1

Consecuencias de la variación de la disponibilidad hídrica en la cuenca del arroyo El Belisario, Buenos Aires, Argentina

Ana Lía Casado, Verónica Gil y Alicia M. Campo

Departamento de Geografía y Turismo
(Universidad Nacional del Sur),
CONICET

✉ [Dto. de Geografía y Turismo, 12 de octubre y San Juan, 4º Piso, 8000, Bahía Blanca, Argentina].

@ [lia.casado@caramail.com; verogil@uns.edu.ar; amcampo@uns.edu.ar].

Resumen

El área de estudio corresponde a la cuenca del arroyo El Belisario, pequeño valle intermontano con una superficie de 26 km^2, ubicado en el Cordón de Sierra de la Ventana, Sistema de Ventania. La localización determina la presencia de elementos físicos y sociales que configuran una alta vulnerabilidad ambiental frente a distintas amenazas. Entre ellas, se destacan los eventos de incendio y fenómenos de avenida, de carácter cíclico y marcada concentración estacional.

El objetivo de este trabajo consiste en establecer las vinculaciones entre ocurrencia de procesos de avenidas e incendios forestales y la variación de la disponibilidad hídrica en la cuenca de El Belisario. Se recopilaron y evaluaron artículos periodísticos y material bibliográfico, se realizaron balances hídricos anuales e interanuales y se analizaron las características ambientales que favorecen la sucesión de estos eventos.

Cabe destacar que la frecuencia de estos fenómenos es baja sin embargo su gran magnitud tiene consecuencias altamente perjudiciales para la población. Se generan pérdidas económicas debido al impacto negativo sobre los recursos, ponen en peligro la vida de las personas y las infraestructuras. Por ello, el conocimiento de la dinámica de ocurrencia de los mismos resulta necesario para el desarrollo local y la gestión tanto de los recursos como del riesgo.

Palabras Claves: disponibilidad hídrica, incendios, avenidas, balance hídrico.

Consequences of the variation of water availability
in the basin of "El Belisario" stream,
Buenos Aires, Argentina

Abstract

The study area corresponds to the basin of "El Belisario" stream, a small valley among mountains with a surface of 26 km^2, located in the Ventania System. The location determines the presence of social and physical elements which constitute a high environmental vulnerability facing different kinds of threats such as massive fires and avenue phenomena of a cyclic character and marked seasonal concentration.

The aim of this work is to establish links between the occurrence of avenue processes and the variation of water availability in "El Belisario" basin. Newspaper articles were gathered, annual and interannual water balances were made and environmental characteristics, which favour the occurrence of these events, were analyzed.

It should be mentioned that the frequency of these phenomena is low; however, its magnitude has highly harmful consequences for the population. Important economical losses are generated, owing to the negative impact on resources-risking human lives and facilities. That is why understanding the dynamics of occurrence of these phenomena is necessary for improved local development and management of resources as well as for the watering process.

Key Words: Water Availability, Fires, Avenues, Water Balance.

Conseqüencias da Variação da disponibilidade
hídrica na bacia do arroio El Belisario.
Buenos Aires, Argentina

Resumo

A área de estudo corresponde à bacia do arroio El Belisario, pequeno vale intermontano com uma superfície de 26 km^2, localizado no Cordón de Sierra de la Ventana, Sistema de Ventania. A localização determina a presença de elementos físicos e sociais que configuram uma alta vulnerabilidade ambiental frente a distintas ameaças. Entre elas, se destacam os eventos de incêndio e fenômenos de avenida, de caráter cíclico e marcada concentração sazonal.

O objetivo deste trabalho consiste em estabelecer os vínculos entre a ocorrência de processos de avenidas e incêndios florestais e a variação da disponibilidade hídrica na bacia do El Belisario. Recopilaram-se e foram avaliados artigos de jornais e material bibliográfico, foram realizados balanços hídricos anuais e interanuais e se analisaram as características ambientais que favorecem a sucessão destes eventos.

Cabe destacar que a freqüência destes fenômenos é baixa, mas, devido à sua grande magnitude têm conseqüências altamente prejudiciais para a população. São geradas perdas econômicas devido ao impacto negativo sobre os recursos, pondo em perigo a vida das pessoas e as infra-estruturas. Por isso, o conhecimento da dinâmica de ocorrência dos mesmos é necessário para o desenvolvimento local e a gestão tanto dos recursos como do risco.

Palavras-chave: disponibilidade hídrica, incêndios, avenidas, balanço hídrico.

1. Introducción

La variación de la disponibilidad hídrica en un área se relaciona con el ciclo hidrológico. Este, en su tramo continental, está generalmente referido a una cuenca hidrográfica y está considerado como un sistema abierto. En geografía, un sistema constituye un campo en el que se inscriben las distintas problemáticas de la articulación Sociedad-Naturaleza. Cuando dicha interacción genera desequilibrios en el sistema, surgen los problemas ambientales y si a este estado de crisis se suman las pérdidas humanas y materiales, se lo denomina desastre.

El área de estudio es una pequeña cuenca en zona serrana, en ella se analizan la interacción entre el subsistema natural y social y las problemáticas ambientales que se generan. Se han realizado para el área considerada diferentes estudios de fenómenos o procesos puntuales desde distintas disciplinas (Geología: Harrington, 1947, 1970; Geomorfología: Arbanesi *et al,* 1998; Hidrología: Giusso *et al.,* 1995, 1995b; Bruno *et al*., 1999; Agronomía: Kristensen y Frangi, 1995; Sian, 2002; Lizzi, 2004; Estudios climáticos-hidrográfico: Carrica *et al.,* 1988). Sin embargo, al momento son pocos los estudios que integran la dinámica y funcionamiento del sistema estableciendo los efectos de los eventos naturales sobre la población en la cuenca (Ángeles, 1995; Gil, 2000; Gil y Campo, 2000; Casado *et al.,* 2005). Localización y situación del área de estudio determinan la presencia de una serie de elementos físicos y sociales que configuran una alta vulnerabilidad ambiental frente a distintas amenazas. Entre ellas, se destaca la ocurrencia de eventos de incendio y fenómenos de avenida, de carácter cíclico y marcada concentración estacional. Cabe destacar que la frecuencia de estos fenómenos es baja sin embargo su gran magnitud trae aparejada consecuencias altamente perjudiciales para la población. Se generan pérdidas económicas debido al impacto negativo sobre los recursos, ponen en peligro la vida de las personas, las infraestructuras y las construcciones.

El objetivo de este trabajo es establecer vinculaciones entre la variación de la disponibilidad hídrica y la dinámica de ocurrencia de procesos de avenida e incendios forestales en el área de Villa Ventana. El conocimiento de la dinámica hidro-meteorológica del área, favorecerá a la gestión de los recursos como del riesgo generado.

2. Materiales y métodos

La delimitación del área de estudio se realizó a partir de mosaicos aerofotográficos de escala 1:20.000 y de las cartas topográficas del IGM 1:50.000 correspondientes a la zona. Las características morfométricas se obtuvieron sobre la base de las cartas topográficas y de fotos aéreas. El límite de la cuenca se determinó según la línea de crestas de los cordones serranos en coincidencia con las curvas de nivel.

La disponibilidad hídrica del área fue establecida mediante el cálculo de balances hídricos según el método de Thornthwaite y Mather (1957). La información meteorológica fue provista por la Estación Meteorológica El Rincón de Villa Ventana y por el Diario La Nueva Provincia para el período 2002-2005. Se recurrió a medidas de morfometría fluvial (Strahler, 1981; Senciales González, 1999) a fin de establecer la jerarquía y las características del sistema de drenaje para su posterior comparación con los sucesos de avenidas.

3. Área de estudio

La cuenca del arroyo El Belisario se ubica en el Suroeste de la provincia de Buenos Aires en el partido de Tornquist. Los principales afluentes son el arroyo del Negro y Las Piedras que junto con una serie de tributarios definen un pequeño valle intermontano en el centro Este del Cordón de Sierra de la Ventana. La cuenca posee una superficie de 25,55 km^2 y la localidad de Villa Ventana se emplaza sobre este valle y está bordeada por los arroyos citados (Fig. 1).

La región queda comprendida en la franja zonal de clima templado húmedo pampeano, con veranos secos y cálidos e inviernos secos y fríos (Campo *et al*., 2004). Sin embargo, la dinámica climática del área presenta marcadas variaciones estacionales e interanuales, debido a que el efecto topográfico favorece la generación de microclimas.

Las precipitaciones se producen principalmente en otoño y primavera con gran irregularidad anual e interanual. Esto produce una sucesión de períodos húmedos y secos que provoca una importante oscilación de la disponibilidad hídrica durante el año y a lo largo de varios años. La variabilidad interanual

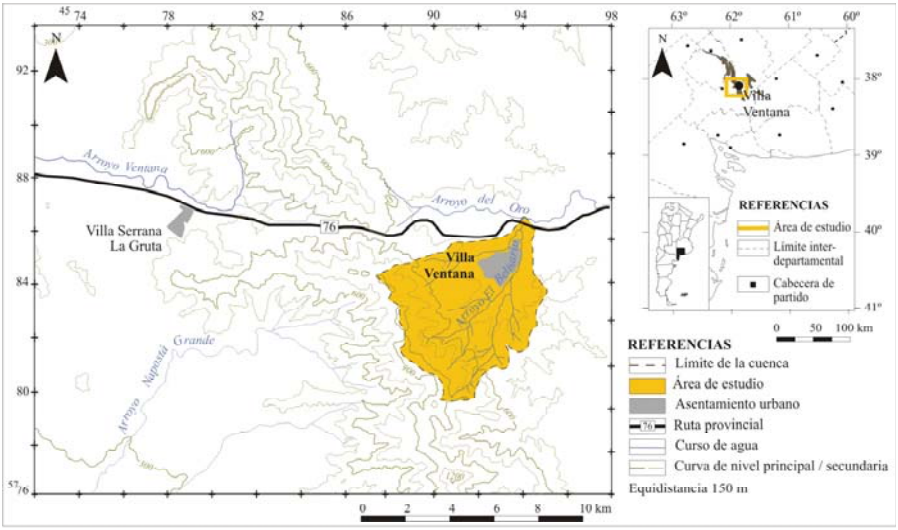

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio. Digitalización en ArcView sobre mapa de la provincia de Buenos Aires (IGM) y cartas topográficas Tornquisty Sierra se la Ventana a escala 1:50:000 (IGM).

de las precipitaciones es la característica principal del Suroeste de Buenos Aires. La figura 2 refleja este fenómeno, donde se advierte una alternancia anual de año húmedo-año seco, relación que sólo se interrumpe entre los años 2000 y 2001, debido a las precipitaciones excepcionales sucedidas en este último. El umbral que se establece para determinar año seco de húmedo es de 500 mm anuales. Por debajo de este valor se desarrolla el cultivo bajo riego y por encima se puede realizar una agricultura de secano. Por lo cual esta variación en los montos de precipitación se ve reflejada en la producción agrícola.

Asimismo, es posible identificar ciertas tendencias plurianuales hacia la sequía o la humedad. Estas últimas quedan comprendidas por un período preferentemente seco que se extiende hasta el año 1999, un período húmedo que registra precipitaciones anuales superiores a los 1.000 mm entre los años 2000 y 2004 –a excepción del año 2003– y finalmente, un nuevo período de sequía que se inicia con la sequía extraordinaria de 2005. Estas tendencias condicionan directamente la disponibilidad hídrica del ambien-

te. El régimen fluvial aparece entonces de tipo irregular, en dependencia directa de las precipitaciones ocurridas, de su estacionalidad y del exceso de agua disponible para el escurrimiento superficial. La extensión de la cuenca se relaciona con los tipos de alimentación, en grandes superficies es factible obtener un régimen ponderado, sea porque cubre áreas climáticas con ritmos de alimentación complementarios, o bien porque las lluvias y sequías excepcionales no alcanzan a afectarla sino parcialmente (Bruniard, 1992). Sin embargo, las cuencas pequeñas presentan máximos y mínimos más contrastados.

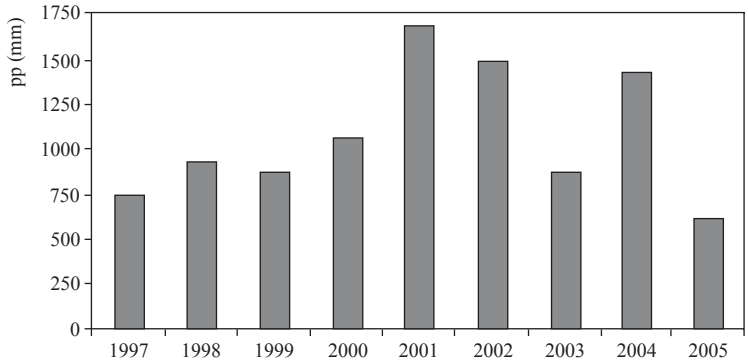

Figura 2. Montos de precipitación anual, Villa Ventana, período 1997-2005. Fuente: Estación Meteorológica EL RINCÓN, Villa Ventana.

Por su parte, los rasgos geomorfológicos presentes en el área de la cuenca influyen en la disponibilidad hídrica del sistema de forma indirecta. El relieve se constituye por el encadenamiento serrano de plegamiento extendido en dirección Noroeste-Sureste, el sector de piedemonte y por la planicie de valle basal (Fig. 3).

Los niveles de terreno decrecen fuertemente desde los 1.100 hasta los 350 msnm dando lugar a un marcado contraste entre la gran amplitud y energía del positivo serrano, con gradientes de inclinación de entre 20% y 50% y el sector basal adyacente de baja amplitud y energía difusa, donde las pendientes no superan el 5% de inclinación. Respecto a la composición litológica aflorante, ésta se integra de una serie de lineamientos de roca ortocuarcítica y esquistosa a pizarrosa, los cuales exhiben un fuerte diaclasamiento de

densidad heterogénea según el tipo de roca y localización del afloramiento. La presencia de numerosas diaclasas en el lecho rocoso favorecen altos índices de infiltración (Harrington, 1947; Arbanesi, 1998).

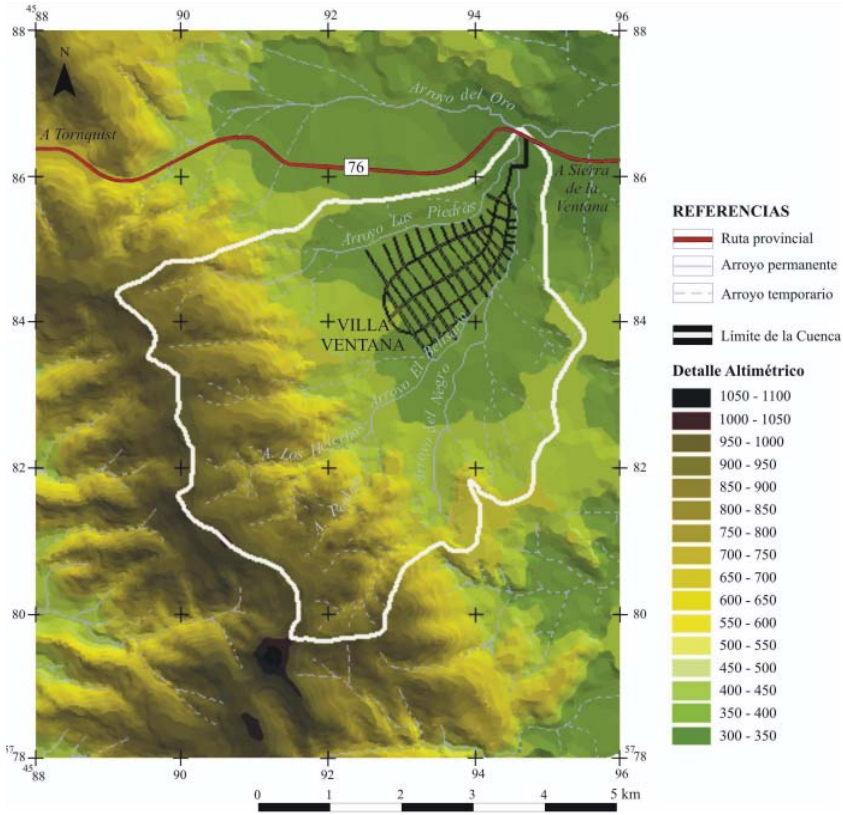

Figura 3. Mapa de los aspectos físicos del área de estudio. Elaboración propia. Digitalización sobre base cartográfica del IGM, carta topográfica Sierra de la Ventana a escala 1:50.000. Modelo digital del terreno realizado en ArcView.

En respuesta a las condiciones hidroclimáticas, a la influencia del relieve y a la estructura el terreno, la variación anual e interanual del recurso hídrico disponible ocasiona dos problemáticas recurrentes en el área. Por un lado, en períodos húmedos y asociado al carácter torrencial de las precipitaciones, se producen fenómenos de inundaciones y avenidas, mientras que en períodos de sequía, resultan habituales los fenómenos de incendio forestal.

4. Resultados y discusión

La fragilidad medioambiental se vincula con situaciones críticas generadas por variabilidades propias del sistema físico-natural y de la esfera social que interactúa en el mismo. En consecuencia, estos desajustes quedan materializados espacialmente a través de distintas problemáticas recurrentes en la zona, como procesos de erosión hídrica (lavado de suelos, carcavamiento, socavamiento de las márgenes), anegamiento, sequías, incendios y sucesos de avenida.

Dentro del área de estudio, se producen recurrentemente fenómenos de avenidas e incendios que responden directa o indirectamente a las variaciones hídricas. Cabe destacar que a diferencia de los fenómenos de desbordamiento originados por procesos físico-naturales, los eventos de incendio del área dependen en su mayoría de causas humanas. Por lo tanto y en función del objetivo propuesto, sólo serán tenidos en cuenta aquellos incendios que, más allá del origen, su amplia propagación los coloca en relación directa con las características ambientales al momento de su ocurrencia.

Respecto de la disponibilidad hídrica anual, los mayores contrastes se produjeron en los últimos años. Durante el período 2002-2005 se registraron diferencias de hasta 800 mm en el monto de precipitación anual en años consecutivos; excesos y déficit hídricos que fueron fuertemente reflejados en las características adquiridas por el ambiente. Por esta razón se elige este período para el análisis. La información periodística reflejó que durante este período se produjeron tres avenidas y cuatro eventos de incendio de magnitudes considerables (Tabla 1). Si bien se advierten excepciones, se observa que los mismos tienden a suceder en concordancia con la estación lluviosa de primavera en el caso de las crecidas y con la estación seca y calurosa de verano en el 50% de los incendios.

EVENTO	AÑO 2002				AÑO 2003				AÑO 2004				AÑO 2005			
	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri	Ver	Oto	Inv	Pri
Avenida				X				X				X				
Incendio	X				X						X					X

Tabla 1. Eventos de avenida e incendio y su estacionalidad para el área de Villa Ventana. Elaboración propia sobre la base de datos de archivo.

Respecto a las crecidas de los arroyos, los eventos más perjudiciales correspondieron a las primaveras de 2002 y 2003, en relación directa con precipitaciones excepcionales superiores a los 100 mm sucedidas en unas pocas horas y coincidentes con la estación húmeda. En noviembre de 2002, la lluvia caída en Villa Ventana superó los 400 mm en cuatro días, consecuencia de un temporal que afectó la zona del Suroeste bonaerense. Por su parte, en octubre de 2003, un temporal similar generó precipitaciones de casi 200 mm en un día. Estas lluvias torrenciales ocasionaron el desborde de los arroyos El Belisario y Las Piedras, lo cual trajo aparejado inundaciones, erosión y perjuicios económicos a las áreas aledañas a los cursos de agua.

En cuanto a los incendios, los mayores eventos ígneos se produjeron en los veranos de 2002 y 2003, propagándose sobre aproximadamente 50.000 ha. Por su parte, los correspondientes al invierno de 2004 y primavera de 2005 fueron de menor magnitud y abarcaron menores superficies. El suceso del verano de 2002 se inició sobre la margen derecha de la Ruta 76 (sentido Oeste-Este) en el Abra de la Ventana y se propagó a lo largo de 17.000 ha de pastizal. El verano de 2003 fue el período de los grandes incendios, en su mayoría originados por causas humanas intencionales sobre el área del Abra de la Ventana y Parque Tornquist. Sólo en el mes de febrero, se produjeron tres incendios de gran magnitud que arrasaron más de 30.000 ha de pastizal y bosque a lo largo del cordón de Sierra de la Ventana, desde el Cerro Ventana hasta el Cerro Tres picos.

4.1. *La dinámica hidroclimática: el balance hídrico de la cuenca de El Belisario*

Dentro de la cuenca de El Belisario, las variaciones anuales e interanuales del recurso hídrico disponible son acusadas y en consecuencia, es necesario establecer cuál es el balance de agua del sistema. Para ello, la construcción de balances hídricos permite una aproximación al establecimiento del comportamiento del recurso hídrico en función de la precipitación, la temperatura, la evapotranspiración y el almacenaje de agua en el suelo.

El balance hídrico del período 2002-2005 se obtuvo a partir de las precipitaciones y temperaturas medias mensuales de la estación El Rincón, Villa Ventana (Fig. 4). Se observan períodos de recarga, exceso hídrico y de utilización del agua disponible. El excedente, es decir, el agua efectivamente disponible para el escurrimiento, constituye 315 mm y coincide con la esta-

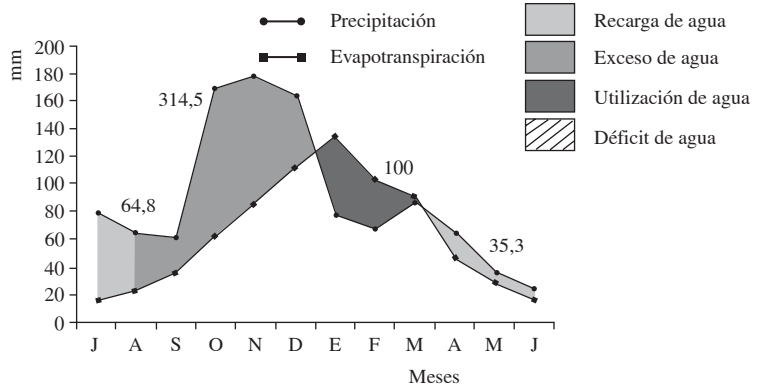

Figura 4. Balance hídrico para la estación El Rincón, Villa Ventana. Período 2002-2005.

ción lluviosa de primavera. Durante el mes de enero, se produce un brusco descenso de la cantidad de agua precipitada y el sistema comienza a utilizar el agua almacenada en el suelo, fase de utilización (100 mm) que se extiende hasta el mes de marzo. Sin embargo, el sistema no entra en fase de déficit hídrico. El descenso de la temperatura durante los meses más frescos de otoño más la reducción de la superficie foliar de la vegetación, introduce valores menos elevados de evapotranspiración, permitiendo al sistema entrar en una etapa de recarga de agua que se prolonga hasta el mes de agosto. A partir de allí, el aporte nival y pluvial supera los requerimientos de agua, provocando el inicio de la fase de exceso hídrico que se extiende durante cinco meses.

La sucesión de períodos húmedos y secos de un año a otro es frecuente en el área. Los balances anuales revelan esta característica que queda enmascarada cuando se observa sólo el balance hídrico correspondiente al período 2000-2005. De los años considerados se eligieron el 2002 y 2003 como representativos de estas variaciones y donde además se produjeron eventos de incendio y avenida (Fig. 5). En el año 2002 (A) precipitaron 1.466 mm de agua que representaron un exceso hídrico de 787 mm durante los meses de invierno y primavera. Por el contrario, los 840 mm caídos durante el año 2003 (B) no dejaron amplios márgenes de agua disponible para el escurrimiento superficial. El excedente de agua fue de 238 mm y sólo quedó limitado a los meses lluviosos de septiembre y octubre. Por su parte, en el año 2003 (B) el sistema presentó un déficit de agua extendido de 161

mm entre los meses de verano y otoño, a diferencia del año 2002 (A) donde el sistema sólo registró déficit hídrico en el mes de febrero (Fig. 5).

4.2. Períodos húmedos: los fenómenos de avenida

En períodos húmedos donde existe un excedente de agua en el sistema, la intensidad de la lluvia en tormentas aisladas favorece a la formación de avenidas. Aquí se conjugan las condiciones hídricas, las características físicas (pendiente, litología, vegetación) y la morfología de la cuenca.

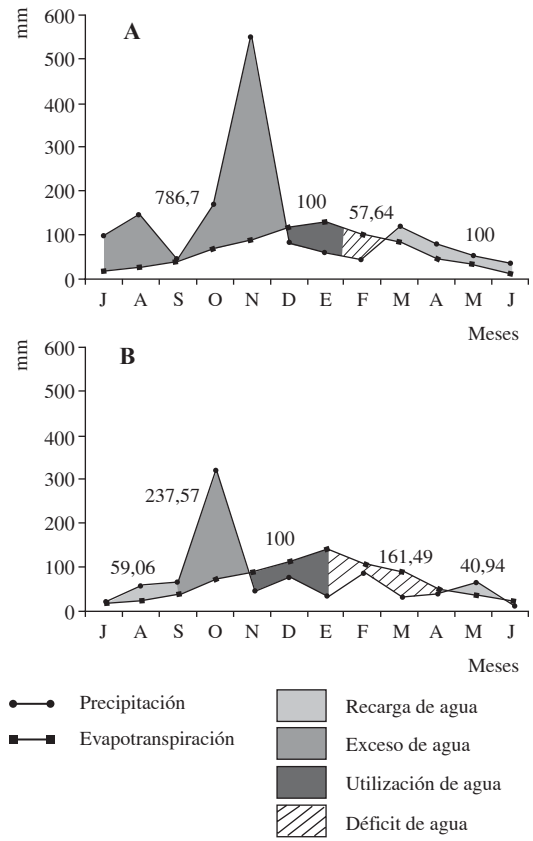

Figura 5. Balance hídrico para la estación El Rincón, Villa Ventana. Año 2002 (A) y 2003 (B).

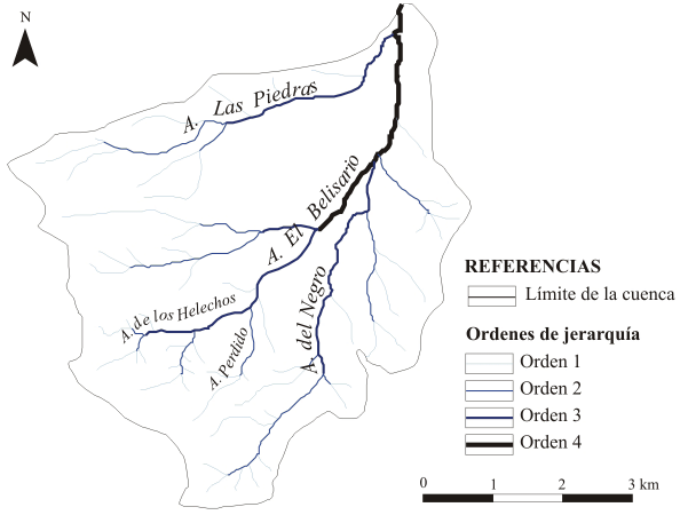

Figura 6. Orden de jerarquía de los cursos. Elaboración propia sobre la base cartográfica del IGM, carta topográfica de Sierra de la Ventana a escala 1:50.000 (Strahler, 1981).

La cuenca del arroyo El Belisario posee una forma compacta, de tipo romboidal, lo que garantiza un retardo similar de aporte de agua desde todos los afluentes hacia el colector principal. Por otra parte, existen anomalías en cuanto a la disposición y relación entre los cursos de agua. La jerarquía de la red es de cuarto orden y El Belisario es el colector principal del sistema. El diseño de drenaje es dendrítico y sus características se hallan en función de los cambios de pendiente, la litología aflorante y las condiciones climáticas (Fig. 6).

Se discute en este trabajo dos de los índices obtenidos, la relación de bifurcación y el coeficiente de torrencialidad. La relación de bifurcación (R_b) *es* 3,61. Es un índice bajo y se suele presentar en áreas con altos riesgos de inundación por concentración de escorrentía. Según la 1° Ley de Horton[1], el aumento del número de cursos entre órdenes debería seguir una progresión de 1; 3,94; 15,52; 61,16 en este caso. Se observa un desfasaje correspondiente

1 La 1º Ley de Horton, Ley del número de cauces, expresa que "El número de segmentos de ordenes sucesivamente inferiores de una cuenca dada tiende a formar una progresión geométrica que comienza con el único segmento de orden más elevado y crece según una relación constante de bifurcación" (Strahler, 1981).

al primer y segundo orden como se observa en el valor R_b de 4,23 (Tabla 2). De ello se desprende que la ramificación del sistema de drenaje no es homogénea, sino que existe una amplia mayoría de cursos de primer orden por sobre los de segundo. Tras una precipitación, estos desaguaderos o redes de torrenteras actúan como cuenca de recepción en las altas vertientes.

	Orden 1	**Orden 2**	**Orden 3**	**Orden 4**	**MEDIA**	**TOTAL**
A (km^2)	**	**	**	**	**	**25,55**
N_u	55	13	4	1	**	**73**
L_u (km)	31,45	12,73	10,15	3,71	**	**58,04**
R_b	4,23	2,60	4,00	**	**3,61**	**
T (cursos/km^2)	**	**	**	**		**2,2**

Donde:

N_u Número de cursos por orden.

L_u Longitud de los cursos de cada orden.

R_b Relación de bifurcación entre órdenes

T Coeficiente de torrencialidad

Tabla 2. Relación de bifurcación y coeficiente de torrencialidad para la cuenca de El Belisario. Elaboración propia.

Finalmente, el coeficiente de torrencialidad *(T),* conforma un cálculo complementario orientado a las relaciones de escurrimiento temporario. *T* relaciona el número de cursos de orden 1 con el área de la cuenca y es de particular interés pues sirve para identificar el grado de torrencialidad asociado a áreas donde son características las lluvias violentas. Un valor *T* de 2,2 (Tabla 2) coincide con el ritmo de caudal, el cual presenta fuertes variaciones en cortos períodos de tiempo. Estas se relacionan directamente con el carácter del escurrimiento superficial de la zona, del tipo de áreas de montaña.

4.3. Períodos secos: los eventos de incendio

El inicio de incendios en el área tiene un origen esencialmente humano; la presencia de vías de circulación, asentamientos poblacionales y áreas turísticas, aumenta el peligro significativamente. Sin embargo, el grado de propagación del fuego una vez iniciado, depende de la alta fragilidad del ambiente natural vinculada con la presencia de elementos físicos y biológicos que favorecen a los incendios. Esta fragilidad está representada por la alta presencia de vegetación combustible sometida a períodos de sequía considerables, temperaturas elevadas y tormentas eléctricas, sumándose el

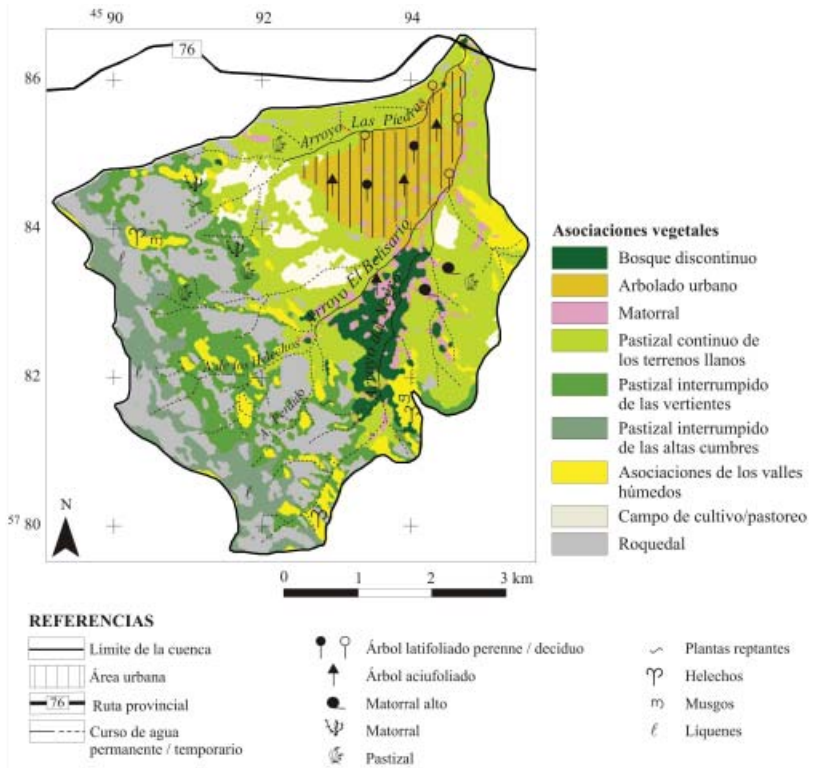

Figura 7. Asociaciones vegetales del área de Villa Ventana. Base cartográfica del IGM, carta topográfica de Sierra de la Ventana a escala 1:50.000 e imagen satelital Landsat V (CONAE). Modelo de vegetación realizado en ArcView.

hecho de que la región es geomorfológicamente accidentada con pendientes pronunciadas.

Respecto de los aspectos físicos, la fuerte inclinación de las pendientes con orientación general a barlovento, así como también las marcadas fluctuaciones del recurso hídrico disponible favorecen en conjunto a la propagación del fuego. Sin embargo, la vegetación como material combustible resulta el elemento más significativo en cuanto a la generación de incendios.

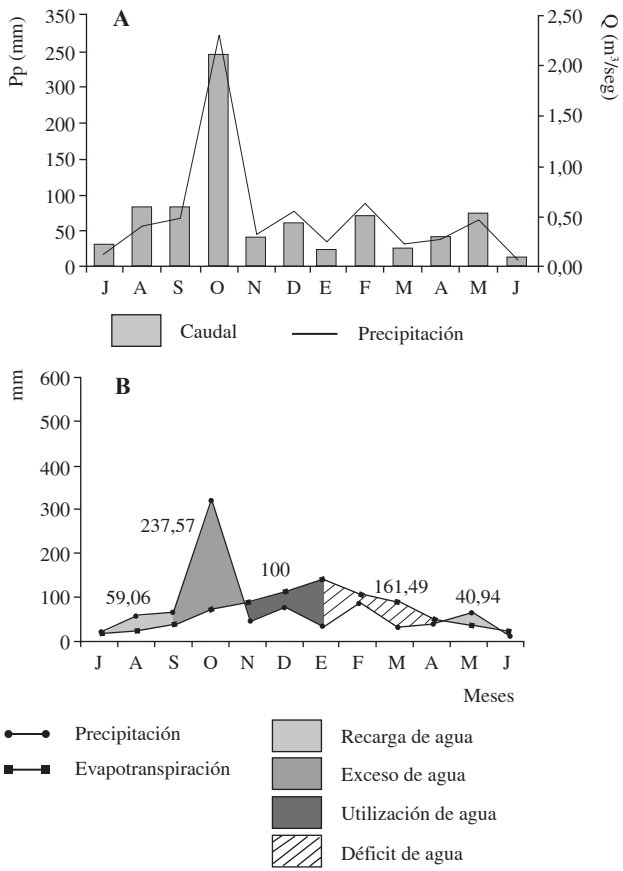

Figura 8. Disponibilidad hídrica anual para la cuenca de El Belisario, año 2003. Distribución anual de la precipitación y del caudal (A). Balance hídrico para la cuenca (B).

Los altos niveles de cobertura, densidad y combustibilidad de los conjuntos vegetales presentes en el área –pastizales, matorrales, bosques de coníferas– (Fig. 7) contribuyen a altos valores de liberación de calor por combustión, velocidad de propagación del fuego y longitud de las llamas. En períodos de sequía, estos parámetros se ven fortalecidos debido a que el déficit hídrico contribuye a la generación de grandes cantidades de biomasa extremadamente seca.

Se presenta como ejemplo el verano de 2003, período de los grandes incendios forestales, donde se observa que la ocurrencia de eventos de este tipo coincide con períodos de déficit hídrico. La figura 8 muestra la distribución de las precipitaciones y del caudal asociado a lo largo del año 2003 (A) así como también el cálculo de balance hídrico anual correspondiente (B). Se advierte que si bien se registraron 150 mm de lluvia durante el período estival, éstas no fueron suficientes para compensar los elevados niveles de evapotranspiración. En consecuencia, los montos de caudal no superaron los 0,2 m^3/seg, excepto los 0,5 m^3/seg del mes de febrero (A). Ello quedó reflejado en un déficit hídrico de 161 mm extendido entre los meses de enero y abril (B).

En consecuencia y de acuerdo a la dinámica hídrica del área, el verano aparece como la estación más peligrosa. Además de las altas temperaturas y la frecuencia de tormentas eléctricas asociadas al periodo estival, éste registra bajos montos de precipitaciones y altos valores de evapotranspiración. En consecuencia, se establecen períodos de déficit hídrico que promueven a un intenso resecamiento de la masa vegetal que ha adquirido un gran vigor gracias a las lluvias primaverales. Si a este hecho se suma el carácter inflamable de las especies más frecuentes, entre las cuales una gran mayoría están presentes sólo en verano, el período estival queda definido como la estación de máxima combustibilidad y en consecuencia, la estación más proclive a la generación de incendios.

5. Reflexiones finales

El análisis de los períodos de déficit hídrico resulta de suma importancia para la caracterización del grado de vulnerabilidad del sistema ante la amenaza de incendios. El déficit hídrico resultante de períodos secos se prolonga

en el tiempo más allá de la caída de las primeras lluvias que caracterizan el inicio del período húmedo.

Por su parte, los períodos húmedos traen aparejadas otro tipo de problemáticas vinculadas con el carácter torrencial de las lluvias, el alto coeficiente de torrencialidad de la cuenca y la deficiente relación de bifurcación entre los cursos de las cuencas de recepción y sus colectores. Dentro del área son frecuentes los fenómenos de avenidas e inundaciones, con impactos negativos sobre la población.

Cabe destacar que la ocurrencia de estos eventos negativos es cíclica, a la vez que presenta una cierta estacionalidad. Esto último queda vinculado con la dinámica pluvial del área, donde los excesos de agua primaverales se traducen en fenómenos de avenida mientras que la escasez de agua característica de verano genera las condiciones ambientales propicias a la propagación de incendios.

Estas problemáticas afectan al desarrollo económico en general ya que la población posee poca capacidad de recuperación ante este tipo de eventos. La planificación es incipiente y la gestión del riesgo muy localizada, lo cual agrava la vulnerabilidad de la sociedad involucrada ante la ocurrencia de estos fenómenos.

A partir del análisis de los balances se advierte la concordancia entre períodos de exceso hídrico y sucesos de avenidas, al igual que la propagación de incendios coincide con períodos de déficit tanto para variaciones hídricas anuales como interanuales.

Las condiciones medio ambientales favorecen tanto a los fenómenos de inundaciones como de incendios, sin embargo estos últimos a diferencia de los primeros tienen un detonante que generalmente responde al desconocimiento y la irresponsabilidad de los grupos humanos.

6. Bibliografía citada

ANGELES, G. (1995). "Evaluación del riesgo potencial de incendio en un área seminatural (Villa Ventana y sectores adyacentes)". Universidad Nacional del Sur. 51 pp.

ARBANESI, G., VERCESI V. y GONZÁLEZ URIARTE, M. (1998). "Análisis geomorfológico cuantitativo de la cuenca superior del río Sauce Chico. Sierras Australes, Provincia de Buenos Aires", en *Actas II Jornadas Geológicas Bonaerenses,* Bahía Blanca, pp. 187-200.

BRUNO, J.E.: GASPARI, F.J.; PRESUTTI, M.E.; ORONÁ, C. y CORNELLY, I.O. (1999). "Manejo Integral de las Cuencas Hidrográficas del

Partido de Tornquist. Estudio de Prefactibilidad". Inédito.

CAMPO DE FERRERAS, A. y PICCOLO, C. (1996). "El Balance Hídrico en la Cuenca del Río Quequén Grande, Argentina", en *Geofísica*, Nro. 45, México, pp. 57-72.

CAMPO DE FERRERAS, A., CAPELLI DE STEFFENS, A. y DIEZ, P. (2004). *El clima del Suroeste bonaerense.* Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 99 pp.

CARRICA, J.; BONORINO, A.; ALVAREZ, G. y TORRENTE, R. (1988). "Evaluación de métodos empíricos para el cálculo de la evapotranspiración real en el ámbito de las sierras australes de la provincia de Buenos Aires", en *Actas Segundas Jornadas de Geología Bonaerense*, pp. 589-598.

CASADO, A., CAMPO, A. y UBOLDI, J. (2005). "Propuestas para la evaluación del riesgo de incendio forestal y de pasturas naturales en Villa Ventana, Buenos Aires", en *Contribuciones Científicas*, Congreso Nacional de Geografía, 66ª Semana de Geografía, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Azul, Buenos Aires, pp. 53-59.

Diario *La Nueva Provincia*, Período 2002-2005. Datos de temperaturas diarias para la localidad de Sierra de la Ventana.

GIL, V. (2000). "Recursos Hídricos. Problemáticas derivadas de la interacción entre el subsistema natural y social". Tesis de Licenciatura. Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Sur.

GIL, V. y CAMPO, A. (2000). "Cuenca del Arroyo del Oro: Características hidrográficas y los efectos sobre la población", en *Actas III Jornadas de Geografía Física*, Santa Fe, pp. 153-159.

GIUSSO, E., AINCHIL, J. y KRUSE, E. (1995). "Estudio de Factibilidad para el abastecimiento de agua potable a Villa Ventana. Partido de Tornquist. Provincia de Buenos Aires". Universidad de La Plata, 48 pp. Inédito.

GIUSSO, E., AINCHIL, J., SACCHI, M., ROMBULÁ, A. y KRUSE, E. (1995). "Prospección geofísica con fines hidrogeológicos en Villa Ventana. Partido de Tornquist". Universidad Nacional de La Plata, 80 p. Inédito.

HARRIGNTON, H.J. (1947). "Explicación de las hojas geológicas 33m y 34m Sierra de Curamalal y de la Ventana. Provincia de Buenos Aires". Ministerio de Industria y Minería. Buenos Aires. Argentina, 43 p.

HARRIGNTON, H.J. (1970). "Las Sierras Australes de Buenos Aires, República Argentina: cadena aulacogenica", en *Revista de la Asociación Geológica Argentina.* Tomo XXV, N° 2, pp. 151-181.

KRISTENSEN, M. y FRANGI, J. (1995). "La Sierra de la Ventana. Una isla de biodiversidad", en *Revista de Divulgación Científica y tecnológica*, Nro. 30, Ciencia Hoy.

LIZZI, J. (2004). "Caracterización regional de la estructura y funcionamiento de los pastizales de Sierra de la Ventana. Aplicación en la planificación forrajera de un establecimiento ganadero de la región" Universidad de Buenos Aires, 146 p, inédito.

SCIAN, B. (2002). "Variabilidad de las condiciones hídricas en la región semiárida pampeana, Argentina", en *Geoacta*, N° 27, pp. 30-52.

SENCIALES GONZÁLEZ, J. M. (1999). *Redes Fluviales, Metodología de Análisis* España: Universidad de Málaga, 337 p.

STRAHLER, A. (1981). *Geografía Física*, Barcelona: Ediciones Omega, 770 p.

THORNTHWAITE, C. y MATHER, J. (1957). "Instrucciones y tablas para el cómputo de la evapotranspiración potencial y el balance hídrico", en *Publicaciones de Climatología,* Vol. X, Nro. 3, Instituto Tecnológico de Drexel, New Jersey, 68 p.