

# **DISEÑO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO AL ANÁLISIS DE LOS ESPACIOS VERDES DE LA CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES**

Doctoranda; Laura Jiménez

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo es realizar el diseño de un Sistema de Información Geográfica – SIG. Para ello se toma como área de estudio la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y como tema específico para el diseño del SIG, los espacios verdes. La hipótesis es que los Sistemas de Información Geográfica son herramientas idóneas para el monitoreo, la gestión, el control y mantenimiento de los espacios verdes ya que permiten, recopilar, almacenar, procesar y visualizar información geográfica por medio de elementos tan simples como lo son: puntos, líneas y polígonos que en conjunto representan entidades geográficas y variables espaciales mensurables y geo-referenciados para conocer y entender mejor el medio físico y natural, y así planificar acciones que optimicen tomas de decisiones.

**Palabras clave:** Sistema de Información Geográfica – Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Espacios verdes – Diseño de SIG.

## **Abstract**

The objective of this work is to design a Geographic Information System - GIS. For this, the Autonomous City of Buenos Aires is taken as the study area and as a specific theme for the design of the GIS, the green spaces. The hypothesis is that Geographic Information Systems are ideal tools for the monitoring, management, control and maintenance of green spaces, since they allow, collect, store, process and visualize geographic information by means of simple elements such as: points, lines and polygons that together represent geographic entities and spatial variables that are measurable and geo-referenced to better understand and understand the physical and natural environment, and thus plan actions that optimize decision-making.

**Keywords:** Geographic Information System - Autonomous City of Buenos Aires - Green spaces - Design of GIS.

## **Introducción**

Son innumerables los estudios que han concluido la conveniencia de tener y mantener espacios verdes en las ciudades, de allí la importancia de diseñar un sistema de información geográfica (SIG) para analizar la situación de estos y para saber: ¿Dónde se encuentran? ¿Cómo están distribuidos? ¿Qué dimensiones poseen? ¿Qué características presentan? ¿La ciudad cumple con lo mínimo establecido por la OMS? ¿Existen espacios disponibles para la creación de futuros espacios verdes en la ciudad? ¿Cómo fue el origen y evolución de los espacios verdes en la ciudad? ¿Desde el punto de vista medio ambiental cuál es su situación? ¿Es posible obtenerla la información geo referenciada (IG) que se requiere, a través de algunos organismos públicos y privados?

Por lo general esta información y los datos necesarios se encuentran dispersos por distintos organismos públicos y privados e instituciones académicas, de investigación, censales, etc. lo cual se requiere un gran esfuerzo de gestión y reunión del mismo; como también el análisis de sus condiciones técnicas para su incorporación a la Base de Datos Geográficos (BDG). Es necesario además, conocer en cada caso sus metadatos (tipo de IG su fecha de levantamiento o captura en caso de fotografías o imágenes satelizarías); solo así se podrán realizar comparaciones analíticas correctas. También es conveniente establecer una periódica actualización de los datos residentes en la BDG, de acuerdo con las exigencias que el estudio y seguimiento del problema. Se considera de suma importancia la tecnología SIG, dado que es la

herramienta tecnológica más avanzada para gestionar y analizar información georreferenciada (IG); como también generar los Productos Informáticos (PI) más adecuados para apoyar la toma de decisiones. Para ello se debe tener en cuenta las siguientes etapas: Diseño del SIG: reúne el conocimiento más profundo del problema geográfico planteado, estableciendo los elementos centrales que interactúan en el mismo y determinan las características particulares de su funcionamiento. A partir de ello, señala la IG que debe residir en el SIG, sus condiciones técnicas y los PI a generar para apoyar la toma de decisiones. Con todo lo expresado, incluyendo las decisiones o criterios técnicos adoptados en la elaboración del diseño, debe generarse un documento. El cual, una vez aprobado, guiará las decisiones a adoptar para la implementación del SIG; Implementación de un Proyecto Piloto: una vez aprobado el Diseño completo del SIG, se construye un modelo reducido del mismo, tal que, sin un gran esfuerzo económico y organizativo, con el mismo se puedan comprobar los aspectos centrales de su funcionamiento. Debe ofrecer una síntesis representativa de los procesos y resultados que se buscan replicar a mayor escala. Una opción puede ser trabajar sobre una ventana espacial, una porción menor del espacio total

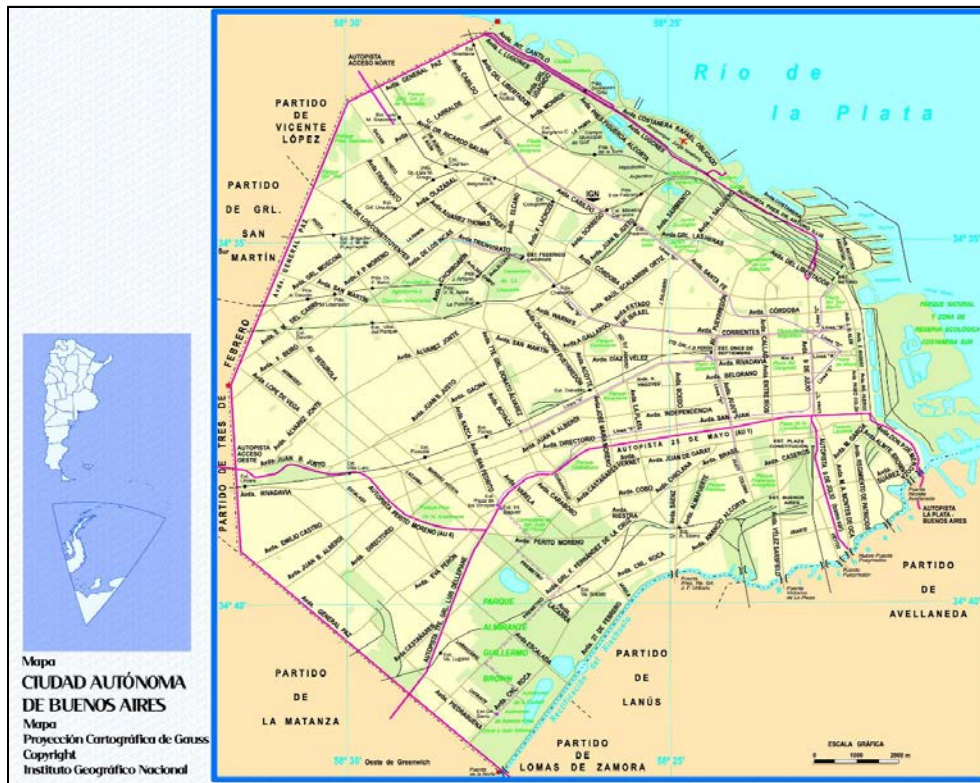
Comprobaciones: controles que se realizan sobre el funcionamiento del proyecto piloto creado, a fin de comprobar las ventajas y exigencias principales previstas. Como también las modificaciones necesarias, antes de la implementación total del SIG; Implementación completa del SIG: debe comenzar con la elaboración de un Programa de Implementación, el que, basado en el diseño creado y aprobado por las autoridades correspondientes, deberá establecer el proceso de construcción y puesta en marcha del SIG, considerando especialmente la obtención y tratamiento de los Datos (D) e Información Georreferenciada (IG) a incorporar, los Productos Informáticos (PI) a generar, la capacitación del personal de administradores y usuarios y las adquisiciones de Hw y Sw considerados necesarios.

## Área de estudio

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires se encuentra ubicada en el sudeste del continente americano, a los 34° 36' de latitud sur y 58° 26' de longitud oeste, sobre la costa noroeste del Río de la Plata. Limitada al noreste y el este por el Río de La Plata, al sur por el Riachuelo y al noroeste y oeste por la Autopista Avenida general Paz. Excepto su límite oriental con el Río de La Plata todos los otros límites indicados de la ciudad separan su jurisdicción de las correspondientes a la provincia de Buenos Aires (Mapa1). Ubicada sobre la costa noroeste del río de la Plata, en una zona de llanura con muy baja pendiente regional (pampa ondulada), la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en sus 203 km<sup>2</sup> de superficie presenta las siguientes características geográficas.

## Características geográficas del área de estudio

El subsuelo: tiene su origen en el Proterozoico temprano hace más de 2000 millones de años de antigüedad en la formación del “Basamento Metamórfico -o Cristalino-”. Sobre este basamento, son cuatro los grandes depósitos sedimentarios, ocurrido en distinto momento de la historia geológica: *Formación Olivos* se depositó entre Eoceno al Mioceno Temprano (entre los 45 a 20 millones de años); *Formación Paraná* se depositó en el Mioceno Medio a Tardío, (entre los 16,4 a los 5,3 millones de años aproximadamente); *Formación Puelches* Se depositó durante el Plioceno (5,3 a 1,8 millones de años); La *Formación Ensenada* es la más antigua de los “Sedimentos Pampeanos” y aflora en la base de las barrancas, de los valles fluviales y/o en las excavaciones que se hacen con fines edilicios. La asociación mineralógica que la caracteriza tiene un origen volcánico-piroclástico e indica que la principal proveniencia del material que la compone, se relaciona con el volcanismo pleistoceno de la Cordillera. *Esta composición particular del loess pampeano lo diferencia de otros depósitos loésicos del mundo.* Estos depósitos están formados por limos arenosos o arenas limosas con una variable proporción de agregados arcillosos y de calcretas. Estas últimas se presentan como concreciones y/o en láminas de carbonato de calcio y donde la calcificación es intensa se forman bancos de tosca, como los que caracterizan los típicos bancos del Río de la Plata. Las toscas son niveles relativamente gruesos y continuos de acumulaciones de carbonato de calcio que se formaron sobre o cerca de la superficie del suelo. Estas acumulaciones, si bien reconocen una variedad de orígenes, parecen estar principalmente relacionadas con períodos de aridez, por lo que también pueden utilizarse como indicadores climáticos. Los *Sedimentos Pampeanos* y *Post-Pampeanos* son los más recientes y superficiales y son los que mantienen una intensa interacción con las actividades humanas. Esta cobertura superficial fue depositada en la región durante el Cuaternario, aproximadamente los últimos 1,8 millones de años del tiempo geológico.



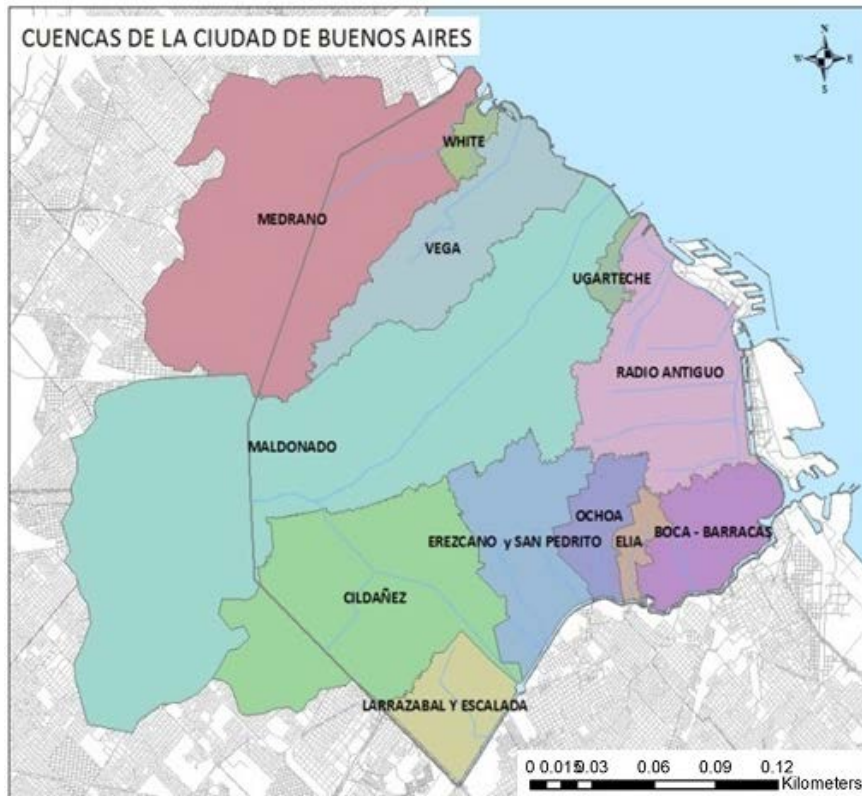
El macizo cristalino y todos estos sedimentos han sido afectados por reiterados fallamientos que pusieron en contacto lateral unidades más antiguas con otras más modernas. Las fracturaciones en bloques, que afectaron al basamento, produjeron movimientos verticales de diversa magnitud, también afectaron a las nuevas rocas sedimentarias. El basamento cristalino en la Ciudad de Buenos Aires se lo ha encontrado por medio de perforaciones, en el Jardín Zoológico a -283 m de la superficie y a -401 m en Puente de la Noria. La ciudad se encuentra casi totalmente ubicada en la región geológicamente pampeana, sólo las áreas orientales -en donde se encuentran Puerto Madero, la Reserva Ecológica de Buenos Aires, el Aeroparque Jorge Newbery...- son de terreno emergido artificialmente por relleno de las costas del Río de La Plata. El límite original de la costa con el río estaba dado por una serie de barrancas (entre ellas las Barrancas de Belgrano, las de Plaza San Martín, las de Parque Lezama), tal límite antiguo corresponde aproximadamente a las siguientes avenidas: Paseo Colón, Leandro N. Alem, y Avenida Libertador.

El suelo: a diferencia de los suelos del área rural, en los que interesa fundamentalmente su aptitud para la producción agrícola, en las zonas urbanas el interés está dirigido a su comportamiento para las fundaciones; es decir, a sus características geotécnicas. La ingeniería geotécnica emplea fundamentalmente clasificaciones basadas en las propiedades mecánicas y reacciones hidráulicas de las partículas. A su vez, de acuerdo al tamaño de las partículas presentes en el suelo se hacen clasificaciones granulométricas, las que consideran las proporciones relativas de las tres fracciones granulométricas principales (arcilla, limo y arena). De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), desarrollado por Arthur Casagrande, los suelos de la región se dividen en tres grupos: de grano grueso, de grano fino y orgánico. A su vez, cada uno de estos grupos se subdivide de acuerdo a un análisis más detallado de sus componentes. Sobre esta base se determinan propiedades tales como la plasticidad y la capacidad de carga. En la actualidad, el único estudio regional con información geotécnica sintetizada y sistematizada corresponde a la Carta Geológico-Geotécnica de la Ciudad de Buenos Aires, elaborada por el Dr. Horacio V. Rimoldi en base a 1.400 sondeos, y publicada por el Servicio Geológico Minero (SEGEMAR) en 2001. Los limos y arenas finas inorgánicas son la unidad dominante e incluyen a los sedimentos loésicos pampeanos (Formación Buenos Aires y Formación Ensenada) y los sedimentos arenosos Pos pampeanos (Formación La Postrera). Estos aparecen por encima de las cotas de seis metros sobre el nivel del mar y conforman las amplias divisorias. Estos materiales pertenecen a tres grupos: los limos arenosos inorgánicos y francos de baja plasticidad (ML), cuya aptitud para cimientos es regular; los limos inorgánicos de alta plasticidad (MH), de mala aptitud para los cimientos, y las arenas limosas (SM) de muy buena aptitud. Por debajo de los seis metros sobre el nivel del mar, ocupando los valles fluviales principales y la planicie estuárica del río de la Plata, aparecen depósitos limo-arenosos que poseen características desfavorables para la fundación de estructuras, dadas las proporciones variables de arcillas

expansibles y sus malas condiciones de permeabilidad. Estos materiales aparecen principalmente en la zona norte y sur. La primera corresponde a una alta densidad poblacional (Belgrano, Núñez, Saavedra y Palermo), y parte de los problemas edilicios en esas zonas se deben a estas características geotécnicas del sustrato. Las áreas de relleno ganadas al río son terrenos inestables y poseen altas tasas de subsidencia. A su vez, la presencia de sedimentos arcillosos y la humedad propia de estas áreas dificulta la compactación de los terrenos. Estas características generan limitaciones en la construcción de grandes obras por debajo de los cinco metros s.n.m. en el ámbito de la ciudad. En la ciudad, el suelo funciona básicamente como el soporte físico de la infraestructura construida, lo cual lleva a una modificación y fragmentación del ecosistema natural, que implica diversos tipos de modificaciones de los suelos y del paisaje. Este proceso de ocupación paulatina y no sistematizada tiene como consecuencia la generación de nuevos suelos, desarrollados sobre rellenos de basuras y escombros, así como modificaciones en el paisaje, por la conformación de elevaciones o depresiones singulares. Es así que este proceso de ocupación de tierras por el proceso de urbanización, ha llevado no solamente a tapar e impermeabilizar los suelos naturales sino además y entre otros cambios, a la generación de nuevos suelos, desarrollados sobre rellenos de basuras y escombros o modificaciones en el paisaje, originando elevaciones o excavaciones donde antes existía un relieve llano.

La hidrografía: en total suman once las cuencas que atraviesan la Ciudad (Mapa 2): Medrano, Vega, White, Maldonado, Radio Antiguo, Ugarteche, Boca-Barracas, Ochoa-Elía, Erézcano, Cildañez y Larrazábal-Escalada. Podemos dividir las cuencas entre aquellas que desembocan en el Río de la Plata y las que lo hacen en el Riachuelo, los dos ríos más importantes de la Ciudad. Entre el primer grupo encontramos la Cuenca del Arroyo Medrano que abarca unas 2.800 Ha. Tiene su nacimiento en los partidos de Tres de Febrero, San Martín y Vicente López. Cuando cruza la Gral. Paz pasa por los barrios de Villa Devoto, Villa Pueyrredón, Villa Urquiza, Belgrano, Núñez y Coghlan. El Arroyo Vega tiene toda su cuenca en la Ciudad de Buenos Aires. Antiguamente, era el eje del Partido de Belgrano. Atraviesa los barrios de Villa Devoto, Agronomía, Parque Chas, Villa Ortúzar, Villa Urquiza, Coghlan, Belgrano y Colegiales. La cuenca del Arroyo Maldonado nace en los partidos de Tres de Febrero, la Matanza y Morón. Es una de las cuencas más grandes e importantes de la Ciudad, pues la atraviesa por el centro, de oeste a este. La Cuenca del Arroyo Maldonado abarca unas 4.600 Ha en la Ciudad de Buenos Aires y unas 9.000 Ha en total, (si se consideran las 800 Ha que trasvasan al Arroyo Morón). Por último tenemos cuencas menores, que corresponden a los Arroyos White, Vega y Ugarteche y los “Tres Terceros”, son tres arroyos que forman parte del Radio Antiguo. En el pasado, marcaron los límites de Buenos Aires y luego del proceso de empedrado de calles y su posterior pavimentación, siguieron su curso entubados, desembocando en el Río de la Plata. En el segundo grupo se ubican las cuencas del Arroyo Cildañez que nace en el partido de La Matanza, y las cuencas de los Arroyos Erézcano, Larrazábal - Escalada, Ochoa - Elía y Boca-Barracas. Debe mencionarse que cuatro de los cursos de agua más importantes que atraviesan la ciudad - Riachuelo, y arroyos Cildañez, Maldonado y Medrano - tienen su nacimiento en la Provincia de Buenos Aires, en los municipios de La Matanza, Morón, Tres de Febrero, San Martín y Vicente López, entre otros. En 1908 muchos arroyos fueron encausados y rectificadas, ya que con las crecidas causaban daños a la infraestructura de la ciudad. Fueron canalizados pero se mantenían a cielo abierto, construyéndose varios puentes para su cruce. Finalmente en 1919 se dispuso su canalización cerrada, pero los trabajos comenzaron recién en 1937, terminando algunos en 1938 y otros, como el Maldonado, en 1945.

En la actualidad (2016) la extensión de ductos subterráneos por los cuales discurren arroyos, ramblizos, cañadas y otras aguas de origen pluvionival en la CABA es de 840 km.



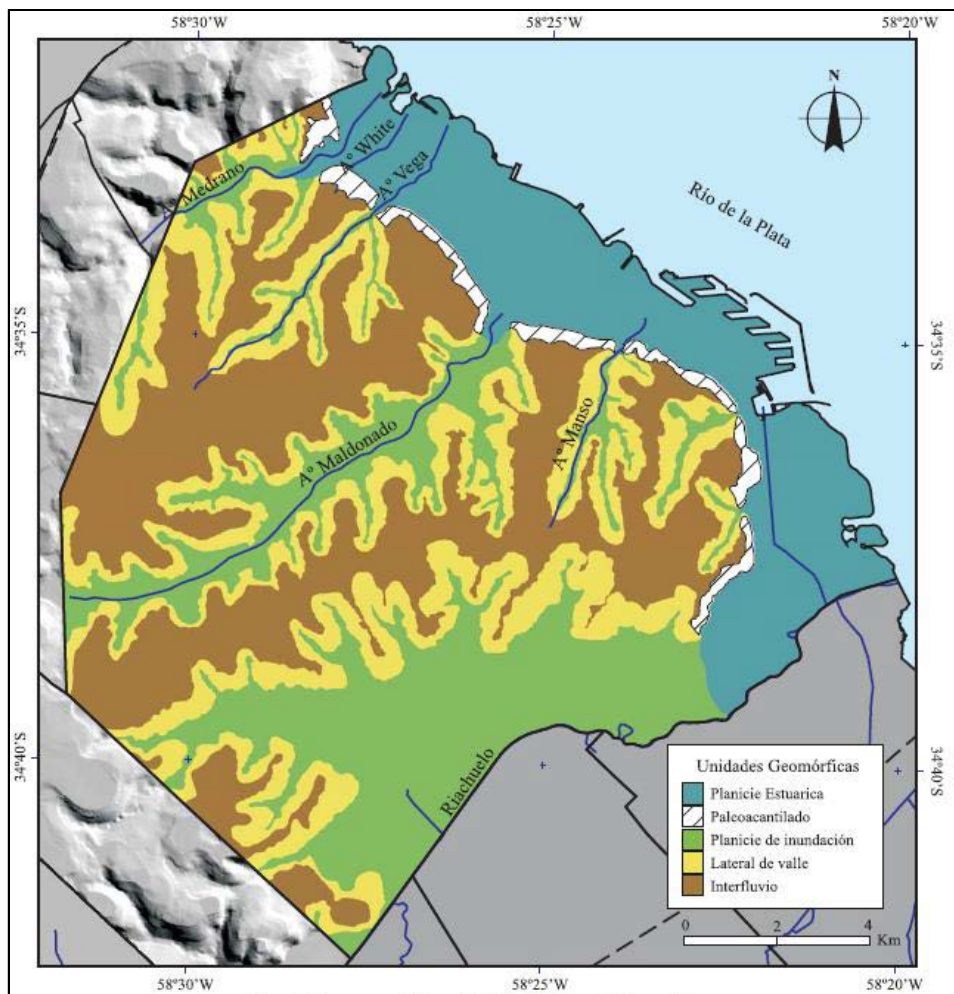
Mapa 2. Fuente: <http://www.buenosaires.gob.ar/desarrollourbano/desarrollo/planes/antecedentes>

La Ciudad de Buenos Aires es de clima húmedo subtropical, con inviernos de escasas precipitaciones y una estación cálida prolongada. La temperatura media anual promedio para el período 2001-2011 es de 18,04° centígrados. Las precipitaciones promedio para el período 1981-2011, son de 1158 milímetros. El clima propio de la ciudad influye, de manera determinante, en la producción de inundaciones. El otoño es una estación lluviosa en Buenos Aires, especialmente durante marzo. También pueden observarse fenómenos de tormentas propias del verano. Así, la media estacional totaliza 304.7 milímetros (decreciendo de marzo a mayo) y repartidos en 25 días de lluvia, en promedio. Excepcionalmente, pueden registrarse valores superiores a 450 mm, tal como ocurrió en marzo de 1900 (544.7 mm) y en el mismo mes de 1989: 476.6 milímetros. Con respecto a la precipitación media estacional en invierno, totaliza 198.7 milímetros repartidos en 23 días, en promedio. Los meses invernales son los menos lluviosos del año. Y, excepcionalmente, pueden caer totales mensuales de precipitación superiores a 200 mm, tal como ocurrió en agosto de 1922 (277.8 mm) y en julio de 1932 (212.1 mm). En lo referido a precipitaciones, la primavera es una estación muy lluviosa. Así, la media estacional totaliza 300.9 milímetros, siendo octubre el mes con mayores precipitaciones. Si bien los totales mensuales promedio de precipitación en los meses primaverales son del orden de 100 mm, excepcionalmente se pueden registrar valores superiores a los 300 milímetros. En lo que respecta a precipitaciones, el verano de Buenos Aires es una estación lluviosa: la media estacional totaliza 341,6 mm repartidos en 26 días de lluvia. Si bien los totales mensuales medios de precipitación en los meses estivales son del orden de los 100 milímetros, excepcionalmente se pueden registrar valores superiores a 300 mm, tal como ocurrió en enero de 1953 (347.5 mm), en enero de 2001 (337.5 mm); y en febrero de 2003 (403.3 mm). La Sudestada es un fenómeno que se localiza en el Río de la Plata. Está asociada a un estado de mal tiempo y se da con frecuencia en las estaciones intermedias (primavera y otoño). Se caracteriza por vientos regulares a fuertes del sudeste, con velocidades mayores a 35 km/h, precipitaciones persistentes, débiles o moderadas, y temperaturas relativamente bajas. Se genera por el efecto combinado de dos sistemas: uno de alta presión ubicado sobre el océano Atlántico, frente a las costas de la Patagonia, central que transporta el aire frío y de origen marítimo hacia el Este de la provincia de Buenos Aires, extremo sur del Litoral y Sur de la República Oriental del Uruguay; y un sistema de baja presión, localizado sobre el Centro y sur de la Mesopotamia y la región occidental del Uruguay que, por su circulación, produce un aporte de aire cálido y húmedo sobre la región. Cuando se profundiza la depresión, se intensifica la circulación del viento del sector sudeste, produciendo este fenómeno. Los casos de sudestada se los suele caracterizar en función de la intensidad de los vientos asociados. Se denomina “leve” a la sudestada que presenta un viento entre 18 y 35 km/h, en general con

cielo parcialmente cubierto. “Moderada”, a aquella de vientos entre 27 y 55 km/h, cielo nublado y a veces precipitaciones. Y “fuerte”, a la sudestada que presenta ráfagas superiores a los 55 km/h con lluvias en toda la región.

### Relación entre Riesgo Hídrico y Unidades Geomórficas

En el mapa de unidades geomórficas se muestra la ubicación de la Planicie Pampeana y la Planicie Estuárica (Mapa 3). Dentro de la Planicie Pampeana se diferencian tres subunidades: planicies o valles de inundación, que ocupan el fondo de los valles, interfluvios, que representan las zonas más altas donde se encuentran las divisorias de aguas y laterales de valle, que son las superficies de pendiente relativamente mayor que se ubican entre los valles y los interfluvios. Estos últimos son la subunidad que ocupa mayor área (Tabla 1). Los laterales de valle y los valles de inundación ocupan una superficie muy similar, mientras que la Planicie Estuárica abarca menos del 19% del área de la ciudad. En cuanto a sus valores topográficos los interfluvios, con poco más de 20 m s.n.m., son la subunidad de mayor altitud promedio (Tabla 2). Considerando las pendientes promedio, los laterales de valle presentan los valores mayores. En la Planicie Estuárica, que es la zona más baja y de menor pendiente (ver Tabla 2), se estimó que la superficie inundada ocuparía el 36,53% (Tabla 3) mientras que en la Planicie Pampeana se inundaría el 41,04%. Dentro de la Planicie Pampeana casi dos tercios (64,77%) de los valles de inundación quedarían cubiertos. De los laterales de valle se inundaría cerca del 35%, lo que representa una proporción 9% mayor que la inundada de los interfluvios (Tabla 3). En la ciudad de Buenos Aires las áreas potencialmente inundables por una tormenta extrema, se encuentran mayormente en los valles de inundación (40,68%), aunque una importante proporción abarca también los laterales de valle e interfluvios (Tabla 3 y Figura 4). El total de áreas inundadas estimadas se reparte en un 17,18 y un 82,82% para la Planicie Estuárica y la Planicie Pampeana, respectivamente. Analizando las áreas modeladas diferenciadas.



Mapa 3. Unidades Geomórficas. Fuente: Revista de Geología.2009.

Tabla 1. Superficies ocupadas por las unidades y subunidades geomórficas diferenciadas en la ciudad de Buenos Aires y su respectivo porcentaje (%)

Sup. Total	Interfluvio		Lateral de valle		Valle de inundación		Planicie Estuárica		Ciudad de Buenos Aires
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
	6203,17	30,34	5215,46	25,51	5159,98	25,24	3864,27	18,90	20442,87

Tabla 2. Alturas y pendientes promedio de las unidades y subunidades geomórficas diferenciadas en la ciudad de Buenos Aires y su respectivo desvío estándar

	Interfluvio	Lateral de valle	Valle de inundación	Planicie Estuárica
Altura media (m s.n.m.)	20,13 ± 3,80	15,20 ± 4,63	8,49 ± 5,06	4,09 ± 0,77
Pendiente media (grados centesimales)	0,39 ± 0,30	1,12 ± 0,63	0,25 ± 0,24	0,13 ± 0,21

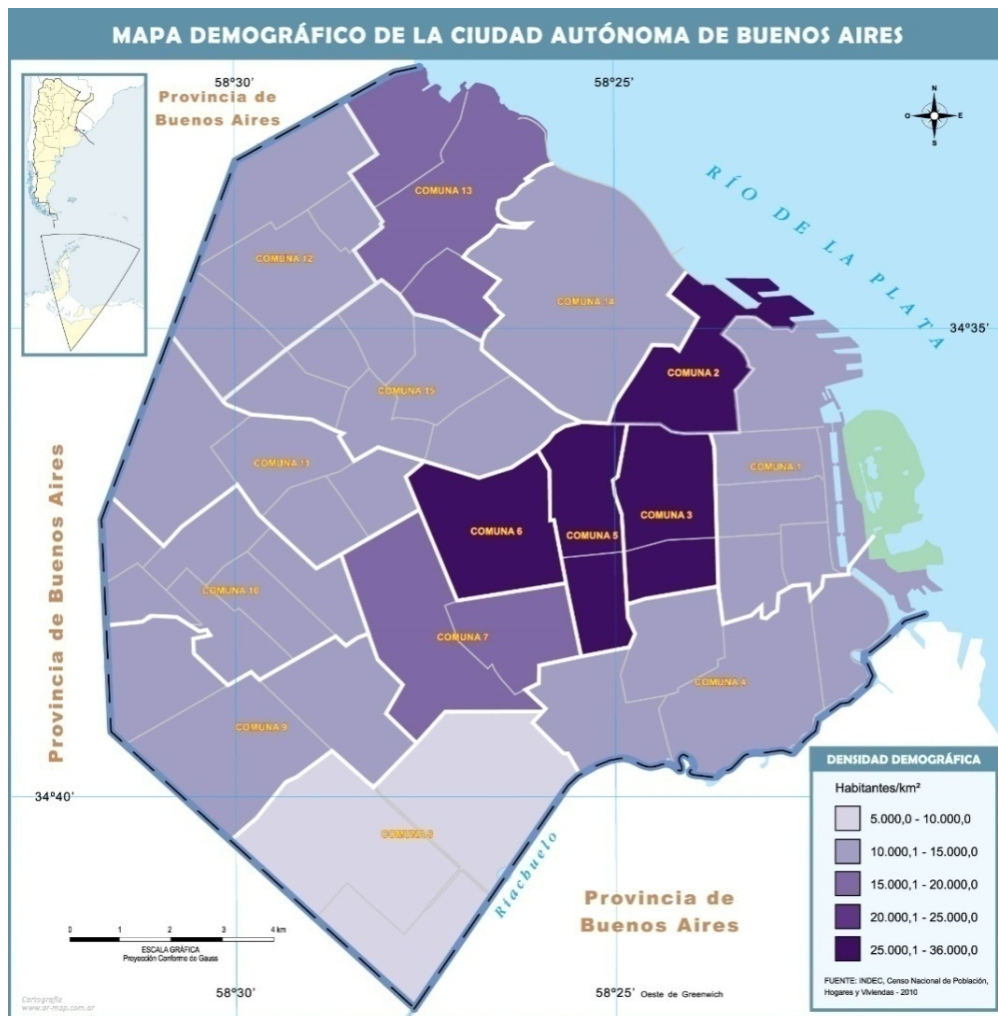
Tabla 3. Superficies inundadas estimadas. Se expresan los porcentajes respecto del total inundado estimado en la ciudad de Buenos Aires (%a) y respecto del área de cada unidad, subunidad o de la ciudad entera (%b) (valores de la Tabla 1)

Total Estimado (ha)	Interfluvio	Lateral de valle	Valle de inundación	Planicie Estuárica	Ciudad de Buenos Aires
	1634,87	1826,87	3342,05	1411,60	8215,40
%a	19,90	22,24	40,68	17,18	
%b	26,36	35,03	64,77	36,53	40,19

La vegetación que observamos actualmente en la región se desarrolla en ambientes que han sido, en su mayoría, modificados por la presencia humana. En ellos conviven especies nativas, del paisaje original, con especies exóticas, propias de los ambientes antropizados.

En cuanto a la población la Ciudad de Buenos Aires pasó de 664.000 habitantes en 1895, a 1.577.000 habitantes en 1914. En 1926, la Ciudad contaba con casi 2.300.000 habitantes, un crecimiento demográfico explosivo. Gran parte de la población se asentó en los valles de inundación de arroyos y la extraordinaria venta de lotes y pavimentación de calles, en poco tiempo, redujeron las superficies absorbentes y aceleraron el escurrimiento de agua. En el transcurso del siglo XX Buenos Aires experimentó un desmesurado crecimiento edilicio y una sobresaturación de uso por los millones de personas del conurbano que realizan sus actividades en la ciudad, aunque los residentes fijos se mantienen casi estables desde 1936. Actualmente, la población de la Ciudad de Buenos Aires, según el censo nacional de 2010, es de 2.890.151 habitantes. La ciudad tiene una densidad media de 15.000 hab/Km<sup>2</sup>, aunque en algunos barrios como Caballito su densidad roza los 30.000 hab/Km<sup>2</sup>.

La superficie de la Ciudad es de aproximadamente los 200 km<sup>2</sup> y su perímetro, 60 km. Más de tres millones de habitantes residen en ella distribuidos en barrios que, desde el punto de vista político-administrativo, se agrupan en quince comunas (Mapa 4). La densidad es cerca de 15.000 habitantes por kilómetro cuadrado. Al interior de la Ciudad la distribución de la población en el territorio es desigual: la Comuna 2, ubicada en la zona norte de la Ciudad, y las Comunas 3, 5 y 6 en la zona centro son las más densamente pobladas; mientras que las comunas de la zona sur (C4, C8 y C9) se encuentran menos pobladas. En relación a la composición por sexo y edad de la población: el número de mujeres supera al de varones, 114 mujeres cada 100 varones. La edad promedio es distinta según sexo: 35 años los varones y 40 años las mujeres. Buenos Aires posee una población envejecida: en 2015 el 16% tiene 65 años y más, un peso cercano al que tienen los menores de 15 años (19,1%). En consecuencia se registran 84 adultos mayores cada 100 niños y adolescentes. Esta estructura envejecida es más acentuada en la zona norte donde el peso de los adultos mayores es 18,5%. En el extremo opuesto, la zona sur tiene un menor porcentaje de personas de 65 años y más, mientras que la proporción de población joven es superior al resto de las zonas (23,7%). La estructura poblacional está asociada a su crecimiento: resultado de los nacimientos, defunciones y migraciones. En promedio, anualmente nacen 13 niños y fallecen 10 personas cada mil habitantes. Las mujeres de Buenos Aires tienen en promedio 2 hijos. Por otro lado los porteños viven, en promedio, 75 años los varones y 82 años las mujeres.



Mapa 4. Mapa Demográfico de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Fuente: Mapoteca.edu.ar

## Modelo de la realidad a crear. Problema geográfico, estudio, seguimiento y diseño un SIG

El desarrollo de la ciudad ha contribuido a la destrucción del medio natural sobre el que se asienta, generando una ruptura en la continuidad del ecosistema natural. Ha ejercido una presión sobre el mismo mucho más intensa que la capacidad de respuesta del medio natural para readaptarse y restituir naturalmente el equilibrio. Los resultados negativos no se limitan a una pérdida del valor de lo natural sino que repercute directamente en la calidad de vida de la población y se constituye como una amenaza directa a la supervivencia del ecosistema urbano mismo. Las ciudades de hoy deben plantearse nuevos modos de planificación que contribuyan a la restitución del equilibrio perdido. El afán por ganar tierras urbanizables y la confianza en el control de la naturaleza por la tecnología, llevó a la negación de las particularidades de nuestra geomorfología. El resultado no son solo los conflictos ambientales que se derivan sino la privación de un paisaje urbano basado en sus características naturales. La ciudad debe revalorizar el medio natural sobre el cual se asienta como parte de un criterio ecológico y paisajístico.

Las zonas verdes son un factor de calidad de vida de la ciudad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la ciudad necesita como mínimo 10 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitantes. Si se considera que la Ciudad de Buenos Aires cuenta con 1.066 espacios verdes públicos, que ocupan el 8% de la superficie de la Ciudad (203 km<sup>2</sup>), se puede obtener una relación de 5,6 m<sup>2</sup> de espacios verdes por habitante.

Además de no cumplir con un mínimo establecido por la OMS, estos no se encuentran de manera armónica y equitativa distribuidos por los barrios de la ciudad, y algunos no presentan una buena accesibilidad, calidad ambiental, seguridad, infraestructuras...



## Enfoques Temáticos

Titulo	Descripción	Tipo de IG requerida
<b>Información Urbanística</b> En este enfoque se puede incorporar la IG de base y eliminar el agrupamiento anterior	Reúne toda la IG del espacio urbano considerado (CABA) que sirve de base para alcanzar los objetivos planteados.	Cartografía e imágenes a diversas escalas. Vías de comunicación y transporte de todo tipo. Redes de servicio. Infraestructuras. Espacios verdes, según tipos, su localización y características particulares de cada uno Áreas comunes Zonificación p/ Tipo de espacios verde (reserva, parque, plaza, plazoleta, boulevard, rotondas canteros...) Cesión de suelos p/espacios verde
<b>Información Demográfica</b>	Atiende aspectos relacionados con la densidad poblacional por Comunas, y la disponibilidad de espacios verde de cada una de ellas.	Censos de población. INDEC Datos estadísticos de población. CABA Datos estadísticos de espacios verdes. CABA ¿evolución espacial de los espacios verdes?
<b>Información Ambiental</b>	Atiende aspectos relacionados con las condiciones del medio ambiente de los espacios verdes (calidad suelo, ruidos, vegetación, paisajístico)	Información del Plan urbanos ambiental. Datos estadísticos. CABA

## Ámbito de aplicación del SIG

En la tarea de diseño de un SIG y particularmente en la creación de un modelo de la realidad, es necesario tener muy en cuenta las actividades y necesidades de sus futuros usuarios; Esta tecnología normalmente se implementa en empresas u organismos (públicos o privados), que pueden asegurar su administración y el mantenimiento de personal y recursos de distinto tipo que, a través del tiempo, serán necesarios para que el sistema, pueda continuar ofreciendo las ventajas que determinaron su implementación y aún mejores de acuerdo con el perfeccionamiento de la IG incorporada y sus procesos. En consecuencia, es una necesidad primaria definir el ámbito de aplicación futuro y sobre todo a partir de él considerar las necesidades que impone al diseño.

En tal sentido, es conveniente señalar como ámbito de aplicación el Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en el área que corresponda (Ministerios de espacios públicos). Teniendo en cuenta la descentralización política administrativa de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en las 15 Comunas que la integran, otro ámbito de aplicación podría ser cada Comuna de la Ciudad, que consideren de utilidad implementar el diseño de SIG en elaboración.

## Objetivo General

Facilitar el análisis de los espacios verdes en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en relación con sus características y la población de su entorno.

## Objetivos Específicos

Diseñar una base de datos geográficos y temáticos necesarios para lograr el objetivo general.

Facilitar los estudios comparados de los espacios verdes y la densidad de población de cada Comuna de la Ciudad de Buenos Aires.

Conocer las características de cada espacio verde (reservas naturales, parques, plazas, plazoletas, boulevard...)

Conocer la situación medio ambiental de cada espacio verde de la ciudad y su entorno.

Analizar la accesibilidad a los espacios Verdes de la Comuna de la Ciudad de Buenos Aires.

Analizar la disponibilidad futura de la creación de nuevos espacios verde en la CABA.

## La Base de datos georreferenciados

La IG (geográfica o georreferenciada) que seleccionamos y nos permite crear el modelo de la realidad que sirve a los objetivos del SIG, se almacena en la BDG, mediante un conjunto de archivos interrelacionados. La BDG se convierte así en el núcleo del SIG.

Aplicar tecnología SIG significa esencialmente construir una BDG que reúna toda la IG que se necesita gestionar y analizar para el estudio y seguimiento del problema geográfico planteado;

Dicha IG tiene que tener condiciones técnicas homogéneas y adecuadas para que, mediante el Sw y Hw asociado, se puedan generar PI útiles para la toma de decisiones correspondientes. La estructura de la BDG tiene que ofrecer independencia entre los datos y sus tratamientos o procesos.

Es decir los DG deben estar aislados de las aplicaciones que actúan sobre la IG para obtener resultados que permitan generar los Productos Informáticos que los usuarios requieren. Para que esto sea posible, se requiere de un software de gestión que facilite la comunicación con los usuarios y realice las operaciones con la IG.

Se denomina Sistema Gestor de la Base de Datos (SGBD): al conjunto de programas de computadora (Sw), que permiten a los usuarios crear, mantener y consultar la BDG, como también generar los PI que se requieran. Para ello, posee un Lenguaje de Consulta o QL (Query Language) que le permite manejar la IG (ingresarla, gestionarla, manipularla, eliminarla o consultarla).

Se han desarrollado varios tipos de BDG; el modelo de BDG Relacional es el más usado. Los datos se guardan en tablas (llamadas relaciones) asociadas entre sí a través de campos comunes.

Pueden crearse muchas tablas para su uso en análisis SIG, siempre vinculadas x algún campo común. Las tablas relacionales simplifican el mundo real y dan respuestas rápidas y fiables a las consultas que pueden manejar. Este tipo de BDG es la más usada en SIG, por tanto, el SGBD Relacional es también el más usado, su Lenguaje de consulta es SQL (Structured Query Language). Entre los más conocidos: Oracle; Microsoft SQL Server; My SQL; PostgreSQL.

La creación de la BDG de un SIG, tiene 3 etapas, fases, estructuras o modelos: Conceptual:

Selección de una parte de la realidad, sus características e interrelaciones entre entidades geográficas de interés. Es un aspecto muy importante del diseño del SIG. Cuando se trata de un problema geográfico, el profesional geográfico tiene un papel clave en la tarea. Debe crear el modelo conceptual de la realidad, considerado necesario para lograr los objetivos del SIG. Es decir, debe determinar la IG necesaria y los PI a generar para lograr los resultados esperados del SIG. Los PI establecerán para su generación vinculaciones entre los diferentes tipos de IG residente en la BDG; este aspecto tiene mucha importancia para determinar la estructura lógica más conveniente de la BDG.;

Lógica: La estructura conceptual debe adecuarse al formato computacional del sistema;

Física o Interna: La estructura lógica se transforma (bytes) para ser almacenada en el hardware y operada por el Software SGBD correspondiente. El diseño del modelo conceptual tiene por objeto, crear un esquema de la IG necesaria para construir el modelo de la realidad, fácil de entender. Esquema que en síntesis, determina las entidades, sus atributos e interrelaciones que utilizaremos para construirlo. Para diseñar el modelo conceptual, se requiere fundamentalmente un conocimiento profundo de los problemas que deberá resolver el SIG, los productos que deberá ofrecer y la IG a gestionar y analizar para ello.

Al definir los enfoques sobre el fenómeno, hemos establecido un modelo de la realidad a crear para su estudio y seguimiento. Para cada uno de ellos, señalamos en líneas generales el tipo de IG que se deberá reunir en cada enfoque.

## Listado de Capas de IG según enfoque

Nro.	Nombre Capa	Modelo	Fuente	Escala Características
B01	Vías de comunicación	Vec-Lin	G.C.B.A	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B02	Infraestructura Vial	Vec-Pun	G.C.B.A	Esc Mayor Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B03	Cursos de agua	Vec-Lin	IGN	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B04	Cuerpos de agua	Vec-Pol	G.C.B.A	Esc 1:50.000
B05	Red Ferroviaria	Vec-Lin	G.C.B.A	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B06	Poblaciones(Ejido/Am anzanado)	Vec-Pol	G.C.B.A	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B07	Infraestr. Urbana (Adm-Seg-Educ- Salud)	Vec-Pun	G.C.B.A	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B08	Limites Jurisdiccionales	Vec-Pol	G.C.B.A	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
B09	Curvas de Nivel	Vec-Lin	IGN	Esc 1:50.000
<b>IG Urbanística</b>				
A01	Espacios verdes por Comunas Superficie total	Vec-Pol	G.C.B.A	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
A02	Tipología espacios verdes por Comunas Superficie.	Vec-Pol Plano - Grafico foto	G.C.B.A	Resol Esp 3/15m
A03	Infraestructura y equipamiento en espacio verde	Vec-Pol	Plan urbano Estratégico GCBA	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
A04	Accesibilidad a espacios verdes	Vec-Pol	Plan urbano Estratégico GCBA	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
A05	Disponibilidad de Espacio (o suelo) para la creación de nuevos espacios verdes.	Vec-Pol	Digitalización s/imágenes GCBA Fotos	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
<b>IG Demográfica (Tablas)</b>				
A06	Información estadística de población	Vec-Pol	Censo 2001 - 2010 INDEC	Esc 1:50.000 Esc 1:20.000
<b>IG Ambiental</b>				
A07	Medio ambiente en los espacio verde	Vec-Pol	Digitalización s/imágenes GCBA Fotos	Cartog Vector Esc Media y Mayor

## **Descripción y justificación de coberturas – (Requerimientos particulares)**

### **C 01 - Vías de comunicación – Modelo Vector - Líneas**

Arcos que describen la traza que existen en el espacio de estudio considerado. Son necesarias por ser información de base. Los atributos indicados, se requiere determinarlos con una antigüedad no superior a un año a partir de Organismos Generadores de Información Primaria (OGIP) y también trabajo de campo.

### **C 02 - Infraestructura vial – Modelo Vector - Puntos**

Puntos que describen el emplazamiento de elementos de la infraestructura vial a los cuales se asocian los atributos detallados anteriormente. Son necesarios para satisfacer la generación de PI. Se requiere obtenerlos de los OGIP correspondiente y levantamiento especial de campo.

### **C 03 - Cursos de agua – Modelo Vector - Líneas**

Arcos que describen la traza de los cursos de agua superficiales, los que a su vez, determinan las cuencas hidrográficas de la zona considerada. Son necesarios por ser información de base pero además por su participación en la gestión superficial del agua y el estudio de las inundaciones. Se requiere determinar los atributos asociados, a partir de OGIP.

### **C 04 Cuerpos de agua – Modelo Vector - Polígonos**

Polígonos que describen la ubicación y características geométricas de las entidades de este tipo que tienen representación en la escala de referencia (lago, laguna, bañado, etc.). Su participación en el estudio de inundaciones en el área es importante, como receptores de los excesos o como generador de desbordes. Los atributos asociados, deben ofrecer las características de los mismos en situación normal y en condiciones extremas. Tales datos se deben obtener de OGIP.

### **C 05 - Red ferroviaria – Modelo Vector – Líneas**

Arcos que describen la red ferroviaria presente en el área de estudio (CABA). Es necesaria como parte de la información de base. Puede obtenerse de OGIP

### **C 06– Poblaciones (Ejido/Amanzanado) – Modelo Vector – Polígonos**

Polígonos que describen la ubicación y características geométricas de las manzanas que conforman el área urbana. Permiten incorporar en su espacio otras entidades relacionadas con la infraestructura urbana o atributos asociados a la información estadística de población o áreas con determinados servicios.

### **C 07 – Infraestructura urbana – Modelo Vector – Polígono**

Polígonos que describen el emplazamiento de los diversos componentes y que permiten asociar los atributos señalados. También facilitan la diferenciación espacial de las áreas con determinados servicios. Se requiere consultar a los OGIP correspondientes.

### **C 08 – Límites administrativos – Modelo Vector – Líneas o Polígonos**

Según escala de representación, se determinará una gráfica, en caso necesario se establecerán 2 tipos de Límites Administrativos.

### **C 09 - Curvas de nivel**

Arcos que describen los infinitos puntos del terreno de igual altura con respecto al nivel medio del mar, los cuales definen gráficamente las formas del terreno y permiten determinar otros elementos del terreno las líneas de máxima pendiente . En este caso, corresponden a las curvas de nivel incluidas en la cartografía IGN escala 1:50.000, con equidistancia 2,5m. Permiten conocer el flujo superficial del agua.

### **C10 - Espacios verdes por Comunas - Modelo Vector - Polígonos**

Polígonos que describe las distintas áreas del terreno con usos correspondientes a la ubicación, a la superficie y a la a densidad de espacios verdes por Comunas.

Son necesarias para la información de la problemática a abordar. Los atributos indicados, se requiere determinarlos con una antigüedad no superior a un año a partir de Organismos Generadores de Información Primaria (OGIP) y también trabajo de campo.

### **C11- Tipología espacios verdes por Comunas - Modelo Vector - Polígonos**

Polígonos que describe las distintas áreas del terreno con usos correspondientes a espacios verdes por tipología (Reservas, Parques, Plazas, Plazoletas...) por Comunas.

### **C 12 – Infraestructura y equipamiento – Modelo Vector – Polígonos**

Polígonos que describen las distintas áreas del terreno con sus usos correspondientes. Se asocia a los mismos los atributos indicados. Son necesarios para conocer la infraestructura y equipamiento disponible en cada espacio verde. Los atributos indicados, se requiere determinarlos con una antigüedad no superior a un año a partir de Organismos Generadores de Información Primaria (OGIP) y también trabajo de campo.

### **C13- Accesibilidad a Espacio Verdes en la CABA - Modelo Vector – Polígonos**

Polígonos que describen las distintas áreas del terreno con sus usos correspondientes. Se asocia a los mismos los atributos indicados. Son necesarios para conocer las vías de accesos (Avenidas, calles, vías (tren/subte) y su proximidad a medios de transportes (subte, tren, bus, Bicicletas)

C14- Disponibilidad de Espacio (o suelo) para la creación de nuevos Espacios Verdes– Modelo Vector – Polígonos

Polígonos que describen las distintas áreas del terreno con sus usos correspondientes. Se asocia a los mismos los atributos indicados. Son necesarios para conocer la disponibilidad de (suelo) espacio para la construcción de futuros espacios verdes. Esta información se debe obtener mediante digitalización de las imágenes satelitales actualizadas del área de estudio, como también corroborarse con OGIP correspondientes.

C 15 – Información estadística de población

Polígonos que describen las fracciones y los radios censales, definidas por un espacio territorial con límites geográficos y una determinada cantidad de unidades de viviendas a relevar. Corresponden a distintos niveles de la estructura censal

C 16 – Medio ambiente - Modelo Vector - Polígonos

Polígonos que describe las distintas áreas del terreno con usos correspondientes al territorio, Sirve para conocer la calidad del suelo, el paisaje...

## **Productos informáticos (PI) a generar por el SIG**

Los productos informáticos a generar por el SIG que faciliten la tarea de gestión y análisis de los espacios verdes de Ciudad de Buenos Aires son los siguientes:

Mapas temáticos – Gráficos - Tablas

Espacios verdes- Ubicación, Límites, Distribución, (para conocer la disponibilidad de espacios verdes por Comunas)

Tipología espacios verdes (reservas, parques, plazas, plazoletas, bulevares, canteros, rotondas..., para conocer la jerarquía del espacio verde por Comunas)

Espacios Verdes - Superficie por habitantes (para conocer el % de espacio verde por Comunas). Comparación densidad espacio verde densidad población.

Espacio Verde – Medio ambiental (calidad: de suelo, de curso y cuerpos de agua, del paisaje...)

Espacios verdes – Accesibilidad. Para conocer proximidad a medios de transportes (subte, tren, bus...)

Espacios Verdes – Futura disponibilidad (para analizar la creación de nuevos espacios verdes)

## **Metodología**

Para el diseño del SIG, se estructuró la problemática con un Objetivo General y seis Objetivos Específicos que orientaron en la búsqueda de datos e información en diversos organismos públicos y privados. Con la información y datos recabados se procedió al análisis, selección y clasificación, de los mapas (base), y de los contenidos para la elaboración de tablas, gráficos, y de fotografías y videos (representativo/as) para alimentar las capas de información temática.

## **Contenidos**

1. Cartografía

1.2 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Escalas: 1/50.000, 1/20.000, 1/10.000

1.3 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Imagen satelital 2015

1.4 Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Fotografías aéreas 2015

2. Tablas

2.1 Ubicación de Comunas - Límites. Superficie. % Superficie. 2001/2010

2.2 Población por Comunas - Por sexo. Por grupo quinquenal de edad. 2001/2010

2.3 Espacios Verdes por Comunas. Nombre. Tipología. Ubicación. Límites. % Superficie. 2001/2010

2.4 Infraestructura en Espacios Verdes por Comunas. Nombre. Tipología. Servicios: Puestos de Salud (S/N). Sanitarios (S/N). Áreas de Deportes (S/N). Áreas de juegos (S/N). Áreas de actividad cultural(S/N). Estaciones de Bicicletas (S/N). Wifi (S/N). Cámaras de seguridad (S/N). Ciclo vías (S/N). Tipo Luminarias (MB/R/M), Agua potable (MB/R/M). ...

2.5 Calidad Ambiental de los Espacios Verdes. Nombre. Tipología. Contaminación: Suelo (MB/R/M); Sonora (MB/R/M); Aire (MB/R/M); Visual (MB/R/M). Cuerpo y Cursos Agua (MB/R/M). Arbolado (MB/R/M)...

2.6 Accesibilidad a Espacios Verdes en CABA. Vías de Accesos (MB/R/M). Transporte Público (MB/R/M). Tren (S/N). Subte (S/N). Ómnibus (S/N). Bicicleta (S/N).

2.6 Incorporaciones Futuras de Espacios Verdes por Comunas. Ubicación. Superficie. Compra de Espacios Privados. Recuperación y Reconversión de Espacio Verdes. Ampliación de Espacios Verdes existentes.

3. Archivo Fotográfico por fecha, nombre, ubicación, Comuna.

4. Archivo fílmico por fecha, nombre, ubicación, Comuna.

5. Archivo videos por fecha, nombre, ubicación, Comuna.

6. Archivo de gráficos por enfoque y temáticas.

## **Consideraciones para la implementación del SIG**

La implementación de un sistema de información geográfica, es una herramienta muy útil para la gestión de las zonas verdes urbanas. A partir de la cartografía existente y el inventario realizado se podría georreferenciar los distintos elementos de parques o plazas (mobiliario, riego, alumbrado, curvas de nivel, etc.) para poder tener una vista rápida de los problemas de la zona verde y así gestionar y planificar futuras actuaciones dentro de la misma. Dicha herramienta permitiría una delimitación más precisa de las zonas verdes y su medición con un nivel de exactitud considerablemente más elevado que el contenido en otras fuentes de información.

## **Conclusiones sobre el diseño SIG – Exigencias y beneficios**

Es fundamental contar con, los especialistas en diseño y programación en detalle la implementación del SIG; y el personal capacitado que operará el sistema en sus distintos niveles y competencias. La creación de una BDG que reúna toda la IG necesaria, en condiciones técnicas homogéneas y adecuadas para satisfacer de forma óptima y en oportunidad las necesidades de los usuarios del sistema. El equipamiento necesario (Hardware y software), valorizando su costo y mantenimiento anual, que considere el especialista informático. Se deben considerar los costos de los programas de aplicaciones que el diseño plantea para la producción de los PI, para la red de comunicaciones con sus correspondientes interfaces, que hará posible el flujo de datos dentro de la organización (en el que tienen participación todos los especialistas).

A continuación se exponen con breves ejemplos algunos beneficios de un SIG sobre espacios verdes públicos:

La introducción de la información permite un planteamiento inicial de identificación de cuáles son los espacios verdes urbanos que son públicos. Este simple paso permite tomar conciencia del área que debe ser gestionada y protegida. El paso de la introducción de datos sobre los espacios a un SIG debe permitir una primera clasificación tipológica. De esta forma, se pueden catalogar los espacios parques, plazas, plazoletas, boulevard y recibir un trato municipal diferenciado.

El SIG debe permitir mejorar la eficacia de las tareas de mantenimiento y gestión de los espacios verdes públicos. A modo de ejemplo, el mobiliario urbano como bancos y especialmente la iluminación del alumbrado pueden ser reparados fácilmente gracias a la base de datos existente.

El SIG con un inventariado de árboles puede ser especialmente útil para asignar valores ecológicos o para calcular porcentajes mínimos de tierra arbolada en relación al volumen de población.

La incorporación de los ejes de comunicación viaria y peatonal al SIG permite planificar mejor la movilidad urbana y la accesibilidad a los puntos clave de las ciudades. A nivel peatonal las rutas o corredores verdes pueden contribuir a mejorar la calidad de vida del ciudadano y también la seguridad de los más pequeños en los desplazamientos diarios del hogar al colegio y viceversa. A nivel rodado, se pueden establecer mecanismos que faciliten la movilidad y reduzcan incompatibilidades con otros usos. Mediante un SIG se pueden establecer rutas óptimas, cálculos de accesibilidades a los servicios públicos, etc.

Una mayor gestión del espacio verde público debe contribuir a reducir las zonas conflictivas o delictivas de la ciudad. La introducción de datos como delitos registrados en una ciudad junto con la combinación de otras capas de información como la morfología de la ciudad, la iluminación de la zona, etc. puede dar información sobre posibles causas de concentración de delitos.

Son muchos los beneficios de los SIG sobre los espacios verdes públicos pero lo más significativo son los beneficios de las nuevas tecnologías para la sociedad, a través de una mejora en la gestión de algo que ya le pertenece como ciudadano y contribuyente.

## Biografía

ÁVILA, Horacio Esteban (2002). La información geográfica digital y los Sistemas de Información Geográfica como soporte de la gestión espacial y desarrollo del territorio nacional. Buenos Aires. Anales de la Academia Nacional de Geografía.

Atlas ambiental de la ciudad de Buenos Aires (AABA). En: <http://www.atlasdebuenosaires.gov.ar/aaba/>

RIMOLDI, Horacio V. (2001). Carta Geológico-Geotécnica de la Ciudad de Buenos Aires. Servicio Geológico Minero (SEGEMAR).

BERNABÉ-POVEDA, Miguel, LÓPEZ-VÁZQUEZ, Carlos, (2012). *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid: UPM-Press, Serie Científica. ISBN: 978-84-939196-6-5

EREÑO, Carlos Climatología en la Cuenca. En: “El Río de la Plata como Territorio”. Juan Borthagaray, compilador. Ediciones Infinito. 2002. Servicio Meteorológico Nacional.)

MANCEBO QUINTANA, S; ORTEGA PEREZ, E; VALENTIN CRIADO, A.C; MARTIN RAMOS, B; MARTIN FERNANDEZ, L: (2008). Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la gestión ambiental. Madrid. España. Los Autores. ISBN: 978-84-691-7370-1

Tomlinson Roger (2007) Pensando en el SIG-Tercera Edición.