

La problemática de las inundaciones en azul

Autores: De Igarzabal, Joaquín; García, Andrés; Stingl, Erik; Trinco, Fabio

Caracterización del Partido de Azul

El área de estudio está ubicada en el centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, entre las latitudes Sur 36° 8' y 37° 22', y entre las longitudes Oeste 58° 49' y 60° 10'. Su extensión es de aproximadamente 150 Km. de largo en la dirección Sudoeste – Noreste, y 40 Km. De ancho. Está ubicado al margen del arroyo Azul, dentro de la región Pampa deprimida. Limita con los partidos de Tandil, Rauch, Olavarría, Tapalqué, Benito Juárez y Las Flores. Ocupa 6.615 km² de superficie, con 65.174 habitantes dando una densidad de población de 9,85 hab. / km².

Relieve

Consiste de una extensa planicie y una zona de pequeñas sierras en el límite sur, donde nace el arroyo Azul. Las pendientes típicas son del 5% en la zona sur y menos del 0,2% en la parte más llana (Sala et al., 1987).

El relieve actual, muy ondulado a escarpado, en la alta cuenca, es acompañado por la morfología fluvial descripta; su edad y origen son totalmente distintos a los de la región de la cuenca inferior. Las cotas aquí son muy variables tanto en sentido norte-sur como este-oeste. En la cuenca inferior el relieve es plano con una mínima y paulatina variación de cotas en sentido norte-sur, y casi sin variaciones en sentido este-oeste.

La variabilidad de suelos del partido, está asociada a esta diversidad física. Pero además, las últimas fases climáticas del cuaternario, han influido en el paisaje multiplicando la heterogeneidad edáfica y su diferente funcionalismo (Iriondo M., 1986).

Ambientes Físico-Geográficos:

Se han diferenciado seis ambientes físico-geográficos. (Piscitelli y Sfeir, 1993 a).

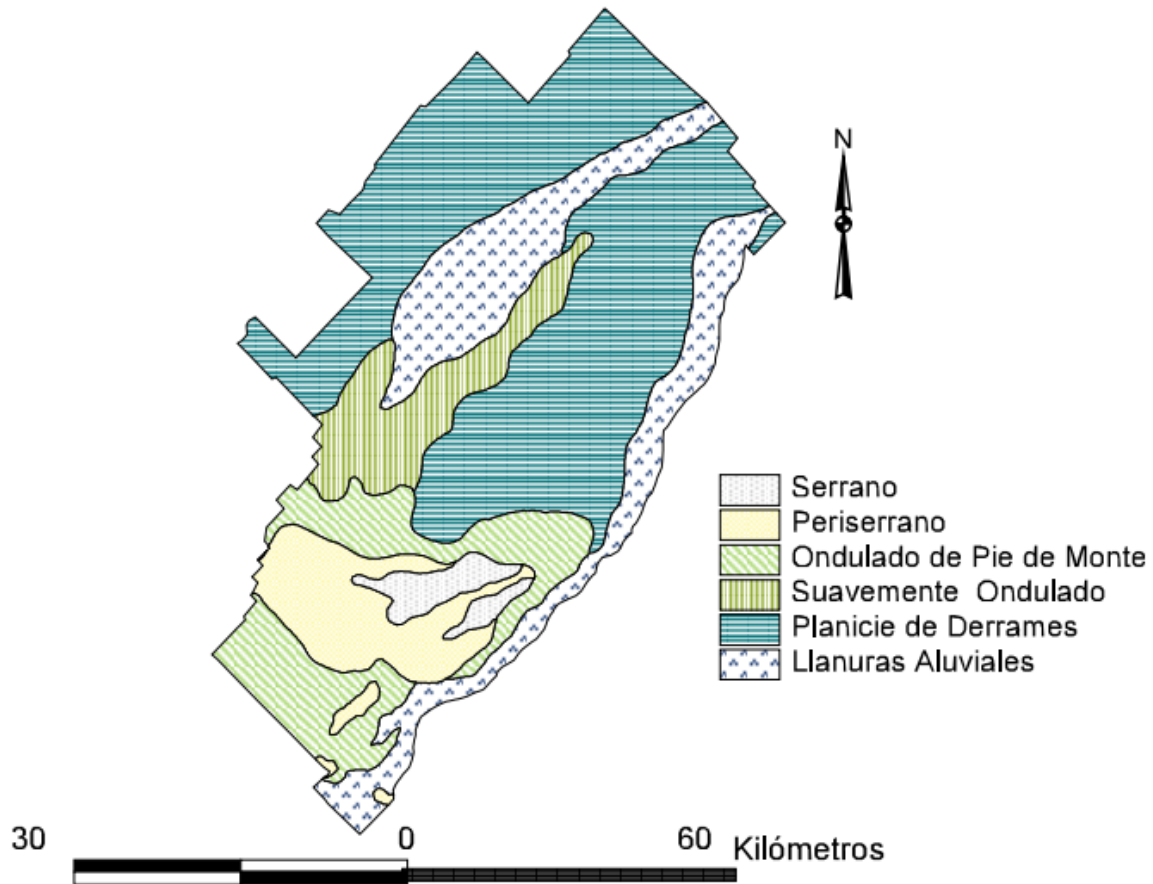


Figura 1: Ambientes físico-geográficos del partido de Azul

Los ambientes de la región del sur del partido son (Figura 1):

- Ambiente Serrano.
- Ambiente Periserrano.
- Ambiente Ondulado de Piedemonte.

Ambiente Serrano

Representa el 3 % de la superficie del partido, lo integran cerros que se encuentran prácticamente alineados en dos direcciones, una con sentido sudoeste-noreste y la otra más inclinada con sentido sur-noreste, describiendo un ángulo agudo cuyo vértice se encuentra en el centro-este del partido. Se caracterizan por ser colinas más o menos aguzadas de afloramientos de roca consolidada, con laderas de roca alterada en superficie o con suelos de muy escasa profundidad, los valles que se definen son angostos y encajonados, existen algunos manantiales. Estos valles suelen ser frecuentemente cabeceras de afluentes de los Arroyos de los Huesos y del Azul.

Los cerros se encuentran rodeados por lomas periféricas con suelos de profundidad variable y valles más anchos y suavemente cóncavos, en donde se observan a veces, cubetas con suelos hidromórficos, o con suelos de régimen hídrico más húmedo que el resto. Es fre-

cuenta observar vaguadas que representan vías de escurrimientos durante las épocas lluviosas, siendo las más activas cauces intermitentes con o sin manantiales.

El relieve es intrincado con pendientes en diversas orientaciones. El gradiente de los cerros, comúnmente oscila entre el 15 y 20 %, y las pendientes tienen longitudes menores a 500 metros. En las lomas periféricas los gradientes son del 4 al 8 %, siendo los máximos de 12 a 15 %, y las pendientes tienen longitudes de alrededor de 500 metros.

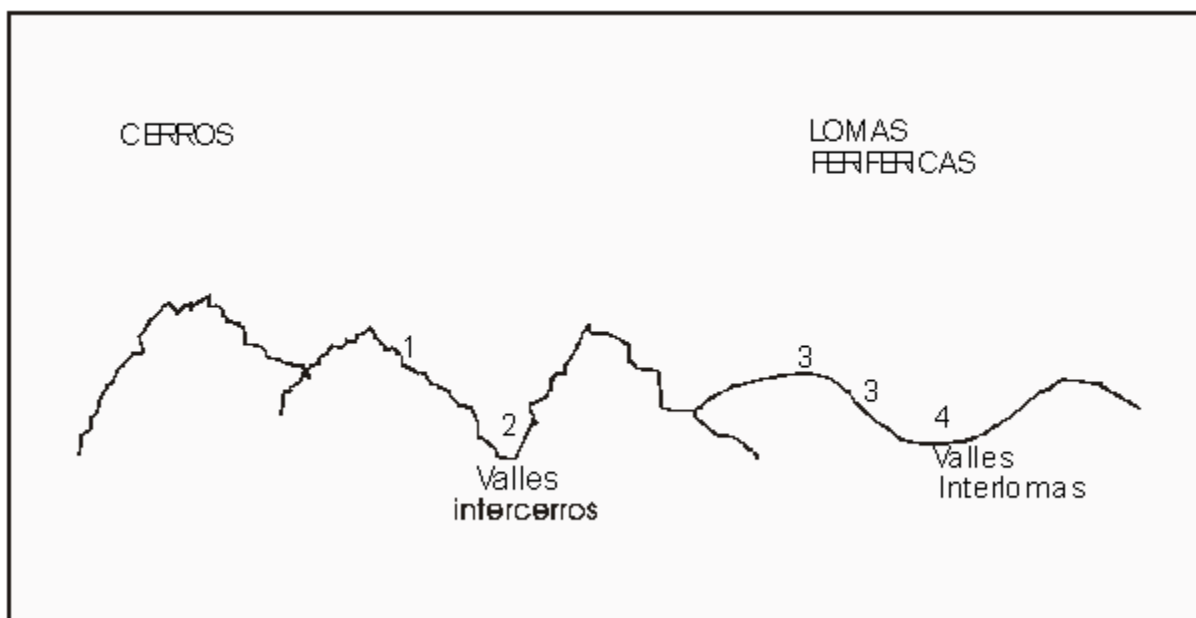


Figura 2: Esquema mostrando el relieve y los suelos dominantes del ambiente Serrano. Dominan Hapludoles líticos, con fases someras (1) (en laderas de cerros), Hapludoles y Argiudoles líticos y Argiudoles con horizontes petrocálcicos o interrumpidos por fragmentos gruesos (2) (en valles intercerros), Hapludoles y Argiudoles típicos y Hapludoles y Argiudoles con horizontes petrocálcicos (3) (en lomas y laderas de lomas periféricas), Argiudoles típicos y ácuicos (4) (en valles y bajos interlomas periféricas). (Suelos clasificados según USDA, 1975).

Ambiente Periserrano

Representa el 9 % de la superficie total del partido. Se caracteriza por una menor densidad de afloramientos rocosos y una disposición irregular de éstos dentro del ambiente.

Se diferencian lomadas convexas de afloramientos rocosos que adquieren el aspecto de geofomas aisladas, residuales del ambiente de cerros. En éstas, los gradientes máximos son del orden del 10 %. También se observan lomas asociadas a las anteriores con suelo profundo y con pendientes de menor gradiente (menores del 10 %).

Los valles fluviales son amplios, los cursos tienen un diseño algo divagante, sus cabeceras comúnmente corresponden a manantiales, ó áreas deprimidas, más húmedas o hidromórficas. Dominan suelos Hapludoles y Argiudoles líticos (en lomadas y pendientes de afloramientos rocosos), Argiudoles típicos y ácuicos (en valles y cubetas de valles), Argiudoles y Hapludoles típicos (en lomadas sin afloramientos rocosos). (Suelos clasificados según USDA, 1975)

Ambiente Ondulado de Pie de Monte

Representa el 14 % de la superficie total del partido. Se observan diferencias fisiográficas (en especial en relación a distribución y frecuencia de geoformas, gradientes y longitudes de las pendientes, cotas topográficas) según sea, la región periférica del ambiente serrano que se sitúa al sur del partido o la región que transiciona hacia la llanura baja del norte.

El relieve es ondulado, con gradientes variables pero con valores frecuentes menores al 5%, aparece "recortado" por numerosas vaguadas o vías de escurrimiento con gradientes del orden del 1,5%. Las longitudes de las pendientes frecuentemente superan los 500 metros.

Dominan Argiudoles típicos (en lomadas convexas con diversas inclinaciones), Argiudoles típicos y ácuicos (sectores bajos de pie de pendientes y vaguadas), Natracuoles típicos (cubetas y bajos). (Suelos clasificados según USDA, 1975)

En la región norte del partido se diferencian:

- Ambiente de Planicie suavemente ondulada.
- Planicie de derrames (*).
- Llanuras aluviales.

Ambiente de Planicie suavemente ondulada

Esta unidad de forma cuasi- alargada, ubicada en el centro del partido, representa el 9 % de la superficie del mismo. Se diferencia de los otros ambientes de llanura por su relieve de acumulación – deflación, muy suavemente ondulado, con típico modelado eólico y por la generalizada ausencia de hidromorfismo cercano a la superficie. Se encuentra caracterizada por lomas de escaso gradiente (sectores de acumulación), alternando en forma casi sistemática con cubetas de deflación de pocos metros de diámetro. Estas ondulaciones son menos marcadas hacia el sur de la unidad, en la región aledaña a la desembocadura de los principales afluentes del Arroyo Azul (Ao. Videla, Ao. Santa Catalina, etc.). Existen en ella numerosos cauces de régimen no permanente, que se unen en épocas de crecida a dichos afluentes.

La pendiente regional presenta valores entre el 0,1 y 0,2 %.

Dominan Argiudoles típicos, Hapludoles thapto árgico y Hapludoles thapto nátricos (1) (en áreas de acumulación), y Natracuoles típicos y Natracualfes típicos (2) (en las cubetas). (Suelos clasificados según USDA, 1975)

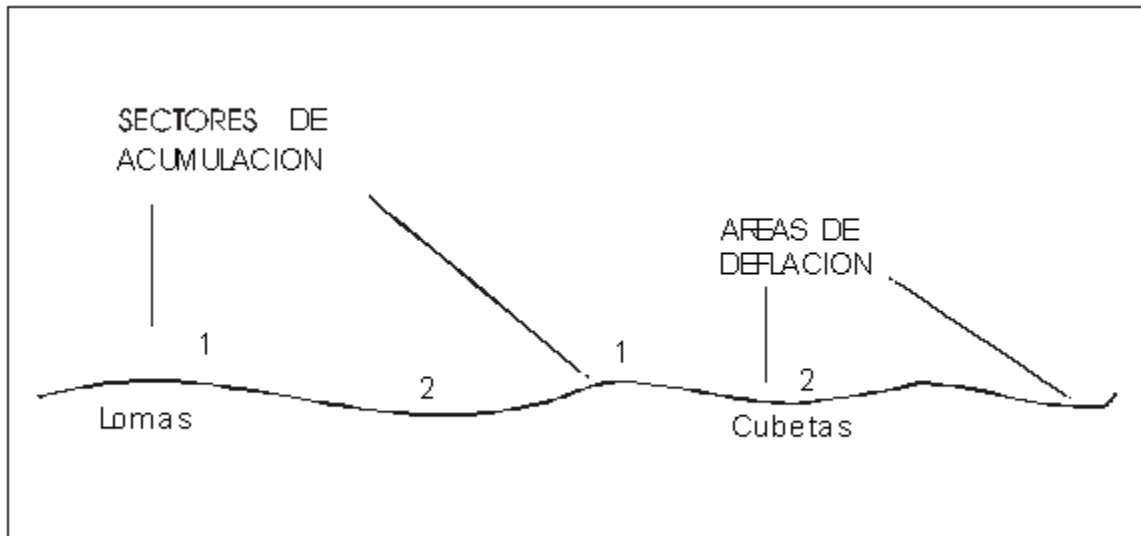


Figura 3: Esquema que muestra geformas y suelos dominantes del Ambiente de Planicie Suavemente Ondulada.

Planicie de Derrames

Se encuentran dispuestos a lo largo de la llanura en forma casi paralela a los cursos del Arroyo del Azul, y de los Huesos. Ocupan una superficie que representa el 48 % de la superficie total del partido. Su relieve es muy plano, con pendientes generales de 0,1 %. El rasgo típico de este ambiente es la presencia de numerosísimas cauces inestables de muy escaso gradiente (menos del 0,05%), que en la actualidad se anegan durante épocas de lluvias abundantes y en donde se observan eflorescencias salinas en la superficie de los suelos, en épocas de sequías prolongadas.

Dominan Natracuales típicos y Natracualfes típicos (estos últimos en especial dominan en los sectores de cauces inestables). (Suelos clasificados según USDA, 1975)

Llanuras Aluviales

Constituyen fajas que corren sobre ambas márgenes en forma casi paralela a la dirección de los cauces de los Arroyos de los Huesos y del Azul.

Sus dimensiones son variables, siendo mínimas, (pocos metros a tres kilómetros de ancho) en la región serrana y en la llanura adquieren valores superiores, (entre cuatro y diez kilómetros). Ocupan un 17 % de la superficie total del partido. La llanura aluvial del Arroyo Azul es más regular en su ancho que la del Arroyo de los Huesos.

El relieve es sumamente plano, con un gradiente mínimo en sentido transversal al recorrido de los cursos (0,1 %) y levemente superior en el sentido sur-norte, aguas abajo de los cursos.

La dinámica hídrica de estos ambientes es diferente en la zona serrana respecto de la llanura. En la región de altas cotas está asociada a los escurrimientos de las tierras de los ambientes serranos, y al régimen de la alta cuenca, predominan problemas asociadas a la dinámica del agua en superficie (erosión hídrica/escurrimiento). En cambio en la llanura, la dinámica hídrica, depende fundamentalmente del régimen del cauce principal, predominan problemáticas asociadas con la dinámica del agua dentro del suelo, las bajas cotas topográficas, la estra-

tificación sedimentaria y un nivel freático cercano a la superficie determinan limitaciones en los suelos asociadas con el exceso de agua.

Dominan Hapludoles thapto árgicos y Natracuoles típicos. (Suelos clasificados según USDA, 1975)

Tanto en la Planicie de Derrames como en las Llanuras Aluviales muchos suelos se encuentran interrumpidos por una capa de carbonato de calcio de variable espesor y distribución que regionalmente se denomina “tosca” y que suele aparecer habitualmente entre 0,70 y 1,10 cm de profundidad.

Clima

La ciudad cabecera (Azul) se halla a 132 m sobre el nivel del mar. Posee, según la clasificación de Koppen, un clima templado húmedo con influencia oceánica, inviernos suaves, veranos cortos y frescos y presenta todas las estaciones húmedas.

En términos globales presenta una radiación de 130 kcal/cm²/año y vientos predominantes del norte y noreste y en menor medida del sur, este y sudoeste. La temperatura media anual es de 14,3°C, siendo 21,3°C la del mes más cálido y 6,7°C la del mes más frío. La temperatura mínima media de julio (mes más frío) es de 1°C y mínima absoluta media de -6,8°C (-12,5°C en junio de 1995). La temperatura máxima media de enero (mes más cálido) es 28,7 °C, con una máxima absoluta media de hasta 38,5°C, como se puede observar en la siguiente tabla:

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
T.Max	28.7	27.3	25.2	20.6	16.7	13.4	12.5	15.7	17.2	20.1	23.5	26.9
T.Min	14.0	14.1	12.4	8.6	5.0	2.5	1.0	2.9	4.4	7.8	9.9	12.6
T.Media	21.3	20.7	18.8	14.6	10.9	7.9	6.7	9.3	10.8	14.0	16.7	19.8
Min. abs.	1.9	4.5	-0.7	-3.3	-8.0	-12.5	-12.2	-10.1	-7.3	-3.8	-1.0	1.6
Max Abs.	38.5	37.0	34.6	33.6	27.6	21.2	23.8	27.9	29.4	30.0	33.1	36.0

Tabla 1: Partido de Azul. Temperaturas medias mensuales. Serie 1987/2001.

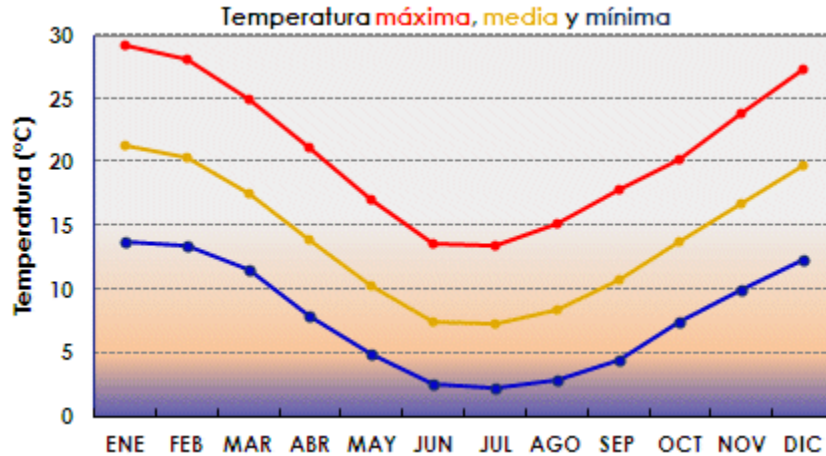


Figura 4: Temperatura máxima, media y mínima para el partido de azul

El período medio libre de heladas es de 206 días, siendo la fecha promedio de la primera helada el 3/5 ± 26 días, y la última el 9/10 ± 24 días, no registrándose años sin heladas.

El régimen de precipitaciones presenta una distribución normal, con una media anual de 866.0 mm, concentrándose la mayor proporción en el período primavero-estival, siendo marzo el mes más lluvioso.

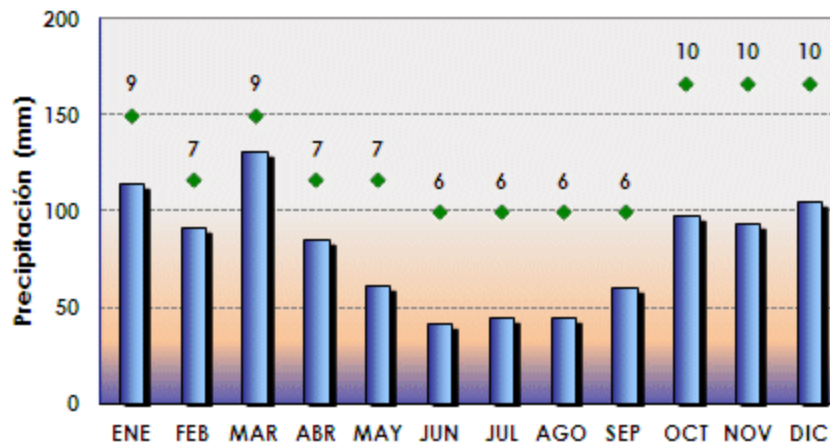


Figura 5: Cantidad de días con precipitación (rombos) y total acumulado mensual (barras).

La capacidad de producción en relación a los recursos agroclimáticos es muy elevada, habiéndose observado, en maíz, uno de los valores de eficiencia en el uso del agua más altos del mundo 2,3 g / m².mm de agua evapotranspirada (Navarro Dujmovich, M. A. Et al., 1996) y 2,8 g / m².mm de agua precipitada (Bongiorno, C. y Navarro Dujmovich, M. A. Et al., 1997) en la producción de granos. Esto se debe fundamentalmente a un balance hídrico levemente positivo, a una buena disponibilidad térmica y a un adecuado nivel de radiación solar.

En cuanto al régimen térmico, las horas de frío disponibles son suficientes para cultivos como los frutales de carozo, muy exigentes en lo que a este factor se refiere. Pero la variabilidad e

intensidad de las heladas representan una barrera para su difusión y producción comercial en la región.

Hidrología

Las tierras del Partido de Azul forman parte de tres cuencas hidrográficas endorreicas, no encontrándose ninguna en su totalidad dentro del mismo. Estas cuencas corresponden a las del Arroyo del Azul, Arroyo de los Huesos y Arroyo Tapalqué. Los cauces de los dos primeros arroyos recorren el partido en su totalidad de sur a norte, solo el A° Tapalqué lo recorre parcialmente en forma longitudinal en un tramo muy pequeño de su cauce.

Esto implica que no solo el escurrimiento superficial y subsuperficial de las tierras del partido alimentan con distinta magnitud estos tres cursos, sino que también puede existir un condicionamiento relacionado con la dinámica hídrica de los partidos aledaños. A su vez, el uso y el manejo de estas tierras están vinculados recíprocamente con la dinámica de estos arroyos y de sus afluentes.

Los Arroyos del Azul y de los Huesos, desde el punto de vista del modelado de los paisajes y de su dinámica hídrica tienen un comportamiento particular según sea la zona en que éste se analice. Se diferencia una región de alta cuenca, al sur del partido, y una región de cuenca inferior, al norte del mismo.

En la alta cuenca se comportan como ríos de montaña, con tendencia a diseños subdendríticos (A. del Azul) y subparalelos (A. de los Huesos y Tapalqué), con los cauces principales encajonados, bien definidos. Constituyen los colectores del importante escurrimiento superficial y subsuperficial que existe en las tierras de este sector del partido. Existen cursos intermitentes, numerosos sectores de vaguadas, y/o de cubetas alineadas.

En la cuenca inferior, en cambio, se comportan como típicos ríos de llanura, con cauces divagantes, sin afluentes o conexiones superficiales definidas por cauces permanentes. Estos cursos que en la actualidad presentan diseños anastomosados y meándricos, formaron una llanura aluvial no muy extensa, ocurrida desde otras épocas. En esta región de cuenca inferior la hidrografía presenta aspectos de drenaje de tipo semiárido, a pesar del clima húmedo de la misma. Muchos arroyos corren una cierta distancia y luego se secan. Algunos llegan hasta lagunas o unen cubetas que se conectan a través de los mismos durante épocas de lluvias extraordinarias, que luego se secan.

Esta particularidad que tiene incidencia en la evolución de los suelos y el manejo, es consecuencia directa de la insuficiente pendiente regional y no del clima (Tricart, 1973).

Queda delimitada la cuenca como se observa a continuación:

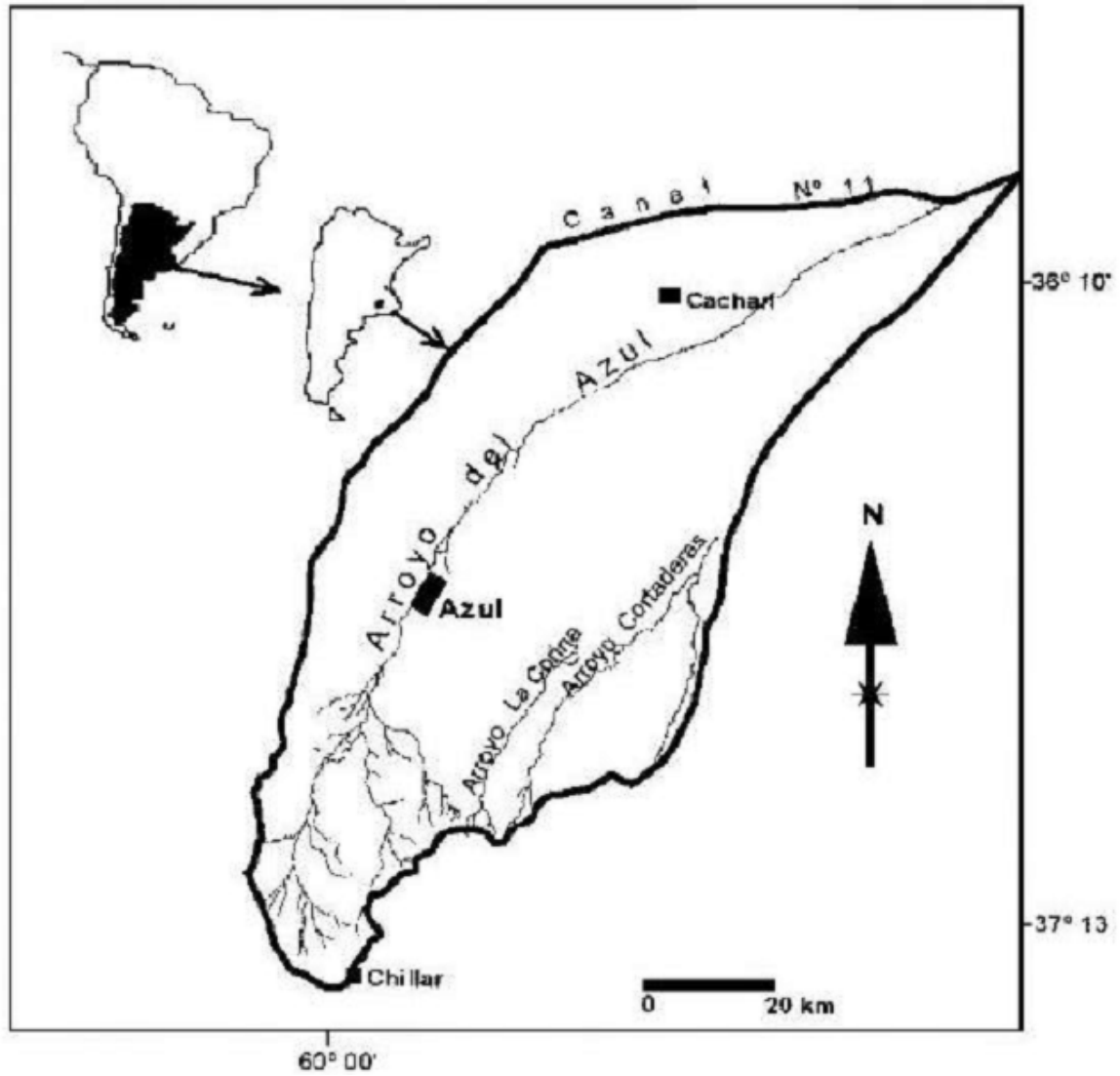


Figura 6: Delimitación de la cuenca del Ao. Azul. Imagen extraída de Vázquez et al, 2003.

Uso del suelo

Agricultura

Un resumen del uso agropecuario de la tierra se muestra a continuación:

	Has.	%
Cultivos Anuales	95.647,8	14,73
Forrajeras Anuales	26.930,5	4,15
Forrajeras Perennes	70.947,5	10,92
Bosques y Montes	582,7	0,09
Pastura Natural	390.720,9	60,16
Bosques y Montes Naturales	1.460,0	0,22
Superficie Apta No Utilizada	31.766,3	4,89
Superficie No Apta	26.327,5	4,05
Caminos, Parques y Viviendas	5.029,4	0,77
TOTAL	649.412,65	100,00

Tabla 2: superficie de las explotaciones agropecuarias según uso de la Tierra.

Si bien estos datos no están actualizados, trabajos posteriores realizados en el partido, nos permiten estimar, a partir de información surgida de encuestas por muestreo, la distribución del uso del suelo correspondiente a la campaña 95/96. Esto nos permite asegurar que, concomitantemente con el proceso de agriculturización experimentado en toda la región, la expansión real se ha producido en la superficie destinada a cultivos anuales agrícolas, que en la campaña analizada sumó 137.000 ha. Las pasturas implantadas perennes ocupan aproximadamente unas 74.000 ha, lo que significa solo una leve expansión con respecto a 1988, y las forrajeras anuales, por su parte, aumentaron en 4.000 ha. Todo este proceso ha sido posible por la incorporación al cultivo de tierras antes destinadas a pastura natural (el campo natural disminuyó su superficie de 390.000 a 360.000 ha.); y a la utilización de superficie apta antes no explotada. Estos cambios se reflejan en la figura 7:

PRODUCCION AGRICOLA (Miles de Tn)

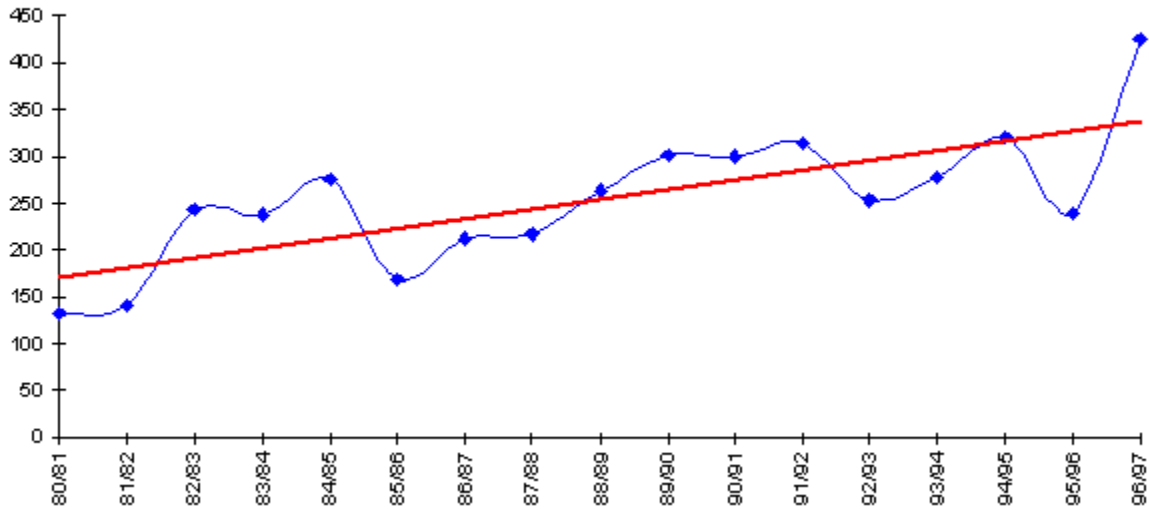


Figura 7: producción agrícola total en el partido de Azul

La depresión observada en la campaña 1985/86 fue consecuencia de las grandes inundaciones que azotaron la región. En la campaña 1992/93 la depresión fue causada por lluvias excesivas e inundaciones de menor envergadura que las citadas anteriormente. En tanto la caída correspondiente a la del 1995/96 es resultado de la prolongada sequía que afectara la zona durante el año 1995. La misma provocó un fuerte descenso en los rendimientos de los distintos cultivos ya que el área sembrada no registró variaciones significativas con respecto a la campaña anterior. La evolución y aumento de los distintos cultivos se puede observar en la siguiente figura:

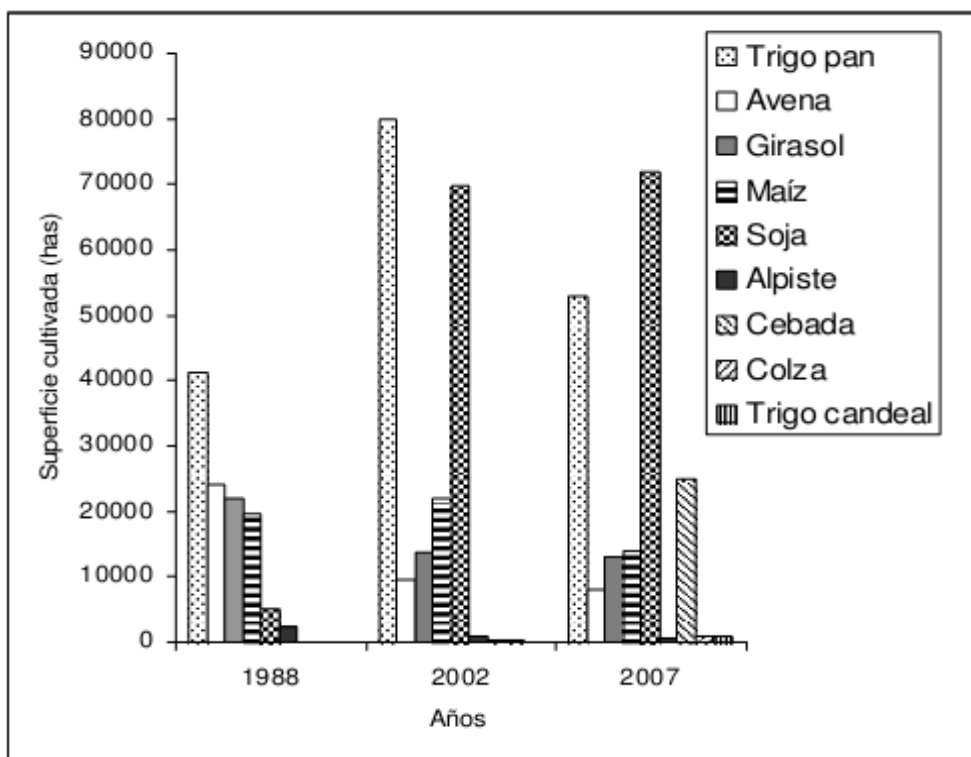


Figura 8: Evolución de la superficie cultivada de los principales cultivos de la región.

Ganadería

CATEGORÍA	1993	1994	1995	1996	1997
Vacas	221992	229854	223289	215006	212405
Toros	12617	12687	12274	11750	11383
Novillos	41577	40496	39651	34807	31884
Terneros	83510	93781	93057	87824	80821
Terneritas	83510	93093	90879	87188	84596
Novillitos	37041	27274	28939	22437	17983
Vaquillonas	70603	65878	63854	58137	52815
TOTAL	550850	563063	551943	517149	492830

Tabla 3: Existencias Ganaderas según categorías. Serie 1993/1997. (Fundación Azul de Lucha contra la fiebre aftosa).

La ganadería vacuna del partido evidencia una baja en los stocks (medidos como cantidad de cabezas totales) de un 4,5% en 1997 con respecto a la campaña anterior, lo cual confirma la tendencia que se viene dando desde 1994.

Producción lechera

Producción Anual estimada	15.147.500
Producción Diaria estimada	41.500

Tabla 4: Producción estimada, en litros de leche. 1996/97. (Usina Láctea de Azul)

Horticultura

No existen en el partido producciones de hortalizas frescas que se puedan considerar de importancia. La escasa producción a campo es estacional y errática en cuanto a la superficie que se le destina. Se comercializa exclusivamente en el mercado local, en muchos casos en forma directa al consumidor.

El único cultivo del rubro hortícola que reviste importancia económica en Azul, es la papa. Esta producción de tipo intensivo por la demanda de capital y mano de obra, se viene realizando en campos del partido desde 1990, por traslado de los paperos de la zona sudeste, en busca de lotes fértiles preferentemente provenientes de la roturación de pasturas.

Fruticultura

Azul se encuentra en una región no tradicionalmente frutícola por lo que no existen en el partido producciones comerciales de frutales de carozo. Solo algunos montes obtienen estos frutos en forma familiar. En lo que hace a cerezas se hallan implantadas 2 ha.

Un capítulo aparte merecen los pequeños frutos conocidos genéricamente como "berries". Estos, con un mercado internacional que resulta promisorio para las producciones de contraestación, con respecto al hemisferio norte, han suscitado grandes expectativas en la localidad.

Entre 1995 y 1996 se implantaron en Azul, 24 ha. de arándanos (blueberries), lo que constituye la plantación más grande de esta especie existente en la Argentina.

Producción apícola

La producción de miel y subproductos es la actividad agropecuaria no tradicional, más importante del partido, constituyendo el 1,7 % de la producción nacional.

N° de Apicultores del partido	200
N° Colmenas totales	49.500
Rendimiento promedio por colmena	20 kg. de miel
Producción	990 ton Miel
Valor Bruto de la Producción	\$1.215.000

Tabla 5: datos de producción apícola del partido de Azul (Centro de Apicultores del partido de Azul.)

Del total de apicultores del partido, sólo una pequeña minoría, vive de la actividad y poseen un número importante de colmenas; el resto la practica como ocupación complementaria y fuente adicional de ingresos.

Factores que influyen en las inundaciones de la ciudad de Azul

Orden de importancia

- 1) Balance hídrico promedio de los últimos 30 años, y de los últimos dos años.
- 2) Ubicación de la ciudad de Azul
- 3) Escurrimiento en la cuenca alta y media:
 - a) Pendiente
 - b) Suelos
- 4) Uso de la tierra: Cambios a lo largo del tiempo
- 5) Rutas y falta de sistemas de drenaje

Explicación de los factores

- 1) Balance hídrico promedio de los últimos 30 años, y de los últimos dos años.

Las precipitaciones son determinantes para que existan inundaciones. Altos valores de las mismas junto con valores bajos de infiltración conducirían a condiciones de anegamiento primero, y luego inundación. En el partido de Azul, como se mencionó, hay precipitaciones medias de 900 mm hasta 1990, ocurriendo cambios luego de dicho período. Las mismas poseen un régimen isohigro en general, observándose un aumento en los meses de verano.

Para estudiar los períodos de inundación, es imprescindible tener en cuenta la variabilidad interanual, que es menor hacia zonas más húmedas. “La variabilidad es el rasgo que mejor define a las precipitaciones y adquiere especial relevancia en los climas de transición, como el que posee gran parte de Argentina. La variabilidad es tanto temporal como espacial y está relacionada con la dinámica general de la atmósfera.” (Pérez M., 2004). En la región húmeda y semi-húmeda de Argentina durante el semestre más lluvioso (octubre-marzo) el índice de variabilidad tiende a ser menor (ver Figura 9), caracterizando a esta zona por poseer una variabilidad entre baja a moderada. En cambio durante el semestre más frío (abril-septiembre), en coincidencia con el de menor precipitación, esta zona es caracterizada por presentar variabilidad entre moderada a muy alta, siempre aumentando hacia la zona menos húmeda.

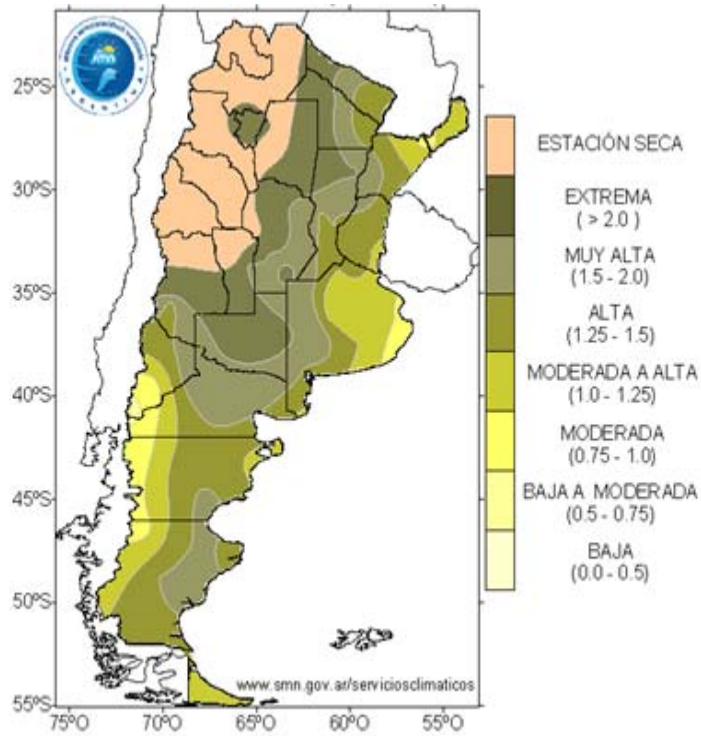


Figura 9: Índice de variabilidad de la precipitación Junio-Julio-Agosto (1961-2010)

En el caso de Azul, uno esperaría que durante la estación más lluviosa, en este caso el invierno, haya mayor variabilidad entre un año y otro por lo que la ocurrencia de un invierno extremadamente lluvioso (ver Figuras 10 y 11)

Este sería uno de los factores que explicarían como las situaciones de excedentes hídricos (agravados por el aumento de las precipitaciones) serían de mayor envergadura en épocas invernales, llevando a posibles inundaciones en esta época.

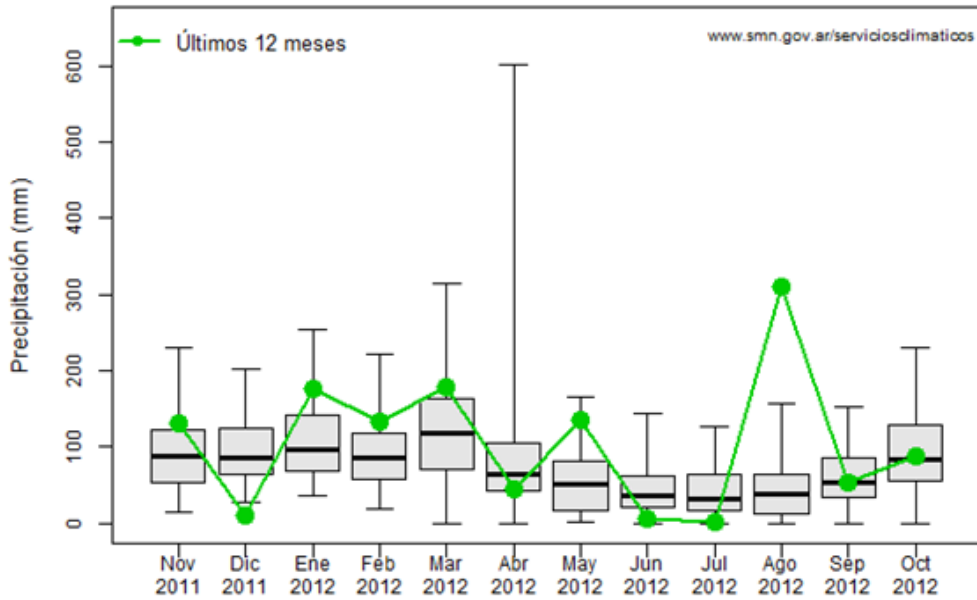


Figura 10: precipitación promedio histórica (caja y bigotes) y precipitación de los últimos 12 meses (línea verde)

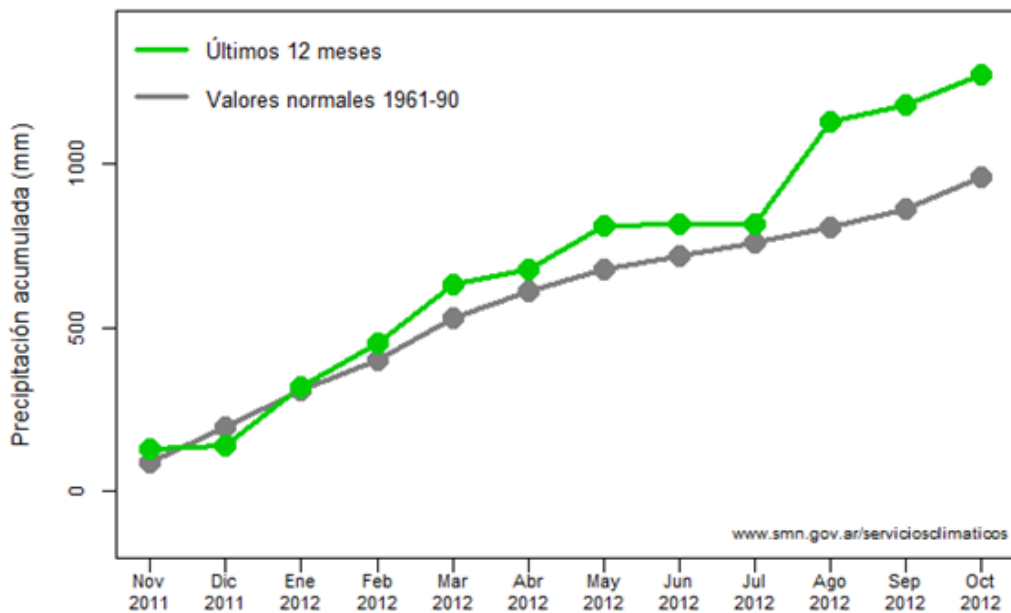


Figura 11: precipitación acumulada en los últimos 12 meses vs. Valores normales

Respondiendo a una de las inquietudes al cambio global, observamos que es posible que exista un efecto del mismo, ya que estimaciones realizadas por Deschamps et. al. (2003) indican un aumento de las mismas desde los años 1800 en la pampa bonaerense.

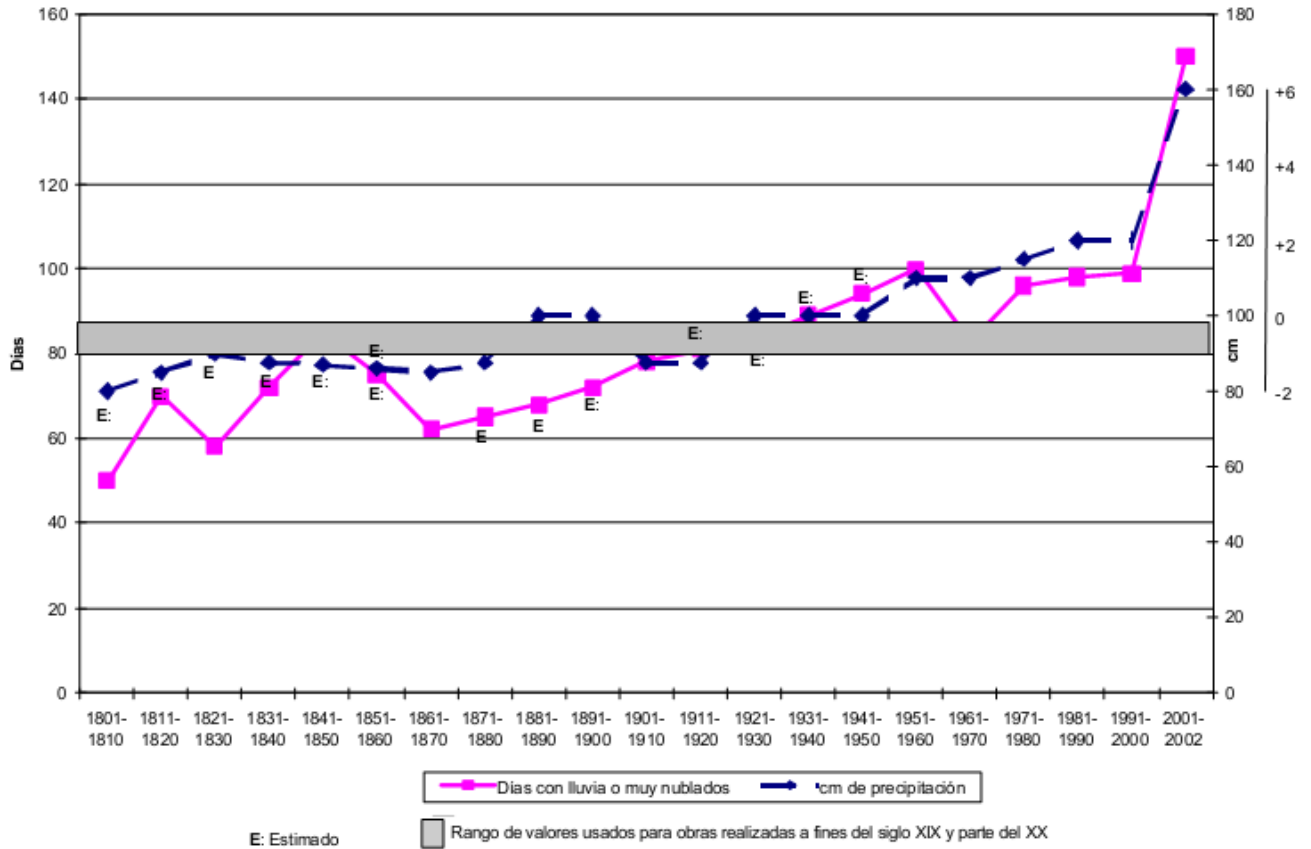


Figura 12: Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX (Deschamps 2003)

A pesar de lo observado, algunas de las proyecciones (ej. Ballaré et. al., 2011) no indican grandes cambios proyectados en las precipitaciones a partir del año 2011 en la zona bonaerense.

Cambios proyectados en precipitación

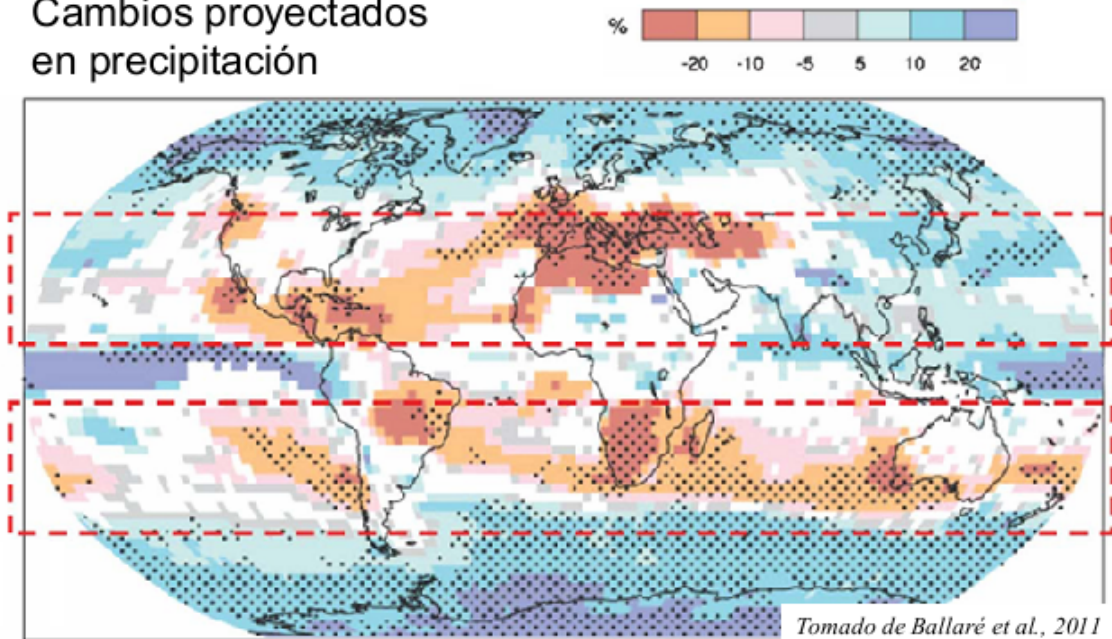


Figura 13: cambios proyectados en precipitación a nivel mundial

A modo de conclusión del cambio global, podríamos decir que las precipitaciones aumentaron en el último tiempo en Azul, pero tienden a ser estables en los próximos años.

2) Ubicación de la ciudad de Azul

A continuación se presenta un mapa con curvas de nivel, donde se puede inferir la dirección del escurrimiento superficial Sur-Norte dentro del partido de azul:

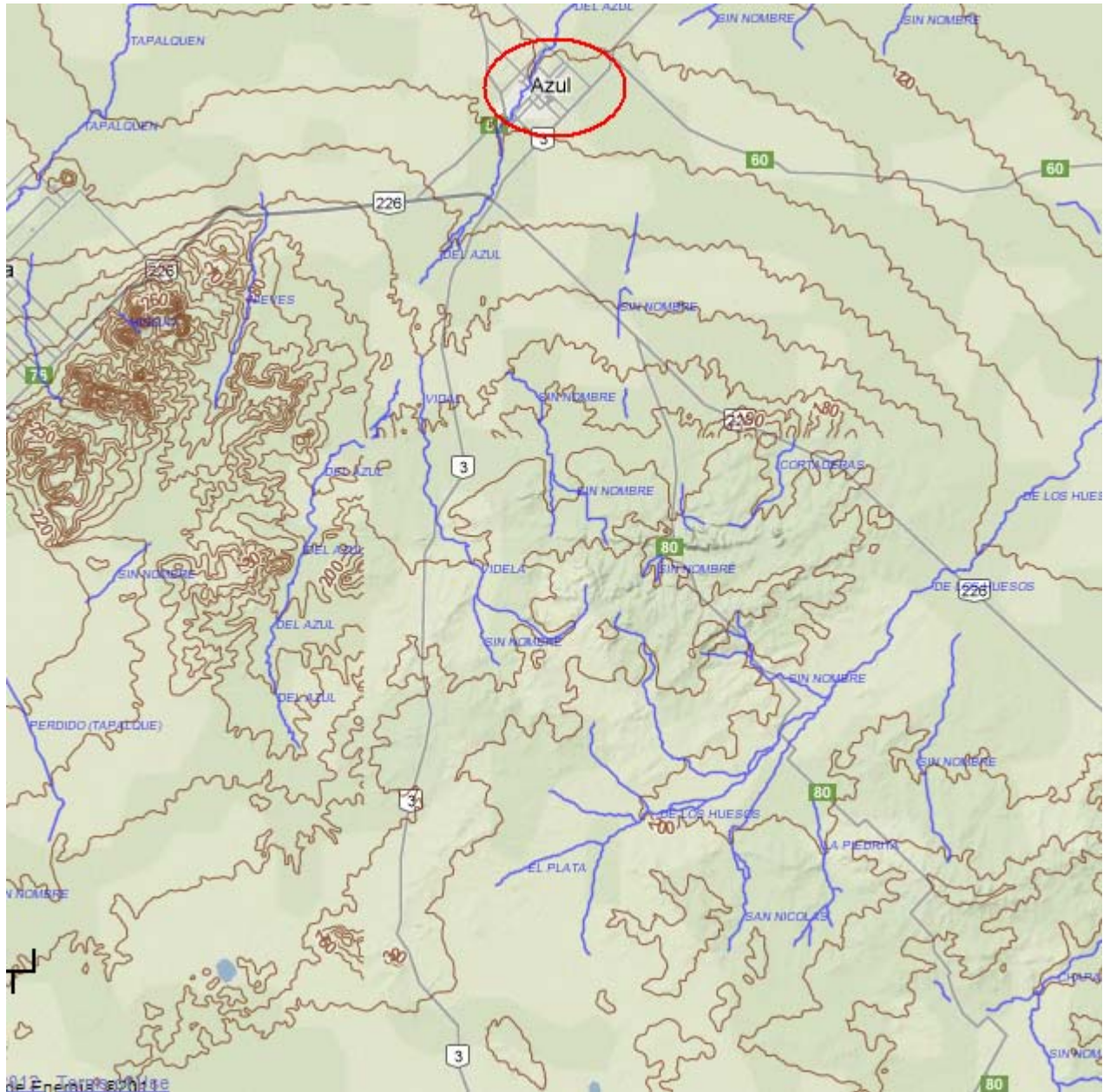


Figura 14: Curvas de nivel y accesos vehiculares del partido de Azul

Comparando con el mapa de ambientes físico geográficos, la ciudad de Azul está ubicada entre los ambientes “Suavemente ondulado” y “Llanura aluvial”. Así, está ubicada en la vaguada, sobre el río Azul. Creemos que este es uno de los factores preponderantes que causan las inundaciones en la ciudad, ya que ante cualquier crecida extraordinaria, ésta es una de las primeras zonas que se inunda. Si la misma estuviese ubicada en otro punto cercano más alto, lejos del río o cerca de las dorsales, las inundaciones no ocurrirían.

3) Escurrimiento en la cuenca alta y media

Según lo expresado por Usunoff y Varni (1995), el balance hidrológico en el Partido muestra las características propias de los sistemas de llanura, con un neto predominio de los componentes verticales del flujo de agua (evapotranspiración, infiltración) por sobre los horizontales (escurrimiento superficial y subterráneo). De los 900 mm que, en promedio, precipitan anualmente, el 95% se evapotranspira, el 2,6% infiltra (recarga subterránea) y el resto circula por los cursos de agua, principalmente el arroyo Azul. (Vázquez 2012). Las principales causas de los altos valores de escurrimiento son:

a) Pendiente

Como se observó en la figura anterior, la pendiente es uno de los factores preponderantes en la existencia de escurrimiento superficial, lo que genera que el agua que precipita no infiltre fácilmente, sino que escurra en superficie. Esto es causado por la alta energía potencial que posee el agua que cae en la cuenca alta y media, traduciéndose en movimiento horizontal hasta llegar a la ciudad de azul.

b) Suelos:

En los siguientes puntos se describen los ambientes físico-geográficos descritos en el punto Relieves, con los suelos correspondientes a cada uno y las características de los mismos que se presentan como posibles causantes de las inundaciones.

Llanura Aluvial

Este paisaje es una planicie amplia con algunas elevaciones suaves y vías de escurrimiento que logran encauzarse, cubetas anegadizas y lagunas. Como es característica de este ambiente el manto de tosca subyace continuo al horizonte superficial, lo que dificulta el drenaje vertical del agua. Esto último, es un factor determinante del comportamiento hídrico de dicho ambiente ante una crecida extraordinaria, ya que en esta situación, la acumulación de agua en un lapso de tiempo corto implicaría una inundación casi en forma inevitable.

La presencia de sodio es a la vez una limitante importante. Los suelos pertenecen a los grandes grupos Natracuol, Natracualf y Hapludol.

Los Natracuoles son someros e imperfectamente drenados. Tienen un horizonte en superficie de unos 20 cm, de textura franca y el tenor de materia orgánica está en el rango del 3,5 % al 4 %.

Ambiente Suavemente Ondulado

El paisaje dominante es el de llanura intermontana y los suelos que lo componen son del gran grupo de los Argiudoles variando en su composición de acuerdo a la posición en el relieve general al área que hace que el agua permanezca en tiempo diferencial sobre la superficie. Subyace a los dos metros de profundidad un manto de tosca que limita la profundidad y la permeabilidad de estos suelos. Este factor es muy relevante en la determinación de la acumulación del agua sobre la superficie lindante al arroyo el Azul.

Presentan un horizonte superficial de 30 cm muy provisto en materia orgánica (más del 4%) y texturas franca a franca arcillosa. A los 50 cm de profundidad se expresa un horizonte con 40% de arcilla (B2 textural) de estructuras prismáticas. El pH es neutro a ligeramente ácido y se eleva por encima de 8 en las partes más bajas y por debajo de los 70 cm. Son bien drenados en general, pero en los puntos bajos acumulan agua en superficie.

Periserrano

Se ubica al Sur de la ruta 226 y parte del mismo linda con los Partidos de Olavarría y Tandil. El paisaje presenta lomadas y pendientes adosadas a la sierra, cuya inclinación decrece al aproximarse a las llanuras. En partes aflora la tosca y en otras los suelos desarrollan profundidades de un metro.

Los suelos más comunes se denominan Argiudoles, con un horizonte superficial muy provisto de materia orgánica (más del 5%) y espesores superiores a los 30 cm. De textura franca y con intensa actividad biológica.

En profundidad tienen un horizonte con más del 30% de arcillas pero equilibrado en arenas que hace que su textura sea franco - arcillosa. De estructuras prismáticas están bien relacionadas las condiciones físico químicas para los intercambios de elementos nutrientes. Son suelos de condición agrícola; supeditada la misma a la profundidad en que se halla el manto de tosca y al grado de inclinación de las laderas que en algunos sitios llega al 3%, situación que los hace muy expuestos a la erosión hídrica, lo que obliga a trabajarlos bajo sistemas productivos que atiendan la conservación del suelo el manejo de las pendientes y los escurrimientos hídricos superficiales.

4) Uso de la tierra: Cambios a lo largo del tiempo

Tal como se lee en la bibliografía “Las aguas siguen turbias” hubo una gran expansión agrícola debido a la implementación de la siembra directa que permitió sembrar donde antes no se podía con labranza directa.

El Partido de Azul manifiesta una clara tendencia al denominado “proceso de agriculturización”. El área sembrada con cultivos anuales se incrementó durante las últimas tres décadas del siglo pasado en un 106% mientras que la producción total de granos aumentó un 560% (Bilello, 2000). Una parte importante de ese incremento tuvo lugar a partir del final de la década del '80. La superficie implantada con cultivos anuales aumentó un 66%, mientras que la superficie implantada con pasturas perennes un incremento inferior al 10% según datos de los Censos Nacionales Agropecuarios de 1988 y 2002 (Requesens, 2005).

De forma complementaria a estos datos, investigaciones recientes (Vázquez 2012) indican cambios en el uso de suelo del Partido de Azul durante el período 2002-2011. En estos estudios se pone en evidencia una intensificación agrícola a partir de la implementación del doble cultivo anual. Esta expansión de la agricultura (de un 13,79%), se produjo a expensas de la ganadería (-5,24%) y de la superficie cubierta por agua (esto podría ser a causa de la realización de una red ilícita de drenaje, canales, etc.).

La agriculturización se manifiesta no sólo en las áreas bien drenadas de las llanuras periserranas, sino también en las tierras achatadas y anegables de las planicies deprimidas, las cuales ocupan alrededor del 70% de la superficie del Partido.

Clases	Píxeles 2002	Superficie 2002 (km ²)	Píxeles 2011	Superficie 2011 (km ²)
Ciudad	12,43	19,10	23,25	27,09
Agua	380,51	442,87	69,12	80,50
Áreas con pastizales y pasturas	2.231,41	2.597,06	2.113,04	2.461,02
Áreas cultivadas y cultivables	3.055,32	3.555,97	3.474,25	4.046,39
Superficie del Partido	5.679,67	6.615,00	5.679,67	6.615,00

Tabla 6: Superficie ocupada por cada clase clasificada en período 2002-2011 en el partido de Azul, correspondiente a la Figura 15.

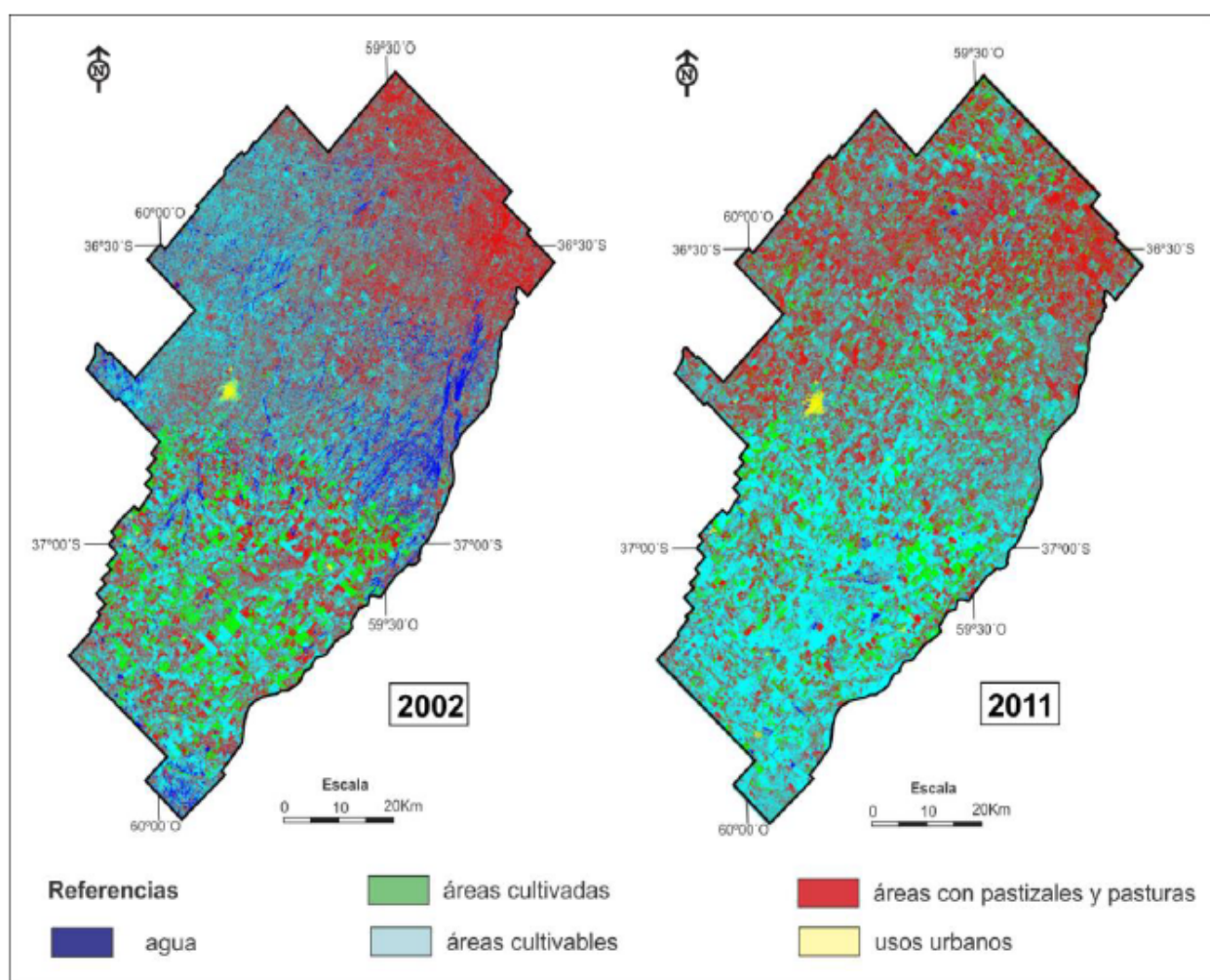


Figura 15: usos del suelo en el partido de Azul, período 2002-2011

Los usos urbanos incrementaron su superficie en ese período pasando en un 81,6% (pasando de abarcar el 0,28% del Partido en 2002 a ocupar el 0,41% en 2011). Este incremento está vinculado con la expansión de la ciudad de Azul. En cuanto a las áreas con agua, se observa

que en el período 2002-2011 se redujeron significativamente; pasando a ocupar del 6,7% del Partido en 2002 al 1,21% en 2011, implicando una disminución del 81,82% (esto se podría deber a que las precipitaciones medias anuales en 2002 fueron de 1.169,5 mm (año húmedo) mientras que en 2011 fueron de 666,5 mm). Por otro lado, en el año 2002 las áreas con pastizales y pasturas (ganaderas) se extendían en la menor parte de la superficie del mismo, ocupando el 39,26% (2.597,06 km²). La agricultura en este año (áreas cultivables y cultivadas), alcanzaba el 53,75% de la superficie del Partido (3.555,97 km²). En ese año, existían explotaciones netamente agrícolas, netamente ganaderas, y una importante proporción de mixtas (agrícola-ganaderas). Las áreas agrícolas de las explotaciones superaban en un 14,49% a las ganaderas. A partir de los datos de los Censos Nacionales Agropecuarios de 1988 y 2002, se manifiesta en el período una tendencia a la expansión de áreas agrícolas. En ese sentido, se concluye que la superficie implantada con cultivos anuales aumentó un 66%, mientras que la superficie implantada con pasturas perennes apenas tuvo un incremento inferior al 10% en el Partido de Azul.

En 2011, las áreas con pastizales naturales y pasturas, ocuparon un 37,20% de la superficie del Partido, mientras que las agrícolas alcanzaron 61,16%. Este hecho se evidencia en la conversión de establecimientos mixtos a netamente agrícolas, favorecidos fundamentalmente por la mejor inserción de estos cultivos en los mercados internacionales.

Efectos del cambio de uso de la tierra

Uno de los mayores impactos que puede inferirse del cambio de uso de la tierra es la disminución de la tasa de infiltración. Campos naturales y pastizales poseen muy buenas tasas de infiltración, y las pasturas perennes poseen tasas buenas a medias. La expansión agrícola mencionada anteriormente aumentó en gran medida los cultivos anuales, que son realizados en su mayoría bajo el sistema de siembra directa. Este tipo de manejo disminuye notablemente la tasa de infiltración debido a la compactación superficial que genera la maquinaria, lo que se traduce en mayores cantidades de agua que escurren en superficie. Como los cambios en el uso de la tierra fueron tan marcados, creemos que es uno de los factores que aumentó notablemente el escurrimiento superficial, aumentando la frecuencia de inundaciones en la ciudad de Azul.

5) Rutas y falta de sistemas de drenaje

Al observar la disposición de las rutas de la cuenca alta y media del partido, se observa cómo la falta de canales (según “Las aguas siguen turbias”) en la ruta genera un único punto de escurrimiento, indicado en la siguiente figura:



Figura 16: Detalle de la cuenca alta y media del Ao. Azul y sus principales accesos. Se indica con un círculo rojo la zona donde escurre el agua que no es evacuada por canales a lo largo de la ruta.

Esto, lleva a que toda el agua acumulada en la cuenca y quizá fuera de la cuenca llegue al Ao. Azul. Además disminuye su tasa de infiltración ya que hay mayor agua encauzada. De esta manera aumenta la cantidad de agua que llega al río que, frente a lluvias intensas, puede provocar inundación en la ciudad de azul.

Reflexión final

“La cuenca de Azul, al igual que toda la región Pampeana, está escasamente poblada. La mayoría de los habitantes viven en zonas urbanas. Los establecimientos agropecuarios entre las ciudades ocupan de 100 a 500 hectáreas. La tierra se utiliza principalmente para la ganadería y la agricultura. El nivel de producción es muy alto. Las inundaciones son causadas principalmente por lluvias intensas y, en menor grado, por grandes volúmenes de descargas provenientes de zonas altas. La precipitación promedio es de 900 mm/año. Sin embargo, en los últimos treinta años las lluvias aumentaron hasta 1200 mm/año. Los picos diarios de mayor intensidad ocurren en otoño y en la primavera alcanzando valores del orden de los 100 a 150 mm/día. En los períodos secos, la mayor parte del exceso de agua en el área desaparece debido a la intensa evapotranspiración.

Durante las precipitaciones intensas, la lluvia no se infiltra en el suelo porque éste se encuentra saturado. El exceso de agua provoca entonces anegamientos comenzando en las pequeñas depresiones. Cuando se producen anegamientos en las zonas altas, se cavan pequeños canales hacia zonas más bajas para transferir el agua río abajo. Esta práctica tradicional genera disputas con los propietarios de tierras vecinas. No hay colectores naturales para drenar tales excesos. El agua se mantiene sobre el área durante un tiempo prolongado debido a las pendientes bajas y a que los procesos hidráulicos predominantes son verticales en vez de horizontales.”

Bibliografía

- <http://sig.se.gob.ar/visor/visorsig.php>
- Geolnta
- Bases Agroambientales para un desarrollo sustentable del partido de Azul - Municipalidad de Azul
- Cambios en el uso del suelo rural del partido de azul (provincia de Buenos Aires, Argentina) durante el período 2002-2011 - Patricia Vazquez
- Caracterización de los Suelos del partido de Azul
- Simulación de inundaciones en llanuras: aplicación a la cuenca del arroyo Santa Catalina - Azul, Marcelo Vénere et. al.
- "Caracterización de la estructura productiva agraria del área de influencia de la Facultad de Agronomía". Programa Institucional de Investigación y Transferencia tecnológica. Facultad de Agronomía. Azul, 1996. Bilello, G. - González, M.
- Información General para la Gira de Campo del Curso - CyPUT 2012
- Estudio de la percepción de la calidad de suelos en el partido de Azul, provincia de Buenos Aires - Panelo, M.
- Modelación hidrológica de grilla en zonas de llanura: movimiento multidireccional del agua
- Cambio climático en la pampa bonaerense: las precipitaciones desde los siglos XVIII al XX - Deschamps J. et. al., 2003
- Relación entre variables de interés agropecuario en Azul, Argentina - Gandini M. et. al.
- Identificación de patrones de anegamiento en la cuenca del arroyo del Azul mediante el uso de imágenes LANDSAT - Vazquez et al. - U. O. Cuenca del Salado, INTA - IHLLA - mayo 2003