gran mayoría, a contenidos elevados de sólidos disueltos totales, Sulfatos, Arsénico y Flúor, y en menor medida nitratos.

En dos de las muestras, B11 y B14, debería reconsiderarse la aptitud ya que el valor de F sólo se pasa en 0,1 mg/L por lo que podrían ser consumibles por las personas.

Nº Muestra	S.D.T. (mg/l)	SO ₄ ⁼ (mg/l)	As (µg/l)	F ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Aptitud para consumo humano
B1	1596	650,2	90,0	2,8	5,0	No Apta
B2	2261	1018,4	25,0	2,2	3,0	No Apta
B4	3290	758,8	65,0	3,8	31,0	No Apta
B5	3213	607,1	7,0	1,6	21,0	No Apta
B6	5558	1960,4	100,0	3,8	162,0	No Apta
B7	693	33,0	1200,0	19,6	10,0	No Apta
B8	7210	1551,4	25,0	1,0	113,0	No Apta
B10	6825	2623,9	40,0	2,0	38,0	No Apta
B11	1077	329,8	6,0	1,4	10,0	No Apta
B12	1946	583,4	15,0	1,3	33,0	No Apta
B13	756	32,3	18,0	2,6	44,0	No Apta
B14	341	31,9	4,0	1,4	18,0	No Apta
B15	4410	1698,0	5,0	0,7	100,0	No Apta
B16	8680	2383,9	7,0	0,4	70,0	No Apta
B17	3633	1398,4	72,0	3,3	32,0	No Apta
B18	1519	148,4	20,0	1,6	60,0	No Apta
B19	3066,0	1367,8	240,0	3,4	10,0	No Apta
B20	2352,0	1000,7	600,0	11,0	30,0	No Apta
B21	1925,0	701,8	540,0	8,0	48,0	No Apta
B22	1435,0	509,6	240,0	4,2	55,0	No Apta
B23	4004,0	1987,8	210,0	2,7	16,0	No Apta
B24	5201,0	1989,4	60,0	2,0	55,0	No Apta

Tabla 6.5.1. Aptitud del uso del agua subterránea para consumo humano.

6.5.2 Aptitud para uso ganadero

Para evaluar la aptitud para este uso se utilizaron los criterios propuestos por Bavera (2001), que establecen los límites de sales totales, magnesio, sulfatos, arsénico, flúor y nitratos para ganado bovino de cría, invernada pastoril, tambo y engorde a corral (Fig. 6.5.2).

Analizando esta tabla con los valores obtenidos en laboratorio (Tabla 6.1) del total de las muestras, se observa que la mayoría de las mismas se encuentra en el campo de aptitud para uso bovino de *Muy buena* a *Aceptable*, esta clasificación se basa principalmente en el análisis de dos variables sobresalientes para este tipo de uso, que son las sales totales y los sulfatos, ya que los demás elementos no presentaron valores que superen los límites considerados por Bavera (2001). Salvo la muestra B7 que supera ampliamente los valores límites de arsénico y flúor, y la B20 y B21 que también superan los límites de arsénico.

Muestras como las B7, B13 y B14 resultaron *Deficientes* por el bajo contenido de sales totales, que obligaría la implementación de una dieta en base a alimentos con minerales para el ganado, mientras que B8, B10 y B16 son *Malas* por excesos de sales totales.

Cría	Invernada pastoril	Tambo y engorde a corral		Sales Totales (mg/l)	Magnesio (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Arsénico (mg/l)	Flúor (mg/l)	Nitratos (mg/l)
Deficiente	Deficiente	Deficiente	Menos de	1000	---	---	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000
Muy Buena	Muy Buena	Muy Buena	Mas de	1000	200	500	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000
Muy Buena	Muy Buena	Buena	Hasta alrededor de	2000	250	1000	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000
Buena	Aceptable	Aceptable	Hasta alrededor de	4000	300	1500	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000
Aceptable	Mala	Mala	Hasta alrededor de	7000	400	2500	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000
Mala	---	---	Hasta alrededor de	11000	500	4000	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000
Condicionada	---	---	Hasta alrededor de	13000	600	7000	Tóxico > 0,3	Tóxico > 16	Tóxico > 3000

Figura 6.5.2. Clasificación de las aguas subterránea para bebida de bovinos (Bavera, 2001).

6.5.3 Aptitud para riego

En la actualidad no se realiza riego precisamente en los campos de la zona de estudio, pero si en zonas aledañas. No obstante se ha analizado la aptitud del agua previendo su eventual utilización en el futuro. El análisis de aptitud química debería completarse con una evaluación de disponibilidad de caudales y un estudio del tipo de suelos presentes.

El agua empleada para riego debe tener una composición tal que los peligros de salinización y sodificación del suelo sean mínimos, para esto se utilizó el esquema elaborado por U.S Laboratory Salinity (USLS) (Fig.6.5.3) que considera estas dos variables.

El grado de salinización depende del contenido de sales disueltas en el agua. Así, según la conductividad expresada en el eje horizontal del esquema antes citado, existen cuatro clases de agua de conductividad creciente, C1-C4.

El grado de sodificación se cuantifica mediante el índice de RAS, definido como:

$$RAS = Na^+ / \{(Ca^{+2} + Mg^{+2}) / 2\}^{1/2}$$

Donde: RAS: Relación de adsorción de sodio

Na⁺: Miliequivalentes/litro de sodio

Ca⁺²: Miliequivalentes/litro de calcio

Mg⁺²: Miliequivalentes/litro de magnesio

Según este valor se definen cuatro clases: S1-S4, con peligro de sodificación en aumento.

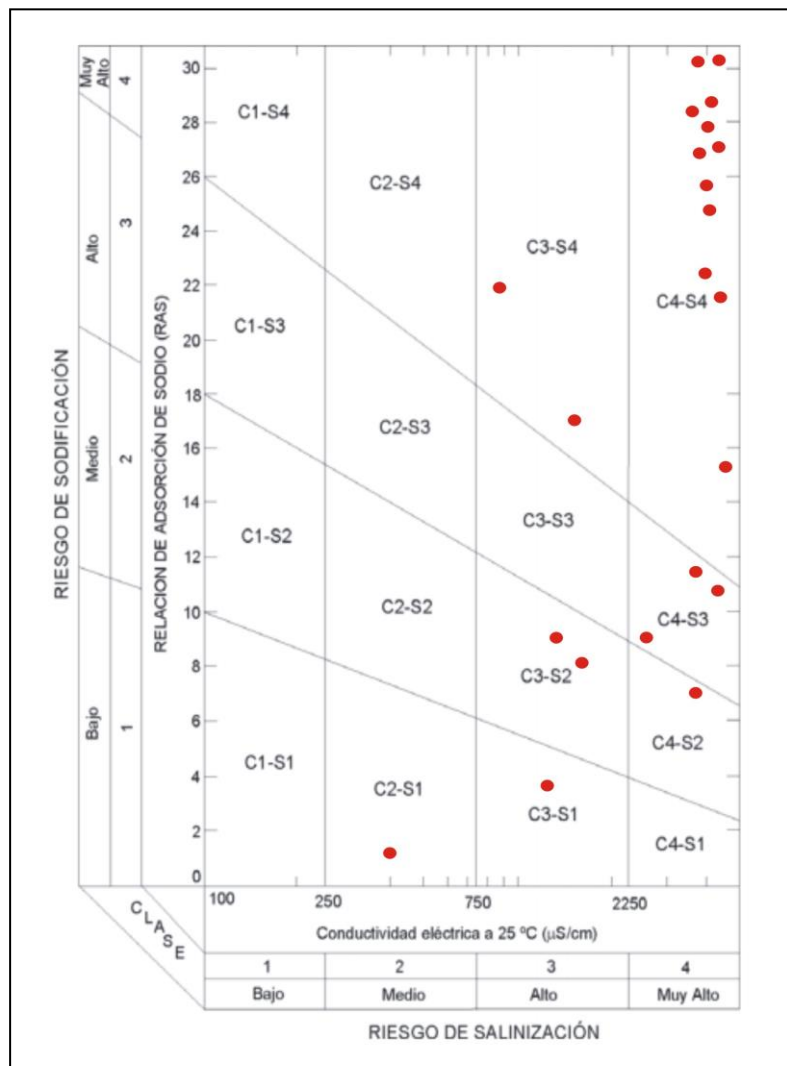


Figura 6.5.3. Clasificación del USLS para las aguas de riego.

La mayoría de las muestras analizadas caen en el campo C4-S4 y en un menor número en el campo C4-S3, las cuales son clasificadas, desde el punto de vista de la conductividad eléctrica, como aguas de salinidad alta a muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad. El muy alto contenido en sodio hace que el agua sea no aconsejable para riego, y en el caso en el cual el contenido de sodio es alto se sugiere el aporte de materia orgánica y el empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo.

Las restantes muestras caen en el campo C3-S2, C3-S1, con peligro de salinización alto y de sodificación medio a bajo, es decir con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en los que poseen textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad.

La muestra B14 fue la única registrada como agua de buena calidad para el riego, ya que cae en al campo C2-S1.

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES

El área de estudio forma parte de una extensa planicie de relieve suavemente ondulado, caracterizada por relieves de agradación de origen fluvial y eólico. Los sedimentos dominantes corresponden a eventos depositacionales de origen eólico durante el Cuaternario tardío (fines del Pleistoceno y Holoceno) que posteriormente, durante los ciclos secos (Pequeña Edad de Hielo y recientes) fueron retrabajados. Los vientos actuales del NE han formado mantos de arena y dunas parabólicas de variado tamaño, con cadenas barjanoides internas, destacándose además actividades agrícolas que agregan inestabilidad al paisaje. Esta planicie se encuentra drenada por el río Quinto, controlado por una estructura regional principal de dirección NW-SE, único curso permanente. El ambiente fluvial muestra una importante historia de antiguos derrames y paleocauces de gran envergadura que, al igual que en la faja moderna, exhiben sedimentos de muy variada granulometría que evidencian pulsos de diferente energía que estarían condicionados por cambios climáticos-tectónicos. Actualmente el río posee morfología de meandros irregulares aunque muestra tramos rectos y largos debido al control litológico de sedimentos fuertemente cementados. Durante las tormentas, en la planicie se produce la circulación de escurrimientos efímeros en bajos topográficos, que conforman una red dendrítica con dirección general hacia el SE.

Desde el punto de vista estratigráfico afloran sedimentos de edad cuaternaria que evidencian cambios en las condiciones paleoambientales. En perfiles expuestos sobre las barrancas del río Quinto afloran en algunos sectores sedimentos limo-arcillosos muy fuertemente cementados por carbonatos equivalentes a la Fm Pampiano (Pleistoceno medio), que conforma las márgenes y fondo del canal, suprayacen en discordancia los sedimentos de cauces y llanura de inundación considerados equivalentes a la Fm Chocancharava del Sur de Córdoba (Pleistoceno superior). Le siguen los depósitos equivalentes a la Fm Arroyo Las Lajas (Holoceno medio) vinculada con depósitos fluviales de baja energía. En el ambiente eólico afloran materiales de textura areno-limosa de origen eólico, que se corresponden con la Fm Laguna Oscura y su equivalente en San Luis (Fm El Chulengo) de edad Holoceno

superior.

El clima en la zona es subhúmedo seco mesotermal, con deficiencia moderada de agua en verano y con nulo o pequeño exceso de agua. Las precipitaciones anuales resultaron variables pero siempre alrededor de una media de 674 mm. Mediante el balance hídrico seriado, se comprobó que los excesos hídricos están condicionados por las lluvias y que la línea de tendencia muestra un leve aumento de los excesos hacia la actualidad.

En cuanto a la dinámica del acuífero libre, a partir del análisis de las superficies equipotenciales y las líneas de flujo del agua subterránea, se determinó que el sentido del flujo presenta una dirección NW-SE. La morfología de la capa freática es de tipo suave a moderadamente ondulada y en las zonas bajas de tipo suavemente ondulada a planar. La recarga del acuífero freático ocurre por infiltración local del agua de lluvia sobre toda el área, aunque se asume infiltración preferencial en médanos y altos topográficos. Las zonas de descarga, especialmente de flujos locales de agua, corresponden a las áreas deprimidas o a lagunas permanentes en cubetas de médanos, además del propio río Quinto que muestra su carácter efluente del aporte freático. Los valores promedio del gradiente hidráulico y de la velocidad real efectiva son en general bajos, 0,34% y 0,114 m/día. La profundidad del nivel freático varía entre 0 y 8 metros en casi toda el área, y entre 8 y 12 metros en el sector SE.

Desde el punto de vista hidrogeoquímico, el agua del acuífero resultó con valores de salinidad entre 341 mg/L y 8.680 mg/L, clasificadas como dulces (41%), salobres (36,5%) y saladas (22,5%), siendo dominante en la clasificación geoquímica las aguas sulfatadas sódicas y cloruradas sódicas, las de tipo mixto como sulfatadas cloruradas sódicas y cloruradas sulfatadas sódicas, en menor cantidad se encuentran las del tipo bicarbonatadas. Los menores tenores salinos se encuentran en los sectores medanosos que actúan como áreas de recarga preferencial de lluvia dada su morfología y mayor permeabilidad por tratarse de sedimentos muy sueltos. Los mayores valores, encontrados en gran parte del área, se corresponden con la ubicación de la zona en el entorno regional, ya que se interpretan como aguas de

avanzada evolución en el acuífero ubicadas en una zona de transición conducción-descarga regional, que proceden de áreas topográficamente más altas de la cuenca ubicadas al Oeste. Así, la zona de trabajo muestra gradientes hidráulicos bajos y consecuentemente circulación de agua subterránea de baja velocidad promedio, permitiendo de esta manera que el tiempo de contacto entre los materiales y el agua, sea mayor, lo que permite la transferencia de iones a la solución y el enriquecimiento en sulfatos y cloruros, cuyas sales poseen los mayores Kps. Todas las aguas resultaron sódicas, lo que se asume que está vinculado a la capacidad de intercambio catiónico de los materiales y, subordinadamente a la hidrólisis de los silicatos.

Los elevados tenores de arsénico y flúor se localizan en gran parte de la unidad “*Llanura eólica medanosa*”, ambos elementos muestran una alta correlación positiva que evidencia la alta posibilidad de su similar fuente de aporte, asociada a la presencia de sedimentos eólicos muy finos, de tipo loésicos con altos contenidos en vidrio volcánico, bajas velocidades de circulación del agua subterránea, la sensibilidad de movilizarse a pH preferiblemente altos (7,8 - 8,5) y preferentemente en aguas de tipo bicarbonatadas o con altos contenidos en bicarbonatos aunque su tipo geoquímico sea sulfatado. Los valores bajos de As y F se dan en zonas de aguas muy dulces de recarga reciente o bien en aguas saladas con muchos sulfato o cloruro, lo que se condice con un control geomorfológico-litológico-hidrológico sobre la presencia en solución de estos elementos.

Los tenores de nitratos se encuentran entre 3 y 162 mg/l. El 36,3% de las muestras supera los límites admitidos para consumo humano (45 mg/l según CAA), mientras que el 77,3% supera el valor del fondo natural de nitratos, de 10,0 mg/l calculado para la región. Esto último estaría indicando procesos de contaminación por acciones humanas, de fuente difusa por elevado uso de fertilizantes y puntual por lixiviados generados por animales domésticos en corrales próximos a las captaciones.

El análisis cluster de las variables químicas analizadas, arrojó dos grupos principales, el primero, que explica la mineralización del agua, quedó definido por el núcleo CE y Na⁺, de fuerte correlación, al que se le asocian las variables Cl⁻, Ca⁺²,

Mg^{+2} , SO_4^{-2} , fuertemente enlazados, y en menor medida K^+ . La variable NO_3^- queda aislada dentro de este grupo, debido a su comportamiento y especialmente a su origen antrópico, pero que contribuye a la salinidad del agua. El segundo grupo, definido por un único núcleo As y F^- , al que se le suman las variables HCO_3^- y pH, explica la vinculación entre estos elementos y la de ellos con aguas de mayor alcalinidad y pH.

El agua del acuífero libre no es apta para consumo humano en el 100% de las muestras, esto queda definido por los altos tenores de sólidos disueltos totales, arsénico y flúor, y en menor medida por los nitratos. Para uso bovino es muy bueno a aceptable el 59% de las muestras, definido por las sales totales y los sulfatos. Para riego presenta importantes restricciones, ya que el 82% de las muestras fueron clasificadas como malas a inapropiadas por la excesiva peligrosidad salina y alta peligrosidad sódica.

BIBLIOGRAFÍA

- **Bavera, G., E. Rodríguez, H. Baguet, O. Bocco y J. Sánchez, 1979.** “AGUAS Y AGUADAS”. Editorial Hemisferio Sur S.A., 284pp., Buenos Aires.
- **Bécher Quinodóz F., Blarasin M. y A. Cabrera, 2012.** “RELACIÓN ACUÍFERO-LAGUNAS SALADAS EN AMBIENTES MEDANOSOS: HIGROGEOQUÍMICA Y MODELACIÓN NUMÉRICA”. Córdoba – Argentina. Resumen expandido nº 122, 4 pag. Actas Pag. 155. XI Congreso Latinoamericano. Hidrogeología y IV Colombiano de Hidrogeología. Colombia.
- **Bécher Quinodóz F., J. Felizzia, M. Blarasin, M. Feliciani, N. Mazzucco, J. Giuliano Albo M, M:Hellmers, 2011.**”HIDROGEOQUÍMICA DEL ARSÉNICO EN EL ACUÍFERO FREÁTICO DE JUSTO DARACT Y SU ENTORNO RURAL”. Poster en 1º Taller sobre Arsénico: “El Arsénico como factor limitante en la producción agrícola-ganadera”. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Buenos Aires.
- **Bécher Quinodóz F., M. Blarasin y A. Cabrera. 2011.** “CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA CONCEPTUAL Y MODELACIÓN EN LA LLANURA MEDANOSA DE LAGUNA OSCURA, CBA, ARG.” “CALIDAD Y CONTAMINACIÓN DE AGUA SUBT. SALTA, ARG.”. CD.T48. T48. Pp. 377-384. ISBN: 978-987-23936-7-0.
- **Bécher Quinodóz F., M. Blarasin, S. Degiovanni y M. Gallo, 2012.** “VALIDACIÓN CON ANÁLISIS ESTADÍSTICO MULTIVARIADO DE LA RELACIÓN GEOMORFOLOGÍA-CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA PLANICIE SUDOCCIDENTAL DE CÓRDOBA”. V Congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Arg. Pag 158- Degiovanni y Andreazzini compiladores Unirio editores.ISBN 978-987-688-011-4.
- **Blarasin M. y A. Cabrera, 2005.** “AGUA SUBTERRÁNEA Y AMBIENTE”. ED. Área de Promoción Científica de la Agencia Córdoba Ciencias S.E.
- **Blarasin M., F. Bécher Quinodóz, J. Felizzia, J. Giuliano Albo y A. Cabrera, 2012.** “HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO FREÁTICO, ANOMALIAS EN NITRATOS Y RELACIÓN CON VALORES DE FONDO NATURAL, JUSTO DARACT, SAN LUIS”. II Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie (RAGSU). Bahía Blanca, Buenos Aires. Argentina. Resumen extendido. En CD: pág. 25-29. Edic. de la UNS. ISBN: 978-987-1620-86-9.
- **Blarasin, M., Cabrera, A., Matteoda, E. y Villalba, G., 2000b.** “CONDICIONAMIENTOS HODROGEOLÓGICOS SOBRE LA PRESENCIA DE As EN

AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL MARCO DE LOS GEOINDICADORES EN EL SUR DE CÓRDOBA”. Taller sobre as en aguas de bebida. Santiago del Estero; argentina.

– **Blarasin, M., Cabrera, A., 2005.** “AGUAS SUBTERRÁNEAS: HIDROLITOLOGÍA, HIDRODINÁMICA E HIDROGEOQUÍMICA REGIONAL DEL SUR DE CÓRDOBA”. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Rio Cuarto, Córdoba.

– **Canter, L., 1997.** “NITRATES IN GROUNDWATER”. Lewis Publisher. ISBN 0-87371-569-1.263 p.

– **Cantú, M. y Degiovanni, S. 1984.** “GEOMORFOLOGÍA DE LA REGIÓN CENTRO SUR DE CÓRDOBA”. 9º Congreso Geológico Argentino Actas, 1:337-340.

– **Chebli, Walter, Mozetic; Marcos, Rossello; Eduardo y Buhler; Mariano., 1999.** “CUENCAS SEDIMENTARIAS DE LA LLANURA CHACO PAMPEANA”. Libro Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos minerales. Anales 29 (20): 624-644, Buenos Aires.

– **Código Alimentario Argentino. 2007.** Normas oficiales para la calidad del agua argentina.

– **Collado, A. 2004.** “FORMAS DE EROSIÓN EOLICA EN EL SUR DE SAN LUIS”. Informativo Rural, INTA, San Luis.

– **Costa, C., Ortiz Suárez, A., Chiesa, J., Gardini, C., Ojeda, G., Tognelli, G., Morla, P. y Strasser, P. 2005.** “HOJA GEOLÓGICA 3366-IV, VILLA MERCEDES”. Provincia de Córdoba y San Luis.

– **Custodio, E. y Llamas, M.R., 1983.** “HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA”. Tomo I y II. Segunda Edición. Editorial Omega, S.A. Barcelona.

– **Damiani, O., et. al., 2000.** “EVALUACIÓN DE POSIBILIDADES FÍSICAS Y ECONÓMICAS DE RIEGO CON AGUAS SUBTERRÁNEAS DE LA PROVINCIA DE SAN LUÍS”. Informe correspondiente a la Fase 1 del Proyecto. La Provincia de San Luis y SEGEMAR.

– **Gordillo, C., y Lencinas, A., 1979.** “SIERRAS PAMPEANAS DE CÓRDOBA Y SAN LUIS”. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, I, 557-650.

– **<http://www.puntal.com.ar/> pueblos del sur sin agua potable.**

– **Lema, Marina., 1999.** “ESTUDIO HIDROGEOQUÍMICO DE LA HOJA LA BRIANZA, CÓRDOBA, ARGENTINA”. Tesis final de Licenciatura, Rio Cuarto.

– **Maldonado, Luciana, 2010.** “ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS A LA HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA DEL ACUÍFERO FREÁTICO EN LA CIUDAD DE GENERAL CABRERA Y ENTORNO RURAL”. Tesis Final de Licenciatura, Rio

Cuarto.

– **Manzano, M.E; Custodio E. y Nieto P., 2003.** “EL FONDO NATURAL DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA”. Primer Seminario Hispano Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea. Basile et al. (Eds.) Rosario. Argentina. ISBN 950-673-395-3. Vol.2:607-620.

– **Mayorga, P., Moyano, A., Anawar, H.M, García Sánchez, A., 2013.** “TEMPORAL VARIATION OF ARSENICO AND NITRATE CONTENT IN GROUNDWATER OF THE DUERO RIVER BASIN (SPAIN). Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C. Volumen 58-60, 2013, pages 22-27 Contamination in Water.

– **Milicich, Evangelina, 2010.** “INCIDENCIA DE FACTORES GEOLÓGICOS Y DE USO DEL TERRITORIO EN LA HIDROGEOQUÍMICA DEL ACUÍFERO FREÁTICO EN LA CUENCA ALTA DEL ARROYO CARNERILLO, CÓRDOBA”. Tesis Final de Licenciatura, Rio Cuarto.

– **Navarro, O. y Wulff, M. 2005.** “PRESA EL CHAÑAR, PRINCIPALES ASPECTOS CONSTRUCTIVOS”. GRIMAUX-HISSA.

– **Nicolli, H, Smedley, P. y Tullio, J. 1997.** “AGUAS SUBTERRÁNEAS CON ALTO CONTENIDO DE FLÚOR, ARSÉNICO Y OTROS OLIGOELEMENTOS EN EL NORTE DE LA PAMPA”. Congreso internacional del agua. Bs. As., Argentina.

– **Ramos, Victor., 1999.** “LAS PROVINCIAS GEOLÓGICAS DEL TERRITORIO ARGENTINO”. Libro Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Anales 29(3):41-96. Buenos Aires.

– **Renz, H., 1993.** “CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLOGICA PRELIMINAR DEL ÁREA CENTRAL DE CÓRDOBA”. *Trabajo Final*. UNC. Inédito. Córdoba. Argentina.

– **Russo, A., Ferello, R y Chebli, G.A., 1979.** “LLANURA CHACO PAMPEANA”. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, 1:139-163

– **U.S. Salinity Laboratory Staff, 1954.** “DIAGNOSIS AND IMPROVEMENT OF SALINE AND ALKALI SOILS”, U.S. Department of Agriculture. Handbook N° 60. Washington.

– **Tripaldi A. y S. Forman, 2007.** “GEOMORPHOLOGY AND CHRONOLOGY OF LATE QUATERNARY DUNE FIELDS OF WESTERN ARGENTINA”. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 251 (2007) 300–320. Elsevier.

ANEXO : DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS

BALANCE HÍDRICO SERIADO PARA LA ESTACION:

JUSTO DARACT

PERÍODO: 1915-2010

Agua útil en la capa superior: 25 mm

Agua útil en la capa inferior: 125 mm

DICCIONARIO DE VARIABLES:

P: Precipitaciones

ETP: Evapotranspiración Potencial

ALMAC: Almacenaje

RP: Recarga Potencial

R: Recarga

APE: Agua Potencialmente Extraíble

AE: Agua Extraída

ETR: Evapotranspiración Real

ESC: Excesos Hídricos

AÑO	MES	P	ETP	ALMAC.	RP	R	APE	AE	ETR	ESC.
1915	1	144	139	150	0	0	120	0	139	5
	2	88	99	139	0	0	86,7	11	99	0
	3	48	95	97,5	11	0	81,5	41,5	89,5	0
	4	65	56	106,5	52,5	9	36,4	0	56	0
	5	20	30	96,9	43,5	0	22,6	9,6	29,6	0
	6	2	17	87,2	53,1	0	11	9,7	11,7	0
	7	0	19	76,1	62,8	0	11	11	11	0
	8	5	26	65,5	73,9	0	13,2	10,7	15,7	0
	9	20	39	57,2	84,5	0	17	8,3	28,3	0
	10	11	77	32	92,8	0	29,3	25,2	36,2	0
	11	105	100	37	118	5	21,3	0	100	0
	12	37	129	13,4	113	0	31,5	23,6	60,6	0
1916	1	99	139	9,9	136,6	0	12,5	3,6	102,6	0
	2	51	99	6,7	140,1	0	6,5	3,2	54,2	0
	3	53	95	4,8	143,3	0	4,2	1,9	54,9	0
	4	40	56	4,3	145,2	0	1,8	0,5	40,5	0
	5	8	30	3,7	145,7	0	0,9	0,6	8,6	0
	6	0	17	3,3	146,3	0	0,4	0,4	0,4	0
	7	0	19	2,9	146,7	0	0,4	0,4	0,4	0
	8	15	26	2,6	147,1	0	0,5	0,2	15,2	0

	9	0	39	2	147,4	0	0,7	0,7	0,7	0
	10	9	77	1,1	148	0	1	0,9	9,9	0
	11	10	100	0,4	148,9	0	0,7	0,6	10,6	0
	12	44	129	0,2	149,6	0	0,4	0,2	44,2	0
1917	1	92	139	0,1	149,8	0	0,2	0,1	92,1	0
	2	272	99	150	149,9	149,9	0,1	0	99	23,1
	3	98	95	150	0	0	83,3	0	95	3
	4	110	56	150	0	0	50,8	0	56	54
	5	9	30	129	0	0	29,2	21	30	0
	6	8	17	120,8	21	0	14,8	8,2	16,2	0
	7	56	19	150	29,2	29,2	15,3	0	19	7,8
	8	0	26	124,2	0	0	25,8	25,8	25,8	0
	9	34	39	120	25,8	0	32,3	4,1	38,1	0
	10	53	77	100,8	30	0	61,6	19,2	72,2	0
	11	43	100	62,5	49,2	0	67,2	38,3	81,3	0
	12	64	129	35,4	87,5	0	53,8	27,1	91,1	0
1918	1	137	139	35	114,6	0	32,8	0,5	137,5	0
	2	70	99	28,2	115	0	23,1	6,8	76,8	0
	3	50	95	19,7	121,8	0	17,9	8,5	58,5	0
	4	13	56	14,1	130,3	0	7,4	5,7	18,7	0
	5	1	30	11,4	135,9	0	2,8	2,7	3,7	0
	6	19	17	13,4	138,6	2	1,3	0	17	0
	7	0	19	10,1	136,6	0	3,3	3,3	3,3	0
	8	5	26	8,7	139,9	0	1,7	1,4	6,4	0
	9	38	39	8,6	141,3	0	2,3	0,1	38,1	0
	10	83	77	14,6	141,4	6	4,4	0	77	0
	11	41	100	5,6	135,4	0	11,4	9	50	0
	12	92	129	4,2	144,4	0	4,8	1,4	93,4	0
1919	1	109	139	3,4	145,8	0	3,9	0,8	109,8	0
	2	100	99	4,4	146,6	1	2,2	0	99	0
	3	127	95	36,4	145,6	32	3,1	0	95	0
	4	73	56	53,4	113,6	17	27,3	0	56	0
	5	23	30	46,4	96,6	0	25,9	7	30	0
	6	23	17	52,4	103,6	6	17	0	17	0
	7	64	19	97,4	97,6	45	19	0	19	0
	8	8	26	79,4	52,6	0	25,5	18	26	0
	9	12	39	62,7	70,6	0	22,4	16,6	28,6	0
	10	95	77	80,7	87,3	18	32,2	0	77	0
	11	88	100	68,7	69,3	0	52,3	12	100	0
	12	174	129	113,7	81,3	45	57,4	0	129	0
1920	1	137	139	111,7	36,3	0	92,4	2	139	0
	2	65	99	82,2	38,3	0	67,9	29,5	94,5	0
	3	42	95	53,2	67,8	0	52,1	29	71	0
	4	25	56	42,2	96,8	0	19,8	11	36	0
	5	15	30	38	107,8	0	8,4	4,2	19,2	0

	6	7	17	35,4	112	0	4,3	2,5	9,5	0
	7	0	19	30,9	114,6	0	4,5	4,5	4,5	0
	8	10	26	27,6	119,1	0	5,4	3,3	13,3	0
	9	2	39	20,8	122,4	0	7,2	6,8	8,8	0
	10	35	77	15	129,2	0	10,7	5,8	40,8	0
	11	117	100	32	135	17	10	0	100	0
	12	113	129	16	118	0	28,2	16	129	0
1921	1	57	139	6,9	134	0	14,8	9,1	66,1	0
	2	31	99	3,8	143,1	0	4,6	3,1	34,1	0
	3	139	95	47,8	146,2	44	2,4	0	95	0
	4	0	56	18,1	102,2	0	29,7	29,7	29,7	0
	5	4	30	14,9	131,9	0	3,6	3,1	7,1	0
	6	2	17	13,4	135,1	0	1,7	1,5	3,5	0
	7	6	19	12,3	136,6	0	1,7	1,2	7,2	0
	8	7	26	10,7	137,7	0	2,1	1,6	8,6	0
	9	67	39	38,7	139,3	28	2,8	0	39	0
	10	123	77	84,7	111,3	46	29,8	0	77	0
	11	48	100	49	65,3	0	54,9	35,7	83,7	0
	12	42	129	20,6	101	0	42,1	28,4	70,4	0
1922	1	112	139	16,9	129,4	0	19,1	3,7	115,7	0
	2	39	99	10,1	133,1	0	11,1	6,7	45,7	0
	3	80	95	9,1	139,9	0	6,4	1	81	0
	4	67	56	20,1	140,9	11	3,4	0	56	0
	5	101	30	91,1	129,9	71	12,2	0	30	0
	6	38	17	112,1	58,9	21	17	0	17	0
	7	0	19	93,1	37,9	0	19	19	19	0
	8	15	26	84,2	56,9	0	17,6	8,9	23,9	0
	9	12	39	69	65,8	0	21,9	15,2	27,2	0
	10	63	77	62,6	81	0	35,4	6,4	69,4	0
	11	38	100	36,7	87,4	0	41,7	25,9	63,9	0
	12	79	129	24,5	113,3	0	31,6	12,2	91,2	0
1923	1	35	139	7,5	125,5	0	22,7	17	52	0
	2	113	99	21,5	142,5	14	5	0	99	0
	3	114	95	40,5	128,5	19	18,1	0	95	0
	4	12	56	13,5	109,5	0	28,2	27	39	0
	5	47	30	30,5	136,5	17	2,7	0	30	0
	6	0	17	13,5	119,5	0	17	17	17	0
	7	21	19	15,5	136,5	2	1,7	0	19	0
	8	35	26	24,5	134,5	9	4,2	0	26	0
	9	3	39	11,3	125,5	0	13,5	13,3	16,3	0
	10	112	77	46,3	138,7	35	5,8	0	77	0
	11	77	100	23,3	103,7	0	35,6	23	100	0
	12	67	129	12,8	126,7	0	20	10,5	77,5	0
1924	1	97	139	9,2	137,2	0	11,8	3,6	100,6	0
	2	29	99	4,9	140,8	0	6,1	4,3	33,3	0

	3	33	95	2,9	145,1	0	3,1	2	35	0
	4	70	56	16,9	147,1	14	1,1	0	56	0
	5	12	30	2,8	133,1	0	14,3	14,1	26,1	0
	6	4	17	2,6	147,2	0	0,3	0,2	4,2	0
	7	4	19	2,3	147,4	0	0,3	0,3	4,3	0
	8	0	26	1,9	147,7	0	0,4	0,4	0,4	0
	9	39	39	1,9	148,1	0	0,5	0	39	0
	10	12	77	1,1	148,1	0	1	0,8	12,8	0
	11	11	100	0,4	148,9	0	0,7	0,6	11,6	0
	12	95	129	0,3	149,6	0	0,4	0,1	95,1	0
1925	1	61	139	0,2	149,7	0	0,3	0,2	61,2	0
	2	112	99	13,2	149,8	13	0,1	0	99	0
	3	69	95	0,1	136,8	0	13,1	13	82	0
	4	35	56	0,1	149,9	0	0,1	0	35	0
	5	14	30	0,1	149,9	0	0	0	14	0
	6	0	17	0,1	149,9	0	0	0	0	0
	7	26	19	7,1	149,9	7	0	0	19	0
	8	0	26	0,1	142,9	0	7	7	7	0
	9	12	39	0,1	149,9	0	0	0	12	0
	10	50	77	0,1	149,9	0	0	0	50	0
	11	31	100	0	149,9	0	0	0	31	0
	12	104	129	0	150	0	0	0	104	0
1926	1	91	139	0	150	0	0	0	91	0
	2	48	99	0	150	0	0	0	48	0
	3	88	95	0	150	0	0	0	88	0
	4	73	56	17	150	17	0	0	56	0
	5	76	30	63	133	46	17	0	30	0
	6	1	17	47	87	0	17	16	17	0
	7	16	19	44	103	0	11,5	3	19	0
	8	23	26	41	106	0	11,1	3	26	0
	9	29	39	36,2	109	0	12,1	4,8	33,8	0
	10	11	77	20,3	113,8	0	18,6	15,9	26,9	0
	11	148	100	68,3	129,7	48	13,5	0	100	0
	12	176	129	115,3	81,7	47	55	0	129	0
1927	1	98	139	80,7	34,7	0	93,6	34,6	132,6	0
	2	21	99	38,7	69,3	0	53,2	41,9	62,9	0
	3	51	95	27,4	111,3	0	24,5	11,4	62,4	0
	4	1	56	17,3	122,6	0	10,2	10	11	0
	5	36	30	23,3	132,7	6	3,5	0	30	0
	6	9	17	17,1	126,7	0	7,3	6,2	15,2	0
	7	22	19	20,1	132,9	3	2,2	0	19	0
	8	107	26	101,1	129,9	81	5,6	0	26	0
	9	15	39	77,1	48,9	0	32,1	24	39	0
	10	38	77	56,8	72,9	0	39,6	20,3	58,3	0
	11	156	100	112,8	93,2	56	37,9	0	100	0

	12	49	129	55,6	37,2	0	85,9	57,2	106,2	0
1928	1	118	139	47,8	94,4	0	51,5	7,8	125,8	0
	2	110	99	58,8	102,2	11	31,6	0	99	0
	3	22	95	28,1	91,2	0	37,8	30,8	52,8	0
	4	16	56	20,6	121,9	0	10,5	7,5	23,5	0
	5	45	30	35,6	129,4	15	4,1	0	30	0
	6	7	17	25,6	114,4	0	15,3	10	17	0
	7	20	19	26,6	124,4	1	6,9	0	19	0
	8	20	26	20,6	123,4	0	8,7	6	26	0
	9	77	39	58,6	129,4	38	5,4	0	39	0
	10	79	77	60,6	91,4	2	36,6	0	77	0
	11	154	100	114,6	89,4	54	42,8	0	100	0
	12	100	129	87,2	35,4	0	87,1	27,4	127,4	0
1929	1	88	139	57,5	62,8	0	80,8	29,6	117,6	0
	2	53	99	39,9	92,5	0	38	17,6	70,6	0
	3	21	95	20,2	110,1	0	25,3	19,7	40,7	0
	4	3	56	13,1	129,8	0	7,5	7,1	10,1	0
	5	11	30	11,4	136,9	0	2,6	1,7	12,7	0
	6	25	17	19,4	138,6	8	1,3	0	17	0
	7	2	19	10,7	130,6	0	8,8	8,7	10,7	0
	8	0	26	8,9	139,3	0	1,9	1,9	1,9	0
	9	20	39	7,7	141,1	0	2,3	1,1	21,1	0
	10	35	77	5,6	142,3	0	4	2,2	37,2	0
	11	14	100	2,4	144,4	0	3,7	3,2	17,2	0
	12	18	129	0,6	147,6	0	2	1,8	19,8	0
1930	1	64	139	0,3	149,4	0	0,6	0,3	64,3	0
	2	45	99	0,2	149,7	0	0,2	0,1	45,1	0
	3	10	95	0,1	149,8	0	0,1	0,1	10,1	0
	4	71	56	15,1	149,9	15	0	0	56	0
	5	34	30	19,1	134,9	4	15	0	30	0
	6	0	17	2,1	130,9	0	17	17	17	0
	7	7	19	0,1	147,9	0	2	2	9	0
	8	16	26	0,1	149,9	0	0	0	16	0
	9	45	39	6,1	149,9	6	0	0	39	0
	10	73	77	2,1	143,9	0	6	4	77	0
	11	160	100	62,1	147,9	60	2	0	100	0
	12	61	129	26,4	87,9	0	50,7	35,6	96,6	0
1931	1	143	139	30,4	123,6	4	24,5	0	139	0
	2	79	99	23,6	119,6	0	20,7	6,8	85,8	0
	3	78	95	20,9	126,4	0	15	2,7	80,7	0
	4	40	56	18,7	129,1	0	7,8	2,2	42,2	0
	5	18	30	17,2	131,3	0	3,7	1,5	19,5	0
	6	0	17	15,3	132,8	0	2	2	2	0
	7	5	19	13,8	134,7	0	1,9	1,4	6,4	0
	8	15	26	12,8	136,2	0	2,4	1	16	0

	9	46	39	19,8	137,2	7	3,3	0	39	0
	10	17	77	8,3	130,2	0	13	11,5	28,5	0
	11	74	100	6,9	141,7	0	5,5	1,4	75,4	0
	12	118	129	6,4	143,1	0	5,9	0,5	118,5	0
1932	1	24	139	1,5	143,6	0	5,9	4,9	28,9	0
	2	65	99	1,1	148,5	0	1	0,3	65,3	0
	3	36	95	0,7	148,9	0	0,7	0,5	36,5	0
	4	49	56	0,7	149,3	0	0,3	0	49	0
	5	5	30	0,6	149,3	0	0,1	0,1	5,1	0
	6	3	17	0,5	149,4	0	0,1	0,1	3,1	0
	7	2	19	0,4	149,5	0	0,1	0,1	2,1	0
	8	7	26	0,4	149,6	0	0,1	0,1	7,1	0
	9	26	39	0,4	149,6	0	0,1	0	26	0
	10	27	77	0,2	149,6	0	0,2	0,1	27,1	0
	11	34	100	0,1	149,8	0	0,2	0,1	34,1	0
	12	87	129	0,1	149,9	0	0,1	0	87	0
1933	1	100	139	0,1	149,9	0	0,1	0	100	0
	2	71	99	0,1	149,9	0	0	0	71	0
	3	34	95	0	149,9	0	0	0	34	0
	4	5	56	0	150	0	0	0	5	0
	5	20	30	0	150	0	0	0	20	0
	6	0	17	0	150	0	0	0	0	0
	7	0	19	0	150	0	0	0	0	0
	8	0	26	0	150	0	0	0	0	0
	9	81	39	42	150	42	0	0	39	0
	10	76	77	41	108	0	30,9	1	77	0
	11	2	100	8,6	109	0	32,6	32,4	34,4	0
	12	17	129	2,2	141,4	0	7,4	6,4	23,4	0
1934	1	58	139	1	147,8	0	2	1,2	59,2	0
	2	6	99	0,4	149	0	0,7	0,6	6,6	0
	3	81	95	0,3	149,6	0	0,2	0	81	0
	4	26	56	0,3	149,7	0	0,1	0,1	26,1	0
	5	20	30	0,3	149,7	0	0,1	0	20	0
	6	7	17	0,2	149,7	0	0	0	7	0
	7	4	19	0,2	149,8	0	0	0	4	0
	8	11	26	0,2	149,8	0	0	0	11	0
	9	94	39	55,2	149,8	55	0,1	0	39	0
	10	84	77	62,2	94,8	7	35,5	0	77	0
	11	131	100	93,2	87,8	31	43,6	0	100	0
	12	130	129	94,2	56,8	1	72,3	0	129	0
1935	1	92	139	59	55,8	0	77,6	35,1	127,1	0
	2	89	99	55,1	91	0	39	3,9	92,9	0
	3	76	95	48,1	94,9	0	34,9	7	83	0
	4	55	56	47,8	101,9	0	18	0,3	55,3	0
	5	18	30	44	102,2	0	9,6	3,8	21,8	0

	6	0	17	39	106	0	5	5	5	0
	7	0	19	34,1	111	0	4,9	4,9	4,9	0
	8	1	26	28,4	115,9	0	5,9	5,7	6,7	0
	9	22	39	25,2	121,6	0	7,4	3,2	25,2	0
	10	70	77	24	124,8	0	12,9	1,2	71,2	0
	11	90	100	22,4	126	0	16	1,6	91,6	0
	12	121	129	21,2	127,6	0	19,3	1,2	122,2	0
1936	1	52	139	8,9	128,8	0	19,6	12,3	64,3	0
	2	63	99	6,8	141,1	0	5,9	2,1	65,1	0
	3	65	95	5,4	143,2	0	4,3	1,4	66,4	0
	4	40	56	4,8	144,6	0	2	0,6	40,6	0
	5	2	30	3,9	145,2	0	1	0,9	2,9	0
	6	11	17	3,8	146,1	0	0,4	0,2	11,2	0
	7	0	19	3,3	146,2	0	0,5	0,5	0,5	0
	8	0	26	2,7	146,7	0	0,6	0,6	0,6	0
	9	0	39	2	147,3	0	0,7	0,7	0,7	0
	10	74	77	2	148	0	1	0	74	0
	11	55	100	1,4	148	0	1,3	0,6	55,6	0
	12	157	129	29,4	148,6	28	1,2	0	129	0
1937	1	6	139	1,2	120,6	0	28,3	28,2	34,2	0
	2	81	99	1,1	148,8	0	0,8	0,1	81,1	0
	3	97	95	3,1	148,9	2	0,7	0	95	0
	4	69	56	16,1	146,9	13	2,4	0	56	0
	5	50	30	36,1	133,9	20	15,1	0	30	0
	6	36	17	55,1	113,9	19	17	0	17	0
	7	5	19	41,1	94,9	0	19	14	19	0
	8	20	26	35,1	108,9	0	14	6	26	0
	9	128	39	124,1	114,9	89	11,8	0	39	0
	10	69	77	116,1	25,9	0	59,3	8	77	0
	11	20	100	57,5	33,9	0	71,8	58,6	78,6	0
	12	41	129	23,8	92,5	0	49,4	33,7	74,7	0
1938	1	75	139	13,6	126,2	0	22	10,1	85,1	0
	2	60	99	10,1	136,4	0	9	3,5	63,5	0
	3	55	95	7,4	139,9	0	6,4	2,7	57,7	0
	4	87	56	38,4	142,6	31	2,8	0	56	0
	5	29	30	37,4	111,6	0	25,4	1	30	0
	6	1	17	21,4	112,6	0	17	16	17	0
	7	13	19	15,4	128,6	0	9	6	19	0
	8	16	26	12,7	134,6	0	4,1	2,7	18,7	0
	9	0	39	9,4	137,3	0	3,3	3,3	3,3	0
	10	47	77	7,5	140,6	0	4,8	1,9	48,9	0
	11	59	100	5,5	142,5	0	5	2,1	61,1	0
	12	90	129	4	144,5	0	4,7	1,4	91,4	0
1939	1	147	139	12	146	8	3,7	0	139	0
	2	79	99	3,7	138	0	10,4	8,3	87,3	0

	3	95	95	3,7	146,3	0	2,4	0	95	0
	4	10	56	2,6	146,3	0	1,4	1,1	11,1	0
	5	129	30	101,6	147,4	99	0,5	0	30	0
	6	47	17	131,6	48,4	30	17	0	17	0
	7	23	19	135,6	18,4	4	19	0	19	0
	8	33	26	142,6	14,4	7	25,7	0	26	0
	9	90	39	150	7,4	7,4	36	0	39	43,6
	10	234	77	150	0	0	68,3	0	77	157
	11	24	100	82,5	0	0	87,5	67,5	91,5	0
	12	52	129	40,2	67,5	0	71	42,4	94,4	0
1940	1	120	139	35,1	109,8	0	37,2	5,1	125,1	0
	2	51	99	23,8	114,9	0	23,1	11,2	62,2	0
	3	32	95	13,8	126,2	0	15,1	10	42	0
	4	30	56	11,4	136,2	0	5,2	2,4	32,4	0
	5	1	30	9,2	138,6	0	2,3	2,2	3,2	0
	6	52	17	44,2	140,8	35	1	0	17	0
	7	18	19	43,2	105,8	0	19	1	19	0
	8	27	26	44,2	106,8	1	24,3	0	26	0
	9	75	39	80,2	105,8	36	26,8	0	39	0
	10	74	77	77,2	69,8	0	44,1	3	77	0
	11	38	100	40,5	72,8	0	50,7	36,7	74,7	0
	12	229	129	140,5	109,5	100	34,8	0	129	0
1941	1	106	139	109,3	9,5	0	112,8	31,2	137,2	0
	2	132	99	142,3	40,7	33	72,2	0	99	0
	3	25	95	82,1	7,7	0	79,8	60,2	85,2	0
	4	139	56	150	67,9	67,9	30,7	0	56	15,1
	5	88	30	150	0	0	29,2	0	30	58
	6	68	17	150	0	0	17	0	17	51
	7	68	19	150	0	0	19	0	19	49
	8	109	26	150	0	0	25,8	0	26	83
	9	0	39	113,3	0	0	36,7	36,7	36,7	0
	10	74	77	111,1	36,7	0	58,2	2,3	76,3	0
	11	95	100	107,4	38,9	0	74	3,7	98,7	0
	12	88	129	78	42,6	0	92,3	29,3	117,3	0
1942	1	60	139	36,9	72	0	72,3	41,1	101,1	0
	2	39	99	22,2	113,1	0	24,4	14,8	53,8	0
	3	26	95	12	127,8	0	14	10,2	36,2	0
	4	34	56	10,2	138	0	4,5	1,8	35,8	0
	5	48	30	28,2	139,8	18	2	0	30	0
	6	28	17	39,2	121,8	11	17	0	17	0
	7	5	19	25,2	110,8	0	19	14	19	0
	8	12	26	13,9	124,8	0	12,4	11,3	23,3	0
	9	24	39	12,5	136,1	0	3,6	1,4	25,4	0
	10	8	77	6,8	137,5	0	6,4	5,8	13,8	0
	11	67	100	5,3	143,2	0	4,5	1,5	68,5	0

	12	99	129	4,2	144,7	0	4,5	1,1	100,1	0
1943	1	39	139	1,4	145,8	0	3,9	2,8	41,8	0
	2	19	99	0,7	148,6	0	0,9	0,8	19,8	0
	3	222	95	127,7	149,3	127	0,4	0	95	0
	4	38	56	109,7	22,3	0	46,2	18	56	0
	5	57	30	136,7	40,3	27	22,7	0	30	0
	6	159	17	150	13,3	13,3	17	0	17	128,7
	7	12	19	143	0	0	19	7	19	0
	8	7	26	124,2	7	0	24,7	18,8	25,8	0
	9	18	39	106,8	25,8	0	32,3	17,4	35,4	0
	10	135	77	150	43,2	43,2	54,8	0	77	14,8
	11	137	100	150	0	0	87,5	0	100	37
	12	171	129	150	0	0	111,7	0	129	42
1944	1	216	139	150	0	0	120	0	139	77
	2	135	99	150	0	0	86,7	0	99	36
	3	93	95	148	0	0	83,3	2	95	0
	4	30	56	122,5	2	0	50,5	25,5	55,5	0
	5	10	30	106,2	27,5	0	24,5	16,3	26,3	0
	6	0	17	94,1	43,8	0	12	12	12	0
	7	0	19	82,2	55,9	0	11,9	11,9	11,9	0
	8	0	26	68	67,8	0	14,2	14,2	14,2	0
	9	0	39	50,3	82	0	17,7	17,7	17,7	0
	10	120	77	93,3	99,7	43	25,8	0	77	0
	11	17	100	41,9	56,7	0	59,1	51,4	68,4	0
	12	83	129	29	108,1	0	36	12,8	95,8	0
1945	1	80	139	17,6	121	0	26,9	11,4	91,4	0
	2	155	99	73,6	132,4	56	11,6	0	99	0
	3	74	95	52,6	76,4	0	47,7	21	95	0
	4	62	56	58,6	97,4	6	20,9	0	56	0
	5	0	30	42,1	91,4	0	16,5	16,5	16,5	0
	6	1	17	37,6	107,9	0	4,8	4,5	5,5	0
	7	60	19	78,6	112,4	41	4,8	0	19	0
	8	115	26	150	71,4	71,4	25,4	0	26	17,6
	9	213	39	150	0	0	36,7	0	39	174
	10	110	77	150	0	0	68,3	0	77	33
	11	14	100	74,2	0	0	87,5	75,8	89,8	0
	12	127	129	73,2	75,8	0	63,8	1	128	0
1946	1	112	139	60	76,8	0	67,8	13,2	125,2	0
	2	23	99	29,6	90	0	39,6	30,4	53,4	0
	3	29	95	16,6	120,4	0	18,7	13	42	0
	4	51	56	16	133,4	0	6,2	0,6	51,6	0
	5	79	30	65	134	49	3,2	0	30	0
	6	45	17	93	85	28	17	0	17	0
	7	5	19	79	57	0	19	14	19	0
	8	30	26	83	71	4	17,8	0	26	0

	9	7	39	60,3	67	0	25,9	22,7	29,7	0
	10	9	77	33	89,7	0	31	27,3	36,3	0
	11	30	100	17,6	117	0	22	15,4	45,4	0
	12	92	129	13,2	132,4	0	15,1	4,3	96,3	0
1947	1	53	139	5,7	136,8	0	12,3	7,6	60,6	0
	2	78	99	4,9	144,3	0	3,7	0,8	78,8	0
	3	108	95	17,9	145,1	13	3,1	0	95	0
	4	163	56	124,9	132,1	107	14,4	0	56	0
	5	50	30	144,9	25,1	20	28,3	0	30	0
	6	54	17	150	5,1	5,1	17	0	17	31,9
	7	41	19	150	0	0	19	0	19	22
	8	11	26	135	0	0	25,8	15	26	0
	9	44	39	140	15	5	34,2	0	39	0
	10	67	77	130	10	0	66,7	10	77	0
	11	103	100	133	20	3	84,2	0	100	0
	12	32	129	50,8	17	0	108,8	82,2	114,2	0
1948	1	181	139	92,8	99,2	42	47,1	0	139	0
	2	45	99	54,7	57,2	0	58,5	38,1	83,1	0
	3	76	95	47,8	95,3	0	34,7	6,9	82,9	0
	4	32	56	40,1	102,2	0	17,8	7,6	39,6	0
	5	32	30	42,1	109,9	2	8	0	30	0
	6	0	17	36,1	107,9	0	6	6	6	0
	7	2	19	32	113,9	0	4,6	4,1	6,1	0
	8	0	26	26,5	118	0	5,6	5,6	5,6	0
	9	52	39	39,5	123,5	13	6,9	0	39	0
	10	52	77	24,4	110,5	0	24,3	15,1	67,1	0
	11	47	100	15,8	125,6	0	16,2	8,6	55,6	0
	12	96	129	12,3	134,2	0	13,5	3,5	99,5	0
1949	1	26	139	3	137,7	0	11,4	9,3	35,3	0
	2	121	99	25	147	22	2	0	99	0
	3	108	95	38	125	13	23,5	0	95	0
	4	40	56	22	112	0	27,7	16	56	0
	5	105	30	97	128	75	10,8	0	30	0
	6	54	17	134	53	37	17	0	17	0
	7	77	19	150	16	16	19	0	19	42
	8	96	26	150	0	0	25,8	0	26	70
	9	57	39	150	0	0	36,7	0	39	18
	10	36	77	111,7	0	0	68,3	38,3	74,3	0
	11	65	100	85,6	38,3	0	74,4	26,1	91,1	0
	12	62	129	47,4	64,4	0	73,6	38,2	100,2	0
1950	1	80	139	28,7	102,6	0	43,9	18,6	98,6	0
	2	57	99	20,7	121,3	0	19	8	65	0
	3	111	95	36,7	129,3	16	13,1	0	95	0
	4	10	56	16,6	113,3	0	21,5	20,1	30,1	0
	5	8	30	14,1	133,4	0	3,3	2,4	10,4	0

	6	0	17	12,5	135,9	0	1,6	1,6	1,6	0
	7	0	19	10,9	137,5	0	1,6	1,6	1,6	0
	8	0	26	9	139,1	0	1,9	1,9	1,9	0
	9	28	39	8,4	141	0	2,4	0,7	28,7	0
	10	163	77	94,4	141,6	86	4,3	0	77	0
	11	112	100	106,4	55,6	12	59,7	0	100	0
	12	23	129	37,4	43,6	0	81,4	68,9	91,9	0
1951	1	68	139	19,7	112,6	0	34,7	17,7	85,7	0
	2	172	99	92,7	130,3	73	13	0	99	0
	3	37	95	52,8	57,3	0	56,6	39,9	76,9	0
	4	8	56	35,9	97,2	0	19,7	16,9	24,9	0
	5	21	30	33,8	114,1	0	7,2	2,2	23,2	0
	6	10	17	32,2	116,2	0	3,8	1,6	11,6	0
	7	10	19	30,3	117,8	0	4,1	1,9	11,9	0
	8	0	26	25	119,7	0	5,2	5,2	5,2	0
	9	0	39	18,5	125	0	6,5	6,5	6,5	0
	10	37	77	13,6	131,5	0	9,5	4,9	41,9	0
	11	90	100	12,7	136,4	0	9	0,9	90,9	0
	12	184	129	67,7	137,3	55	10,9	0	129	0
1952	1	53	139	25,3	82,3	0	57,4	42,4	95,4	0
	2	108	99	34,3	124,7	9	16,7	0	99	0
	3	65	95	21,8	115,7	0	23,5	12,5	77,5	0
	4	6	56	14,5	128,2	0	8,1	7,3	13,3	0
	5	33	30	17,5	135,5	3	2,9	0	30	0
	6	45	17	45,5	132,5	28	4,4	0	17	0
	7	19	19	45,5	104,5	0	19	0	19	0
	8	30	26	49,5	104,5	4	25,1	0	26	0
	9	21	39	31,5	100,5	0	27,3	18	39	0
	10	103	77	57,5	118,5	26	18,4	0	77	0
	11	89	100	46,5	92,5	0	41,3	11	100	0
	12	113	129	32,1	103,5	0	38,9	14,4	127,4	0
1953	1	99	139	23,5	117,9	0	29,7	8,6	107,6	0
	2	14	99	10,2	126,5	0	15,5	13,3	27,3	0
	3	73	95	8,7	139,8	0	6,5	1,5	74,5	0
	4	16	56	6,4	141,3	0	3,2	2,3	18,3	0
	5	0	30	5,1	143,6	0	1,3	1,3	1,3	0
	6	24	17	12,1	144,9	7	0,6	0	17	0
	7	0	19	4,7	137,9	0	7,4	7,4	7,4	0
	8	6	26	4,1	145,3	0	0,8	0,6	6,6	0
	9	0	39	3	145,9	0	1,1	1,1	1,1	0
	10	68	77	2,8	147	0	1,5	0,2	68,2	0
	11	121	100	23,8	147,2	21	1,9	0	100	0
	12	173	129	67,8	126,2	44	23	0	129	0
1954	1	64	139	28,6	82,2	0	57,6	39,3	103,3	0
	2	17	99	12,9	121,4	0	18,8	15,6	32,6	0

	3	59	95	9,8	137,1	0	8,2	3,1	62,1	0
	4	92	56	45,8	140,2	36	3,7	0	56	0
	5	18	30	33,8	104,2	0	25,7	12	30	0
	6	89	17	105,8	116,2	72	13,6	0	17	0
	7	6	19	92,8	44,2	0	19	13	19	0
	8	21	26	87,8	57,2	0	19,5	5	26	0
	9	40	39	88,8	62,2	1	24,2	0	39	0
	10	38	77	64,1	61,2	0	45,2	24,7	62,7	0
	11	71	100	51,7	85,9	0	42,8	12,4	83,4	0
	12	32	129	18,3	98,3	0	44,5	33,5	65,5	0
1955	1	131	139	17,3	131,7	0	16,9	1	132	0
	2	99	99	17,3	132,7	0	11,4	0	99	0
	3	76	95	15,1	132,7	0	11	2,2	78,2	0
	4	28	56	12,3	134,9	0	5,6	2,8	30,8	0
	5	74	30	56,3	137,7	44	2,5	0	30	0
	6	21	17	60,3	93,7	4	17	0	17	0
	7	0	19	41,3	89,7	0	19	19	19	0
	8	0	26	30,6	108,7	0	10,7	10,7	10,7	0
	9	0	39	22,6	119,4	0	8	8	8	0
	10	121	77	66,6	127,4	44	11,6	0	77	0
	11	152	100	118,6	83,4	52	45,8	0	100	0
	12	21	129	41,8	31,4	0	89,9	76,8	97,8	0
1956	1	100	139	30,9	108,2	0	38,8	10,9	110,9	0
	2	70	99	25	119,1	0	20,4	6	76	0
	3	148	95	78	125	53	15,8	0	95	0
	4	9	56	45,2	72	0	35,9	32,8	41,8	0
	5	34	30	49,2	104,8	4	9	0	30	0
	6	5	17	42,8	100,8	0	7,9	6,4	11,4	0
	7	0	19	37,4	107,2	0	5,4	5,4	5,4	0
	8	0	26	30,9	112,6	0	6,5	6,5	6,5	0
	9	20	39	27	119,1	0	8	3,9	23,9	0
	10	87	77	37	123	10	13,8	0	77	0
	11	147	100	84	113	47	26,2	0	100	0
	12	45	129	35,8	66	0	65,9	48,2	93,2	0
1957	1	26	139	8,8	114,2	0	33,2	27	53	0
	2	45	99	5,6	141,2	0	5,8	3,2	48,2	0
	3	77	95	5	144,4	0	3,6	0,7	77,7	0
	4	90	56	39	145	34	1,9	0	56	0
	5	15	30	24	111	0	25,5	15	30	0
	6	39	17	46	126	22	10,7	0	17	0
	7	0	19	27	104	0	19	19	19	0
	8	0	26	18,2	123	0	8,8	8,8	8,8	0
	9	46	39	25,2	131,8	7	4,7	0	39	0
	10	11	77	11	124,8	0	15,5	14,1	25,1	0
	11	161	100	72	139	61	7,4	0	100	0

	12	70	129	36,4	78	0	57,6	35,7	105,7	0
1958	1	72	139	20,1	113,6	0	33,7	16,2	88,2	0
	2	112	99	33,1	129,9	13	13,3	0	99	0
	3	9	95	10,3	116,9	0	24	22,8	31,8	0
	4	0	56	6,5	139,7	0	3,9	3,9	3,9	0
	5	0	30	5,2	143,5	0	1,3	1,3	1,3	0
	6	29	17	17,2	144,8	12	0,6	0	17	0
	7	48	19	46,2	132,8	29	12,2	0	19	0
	8	45	26	65,2	103,8	19	25,1	0	26	0
	9	35	39	61,2	84,8	0	28,8	4	39	0
	10	56	77	40,2	88,8	0	36	21	77	0
	11	42	100	24,6	109,8	0	26,8	15,5	57,5	0
	12	98	129	19,6	125,4	0	21,2	5,1	103,1	0
1959	1	83	139	12,3	130,4	0	18,1	7,3	90,3	0
	2	113	99	26,3	137,7	14	8,1	0	99	0
	3	18	95	7,1	123,7	0	20,6	19,1	37,1	0
	4	122	56	73,1	142,9	66	2,7	0	56	0
	5	32	30	75,1	76,9	2	26,6	0	30	0
	6	36	17	94,1	74,9	19	17	0	17	0
	7	3	19	78,1	55,9	0	19	16	19	0
	8	70	26	122,1	71,9	44	16,8	0	26	0
	9	17	39	100,1	27,9	0	34,1	22	39	0
	10	58	77	86,7	49,9	0	50,9	13,4	71,4	0
	11	136	100	122,7	63,3	36	57,8	0	100	0
	12	210	129	150	27,3	27,3	92,8	0	129	53,7
1960	1	115	139	126	0	0	120	24	139	0
	2	52	99	86,7	24	0	82,7	39,3	91,3	0
	3	84	95	80,3	63,3	0	54,9	6,4	90,4	0
	4	5	56	53	69,7	0	30	27,3	32,3	0
	5	0	30	42,4	97	0	10,6	10,6	10,6	0
	6	27	17	52,4	107,6	10	4,8	0	17	0
	7	0	19	39,9	97,6	0	12,5	12,5	12,5	0
	8	0	26	33	110,1	0	6,9	6,9	6,9	0
	9	40	39	34	117	1	8,6	0	39	0
	10	118	77	75	116	41	17,7	0	77	0
	11	76	100	51	75	0	50	24	100	0
	12	114	129	45,3	99	0	43,6	5,7	119,7	0
1961	1	156	139	62,3	104,7	17	42	0	139	0
	2	37	99	31,7	87,7	0	41,8	30,6	67,6	0
	3	56	95	23,5	118,3	0	20,1	8,2	64,2	0
	4	57	56	24,5	126,5	1	8,8	0	56	0
	5	25	30	22,8	125,5	0	5,5	1,6	26,6	0
	6	0	17	20,2	127,2	0	2,6	2,6	2,6	0
	7	0	19	17,7	129,8	0	2,6	2,6	2,6	0
	8	5	26	15,2	132,3	0	3,1	2,5	7,5	0

	9	15	39	12,8	134,8	0	4	2,4	17,4	0
	10	154	77	89,8	137,2	77	6,6	0	77	0
	11	162	100	150	60,2	60,2	57,4	0	100	1,8
	12	112	129	133	0	0	111,7	17	129	0
1962	1	103	139	101,7	17	0	117,2	31,3	134,3	0
	2	135	99	137,7	48,3	36	67,1	0	99	0
	3	113	95	150	12,3	12,3	77,6	0	95	5,7
	4	11	56	108,3	0	0	50,8	41,7	52,7	0
	5	16	30	98,2	41,7	0	21,7	10,1	26,1	0
	6	0	17	87,1	51,8	0	11,1	11,1	11,1	0
	7	35	19	103,1	62,9	16	11	0	19	0
	8	35	26	112,1	46,9	9	21,8	0	26	0
	9	0	39	79	37,9	0	33,1	33,1	33,1	0
	10	36	77	57,4	71	0	40,5	21,6	57,6	0
	11	70	100	45,9	92,6	0	38,3	11,5	81,5	0
	12	97	129	36,1	104,1	0	39,5	9,8	106,8	0
1963	1	132	139	34,4	113,9	0	33,5	1,7	133,7	0
	2	97	99	34	115,6	0	22,7	0,5	97,5	0
	3	102	95	41	116	7	21,5	0	95	0
	4	45	56	33,1	109	0	18,1	7,9	52,9	0
	5	33	30	36,1	116,9	3	6,6	0	30	0
	6	0	17	30	113,9	0	6,1	6,1	6,1	0
	7	0	19	26,2	120	0	3,8	3,8	3,8	0
	8	0	26	21,6	123,8	0	4,5	4,5	4,5	0
	9	32	39	20,6	128,4	0	5,6	1	33	0
	10	53	77	17,3	129,4	0	10,6	3,3	56,3	0
	11	97	100	17	132,7	0	11,6	0,3	97,3	0
	12	89	129	12,5	133	0	14,6	4,5	93,5	0
1964	1	192	139	65,5	137,5	53	11,5	0	139	0
	2	52	99	34,5	84,5	0	45	30,9	82,9	0
	3	125	95	64,5	115,5	30	21,9	0	95	0
	4	61	56	69,5	85,5	5	33,2	0	56	0
	5	0	30	43	80,5	0	26,5	26,5	26,5	0
	6	0	17	38,2	107	0	4,9	4,9	4,9	0
	7	0	19	33,3	111,8	0	4,8	4,8	4,8	0
	8	0	26	27,5	116,7	0	5,8	5,8	5,8	0
	9	60	39	48,5	122,5	21	7,2	0	39	0
	10	88	77	59,5	101,5	11	31,3	0	77	0
	11	82	100	41,5	90,5	0	42,3	18	100	0
	12	220	129	132,5	108,5	91	35,1	0	129	0
1965	1	137	139	130,5	17,5	0	106,7	2	139	0
	2	53	99	91,1	19,5	0	77,5	39,5	92,5	0
	3	116	95	112,1	58,9	21	57,7	0	95	0
	4	24	56	84,4	37,9	0	42,2	27,7	51,7	0
	5	20	30	78,8	65,6	0	16,9	5,6	25,6	0

	6	22	17	83,8	71,2	5	8,9	0	17	0
	7	0	19	71,4	66,2	0	12,4	12,4	12,4	0
	8	0	26	59	78,6	0	12,4	12,4	12,4	0
	9	11	39	48	91	0	15,3	11	22	0
	10	50	77	39,4	102	0	24,6	8,6	58,6	0
	11	130	100	69,4	110,6	30	26,2	0	100	0
	12	55	129	29,9	80,6	0	55,8	39,5	94,5	0
1966	1	128	139	27,7	120,1	0	27,7	2,2	130,2	0
	2	68	99	22	122,3	0	18,3	5,7	73,7	0
	3	214	95	141	128	119	13,9	0	95	0
	4	115	56	150	9	9	49	0	56	50
	5	2	30	122,5	0	0	29,2	27,5	29,5	0
	6	0	17	108,6	27,5	0	13,9	13,9	13,9	0
	7	6	19	99,2	41,4	0	13,8	9,4	15,4	0
	8	4	26	84,7	50,8	0	17,2	14,5	18,5	0
	9	0	39	62,6	65,3	0	22	22	22	0
	10	13	77	35,9	87,4	0	32,2	26,7	39,7	0
	11	97	100	35,2	114,1	0	23,9	0,7	97,7	0
	12	218	129	124,2	114,8	89	30,3	0	129	0
1967	1	54	139	59,5	25,8	0	100,4	64,7	118,7	0
	2	32	99	32,9	90,5	0	39,3	26,6	58,6	0
	3	44	95	21,7	117,1	0	20,9	11,2	55,2	0
	4	90	56	55,7	128,3	34	8,1	0	56	0
	5	0	30	29,7	94,3	0	26	26	26	0
	6	0	17	26,3	120,3	0	3,4	3,4	3,4	0
	7	12	19	25,1	123,7	0	3,3	1,2	13,2	0
	8	0	26	20,8	124,9	0	4,4	4,4	4,4	0
	9	70	39	51,8	129,2	31	5,4	0	39	0
	10	150	77	124,8	98,2	73	34,3	0	77	0
	11	24	100	65,8	25,2	0	74,9	58,9	82,9	0
	12	50	129	31,2	84,2	0	56,6	34,7	84,7	0
1968	1	121	139	27,4	118,8	0	28,9	3,7	124,7	0
	2	109	99	37,4	122,6	10	18,1	0	99	0
	3	64	95	23,6	112,6	0	25,5	13,8	77,8	0
	4	20	56	17,9	126,4	0	8,8	5,7	25,7	0
	5	0	30	14,3	132,1	0	3,6	3,6	3,6	0
	6	40	17	37,3	135,7	23	1,6	0	17	0
	7	0	19	18,3	112,7	0	19	19	19	0
	8	48	26	40,3	131,7	22	6,1	0	26	0
	9	5	39	14,4	109,7	0	26,4	25,9	30,9	0
	10	64	77	13,2	135,6	0	7,4	1,2	65,2	0
	11	63	100	9,9	136,8	0	8,8	3,2	66,2	0
	12	104	129	8,3	140,1	0	8,5	1,7	105,7	0
1969	1	60	139	3,9	141,7	0	7,7	4,4	64,4	0
	2	52	99	2,7	146,1	0	2,6	1,2	53,2	0

	3	52	95	1,9	147,3	0	1,7	0,8	52,8	0
	4	111	56	56,9	148,1	55	0,7	0	56	0
	5	61	30	87,9	93,1	31	26,1	0	30	0
	6	40	17	110,9	62,1	23	17	0	17	0
	7	0	19	91,9	39,1	0	19	19	19	0
	8	0	26	74,5	58,1	0	17,5	17,5	17,5	0
	9	0	39	55,1	75,5	0	19,4	19,4	19,4	0
	10	0	77	26,8	94,9	0	28,3	28,3	28,3	0
	11	97	100	26,3	123,2	0	17,9	0,5	97,5	0
	12	54	129	13,1	123,7	0	22,6	13,1	67,1	0
1970	1	158	139	32,1	136,9	19	12,2	0	139	0
	2	41	99	9,7	117,9	0	26	22,4	63,4	0
	3	75	95	8,4	140,3	0	6,2	1,3	76,3	0
	4	0	56	5,3	141,6	0	3,1	3,1	3,1	0
	5	25	30	5,1	144,7	0	1,1	0,2	25,2	0
	6	0	17	4,5	144,9	0	0,6	0,6	0,6	0
	7	0	19	4	145,5	0	0,6	0,6	0,6	0
	8	0	26	3,3	146	0	0,7	0,7	0,7	0
	9	15	39	2,7	146,7	0	0,8	0,5	15,5	0
	10	42	77	2,1	147,3	0	1,4	0,6	42,6	0
	11	22	100	1	147,9	0	1,4	1,1	23,1	0
	12	25	129	0,3	149	0	0,9	0,7	25,7	0
1971	1	148	139	9,3	149,7	9	0,3	0	139	0
	2	24	99	0,2	140,7	0	9,2	9,1	33,1	0
	3	92	95	0,2	149,8	0	0,1	0	92	0
	4	0	56	0,1	149,8	0	0,1	0,1	0,1	0
	5	0	30	0,1	149,9	0	0	0	0	0
	6	11	17	0,1	149,9	0	0	0	11	0
	7	17	19	0,1	149,9	0	0	0	17	0
	8	17	26	0,1	149,9	0	0	0	17	0
	9	6	39	0,1	149,9	0	0	0	6	0
	10	38	77	0	149,9	0	0	0	38	0
	11	26	100	0	150	0	0	0	26	0
	12	25	129	0	150	0	0	0	25	0
1972	1	60	139	0	150	0	0	0	60	0
	2	29	99	0	150	0	0	0	29	0
	3	148	95	53	150	53	0	0	95	0
	4	41	56	38	97	0	30,8	15	56	0
	5	0	30	24,3	112	0	13,7	13,7	13,7	0
	6	14	17	23,8	125,7	0	2,8	0,5	14,5	0
	7	10	19	22,4	126,2	0	3	1,4	11,4	0
	8	98	26	94,4	127,6	72	3,9	0	26	0
	9	63	39	118,4	55,6	24	31,5	0	39	0
	10	12	77	68,5	31,6	0	57,4	49,9	61,9	0
	11	180	100	148,5	81,5	80	45,6	0	100	0

	12	108	129	127,5	1,5	0	110,6	21	129	0
1973	1	125	139	115,2	22,5	0	115,1	12,2	137,2	0
	2	23	99	56,8	34,8	0	76,1	58,4	81,4	0
	3	227	95	150	93,2	93,2	36	0	95	38,8
	4	44	56	138	0	0	50,8	12	56	0
	5	0	30	110,8	12	0	27,2	27,2	27,2	0
	6	0	17	98,3	39,2	0	12,6	12,6	12,6	0
	7	35	19	114,3	51,7	16	12,4	0	19	0
	8	0	26	91,7	35,7	0	22,6	22,6	22,6	0
	9	6	39	71,5	58,3	0	23,8	20,2	26,2	0
	10	38	77	52,9	78,5	0	36,7	18,6	56,6	0
	11	40	100	31,8	97,1	0	35,3	21,2	61,2	0
	12	41	129	13,1	118,2	0	27,3	18,6	59,6	0
1974	1	111	139	10,7	136,9	0	12,2	2,5	113,5	0
	2	92	99	10,2	139,3	0	7	0,5	92,5	0
	3	92	95	10	139,8	0	6,4	0,2	92,2	0
	4	0	56	6,3	140	0	3,7	3,7	3,7	0
	5	67	30	43,3	143,7	37	1,3	0	30	0
	6	0	17	26,3	106,7	0	17	17	17	0
	7	31	19	38,3	123,7	12	9,3	0	19	0
	8	5	26	18,1	111,7	0	20,7	20,1	25,1	0
	9	20	39	15,8	131,9	0	4,7	2,3	22,3	0
	10	31	77	11	134,2	0	8,1	4,9	35,9	0
	11	39	100	6,5	139	0	7,3	4,5	43,5	0
	12	48	129	3	143,5	0	5,6	3,5	51,5	0
1975	1	183	139	47	147	44	2,8	0	139	0
	2	84	99	32	103	0	35,9	15	99	0
	3	156	95	93	118	61	22,5	0	95	0
	4	16	56	61,2	57	0	39,1	31,8	47,8	0
	5	32	30	63,2	88,8	2	12,2	0	30	0
	6	5	17	57,1	86,8	0	8,1	6,1	11,1	0
	7	2	19	50,6	92,9	0	7,2	6,5	8,5	0
	8	48	26	72,6	99,4	22	8,8	0	26	0
	9	86	39	119,6	77,4	47	27,7	0	39	0
	10	27	77	78,9	30,4	0	57,8	40,8	67,8	0
	11	70	100	63,1	71,1	0	52,6	15,8	85,8	0
	12	19	129	16,8	86,9	0	54,3	46,3	65,3	0
1976	1	53	139	7,2	133,2	0	15,6	9,6	62,6	0
	2	69	99	5,7	142,8	0	4,7	1,4	70,4	0
	3	14	95	2,6	144,3	0	3,6	3,1	17,1	0
	4	59	56	5,6	147,4	3	1	0	56	0
	5	30	30	5,6	144,4	0	3,5	0	30	0
	6	0	17	2,4	144,4	0	3,2	3,2	3,2	0
	7	14	19	2,3	147,6	0	0,3	0,1	14,1	0
	8	38	26	14,3	147,7	12	0,4	0	26	0

	9	59	39	34,3	135,7	20	12,4	0	39	0
	10	28	77	7,8	115,7	0	28,2	26,5	54,5	0
	11	111	100	18,8	142,2	11	5,2	0	100	0
	12	207	129	96,8	131,2	78	17,2	0	129	0
1977	1	74	139	52,7	53,2	0	79,6	44,2	118,2	0
	2	12	99	22,1	97,3	0	34,8	30,5	42,5	0
	3	45	95	14,7	127,9	0	14	7,4	52,4	0
	4	16	56	10,8	135,3	0	5,5	3,9	19,9	0
	5	4	30	8,9	139,2	0	2,2	1,9	5,9	0
	6	36	17	27,9	141,1	19	1	0	17	0
	7	7	19	15,9	122,1	0	19	12	19	0
	8	4	26	8	134,1	0	8,1	7,9	11,9	0
	9	0	39	6	142	0	2,1	2,1	2,1	0
	10	63	77	5,4	144	0	3,1	0,6	63,6	0
	11	19	100	2,5	144,6	0	3,6	2,9	21,9	0
	12	167	129	40,5	147,5	38	2,1	0	129	0
1978	1	133	139	34,5	109,5	0	36,8	6	139	0
	2	171	99	106,5	115,5	72	27,3	0	99	0
	3	80	95	91,5	43,5	0	63	15	95	0
	4	22	56	68,4	58,5	0	35	23	45	0
	5	1	30	55,2	81,6	0	13,7	13,2	14,2	0
	6	0	17	49	94,8	0	6,3	6,3	6,3	0
	7	21	19	51	101	2	6,2	0	19	0
	8	0	26	41,1	99	0	9,8	9,8	9,8	0
	9	139	39	141,1	108,9	100	10,7	0	39	0
	10	16	77	88,3	8,9	0	65,3	52,9	68,9	0
	11	70	100	70,6	61,7	0	58,8	17,7	87,7	0
	12	142	129	83,6	79,4	13	60,7	0	129	0
1979	1	136	139	80,6	66,4	0	72,3	3	139	0
	2	217	99	150	69,4	69,4	51,9	0	99	48,6
	3	37	95	97,5	0	0	83,3	52,5	89,5	0
	4	109	56	150	52,5	52,5	36,4	0	56	0,5
	5	8	30	128	0	0	29,2	22	30	0
	6	52	17	150	22	22	14,7	0	17	13
	7	63	19	150	0	0	19	0	19	44
	8	20	26	144	0	0	25,8	6	26	0
	9	27	39	132	6	0	35,7	12	39	0
	10	35	77	95,8	18	0	65,3	36,2	71,2	0
	11	63	100	72,2	54,2	0	63,9	23,6	86,6	0
	12	155	129	98,2	77,8	26	62,1	0	129	0
1980	1	79	139	56,1	51,8	0	80,6	42,1	121,1	0
	2	158	99	115,1	93,9	59	37	0	99	0
	3	52	95	79,3	34,9	0	67,1	35,8	87,8	0
	4	96	56	119,3	70,7	40	29,6	0	56	0
	5	8	30	97,3	30,7	0	28,1	22	30	0

	6	26	17	106,3	52,7	9	11,8	0	17	0
	7	0	19	89,9	43,7	0	16,4	16,4	16,4	0
	8	0	26	74,3	60,1	0	15,6	15,6	15,6	0
	9	6	39	58	75,7	0	19,3	16,4	22,4	0
	10	89	77	70	92	12	29,8	0	77	0
	11	96	100	66	80	0	46	4	100	0
	12	96	129	48,3	84	0	54,8	17,7	113,7	0
1981	1	243	139	150	101,7	101,7	44,8	0	139	2,3
	2	22	99	81,7	0	0	86,7	68,3	90,3	0
	3	75	95	70,8	68,3	0	51,7	10,9	85,9	0
	4	157	56	150	79,2	79,2	26,4	0	56	21,8
	5	14	30	134	0	0	29,2	16	30	0
	6	0	17	118,3	16	0	15,7	15,7	15,7	0
	7	3	19	105,7	31,7	0	15	12,6	15,6	0
	8	7	26	92,3	44,3	0	18,3	13,4	20,4	0
	9	8	39	73,2	57,7	0	24	19,1	27,1	0
	10	22	77	46,4	76,8	0	37,6	26,9	48,9	0
	11	203	100	149,4	103,6	103	30,9	0	100	0
	12	67	129	93,7	0,6	0	111,2	55,7	122,7	0
1982	1	59	139	43,7	56,3	0	86,8	50	109	0
	2	55	99	30,9	106,3	0	28,9	12,8	67,8	0
	3	107	95	42,9	119,1	12	19,6	0	95	0
	4	69	56	55,9	107,1	13	21,1	0	56	0
	5	10	30	35,9	94,1	0	26	20	30	0
	6	28	17	46,9	114,1	11	7,5	0	17	0
	7	19	19	46,9	103,1	0	16,6	0	19	0
	8	2	26	29,3	103,1	0	18,1	17,6	19,6	0
	9	61	39	51,3	120,7	22	7,6	0	39	0
	10	29	77	24,2	98,7	0	32,7	27,1	56,1	0
	11	73	100	19,8	125,8	0	16,1	4,4	77,4	0
	12	87	129	14,3	130,2	0	17,1	5,6	92,6	0
1983	1	211	139	86,3	135,7	72	13,2	0	139	0
	2	31	99	43,7	63,7	0	55,2	42,6	73,6	0
	3	35	95	26,2	106,3	0	27,7	17,5	52,5	0
	4	17	56	19,4	123,8	0	9,8	6,8	23,8	0
	5	31	30	20,4	130,6	1	3,9	0	30	0
	6	8	17	18,4	129,6	0	3,1	2	10	0
	7	18	19	18,3	131,6	0	2,3	0,1	18,1	0
	8	56	26	48,3	131,7	30	3,2	0	26	0
	9	18	39	27,3	101,7	0	27,2	21	39	0
	10	95	77	45,3	122,7	18	15,3	0	77	0
	11	88	100	33,3	104,7	0	34,1	12	100	0
	12	132	129	36,3	116,7	3	28,4	0	129	0
1984	1	208	139	105,3	113,7	69	32,5	0	139	0
	2	184	99	150	44,7	44,7	64,6	0	99	40,3

	3	144	95	150	0	0	83,3	0	95	49
	4	34	56	128	0	0	50,8	22	56	0
	5	9	30	110	22	0	25,5	18	27	0
	6	16	17	109,3	40	0	12,5	0,7	16,7	0
	7	9	19	102	40,7	0	13,8	7,3	16,3	0
	8	5	26	87,7	48	0	17,7	14,3	19,3	0
	9	70	39	118,7	62,3	31	22,8	0	39	0
	10	17	77	71,8	31,3	0	57,5	46,9	63,9	0
	11	164	100	135,8	78,2	64	47,9	0	100	0
	12	226	129	150	14,2	14,2	101,8	0	129	82,8
1985	1	216	139	150	0	0	120	0	139	77
	2	102	99	150	0	0	86,7	0	99	3
	3	7	95	72,5	0	0	83,3	77,5	84,5	0
	4	28	56	59	77,5	0	27,1	13,5	41,5	0
	5	3	30	48,4	91	0	11,8	10,6	13,6	0
	6	6	17	44,8	101,6	0	5,5	3,5	9,5	0
	7	167	19	150	105,2	105,2	5,7	0	19	42,8
	8	12	26	136	0	0	25,8	14	26	0
	9	53	39	150	14	14	34,3	0	39	0
	10	67	77	140	0	0	68,3	10	77	0
	11	32	100	80,8	10	0	85,8	59,2	91,2	0
	12	164	129	115,8	69,2	35	69,5	0	129	0
1986	1	130	139	106,8	34,2	0	94	9	139	0
	2	63	99	78,7	43,2	0	66,3	28,1	91,1	0
	3	88	95	75	71,3	0	49,9	3,7	91,7	0
	4	90	56	109	75	34	28	0	56	0
	5	9	30	88	41	0	27,8	21	30	0
	6	5	17	79,6	62	0	11,3	8,5	13,5	0
	7	4	19	71,6	70,4	0	10,1	8	12	0
	8	21	26	69,2	78,4	0	12,4	2,4	23,4	0
	9	36	39	67,8	80,8	0	18	1,4	37,4	0
	10	68	77	63,8	82,2	0	34,8	4,1	72,1	0
	11	25	100	31,9	86,2	0	42,5	31,9	56,9	0
	12	135	129	37,9	118,1	6	27,4	0	129	0
1987	1	69	139	18,3	112,1	0	34,3	19,6	88,6	0
	2	132	99	51,3	131,7	33	12,1	0	99	0
	3	130	95	86,3	98,7	35	37,3	0	95	0
	4	21	56	57,2	63,7	0	37,7	29,1	50,1	0
	5	41	30	68,2	92,8	11	11,4	0	30	0
	6	4	17	56,4	81,8	0	13,3	11,8	15,8	0
	7	20	19	57,4	93,6	1	7,1	0	19	0
	8	11	26	51,2	92,6	0	10,4	6,3	17,3	0
	9	5	39	39,6	98,8	0	13,3	11,6	16,6	0
	10	80	77	42,6	110,4	3	20,3	0	77	0
	11	38	100	24	107,4	0	28,6	18,6	56,6	0

	12	126	129	23,5	126	0	20,6	0,5	126,5	0
1988	1	93	139	16,3	126,5	0	21,8	7,2	100,2	0
	2	97	99	16,1	133,7	0	10,8	0,2	97,2	0
	3	50	95	11,3	133,9	0	10,2	4,8	54,8	0
	4	12	56	8	138,7	0	4,2	3,3	15,3	0
	5	5	30	6,6	142	0	1,6	1,3	6,3	0
	6	0	17	5,9	143,4	0	0,8	0,8	0,8	0
	7	2	19	5,2	144,1	0	0,7	0,7	2,7	0
	8	0	26	4,3	144,8	0	0,9	0,9	0,9	0
	9	67	39	32,3	145,7	28	1,1	0	39	0
	10	8	77	5,2	117,7	0	27,5	27,1	35,1	0
	11	54	100	3,6	144,8	0	3,4	1,6	55,6	0
	12	92	129	2,7	146,4	0	3,1	0,9	92,9	0
1989	1	38	139	0,9	147,3	0	2,5	1,8	39,8	0
	2	78	99	0,8	149,1	0	0,6	0,1	78,1	0
	3	100	95	5,8	149,2	5	0,5	0	95	0
	4	40	56	0,7	144,2	0	5,3	5,1	45,1	0
	5	35	30	5,7	149,3	5	0,1	0	30	0
	6	6	17	0,7	144,3	0	5,1	5	11	0
	7	3	19	0,6	149,3	0	0,1	0,1	3,1	0
	8	10	26	0,5	149,4	0	0,1	0,1	10,1	0
	9	4	39	0,4	149,5	0	0,1	0,1	4,1	0
	10	55	77	0,4	149,6	0	0,2	0,1	55,1	0
	11	59	100	0,3	149,6	0	0,2	0,1	59,1	0
	12	81	129	0,2	149,7	0	0,2	0,1	81,1	0
1990	1	65	139	0,1	149,8	0	0,2	0,1	65,1	0
	2	86	99	0,1	149,9	0	0,1	0	86	0
	3	176	95	81,1	149,9	81	0,1	0	95	0
	4	51	56	76,1	68,9	0	36,6	5	56	0
	5	49	30	95,1	73,9	19	23,7	0	30	0
	6	0	17	78,1	54,9	0	17	17	17	0
	7	12	19	71,1	71,9	0	13,1	7	19	0
	8	6	26	61,2	78,9	0	12,7	9,9	15,9	0
	9	13	39	50,6	88,8	0	15,9	10,6	23,6	0
	10	142	77	115,6	99,4	65	26	0	77	0
	11	88	100	103,6	34,4	0	70,3	12	100	0
	12	64	129	59,2	46,4	0	83,1	44,4	108,4	0
1991	1	148	139	68,2	90,8	9	54,8	0	139	0
	2	132	99	101,2	81,8	33	44,5	0	99	0
	3	121	95	127,2	48,8	26	60,6	0	95	0
	4	44	56	115,2	22,8	0	46,1	12	56	0
	5	20	30	105,2	34,8	0	24,6	10	30	0
	6	28	17	116,2	44,8	11	12,5	0	17	0
	7	13	19	110,2	33,8	0	17,4	6	19	0
	8	45	26	129,2	39,8	19	20,3	0	26	0

	9	32	39	122,2	20,8	0	34,7	7	39	0
	10	171	77	150	27,8	27,8	59	0	77	66,2
	11	102	100	150	0	0	87,5	0	100	2
	12	98	129	120	0	0	111,7	30	128	0
1992	1	171	139	150	30	30	111,2	0	139	2
	2	82	99	133	0	0	86,7	17	99	0
	3	72	95	112,5	17	0	80,5	20,5	92,5	0
	4	45	56	104,3	37,5	0	42	8,2	53,2	0
	5	14	30	93,1	45,8	0	20,8	11,1	25,1	0
	6	4	17	85,1	56,9	0	10,6	8,1	12,1	0
	7	6	19	77,7	64,9	0	10,8	7,4	13,4	0
	8	32	26	83,7	72,3	6	13,5	0	26	0
	9	83	39	127,7	66,3	44	23,1	0	39	0
	10	18	77	79,4	22,3	0	60,6	48,3	66,3	0
	11	141	100	120,4	70,6	41	52,9	0	100	0
	12	142	129	133,4	29,6	13	91,2	0	129	0
1993	1	119	139	113,4	16,6	0	107,4	20	139	0
	2	128	99	142,4	36,6	29	72,9	0	99	0
	3	140	95	150	7,6	7,6	79,8	0	95	37,4
	4	23	56	118,3	0	0	50,8	31,7	54,7	0
	5	27	30	116	31,7	0	23,7	2,4	29,4	0
	6	13	17	112,9	34	0	13,1	3,1	16,1	0
	7	0	19	98,6	37,1	0	14,3	14,3	14,3	0
	8	21	26	95,3	51,4	0	17,1	3,3	24,3	0
	9	34	39	92,1	54,7	0	24,8	3,2	37,2	0
	10	91	77	106,1	57,9	14	47,3	0	77	0
	11	107	100	113,1	43,9	7	66,8	0	100	0
	12	46	129	54	36,9	0	87,3	59,1	105,1	0
1994	1	80	139	32,8	96	0	50,1	21,3	101,3	0
	2	40	99	19,9	117,2	0	21,6	12,9	52,9	0
	3	77	95	17,5	130,1	0	12,6	2,4	79,4	0
	4	58	56	19,5	132,5	2	6,5	0	56	0
	5	28	30	17,5	130,5	0	5,3	2	30	0
	6	5	17	16,1	132,5	0	2	1,4	6,4	0
	7	7	19	14,8	133,9	0	2	1,3	8,3	0
	8	40	26	28,8	135,2	14	2,6	0	26	0
	9	35	39	24,8	121,2	0	16,5	4	39	0
	10	68	77	15,8	125,2	0	16,6	9	77	0
	11	189	100	104,8	134,2	89	10,8	0	100	0
	12	94	129	74,5	45,2	0	80,3	30,3	124,3	0
1995	1	82	139	46,2	75,5	0	69	28,3	110,3	0
	2	42	99	28,6	103,8	0	30,5	17,6	59,6	0
	3	95	95	28,6	121,4	0	18,1	0	95	0
	4	11	56	20	121,4	0	10,7	8,6	19,6	0
	5	19	30	18,6	130	0	4	1,5	20,5	0

	6	4	17	17	131,4	0	2,1	1,6	5,6	0
	7	4	19	15,3	133	0	2,1	1,7	5,7	0
	8	1	26	12,7	134,7	0	2,6	2,5	3,5	0
	9	22	39	11,3	137,3	0	3,3	1,4	23,4	0
	10	27	77	7,5	138,7	0	5,8	3,8	30,8	0
	11	61	100	5,6	142,5	0	5	2	63	0
	12	39	129	2,2	144,4	0	4,8	3,3	42,3	0
1996	1	100	139	1,6	147,8	0	2,1	0,6	100,6	0
	2	158	99	60,6	148,4	59	1,1	0	99	0
	3	55	95	32,1	89,4	0	41,6	28,6	83,6	0
	4	112	56	88,1	117,9	56	12	0	56	0
	5	7	30	65,1	61,9	0	27,1	23	30	0
	6	6	17	59,3	84,9	0	8,3	5,8	11,8	0
	7	0	19	51,8	90,7	0	7,5	7,5	7,5	0
	8	1	26	43,2	98,2	0	9	8,6	9,6	0
	9	6	39	33,7	106,8	0	11,2	9,5	15,5	0
	10	46	77	26,7	116,3	0	17,3	7	53	0
	11	81	100	23,3	123,3	0	17,8	3,4	84,4	0
	12	107	129	19,9	126,7	0	20,1	3,4	110,4	0
1997	1	91	139	13,5	130,1	0	18,4	6,4	97,4	0
	2	55	99	9,6	136,5	0	8,9	4	59	0
	3	94	95	9,5	140,4	0	6,1	0,1	94,1	0
	4	3	56	6,1	140,5	0	3,5	3,4	6,4	0
	5	11	30	5,4	143,9	0	1,2	0,8	11,8	0
	6	0	17	4,8	144,6	0	0,6	0,6	0,6	0
	7	13	19	4,6	145,2	0	0,6	0,2	13,2	0
	8	8	26	4	145,4	0	0,8	0,5	8,5	0
	9	20	39	3,5	146	0	1	0,5	20,5	0
	10	87	77	13,5	146,5	10	1,8	0	77	0
	11	41	100	2,4	136,5	0	12,1	11,1	52,1	0
	12	263	129	136,4	147,6	134	2	0	129	0
1998	1	69	139	78	13,6	0	109,6	58,4	127,4	0
	2	120	99	99	72	21	51,4	0	99	0
	3	42	95	61,3	51	0	59,5	37,6	79,6	0
	4	157	56	150	88,7	88,7	22,9	0	56	12,3
	5	89	30	150	0	0	29,2	0	30	59
	6	11	17	144	0	0	17	6	17	0
	7	6	19	131	6	0	19	13	19	0
	8	19	26	124,2	19	0	22,7	6,8	25,8	0
	9	59	39	144,2	25,8	20	32,3	0	39	0
	10	35	77	106	5,8	0	67,2	38,2	73,2	0
	11	177	100	150	44	44	70,6	0	100	33
	12	66	129	93,3	0	0	111,7	56,7	122,7	0
1999	1	47	139	36,1	56,7	0	86,5	57,2	104,2	0
	2	33	99	20,2	113,9	0	23,8	15,9	48,9	0

	3	201	95	126,2	129,8	106	12,8	0	95	0
	4	86	56	150	23,8	23,8	45,9	0	56	6,2
	5	11	30	131	0	0	29,2	19	30	0
	6	17	17	131	19	0	15,2	0	17	0
	7	26	19	138	19	7	16,8	0	19	0
	8	21	26	133	12	0	23,8	5	26	0
	9	28	39	122,5	17	0	33,8	10,5	38,5	0
	10	128	77	150	27,5	27,5	62,9	0	77	23,5
	11	141	100	150	0	0	87,5	0	100	41
	12	123	129	144	0	0	111,7	6	129	0
2000	1	100	139	108,3	6	0	119	35,7	135,7	0
	2	64	99	83,1	41,7	0	71,5	25,3	89,3	0
	3	72	95	70,3	66,9	0	52,6	12,7	84,7	0
	4	129	56	143,3	79,7	73	26,3	0	56	0
	5	62	30	150	6,7	6,7	28,9	0	30	25,3
	6	10	17	143	0	0	17	7	17	0
	7	35	19	150	7	7	18,8	0	19	9
	8	1	26	125	0	0	25,8	25	26	0
	9	7	39	98,3	25	0	32,5	26,7	33,7	0
	10	77	77	98,3	51,7	0	50,5	0	77	0
	11	77	100	83,3	51,7	0	65,6	15,1	92,1	0
	12	36	129	31,6	66,7	0	71,6	51,6	87,6	0
2001	1	145	139	37,6	118,4	6	29,3	0	139	0
	2	20	99	16,2	112,4	0	25,6	21,4	41,4	0
	3	83	95	14,9	133,8	0	10,3	1,3	84,3	0
	4	127	56	85,9	135,1	71	5,6	0	56	0
	5	2	30	59,7	64,1	0	27	26,2	28,2	0
	6	8	17	56,1	90,3	0	6,8	3,6	11,6	0
	7	0	19	49	93,9	0	7,1	7,1	7,1	0
	8	11	26	44,1	101	0	8,5	4,9	15,9	0
	9	147	39	150	105,9	105,9	11,5	0	39	2,1
	10	143	77	150	0	0	68,3	0	77	66
	11	22	100	80,8	0	0	87,5	69,2	91,2	0
	12	62	129	44,7	69,2	0	69,5	36,1	98,1	0
2002	1	188	139	93,7	105,3	49	41,4	0	139	0
	2	43	99	54,5	56,3	0	58,9	39,2	82,2	0
	3	60	95	41,8	95,5	0	34,5	12,7	72,7	0
	4	49	56	39,9	108,2	0	15,6	2	51	0
	5	73	30	82,9	110,1	43	8	0	30	0
	6	2	17	67,9	67,1	0	17	15	17	0
	7	3	19	55,5	82,1	0	13,5	12,3	15,3	0
	8	46	26	75,5	94,5	20	9,6	0	26	0
	9	7	39	51,1	74,5	0	27	24,4	31,4	0
	10	62	77	46	98,9	0	26,2	5,1	67,1	0
	11	53	100	31,6	104	0	30,7	14,4	67,4	0

	12	157	129	59,6	118,4	28	27,2	0	129	0
2003	1	109	139	33,4	90,4	0	51,3	26,2	135,2	0
	2	55	99	23,6	116,6	0	22,1	9,8	64,8	0
	3	36	95	14,3	126,4	0	15	9,3	45,3	0
	4	87	56	45,3	135,7	31	5,3	0	56	0
	5	10	30	25,3	104,7	0	25,7	20	30	0
	6	1	17	18,8	124,7	0	6,6	6,5	7,5	0
	7	43	19	42,8	131,2	24	2,4	0	19	0
	8	3	26	19,8	107,2	0	24,3	23	26	0
	9	4	39	14,6	130,2	0	5,8	5,3	9,3	0
	10	12	77	8,3	135,4	0	7,5	6,3	18,3	0
	11	8	100	3,2	141,7	0	5,5	5,1	13,1	0
	12	45	129	1,4	146,8	0	2,7	1,8	46,8	0
2004	1	183	139	45,4	148,6	44	1,3	0	139	0
	2	110	99	56,4	104,6	11	35,1	0	99	0
	3	73	95	34,4	93,6	0	39,7	22	95	0
	4	40	56	28,7	115,6	0	14,1	5,7	45,7	0
	5	203	30	150	121,3	121,3	5,7	0	30	51,7
	6	0	17	133	0	0	17	17	17	0
	7	34	19	148	17	15	17,2	0	19	0
	8	17	26	139	2	0	25,5	9	26	0
	9	0	39	104,2	11	0	34,8	34,8	34,8	0
	10	79	77	106,2	45,8	2	53,5	0	77	0
	11	79	100	91	43,8	0	70,1	15,2	94,2	0
	12	39	129	36,4	59	0	78,2	54,6	93,6	0
2005	1	185	139	82,4	113,6	46	33,7	0	139	0
	2	9	99	32,5	67,6	0	53,3	49,9	58,9	0
	3	79	95	29,1	117,5	0	20,6	3,5	82,5	0
	4	37	56	25,4	120,9	0	10,8	3,7	40,7	0
	5	16	30	23	124,6	0	5,1	2,4	18,4	0
	6	9	17	21,8	127	0	2,6	1,2	10,2	0
	7	26	19	28,8	128,2	7	2,8	0	19	0
	8	34	26	36,8	121,2	8	9,8	0	26	0
	9	12	39	20	113,2	0	18,5	16,7	28,7	0
	10	36	77	14,6	130	0	10,3	5,5	41,5	0
	11	123	100	37,6	135,4	23	9,7	0	100	0
	12	59	129	10	112,4	0	33,3	27,6	86,6	0
2006	1	134	139	9,7	140	0	9,3	0,3	134,3	0
	2	65	99	7,5	140,3	0	6,4	2,2	67,2	0
	3	63	95	5,9	142,5	0	4,7	1,6	64,6	0
	4	112	56	61,9	144,1	56	2,2	0	56	0
	5	0	30	35,6	88,1	0	26,2	26,2	26,2	0
	6	1	17	31,8	114,4	0	4	3,8	4,8	0
	7	4	19	28,7	118,2	0	4	3,2	7,2	0
	8	0	26	23,7	121,3	0	5	5	5	0

	9	6	39	18,5	126,3	0	6,2	5,2	11,2	0
	10	56	77	15,9	131,5	0	9,5	2,6	58,6	0
	11	77	100	13,5	134,1	0	10,6	2,4	79,4	0
	12	109	129	11,7	136,5	0	11,6	1,8	110,8	0
2007	1	208	139	80,7	138,3	69	10,8	0	139	0
	2	263	99	150	69,3	69,3	52,5	0	99	94,7
	3	222	95	150	0	0	83,3	0	95	127
	4	6	56	104,2	0	0	50,8	45,8	51,8	0
	5	6	30	87,5	45,8	0	20,8	16,7	22,7	0
	6	33	17	103,5	62,5	16	9,9	0	17	0
	7	27	19	111,5	46,5	8	17,8	0	19	0
	8	5	26	90,5	38,5	0	25,2	21	26	0
	9	55	39	106,5	59,5	16	24	0	39	0
	10	125	77	150	43,5	43,5	52,8	0	77	4,5
	11	132	100	150	0	0	87,5	0	100	32
	12	98	129	120	0	0	111,7	30	128	0
2008	1	132	139	114,4	30	0	111,2	5,6	137,6	0
	2	107	99	122,4	35,6	8	75,5	0	99	0
	3	164	95	150	27,6	27,6	74,4	0	95	41,4
	4	13	56	110	0	0	50,8	40	53	0
	5	15	30	99	40	0	22	11	26	0
	6	7	17	92,4	51	0	11,2	6,6	13,6	0
	7	12	19	88,1	57,6	0	11,7	4,3	16,3	0
	8	20	26	84,6	61,9	0	15,3	3,5	23,5	0
	9	37	39	83,4	65,4	0	22	1,1	38,1	0
	10	15	77	48,9	66,6	0	42,8	34,5	49,5	0
	11	63	100	36,9	101,1	0	32,6	12,1	75,1	0
	12	161	129	68,9	113,1	32	31,7	0	129	0
2009	1	95	139	38,3	81,1	0	58,3	30,6	125,6	0
	2	142	99	81,3	111,7	43	25,3	0	99	0
	3	30	95	41,3	68,7	0	51,3	40	70	0
	4	1	56	26,2	108,7	0	15,4	15,1	16,1	0
	5	15	30	23,5	123,8	0	5,2	2,6	17,6	0
	6	0	17	20,9	126,5	0	2,7	2,7	2,7	0
	7	0	19	18,2	129,1	0	2,6	2,6	2,6	0
	8	0	26	15,1	131,8	0	3,2	3,2	3,2	0
	9	46	39	22,1	134,9	7	3,9	0	39	0
	10	16	77	9,6	127,9	0	14	12,4	28,4	0
	11	29	100	5,1	140,4	0	6,4	4,6	33,6	0
	12	249	129	125,1	144,9	120	4,4	0	129	0
2010	1	78	139	76,1	24,9	0	101,1	49	127	0
	2	90	99	71,5	73,9	0	50,2	4,6	94,6	0
	3	122	95	98,5	78,5	27	45,3	0	95	0
	4	10	56	63,2	51,5	0	40,2	35,3	45,3	0
	5	25	30	61,1	86,8	0	12,6	2,1	27,1	0

	6	0	17	54,2	88,9	0	6,9	6,9	6,9	0
	7	2	19	48	95,8	0	6,9	6,1	8,1	0
	8	2	26	40,3	102	0	8,3	7,7	9,7	0
	9	96	39	97,3	109,7	57	10,5	0	39	0
	10	83	77	103,3	52,7	6	50,1	0	77	0
	11	68	100	74,7	46,7	0	64,2	28,7	96,7	0
	12	53	129	36,8	75,3	0	64,2	37,8	90,8	0