

RESUMEN

La ciudad de Bahía Blanca se emplaza en la cuenca inferior del arroyo Napostá cuyo curso atraviesa el interior de la misma. Esta posición contribuye a que reciba el escurrimiento generado aguas arriba además de aumentar el peligro de inundación por sus crecidas. Sin embargo, distintas obras hidráulicas disminuyeron la ocurrencia de este tipo de problemáticas. El principal efecto de las precipitaciones intensas en la ciudad es el anegamiento en zonas de menor pendiente. En las zonas de mayor altitud el escurrimiento del agua erosiona las calles sin pavimentar y el material socavado es depositado en niveles inferiores.

Conforme a lo expresado el objetivo general de la investigación fue el estudio de la hidrografía urbana aplicado a la solución de los problemas hidro-ambientales en la ciudad de Bahía Blanca. Los objetivos específicos fueron: caracterizar el comportamiento del escurrimiento superficial en la ciudad, determinar las modificaciones que se realizaron sobre las condiciones naturales del drenaje, conocer el comportamiento de los parámetros meteorológicos que definen el clima del área, caracterizar el comportamiento de las precipitaciones en el área, medir el valor de pH del agua de lluvia y analizar su distribución espacial, establecer los efectos de las precipitaciones intensas sobre la ciudad, identificar los sectores que actualmente presentan riesgo de inundación, analizar la dinámica del crecimiento urbano de la ciudad y establecer propuestas de ordenamiento que eviten el desarrollo de problemas hidro-ambientales.

En la presente tesis se utilizó información altimétrica obtenida de cartografía topográfica e imágenes satelitales para combinarse con datos diversos a través de la aplicación de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se incorporó una capa temática con la sistematización de las observaciones realizadas en el trabajo de campo y se digitalizaron los tendidos de desagües pluviales. El estudio conjunto de estos factores permitió reconocer la superposición de la red de drenaje natural con el parcelamiento, vías de circulación y diferentes tipos de cobertura. La información generada mostró la reconfiguración del patrón de escurrimiento que tomó características correspondientes con el diseño subdendrítico.

Los montos acumulados de precipitación de distintos puntos de la ciudad expusieron una diferenciación que supera los 100 mm. Los mayores registros se han dado en el

sector sur, donde se presentan dificultades para el escurrimiento y en el noreste de la ciudad, donde se han reconocido procesos erosivos. Los valores de pH del agua de lluvia registrados mostraron un leve aumento en comparación con los de la década del ochenta por lo que se advirtió un incremento en la condición de alcalinidad.

La localización de los diferentes procesos derivados de las precipitaciones permitió definir la influencia de las condiciones naturales y de aquellas derivadas del proceso de urbanización. La forma dispersa en que se extiende la ciudad encarece el tendido de servicios y mantenimiento de las vías de circulación favoreciendo el surgimiento de estas problemáticas. Se presentaron distintas propuestas para que desde la planificación urbana se logre una gestión del drenaje que minimice el impacto hidrológico del crecimiento de la ciudad.

ABSTRACT

Bahia Blanca city is located in the lower basin of the Napostá creek. This location contributes to receive the runoff that is generated upstream and increases the flooding risk. However, different hydraulic constructions decreased the occurrence of this type of problem. The main effect of intense rainfalls over the city is the flooding in areas of lower slope. Moreover, at higher ground altitude water runoff causes two problems: the erosion of unpaved streets and the deposit the material eroded at lower levels

Therefore, the general aim was to study the urban hydrography applied to the solution of environmental problems in the city of Bahia Blanca. The specific aims were: to characterize the surface runoff behavior, to define the changes that were made on natural drainage conditions, to analyze the meteorological parameters that determinate the area's climate, to characterize the rainfall behavior in the city, to measure the rainwater pH values and their spatial distribution, to define the incidence of intense precipitations over the city, to analyze the places that are currently at flooding risk, to understand the urban growth dynamics and to propose specific solutions to avoid the development of hydro-environmental problems.

The present thesis used information obtained from topographic mapping altimetry and satellite images to be combined with a variety of information through the application of the technology of Geographic Information Systems (GIS). A thematic layer was incorporated with the field observations systematization and the urban drainage ducts were digitalized. The joint study of these factors helped to identify the overlapping natural drainage network with the urban parceling, roads and different types of coverage. The information generated allow to identified a reconfiguration of the runoff pattern design.

Cumulative rainfall amounts from different city places showed a difference of over 100 mm. The higher records were registered in the south, where the runoff has difficulties to flow and in the northeast, where erosion processes has been recognized. The rainwater pH values of rainfall showed a slight increase compared to the records measured in the eighties.

The location of the different processes generated by rainfalls helped to define the influence of natural conditions and those derived from the urbanization process. The dispersed way that the city is expanding urges the laying and maintenance of service

VII

roads favoring the emergence of these problems. Different proposals were presented to be implemented by the urban planning to achieve a drainage management that minimizes the hydrological impact of city growth.

Referencias bibliográficas

A

- Adler, F., 2008, Inundaciones Urbanas Planes Directores en la Argentina. *Revista de Ciencias Exactas e Ingeniería* 17, 30: 29- 36.
- Aldacour, H., Marcos, A., Caló, J. y Fernández, E., 1997. Riesgo geológico ambiental debido a sedimentos colapsibles. *Resúmenes 1er Taller sobre Sedimentología y Medio Ambiente*, 27-28
- Aldalur, B., 2011. Inundaciones y anegamientos en Ingeniero White. Aplicación de tecnologías de la información geográfica para la planificación y gestión de la hidrología urbana. Tesis doctoral de Geografía. Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur.
- Aldalur, B., Fernández, S y Campo de Ferreras, A. 2006. Estudio de la hidrología urbana de Ingeniero White, Argentina. *Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*, Chile, 11 – 18.
- Altarejos García, L., 2007. Aplicaciones de sistemas de drenaje urbano sostenible en el desarrollo urbanístico de Paterna (Valencia) *Boletín 4. Actas del V Congreso Nacional de la Ingeniería Civil*. Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos. Sevilla, España.
- Ardissono, M., 1998, La funcionalidad del arroyo Napostá y su área circundante dentro de la estructura urbana de Bahía Blanca. Tesis de Licenciatura en Geografía, Universidad Nacional del Sur.
- Asborn M. y Pardi M. 2006. Variación climática de las lluvias registradas en Los Hornos. *La Agrometeorología y el Desarrollo Local 1ª Edición*. Universidad Nacional de La Plata, 1. *Agrometeorología CDD 630.251 5*.
- Aschwanden, C., Reed S. y Cepero K. 2009. Inundation Mapping Using Hydraulic Models and GIS: Case Studies of Steady and Unsteady Models on the Tar River, NC. *World Environmental and Water Resources Congreso 2009: Great Rivers*. 1-10

B

- Baldisón, R. 1988. Estudio hidrogeológico del valle de la ciudad de Guatemala. En: Ricaldi, V, Ed., *La contaminación de aguas subterráneas en áreas urbanas en América Latina: estudios e investigaciones presentadas en la primera conferencia latinoamericana sobre hidrológica urbana*. Cochabamba, Bolivia. IDRC, Ottawa, ON, Canada. MR193s, 183–202.
- Benedetti, G. y Campo de Ferreras, A. M. 2002. La vegetación como indicadora de una geomorfología cambiante en el Sur de la provincia de Buenos Aires. *IV Jornadas Nacionales de Geografía Física*. Mar del Plata. 98-106.
- Bertoni, J. C., 2003. Argentina. Tucci, C. E. M y Bertoni J. C. (ed.) *Inundações urbanas na America do Sul*. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Primera edición. Porto Alegre. 120-184.
- Berresheim, H., Wine, P.H. y Davies D.D., 1995. Sulfur in the Atmosphere. In *Composition, Chemistry and Climate of the Atmosphere*, ed. H.B. Singh. Van Nostran Rheingold
- Bianucci, S. 2006. Criterios de selección de cuencas urbanas para el estudio de la calidad de los efluentes pluviales. En *Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste*, Resistencia, 4 pp.
- Bravo, J. y Díaz, T., 1996. A short term prediction model for surface ozone at southwest part of Mexico valley. *Atmósfera* 9:33-45.
- Bruniard, E., 1982. La diagonal árida argentina. Un límite climático real. *Revista Geográfica* 95: 5-19. Instituto Panamericano de Historia y Geografía, Méjico.
- Bruniard, E., 1992. *Hidrografía. Procesos y tipos de escurrimiento superficial*. Buenos Aires. Editorial CEYNE, 125 pp.

C

- Cabrera, A. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Acme, Buenos Aires. 85 pp.
- Caló J, Fernández E., Marcos A. y Aldacour H., 1999. Construcción de mapas geológicos ingenieriles a partir de conocimientos previos compilados en un Sistema de Información Geográfico. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*, 13:1-10
- Caló, J., Fernández, E., Marcos, A. y Sequeira, M., 2004. Medidas de mitigación de los impactos ambientales producidos por lluvias intensas en la ciudad de Bahía Blanca. *SINERGIA 2004. XVII Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, III Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos, VIII Simposio de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Medio Ambiente*, Córdoba, Argentina.

- Campo de Ferreras, A. 1999. Hidrografía del río Quequén Grande. Tesis de Doctorado, Departamento de Geografía, Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca. 141 pp.
- Campo de Ferreras, A. y Piccolo, M. 1997 a. Relación lluvia caudal en la cuenca inferior del río Quequén Grande, Argentina. Actas Primeras Jornadas Nacionales de Geografía Física. 13 pp.
- Campo de Ferreras, A. y Piccolo, M. 1997 b. Régimen hidrológico- pluviométrico del río Quequén Grande. Libro de resúmenes. X Coloquio Argentino de Oceanografía. IAPSO, Instituto Argentino de Oceanografía. Bahía Blanca. 11 pp.
- Campo de Ferreras, A. y Piccolo, M. 1999. Hidrogeomorfología de la cuenca del río Quequén Grande, Argentina. Papeles de Geografía. N° 29, Universidad de Murcia, España, 35 – 46.
- Campo de Ferreras, A., y Gil, V. 2004. Estados de tiempo típicos del Sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas, 15 – 26.
- Campo, A.; Capelli de Steffens, A y Diez, P., 2004a. El clima del Suroeste bonaerense; Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo. 105 pp.
- Campo de Ferreras, A., Hernández Moresino, S., Huamantínco Cisneros, M., Y Zapperi, P., 2004b. Ocurrencia de Sudestadas en el Suroeste bonaerense. *Contribuciones Científicas. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos*, 16, 45-50
- Campo, A. M; Ramos, M. y Zapperi, P., 2009. Análisis de las variaciones anuales de precipitación en el Suroeste bonaerense, Argentina”. Actas del XII Encuentro de Geógrafos de América Latina. Montevideo, Uruguay. Disponible en: http://egal2009.easyplanners.info/area07/7085_Campo_Alicia_M_.pdf ISBN 978- 9974-0-5
- Campo, A. y Zapperi, P., 2010. Diferenciación espacial de las precipitaciones en la ciudad de Bahía Blanca. *Revista Contribuciones Científicas*: 22, 97 – 105
- Campo, A., Picone, N. y Fernández, A., 2010. Análisis anual de las precipitaciones en la ciudad de Tandil (nov. 08 – oct. 09). *Estudios Socioterritoriales, Revista de Geografía* 8: 177-195
- Campo, A.; Capelli de Steffens, A y Diez, P., 2004. El clima del Suroeste bonaerense; Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía y Turismo. 105 pp.
- Campo, A.; Piccone, N. y Fernández A., 2010. Análisis anual de las precipitaciones en la ciudad de Tandil (noviembre 2008 – octubre 2009). *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía* 8: 177-195.
- Capelli de Steffens, A. y Campo, A., 1994. La transición climática en el Sudoeste bonaerense. SIGEO, Bahía Blanca; Sección de Investigación del Departamento, U.N.S de Geografía 5:75 pp
- Capelli de Steffens, A. y Campo de Ferreras, A. 2004. Climatología. Ecosistema del estuario de Bahía Blanca. IADO. CONICET. Sapienza Gráfica. Bahía Blanca. 79 – 86.
- Capelli de Steffens A., Piccolo M. C. y Campo A., 2005 Clima urbano de Bahía Blanca. Bahía Blanca. Departamento de Geografía Universidad Nacional del Sur, 200 pp.
- Capitanelli, R., 1998. Geografía física y medio ambiente: revalorización y enseñanza. Métodos y técnicas de trabajo. Mendoza, Editorial Ecogeo, 153 pp.
- Carrica, J. 1998. Hidrogeología de la cuenca del Arroyo Napostá Grande, Provincia de. Buenos Aires. Tesis Doctoral. Departamento de Geología. Universidad Nacional del Sur.
- Celemín, A. H. 1984. Meteorología Práctica. Edición del Autor, Mar del Plata, Argentina. 313 pp.
- Chagnon, S. y Huff, F., 1973. Precipitation modification by major urban areas. *Bulletin of the American Meteorological Society* 54: 1220-1232.
- Chow, V., Maidment, D. y Mays, L., 1999. Hidrología aplicada. Santa Fé de Bogotá. Colombia. Editorial McGraw-Hill, 584 pp.
- Cogbill, C., 1976. The history and character of acid precipitation in Eastern North America. *Water, Air and Soil Pollution* 6:407–413.
- Cuadrat, J. y Pita, M., 1997. Climatología. Ediciones Cátedra, Madrid, España. 496 pp.
- D**
- Di Leo, C. y Aragón, A. 2001. Variabilidad de las precipitaciones de Azul, provincia de Buenos Aires. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, 9(2): 299-303.
- Diario Clarín, Sociedad, 8 de febrero de 2009. La sequía ya golpea a las ciudades y seguirá hasta abril.
- Díaz Padilla, G., Sánchez Cohen, I., Quiroz, R., Garatuza Payán, J., Watts Thorp, C. y Cruz Medina, I., 2008. Interpolación espacial de la precipitación pluvial en la zona de barlovento sotavento del Golfo de México”, *Agricultura Técnica en México*, 34, 3, pp. 279-287.

Dirección Provincial de Saneamiento y Obras Hidráulicas - MOSP, 1995. Normas para la presentación de proyectos de desagüe aprobadas por disposición N° 1170. Provincia de Buenos Aires. 11 pp.

Donoso Pena, H. 1981. Determinación de acidez en el agua de lluvia de Santiago. Tesis. Santiago Universidad de Santiago de Chile, 62 pp.

E

Elgy, John. 2001. Airborne remote sensing for urban drainage. Aston University, Birmingham

Eraso, M., 2008. Gestión del riesgo hídrico en comunidades vulnerables Inundaciones en el arroyo El Cardalito, Mar del Plata, Buenos Aires. Revista Universitaria de Geografía 17:285-307.

Escourrou, G (1991): Le climat et la ville, Paris, Nathan.

Esquivel Ríos, J. 2001. La contaminación de la cuenca hidrográfica del canal de Panamá, Ambiente Ecológico,

http://www.ambienteecologico.com/ediciones/2001/080_08.2001/080_Columnistas_EduardoEsquivelRios.php3

F

Fern, A., Musavi, M., y Miranda J., 1998 Automatic extraction of drainage network from digital terrain elevation data: A local network approach. IEEEC.

Fernández, B.; Rivera, P. y Montt, J. 2004. Drenaje de aguas lluvias urbanas en zonas semiáridas. Revista ARQ 57:64-67.

Fitzgerald, J. W. y Spyers-Duran, P. A., 1973. Changes in Cloud Nucleus Concentration and Cloud Droplet Size Distribution Associated with Pollution from St. Louis. Journal of Applied Meteorology, 12 (3): 511-516.

Formiga, N. y Garriz, E., 2000. Caracterización y estructuración de los asentamientos marginales Formiga, N. y Marengo, S. (Ed.) La dinámica urbana. EdiUNS, Bahía Blanca, 75-92

Frenquelli, J. 1956. Rasgos Generales de la hidrografía de la provincia de Buenos Aires. Ministerio de Obras Públicas. Serie II. N° 62. 18 pp

Fuschini Mejía, M., 1994. El agua en las llanuras. Montevideo, UNESCO/Orcyt,

Frers, C. 2008. Contaminación Hídrica. En Naturaleza Ciencia y Medio Ambiente. <http://waste.ideal.es/aguacontaminacion.htm>.

G

Gabazza, S. y Ruberto, A. 2007. Metodología para el trazado de cuencas urbanas de llanura. Estudio de caso: cuenca de la avenida Urquiza, Resistencia, Chaco. En III Jornadas de Comunicación Científica y Técnica, Resistencia, 4pp.

Gabella, J.; 2009. Aproximación a la historia ambiental del área rural de Pelicurá, sobre la base de registros pluviométricos. Partido de tornquist, provincia de Buenos aires". Tesis de Licenciatura en Geografía. Departamento de Geografía y Turismo. Universidad Nacional del Sur.

Gabella, J.; Zapperi, P. y Campo, A., 2010. Distribución estacional de las precipitaciones en el Suroeste bonaerense". *Actas de las VIII Jornadas de Geografía Física*, Posadas. 87-94

Garcés, L. y Ángel, M. 2004. La lluvia ácida un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local. Revista Lasallista de Investigaciones, 2 (2) 67-72

Garcés, L. y Ángel, M., 2004. La lluvia ácida un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local. Revista Lasallista de Investigación 1(2) 67-72.

García. J. y García, O.M. 1964. Hidrología de la región de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires y La Pampa. Dirección Nacional de Geología y Minería. Bol. N° 96. 94 pp.

García-Guadalupe, M., Hermes, U., Ramírez, S., Meulenert, P., García, F., Alcalá J., Arellano, J., Espinosa, M., de la Torre, O., 2006. Influencia de los contaminantes de SO₂ y NO₂ en la formación de lluvia ácida en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco. e-Gnosis (online), 4.

García-Guadalupe, M; Ramírez Sánchez Hermes, U; Fuentes García, M.; García Concepción, F.; Meulenert Peña, A. y Alcalá Gutiérrez J., 2009. Correlación de los contaminantes SO₂ y NO₂ en el aire, con los iones H⁺, SO₄²⁻ y NO₃⁻ en las lluvias de temporal en el Valle de Atemajac (periodo 1994-2005). Actas del XIII Congreso Latinoamericano e Ibérico de

- Meteorología (CLIMET XIII) y X Congreso Argentino de Meteorología (CONGREMET X), Buenos Aires, Argentina. Publicación en CD-ROM.
- Gil, V. y Campo de Ferreras, A. M. 2002. Estudio de variables morfológicas en cabeceras de cuencas hídricas. IV Jornadas Nacionales de Geografía Física. Mar del Plata. 107 – 113.
- Gil, V.; Zapperi, P.; Campo, A.; Luorno, M.V.; Ramborger, M. A., 2008. Análisis de las precipitaciones de otoño y primavera en el Suroeste bonaerense. VII Jornadas de Geografía Física. Universidad Católica de Santiago del Estero. San Salvador de Jujuy. 149 – 158
- Gnabandith, S.1999. Application of Remote Sensing and GIS for Urban Drainage System Management : a case study of Vientiane Municipality. Thesis No. SR-97-7
- Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, Agencia de Protección Ambiental, 2009. El Gobierno porteño descartó que haya lluvia ácida en la ciudad. <http://www.buenosaires.gov.ar>. Consultado el 01 de julio de 2009.
- Gómez Piñeiro, J., 1995. Análisis geográfico en la ordenación del territorio y medio ambiente. Lurralde, 18:7-20.
- Gómez, A y Carratalá, A. 1994. Influencia de fuentes de procedencia en el pH de la lluvia de la comunidad valenciana. Studia oecológica 9-10: 19-30.
- González, F.; Fernández, E. y Blanco, M. 1988. Micromodelos geomorfológicos en la cuenca inferior del Napostá Grande, provincia de Buenos Aires, Argentina. Actas de las II Jornadas Geológicas Bonaerenses, Bahía Blanca. 213-220.
- González Uriarte, M., 1984. Características geomorfológicas de la porción continental que rodea la bahía Blanca, provincia de Buenos Aires”. Actas del IX Congreso Geológico Argentino, Bariloche. 556-576
- González, S., 2009. Inundaciones, transformaciones territoriales recientes y planificación en el barrio de Palermo (Ciudad de Buenos Aires, Argentina). Actas del XII Encuentro de Geógrafos de América.
- Granados Sánchez, D.; López Ríos, G. y Fernández García, M., 2010. “La lluvia ácida y los ecosistemas forestales. Revista Chapingo 2 (16): 187-206.
- Guido, E y Sesma, P. 2004. Riesgo ambiental del tramo medio-inferior del arroyo El Parque (Tucumán) y su incidencia en las poblaciones e infraestructura. En Contribuciones Científicas de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Santa Fe, 201 – 212.

H

- Hedin, L. O. y Likens, G. E. 1997. Polvo atmosférico y lluvia ácida. Investigación y Ciencia. Barcelona. Prensa Científica.
- Hoffmann J., Nuñez S. y Gómez A. 1987. Fluctuaciones de la precipitación en la Argentina en lo que va del siglo. II Cong. Interamericano de Meteorología. Buenos Aires
- Horton, R., 1933. The role of the infiltration in the hydrological cycle. Transactions, American Geophysical Union. En: Chow, V., Maidment, D. y Mays, L., 1999. Hidrología aplicada. Santa Fé de Bogotá. Colombia. Editorial McGraw-Hill, 584 pp.

I

- INDEC, 2010. Censo Nacional de 2010”. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Buenos Aires, Argentina.
- INTA, Estación Experimental Bordenave, <http://www.inta.gov.ar/bordenave/>
- INTA; Aeroterra S.A. y Fundación ArgenINTA., 1995. Atlas de suelos de la República Argentina. Publicación en CD-ROM.

J

- Jauregui, E. y Romales, E., 1996. Urban effects on convective precipitation in Mexico City. Atmospheric Environment 30 (20): 3383-3389

K

- Kaye, J.; Burke, I.; Mosier, A. y Guerchman, J. 2004. Methane and nitrous oxide fluxes from urban soils to the atmosphere. Ecological Applications 14(4):975-981.
- Keller, E., 2011. Environmental Geology. Estados Unidos, Pearson-Prentice Hall, 596 pp.
- Krepper C., Sian, B. y Pierini, J. 1987. Variabilidad de la precipitación en la región sudoccidental pampeana. II Cong. Interamericano de Meteorología. Buenos Aires.

Kulshrestha, U; Kulshrestha, M., Sekar, R.; Vairamani, M; Sarkar, A. y Parashar, D., 2001. Investigation of alkaline nature of rain water in India". *Water, Air and Soil Pollution* 130: 1685-1690.

L

- La Nueva Provincia, 1944. No hubo que lamentar desgracias personales en la ciudad y villas- 9 de abril
- La Nueva Provincia, 1959. Puso término la empresa Panedile a la construcción de la primera etapa de los desagües pluviales de Bahía Blanca. 31 de diciembre.
- La Nueva Provincia, 1971. Finalizaron los desagües pluviales en el Noroeste. 4 de junio.
- La Nueva Provincia, 1982. Rápido avance de las obras de entubamiento. 13 de enero.
- La Nueva Provincia, 1987. Imponente aspecto ofrece la obra de desagües pluviales en construcción. 10 de mayo.
- La Nueva Provincia, 1995. Esperado final de los desagües. 19 de junio.
- La Nueva Provincia, 1998. Desagües pluviales para un amplio sector. 28 de agosto.
- La Nueva Provincia, 2001. Bahía Blanca una ciudad que se muestra vulnerable al agua. 23 de abril.
- La Nueva Provincia, 2002. En lancha, por el centro. 12 de febrero.
- La Nueva Provincia, 2002. Casi 120 milímetros. Hubo problemas en los barrios bajos y también en los altos. 15 de octubre
- La Nueva Provincia, 2002. El dique, el Napostá y el Maldonado, a pleno. 12 de noviembre.
- La Nueva Provincia, 2004: Canal Maldonado. Vecinos preocupados por el caudal del agua. 27 de diciembre.
- La Nueva Provincia, 2008. Agua: preocupa la baja tensión de la red, 13 de noviembre de.
- La Nueva Provincia, 2009. Paso de las Piedras: hacia la cota más baja, 2 de enero.
- La Nueva Provincia, 2009. Cuenca Zelarrayán: se licitarán los desagües pluviales. 5 de abril.
- La Nueva Provincia, 2009. La lluvia no llegó al dique y acá provocó inconvenientes. 24 de noviembre.
- La Nueva Provincia, 2012. Napostá: afirman que existe un caudal ecológico. 5 de enero.
- Lamberto, S. 1981. Vegetación de la hoja I.G.M. 3963-17 Bahía Blanca. Universidad Nacional del Sur.
- Landsberg, H.E., 1981. *The Urban Climate*. New York: Academic Press.
- Leopold, L., 1970. Hydrology for- Urban Land Planning. A Guidebook on the Hydrologic Effects of Urban Land Use. Geological Survey Circular 554, 21 pp.
- Linsley, R., Kholer, M. y Paulus, J., 1977. Hidrología para ingenieros. 2da. Edición. Bogotá, Colombia. Editorial McGraw Hill, 382 pp.
- Liles, C. 2003. Variability in New Mexico-Some Causes and Consequences. National Weather Service.
- Lowry, W., 1998. Urban effects on precipitation amounts. *Progress in Physical Geography* 22,4: 477 – 520

M

- Marini, F. y Piccolo, M. C., 2005. Hidrogeomorfología de la cuenca del río Quequén Salado, Argentina. *Investigaciones Geográficas* 37:59-71.
- Mateu, J. 1984. El problema medioambiental de las aguas continentales. En *Geografía y medio ambiente*, Monografías de la Dirección General del Medio Ambiente. MOPU, Madrid, 133 – 182.
- McKee, T. Doesken NKleist. J1993 The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, of Applied Climatology*. Anaheim, California. 179-184.
- Melo, W., 2004. Génesis del estuario de Bahía Blanca: relación morfodinámica y temporal con su cuenca hidrográfica. Tesis de doctorado en Geografía. Universidad Nacional del Sur, 204 pp.
- Mendoza, M., 2011. Una geografía de los desastres naturales en el centro sur del Brasil. Gerardo Bocco, Pedro Urquijo Torres y Antonio Vieyra (Ed.). *Geografía y ambiente en América Latina*. Primera edición. México. 285-319
- Mikkan, R., 2007. Aguas Salvajes. El problema aluvional de la Ciudad de Mendoza. Mendoza, Editorial de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNCuyo, 121 pp

- Ministerio de Medio Ambiente, 2007. Libro verde de medio ambiente urbano. Tomo I. Red de Redes de Desarrollo Local Sostenible y Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, España.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 1996. Técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Santiago, Chile. 663 pp.
- Moreno Jimenez, A., Torecilla, C., Fernández García, F., Gómez García, N, Martínez Suárez, P., Prieto Flores, M, Rodríguez Esteban, J., Vidal Domínguez, M., 2007. Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Madrid, RAMA editorial.
- Munguía, S y Campo de Ferreras, A. 2001. Características climáticas y actividad económica en la cuenca del arroyo Pescado Castigado. Contribuciones Científicas, GAEA, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Congreso Nacional de Geografía. Madryn – Trelew, 99 – 105.
- Municipalidad de Bahía Blanca, 1971. Plan de Desarrollo de Bahía Blanca.
- Municipalidad de Bahía Blanca, 1986. Reformulación del Plan de Desarrollo de Bahía Blanca.
- Municipalidad de Bahía Blanca, 1991. Código de Planeamiento Urbano.
- Municipalidad de Bahía Blanca, 1999. Plan Estratégico Bahía Blanca, Ed. Sapienza.
- Municipalidad de Bahía Blanca, 2008. Documento de la Agenda de Desarrollo local.
- Municipalidad de Bahía Blanca, 2009. Estudio 1.EE.289 Plan de desarrollo local para el Partido de Bahía Blanca, Programa Multisectorial de Preinversión II, Préstamo BID.
- Municipalidad de Bahía Blanca, Subsecretaría de Gestión Ambiente, Comité Técnico Ejecutivo, 2008. Programa Integral de Monitoreo. Novena Auditoría. Bahía Blanca, 312 pp.
- N**
- Nanía, L. y Gómez, V., 2006. Ingeniería Hidrológica. 2da. Edición. Grupo Editorial Universitario. Granada, 280 pp.
- O**
- Oke, T. R., 2006. Towards better scientific communication in urban climate. Theoretical and Applied Climatology 84: 179-190
- P**
- Pedelaborde, P., 1970. Intoduction a l'Étude Scientifique du Climat, Paris: Societe d'Édition d'Enseignement Superieiu, 246 pp.
- Pedraza, R.; Gómez Valentín, R. y Reyna, S. 2006. Efectos de escala sobre la simulación del flujo de agua superficial en cuencas urbanas usando modelos basados en la onda cinemática. Ingeniería del Agua 13 (2):149-175.
- Pedrozo, F. 1985. Notas preliminares sobre el contenido de algunos nutrientes (nitrógeno y fósforo) en el agua de lluvia en los alrededores de la ciudad de Corrientes. Historia Natural 5 (6): 45-48.
- Pérez, M., 2005. Fluctuaciones extremas de los montos anuales de precipitación en el Nordeste Argentino durante el período 1951/1990. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Instituto de Geografía. Facultad de Humanidades.
- Perahia, R. y Lasanta, T. 2006. Recursos hídricos: planificación y gestión local, con participación social
- Piccolo, M. C., Perillo G. y Varela P. 1988. Alkalina precipitation in Bahia Blanca, Argentina. Environmental Science & Technology 22: 216-219
- Piccolo, M. y Varela, P., 1986. Distribución máxima y mínima del pH de la precipitación en Bahía Blanca. Revista Geofísica 24: 123-130.
- Piccolo, M.C. y Varela, P. 1986. Distribución máxima y mínima del pH de la precipitación en Bahía Blanca. Revista Geofísica. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. 125 – 133
- Piccolo, M.C., Perillo G. y Varela, P., 1988. Alkaline precipitation in Bahía Blanca, Argentina. Environmental Science & Technology 22: 216-219.
- Pineda Rojas, A. y Venegas, L., 2008. Dry en wet deposition of nitrogen emitted in Buenos Aires city to waters of de La Plata river. Water Air Soil Pollut. 193: 175-177
- Ponce, V. M., 1989. Engineering Hydrology: Principles and Practices. Prentice Hall College Division, 640 pp.
- Pujadas R. y Font J., 1998. Ordenación y planificación territorial. Madrid, Síntesis, 399 pp.

Puygros, M. 2003. Santa Fe: una ciudad expuesta a las inundaciones. En Contribuciones Científicas GAEA. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Bahía Blanca. 557 – 563.

R

- Radojević, M. y Bashkin, V., 1999. Practical Environmental Analysis. Cambridge, Reino Unido. Royal Society of Chemistry. 643 pp.
- Ramos, M. B. y Campo, A.M., 2006. Los efectos de la urbanización en el escurrimiento superficial natural del área Norte de la ciudad de Punta Alta en Contribuciones Científicas GAEA. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos. Jujuy.
- Ravelo, A.; Irastorza, R., y Zanvetor, R., 2005. Zonificación de la región pampeana argentina según tendencias de series pluviométricas (1931-2000). RADA 2005.
- Rodríguez Negrete, L., Rodríguez Jaques, G. y Bravo Sepúlveda, A. 2005. Hidrología urbana: una aproximación transdisciplinaria. Hacia la re-estructuración de las ciudades hídricas. Síntesis Tecnológica, 2(1): 37-45. Disponible en: <http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s0718-025x2005000100005&lng=es&nrm=iso>. issn 0718-025x. [citado 28 junio 2012]
- Rodriguez, F., Andrieau, H. y Creutinb, J. D. 2003. Surface runoff in urban catchments: morphological identification of unit hydrographs from urban databanks. Journal of Hydrology 283, Issues 1-4: 146-168

S

- Sadrolashrafi, S.S., T.A. Mohamed, A.R.B. Mahmud, M.K. Kholghi y A. Samadi, 2008. Integrated modeling for flood hazard mapping using watershed modeling system. American Journal of Engineering and Applied Sciences, 1: 149-156.
- Sala Sanjaume, M. y Batalla Villanueva R. 1996. Teoría y métodos en Geografía Física. Madrid: Editorial Síntesis. 302 pp.
- Sánchez, D., Acosta, M., Jiménez, L., y Carabajal, D. 2006. La problemática del agua en Puerto Madryn: algunas consideraciones. En: Contribuciones Científicas de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, San Salvador de Jujuy. 235 – 244.
- Schueler, T., 1987. Controlling urban runoff: A practical manual for planning and designing urban BMPs Metropolitan Washington Council of Governments. Washington, DC.
- Scian, B. 1997 Comparación entre el Índice de Precipitación Estandarizado y otros Indices Hidrológicos para la Región Pampeana. Meteorológica, 22 (2): 37-47
- Scornik, M., Barreto, M., y Pelli, V. 2005. Criterios básicos para la ordenación de espacios urbanos vulnerables del AMGR. En Comunicaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad Nacional del Nordeste, Resistencia, 4pp.
- Sequeira, M., 2006. Determinación de la relación entre la intensidad, la duración y la frecuencia de las precipitaciones en Bahía Blanca. Actas de las IV Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense, Universidad Nacional del Sur, 69-78. Bahía Blanca, Argentina
- Senciales González, J., 1998. Redes fluviales. Metodología de análisis. Universidad de Málaga, 337 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional (1985). Inundaciones, Sudestadas y crecientes repentinas. Boletín Informativo 2. 20 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional (1987). Viento. Boletín Informativo Nº 29, 15 pp.
- Servicio Meteorológico Nacional, 2002. Estadísticas Climatológicas 1991-2000.
- Sierra, E.; Hurtado, R; Spescha, L.; Barnatan, I., y Messina, C., 1995. Corrimiento de las isoyetas semestrales medias decenales (1941-1990) en la región pampeana. Rev. Fac. Agr. UBA, 15(2-3): 137-143.
- Sili, M., 2010. Lineamientos Estratégicos para la Planificación y Gestión del Territorio Rural del Plan Estratégico Territorial (PET) Versión 2010 – Plan Argentina Rural (PAR). Ministerio de Planificación Federal, Inversión pública y servicios. Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública. Segundo Informe. Producto 2: Componente 2.
- Siragusa, A., 1964. Geomorfología de la provincia de Buenos Aires”. Revista de la Sociedad de Estudios Geográficos 12: 93-122
- Skansi, M., Núñez, S., Barríos Cáceres, S. y Podestá G. 2006. Un nuevo producto operacional para monitorear la ocurrencia y duración de períodos secos y húmedos, usando el Índice de Precipitación Estandarizado. Revista Agrometeorología.
- Soil Conservation Service, 1972. National Engineering Handbook. Section 4: Hidrology. United States Department Agricultura. Washington.

- Spagnolo, S., 2009. Problemas ambientales en la ciudad de Bahía Blanca. Vaquero, M. y Pascale, J. (Ed.): El territorio, las actividades económicas y la problemática ambiental del sudoeste bonaerense. Bahía Blanca, EdiUNS, 27-40
- Spetter, C., Arias A., Asteasuain R., Piccolo M. C., Zapperi, P., Freije, R., Marchovecchio, J. y Campo, A., 2009. Depositación atmosférica húmeda en la ciudad de Bahía Blanca: estudio preliminar. Actas IX Jornadas de Medio Ambiente. Gobierno de la ciudad de Bahía Blanca. Publicación en CD-ROM.
- Strahler, A., 1968. Physical geography. 3ª. Edición. Wiley, 733 pp. En: Senciales González, J., 1998. Redes fluviales. Metodología de análisis. Universidad de Málaga, 337 pp.
- Strahler, A., 2000. Geografía Física. 3ª Ed. Editorial Omega. Barcelona. 550 pp.

T

- Torrero, M., 2005. Análisis temporal de la variabilidad hidroclimática y su relación con las actividades antrópicas en el ambiente fluvial del arroyo Napostá Grande. Tesis de Licenciatura en Geografía, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. 62 pp
- Tucci, C. E. M., 2003. Aguas urbanas. Tucci, C. E. M y Bertoni J. C. (ed.) Inundações urbanas na America do Sul. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Primera edición. Porto Alegre. 11-36
- Tucci, C. 2007. Gestión de Inundaciones Urbanas. Organización Meteorológica Mundial, 317 pp.

U

- Urriza G., Marengo, S. y García Muñoz, C., 2011. El crecimiento de Bahía Blanca desde la perspectiva de los planes urbanos. Actas del III Congreso de Geografía de Universidades Públicas. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe.

V

- Varela, H. y Cerana J., 2008. Valle del arroyo Napostá. Análisis y conclusiones. Universidad Tecnológica Nacional, Bahía Blanca.
- Vergara, G., Casagrande, G. y Arnaiz J. 2008. Caracterización agroclimática de las sequías (1970/2005) en tres localidades de la provincia de La Pampa, Argentina. Agronomía Tropical, 58(01):77-80

W

- Walsh, J., 2009. El ordenamiento territorial como herramienta para el desarrollo sustentable. Actas del III Encuentro del FAOS. San Isidro, Argentina, 35-41
- Wang, D., Anagnostou E. y Wang G., 2006. The effect of sub-grid rainfall variability on the water balance and flux exchange processes resolved at climate scale: the European region contrasted to Central Africa and Amazon rainforests. Advances in Geosciences, 7: 269–274.
- Ward, R. C., 1970. Some aspects of the recent growth of "geographical" hydrology. Geography 55: 390-406. En: Sala Sanjaume, M. y Batalla Villanueva R. 1996. Teoría y métodos en Geografía Física. Madrid: Editorial Síntesis. 302 pp.
- Weathers, K. C. y Likens, G. E. 2006. Acid rain. En: W. N. Rom (Ed.). Environmental and Occupational Medicine. 4a. Ed Lippincott-Raven Publ., Philadelphia.. 1549-1561.

Y

- Yunén, R., 1997. Medio ambiente urbano: marco conceptual. ¿Quiénes hacen ciudad?, Cuenca, Ediciones SIAP, 98-112.

Z

- Zapperi, P. y Campo, A. M. 2008. Hidrografía urbana de Bahía Blanca. Factores generadores de inundaciones. Centro de Estudios Trasandinos y Latinoamericanos, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNCuyo. Mendoza. Publicación en CD. 7 pp.
- Zapperi, P., Casado, A., Gil, V., y Campo, A. 2006. Caracterización de las precipitaciones invernales en el Suroeste bonaerense. IV Jornadas Interdisciplinarias del Sudoeste Bonaerense. Universidad Nacional del Sur, 63 – 68.
- Zapperi, P.; Ramos, M.; Campo, A. y Piccolo, M., 2011. Eventos de vientos fuertes en el año 2010. Costa Norte de la bahía Blanca. Actas de la 72° Semana Nacional de Geografía. Mar del Plata, Argentina. 389-400.

Referencias bibliográficas

- Zapperi, P., Ramos, M., Gil, V. y Campo, A., 2007. Caracterización de las precipitaciones estivales en el Suroeste bonaerense. *Contribuciones Científicas, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos* 68° Semana de Geografía, 483-491.
- Zapperi, P.; Ramos M.; Campo, A.; Ramborger, M. y Luorno, M. 2010. Comparación de métodos de interpolación aplicados a la obtención de mapas de isohietas e isotermas. En: *Tecnologías de la Información Geográfica del sur argentino*. Carbone, M. E.; Melo, W. y Angeles, G (Eds.). Capítulo nº 5. 52-64. Universidad Nacional del Sur
- Zhang, D., Mervyn, P. y Jim, C., 2002 Alkaline rains on the Tibetan Plateau and their implication for the original pH of natural rainfall. *Journal of Geophysical Research*, 107 (14): 4198-4204.
- Zhang, D., Mervyn P., Jim, C., He, Y; Li, B. y Chen, J., 2003. Precipitation chemistry of Lhasa and other remote towns, Tibet. *Atmospheric Environment*, 3: 231-240.
- Zinger, S, Del Pozo, O y De Gaetano, R., 1990, Bahía Blanca: análisis de la aptitud del medio natural para la expansión urbana. *Revista Universitaria de Geografía*, 4 (1): 79-97.