

Arquitectura

Bogotá en el manejo del agua lluvia

pags 139-154

Grupo de Investigación: Territorio y Habilidad
Línea de investigación: Arquitectura, Ciudad y Ambiente
Elvia Isabel Casas-Matiz•

Recibido: 15 de mayo de 2015 Aceptado: 12 de junio de 2015

RESUMEN

Las ciudades actuales enfrentan situaciones cada vez más complejas, nutridas por factores demográficos, económicos y sociales. A ellos se suman condiciones ambientales extremas, ocasionadas por el cambio climático. Estas situaciones se hacen evidentes en periodos más largos, de inundaciones o sequías, desastres ambientales que perjudican la calidad del hábitat, tanto urbano como rural. Frente a esta problemática, han surgido propuestas de estructuras espaciales sostenibles procurando, mejorar y mitigar, el impacto de doble vía de nuestros modelos de desarrollo frente al planeta. Propuestas, como la utilización del recurso pluvial, se consideran como una de las “alternativas limpias” en procura de estos desarrollos. El artículo de revisión a continuación, hace parte del proceso de investigación interdisciplinar adelantado por el proyecto “*Gestión del Recurso Pluvial y su uso potencial en la planeación del territorio*”. Busca aplicar el modelo sistémico en una escala de análisis de ciudad, al privilegiar dos variables: la normativa, que revisa el marco legal rector de Bogotá, frente al manejo de este recurso; y la ambiental, que presenta la importancia dentro del ciclo del agua de los humedales y los acuíferos, y establece su relación con el recurso pluvial a través de las escorrentías.

Palabras clave: Recurso Pluvial, Humedales, Acuíferos y Escorrentías

ABSTRACT

Today's cities face increasingly complex situations, nourished by demographic, economic and social factors.

The extreme environmental conditions caused by climate change are added. These situations are evident in longer periods of flooding or drought, environmental disasters that harm the quality of habitat, both urban and rural. Faced with this problem, there have been proposals for ensuring sustainable spatial structures, improve and mitigate the impact of our dual-track development models against the planet. These are proposals such as the use of rainwater resource, considered as one of the “clean alternative” in pursuit of these developments. The review article then is an interdisciplinary research process advance for the project “*Rainwater Resource Management and its potential in land use planning*”. Seeks to apply the systemic model in a scale analysis of city, privileging two variables: the regulations, revising the legal framework governing Bogotá, facing the management of this resource; and environmental, that presents the importance of water in wetlands and aquifers cycle, and establishes its relationship with the use of rainwater through runoff.

Keywords: Rainwater Resource, Wetlands, aquifers and Runoff

• Docente investigadora y de programa de Arquitectura. Fundación Universidad de América. elvia.casas@investigadores.edu.co

INTRODUCCIÓN

Las ciudades se han convertido en lugares con alta densidad poblacional (Ng, 2012). Al ocupar el territorio, no solo lo transforman según la cosmovisión humana, sino también, a partir de las necesidades colectivas y personales nacidas del intercambio de la especie con el mundo. El crecimiento de las urbes trae consigo profundas transformaciones en el paisaje, generando zonas cada vez más urbanizadas y menos verdes, y cambios en las condiciones de habitabilidad de los entornos urbanos. Nuevos grupos humanos conglomerados, acoplándose a las eventuales actividades y ocupaciones dadas en las ciudades, nuevos terrenos son ocupados y construidos a través del tiempo; se consolidan tipologías y morfologías que reseñan épocas pasadas; se realizan construcciones espontáneas sin planeación o, al contrario, intervenciones individuales fragmentadamente, que han consolidado los perfiles urbanos dibujando la actual imagen de las ciudades. Esa carencia de planeación integral y sistémica, afecta el futuro desarrollo y la supervivencia de las colectividades humanas, especialmente las urbanas.

Las ciudades mutan, de un territorio predominantemente natural hacia uno artificial (Gordillo, 2005), sin visualizar el impacto generado sobre sí mismas y sobre el planeta, en el corto y el largo plazo. Se suman las deficiencias creadas y los malos desarrollos urbanos. Así, las soluciones y buenos intentos parciales no bastan para cambiar el futuro del planeta y, sin desdeñarlos, al contrario, observando su encomiable labor, deben considerarse los cambios futuros como dependientes de los esfuerzos conjuntos del colectivo humano, y de parámetros y lineamientos globales, considerando los hábitats local y planetario.

Los cambios en el clima del planeta ya se hacen notorios. Las variaciones en las temperaturas y el incremento de periodos secos, más los eventos de lluvias sobre las ciudades, son cada vez más frecuentes. Nuestras formas

de planeación y desarrollo urbano, pocas veces, se encuentran preparadas para estas nuevas condiciones. Así son habituales las noticias sobre inundaciones o sequías extremas.

Estos eventos, además de impactar la economía y las condiciones de habitabilidad, entre otros, degradan los ecosistemas y, por supuesto, la visión y el discurso de sostenibilidad a implementar, en las urbes contemporáneas, visto desde una mirada lejana.

METODOLOGÍA

La investigación se soporta en el modelo sistémico (El modelo sistémico del arquitecto Julio César Gómez Acuña, en el texto "Enfoque Analítico y Sistémico, hacia la coordinación técnica total en arquitectura" propone el análisis a partir de las relaciones entre sistemas y subsistemas, que permiten abordar la mirada sobre la arquitectura de manera integral), buscando desarrollar una mirada integral sobre el problema de la gestión del recurso pluvial y su uso en la arquitectura. A partir de los sistemas propuestos por este modelo, en este primer avance se prioriza el análisis del sistema normativo y del sistema ambiental, observando tanto el marco legal rector de la gestión del recurso, como el impacto que tiene en la estructura ecológica principal.

RESULTADOS

Se espera delinear el marco normativo y observar su pertinencia, frente al manejo del recurso pluvial, y observar la relación del recurso, parte de la estructura ecológica principal, especialmente, con los humedales y acuíferos. En estos últimos se trata de poner en evidencia, el impacto que tiene el aumento y descenso de las aguas lluvias y sus escorrentías, así como dar una mirada a nuevas propuestas ambientales que repercutirían en la planeación y gestión territorial.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

Bogotá y sus políticas frente al manejo del agua

La ecología se:

“(…) delinea como la primera ciencia nueva, una ciencia entre el hombre y la naturaleza, capaz de poner en relación múltiples dimensiones, aisladas hasta ese momento en campos disciplinares diversos” (Morin, 1980)

La legislación Colombiana, y su aplicación en Bogotá, ratifican su compromiso frente al manejo del recurso hídrico, a través de diversos convenios. Entre ellos, cabe destacar los siguientes: el Convenio de biodiversidad biológica de 1992, con la Ley 165 de 1994. Ésta busca avanzar y promover la conservación del agua. La suscripción en la Cumbre del Milenio (2000), ratificada mediante el CONPES Social 91, de 2005 tiene un especial interés en: “Garantizar la sostenibilidad ambiental, estableciendo como meta la reducción a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable para el año 2015” (Alcaldía Mayor de Bogotá. 2011).

En consonancia, se trata la Ley 142 de 1994, en cuyo artículo 2º, define que la participación del Estado está enmarcada en los siguientes fines:

“2.2: Ampliación permanente de la cobertura mediante sistemas que compensen la insuficiencia de la capacidad de pago de los usuarios; 2.3 Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico; 2.4 Prestación continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito.

El “el Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), incluyó los lineamientos relacionados con la importancia del manejo sostenible del recurso hídrico, los mecanismos de comando y control (concesión de aguas, la reglamentación de corrientes y el permiso de vertimientos) sustentados en la noción del agua como bien de uso público. También, instrumentos de planificación (planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas; cobro de la tasa de uso y la tasa retributiva por vertimientos puntuales) entre otros (Alcaldía Mayor de Bogotá. 2011).

El siguiente cuadro amplía el marco normativo actual del Distrito Capital y del Estado Colombiano. A pesar de no hacer referencia al uso específico del agua lluvia, sí determina su manejo como elemento potencial y sostenible.

Cuadro no. 1. Marco normativo para el manejo del recurso hídrico en el Estado colombiano y el Distrito capital.

Ley /Decreto/Art.	Propósito
Art 1- Constitución Política de Colombia	“Obliga a las autoridades públicas, y en este caso al Distrito Capital, a desplegar las conductas que sean necesarias para garantizar efectivamente estos derechos inherentes al ser humano.
Art 365- Art 366 Constitución Política de Colombia	...“es deber del Estado asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos a todos los habitantes del territorio Nacional, para lo cual debe mantener el bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la población, propendiendo por la solución de necesidades insatisfechas en saneamiento ambiental y el agua potable, siendo temas prioritarios en la definición del gasto público sobre cualquier otra asignación, los cuales deben ser definidos en los planes y presupuestos de la Nación y de las entidades Territoriales.”
Declaración de los Derechos Humanos 1948- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Numeral 15	“...define el derecho al agua como el derecho de todos y todas a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico”

Ley /Decreto/Art.	Propósito
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro en junio de 1992,	“...busca proteger la integridad del sistema ambiental y el desarrollo mundial.”
Convenio sobre biodiversidad biológica, Ley 165 de 1994	“Pretende avanzar y promover la conservación de la diversidad biológica.”
Colombia suscribió la Cumbre del Milenio (2000) y ratificó mediante el CONPES Social 91 de 2005,	“Garantizar la sostenibilidad ambiental, estableciendo como meta la reducción a la mitad el porcentaje de personas que carezcan de acceso sostenible al agua potable para el año 2015”
Ley 142 de 1994 en el artículo 2o en el marco de los artículos 334, 336, y 365 a 370 de la Constitución Política	“Define la intervención del Estado en los servicios públicos ...”Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico”
Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974)	“La importancia del manejo sostenible del recurso hídrico, los mecanismos de comando y control (concesión de aguas, la reglamentación de corrientes y el permiso de vertimientos) sustentados en la noción del agua como bien de uso público; e instrumentos de planificación (planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas; cobro de la tasa de uso y la tasa retributiva por vertimientos puntuales) entre otros”
Decreto Distrital 190 de 2004 Plan de Ordenamiento Territorial -POT en su artículo 77	“El sistema hídrico deberá ser preservado, como principal elemento conector de las diversas áreas pertenecientes al sistema de áreas protegidas por lo tanto, es pieza clave para la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales que estas áreas le prestan al Distrito”, y así mismo, en los artículos 44 y 45, el Plan de Ordenamiento Territorial concibe a los planes maestros como instrumentos estructurantes de primer nivel de jerarquización; en cuyo desarrollo el Decreto Distrital 314 de 2006 adopta el Plan Maestro del Sistema de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá Distrito Capital.”
Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá Distrito Capital,	“fortalecer las herramientas de planeación y control de gestión del recurso hídrico en el ámbito de la ciudad de Bogotá D.C. y su región de influencia”, y “fomentar la identidad, apropiación, pertenencia, participación y solidaridad de la población en relación con la Gestión Integral del Agua en el Distrito Capital”, contemplando adicionalmente un enfoque regional para el recurso hídrico”
Decreto Distrital 456 de 2008 mediante el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del D.C.-PGA 2008 – 2038	“Ordenamiento y gestión de la ciudad-región”, “la Calidad del agua y regulación hidrológica” y el “Uso eficiente del agua”
Acuerdo 347 del 23 de diciembre de 2008	“...se establecen los lineamientos de la política pública del agua en Bogotá, D. C.”, dentro de los cuales se expresa el “aprovechamiento sostenible, cambio cultural y educativo e incentivos y acciones; adoptar las medidas necesarias para garantizar la disponibilidad, la calidad y la accesibilidad del agua potable a los niños, niñas, infantes y adolescentes en las instituciones educativas del Distrito Capital y los establecimientos que atiendan esta población.”
Art. 6 del Acuerdo 347 del 23 de diciembre de 2008	“establece que los lineamientos de Política Pública se materializarán en la formulación del Plan Distrital del Agua, el cual se realizará para un período mínimo de diez (10) años y guarda corresponsabilidad, articulación y armonía con los Planes Maestros de Acueducto y Alcantarillado y demás instrumentos de planificación.”
DECRETO 485 DE 2011 (Noviembre 3)	“Por el cual se adopta el Plan Distrital del Agua”

Fuente: Alcaldía Mayor de Bogotá. 2011- DECRETO 485 DE 2011 (Noviembre 3)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

La normativa vigente, presenta un panorama, soportado en el uso sostenible del recurso, atendiendo desde los derechos al consumo de agua potable, hasta el cuidado de ecosistemas, concientización de la población sobre su uso, y la formulación de Planes. Se busca este recurso se convierta en un elemento determinante en la planificación y gestión de la ciudad. Sin embargo, la implementación de las leyes, normas, decretos y planes, se vuelve confusa a la hora de su ejecución. Tanto así que, después de la legislación del 2006, determinante de las medidas para la mitigación de inundaciones:

“Con los decretos 619 de 2000, el decreto 314 del 2006 se definen las medidas para la mitigación de los riesgos por inundación, el drenaje de aguas lluvias y residuales, el servicio de alcantarillado pluvial la regularización y manejo de cuencas” (Decreto 619 del 2000 y Decreto 314 del 2006)

La ley del 2010 ordena la reglamentación de un sistema de drenaje urbano, mediante el Decreto 043 de 2010, adoptando el Plan de Ordenamiento Zonal del Norte. Ordena:

“(…) ordena en su artículo 17 la reglamentación del drenaje urbano sostenible del Distrito Capital. La Secretaría Distrital de Ambiente –SDA-, la Secretaría Distrital de Planeación –SDP- y la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá -EAAB-concertarán los lineamientos técnicos de drenaje urbano sostenible del Distrito Capital, que serán adoptados mediante resolución de la Secretaría Distrital de Ambiente”.

No ha sido posible implementar un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS), que sirva a la ciudad de manera integral, a pesar de que:

“La Secretaria Distrital de Ambiente, a través de la Resolución 6523 de 2011, definió: “Que para la implementación de los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS), se tuvo en cuenta el producto 4.1.15 - lineamientos paisajísticos - elaborado dentro de los alcances de la consultoría de la Empresa de Acue-

ducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) con la cual se ejecutaron los estudios de Factibilidad técnica, ambiental, económica y financiera para el desarrollo de la infraestructura de acueducto y alcantarillado sanitario y sistema de drenaje pluvial del borde norte de la ciudad de Bogotá”(Secretaria Distrital de Ambiente, 2011).

Actualmente, y a pesar de las normas vigentes. Bogotá teniendo graves problemas de inundaciones en diversos sectores de la ciudad.

Precipitación en Bogotá histórico

El concepto de precipitación hace referencia a cualquier forma de hidrometeoro, conformado por partículas acuosas de forma sólida o líquida, que caen de las nubes y llegan al suelo. Existen varios tipos de precipitación, dependiendo de la cantidad o las forma en que caen las partículas. El diámetro se halla generalmente comprendido entre 0,5 y 7 mm, (1 mm de precipitación es la lámina que alcanzaría un litro de agua sobre una superficie de un metro cuadrado, sin que se evapore o percole), y caen a una velocidad del orden de los 3 m/s.

Cuadro No. 2. Histórico de precipitación en Bogotá

Fecha 2009	Precipitación Mensual PMPLL (mm)
2009-01	31
2009-04	
2009-05	77,30
2009-10	104,50
2009-12	62,70

Fecha 2010	Precipitación Mensual PMPLL (mm)
2010-01	13,90
2010-04	151,70
2010-05	163,50
2010-10	132,40
2010-12	122,80

Fecha 2011	Precipitación Mensual PMPLL (mm)
2011 -01	44,20
2011-04	169,80
2011-05	122,10
2011-10	111
2011-12	96,90

Fecha 2012	Precipitación Mensual PMPLL (mm)
2012 -01	49,50
2012-04	144,40
2012-05	33,50
2012-10	111
2012-12	54,10

Fecha 2013	Precipitación Mensual PMPLL (mm)
2013 -01	8,40
2013-04	119
2013-05	100,90
2013-10	72,70
2013-12	71,70

Fecha 2014	Precipitación Mensual PMPLL (mm)
2014 -01	49,40
2014-04	61,80
2014-05	77
2010-10	103,50
2014-12	131,90

Fuente: La autora.

Los cuadros anteriores presentan algunos de los datos históricos recopilados por el Observatorio Ambiental de Bogotá. Se relacionan el primer y último mes del año, y los meses que se resaltan son aquellos en los que se ha registrado históricamente incrementos en la pluviosidad. Los cuadros referencian algunas imágenes, reiterando los daños por inundaciones, presentes tras las altas precipitaciones. Demuestran que, a pesar de las disposiciones vigentes, Bogotá y la Sabana no se encuentran, diseñadas ni pre-

paradas para enfrentar estos fenómenos, y los efectos que los mismos generan.

“Los valores a partir de enero de 2011 corresponden a promedios mensuales calculados con base en el criterio de representatividad temporal de al menos el 75% de los datos, establecido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial en el año 2010” (Secretaría de ambiente de Bogotá).

De igual manera los fenómenos de precipitación se relacionan con el cambio climático. La siguiente figura observa el fenómeno de la Niña y del Niño, su intensidad y comportamiento, desde su inicio hasta su finalización. Los análisis realizados en el marco del PRICC, a partir de datos climáticos históricos (1950–2011), muestran la variabilidad climática interanual, presentando eventos cada vez más frecuentes y, en el caso de las últimas Niñas, van de moderados a muy fuertes (figura 1).

Esto es corroborado por el comportamiento a nivel nacional, donde la ocurrencia de los últimos fenómenos de La Niña muestran cada vez más lluvias. Por ejemplo, en el periodo 1951–1970 cayeron 154,4 mm, mientras en el periodo 2001–2010, cayeron 178,5 mm. De otro lado, de los diez años más calientes, durante el periodo 1960 a 2011 en el país, ocho estuvieron bajo la influencia de El Niño (Benavides & Rocha, 2012; en IDEAM & PNUD, 2014).

Plan de acciones Bogotá

La ciudad de Bogotá propone, de manera específica a través de su Plan de Desarrollo, ejes de trabajo donde se definen múltiples variables, participantes y ayudantes en la construcción del espacio y la vida urbana. Estas variables permean el enfoque de la administración vigente, la cual busca pero en muchos casos no continúa. Se rompe así con la continuidad en la implementación de estos planes (Massiris, 2002). A pesar de ello, el actual Plan de Desarrollo de Bogotá “Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

Figura No.1 Comportamiento Histórico de los Fenómenos de la Niña y el Niño en la Capital

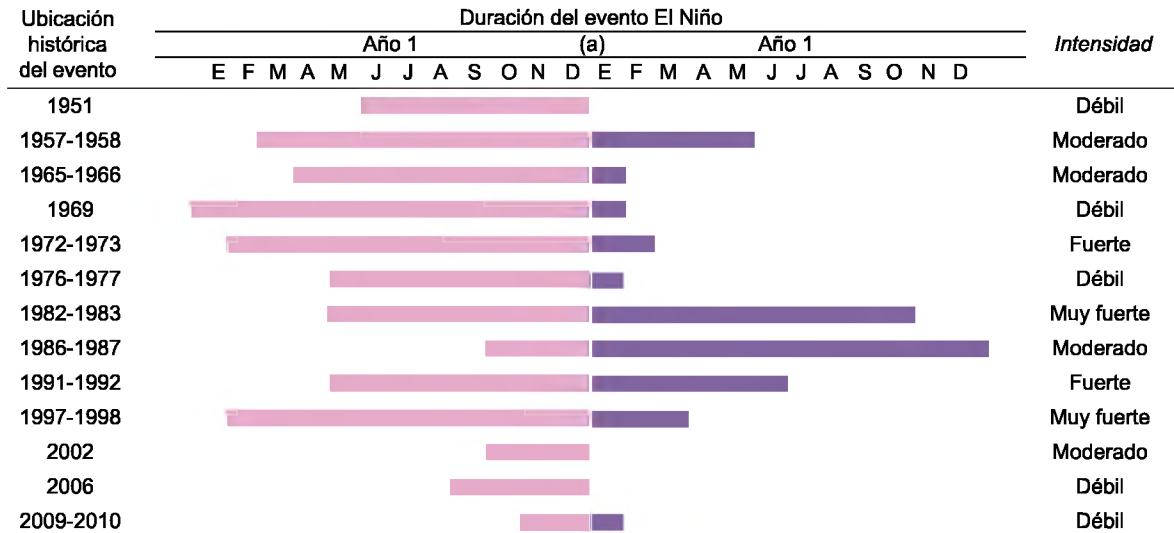
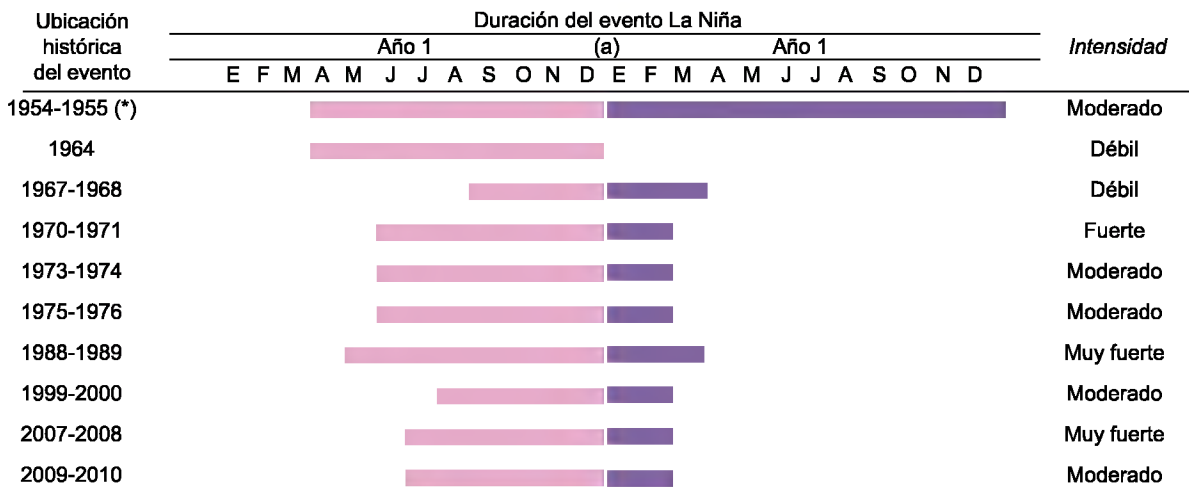


Figura 1A



(*) Terminó en enero de 1956

Figura 1B. Épocas de comienzo y finalización del fenómeno El Niño (figura 1A) y La Niña (figura 1B) ocurridos en los últimos 60 años, con su respectiva intensidad y duración, identificados por las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en el océano Pacífico central (Región Niño 3).

Fuente: IDEAM, PNUD (2014).

Figura 2. Poster sobre el impacto del fenómeno del niño.



Fuente: IDEAM, PNUD (2014)

2016”, recoge intereses de Planes anteriores y determina, además, la necesidad de incorporar el componente ambiental y, especialmente el recurso hídrico, en la planeación futura de la ciudad. Esto queda manifiesto en el artículo 23 de éste Plan, el cual:

“(…) reconoce la necesidad urgente que tiene el Distrito de superar el modelo de ciudad depredador del medio ambiente aplicando un enfoque de ecourbanismo... y define que las políticas de ordenamiento del territorio, gestión ambiental y gestión del riesgo estarán ar-

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

ticuladas para enfrentar el cambio climático. Se dará prioridad a la atención de los conflictos sociales y ambientales de los asentamientos informales en zonas de riesgo, combinando reasentamiento y adecuación, para reducir su vulnerabilidad física, asegurar el equilibrio de cargas sobre los ecosistemas y proveer a la ciudad de corredores ecológicos para la conectividad del agua y las dinámicas ecosistémicas que reduzcan el consumo de suelo, agua, energía y materiales, y minimicen el impacto sobre el medio natural” (Plan de Desarrollo 2012-2016, Bogotá Humana. Pág. 182)

El Plan hace énfasis en el desarrollo y la proyección urbana, desde el conocimiento de los ecosistemas y el territorio, hasta la observación de varios aspectos: la recuperación de afluentes, la promoción y mejora de los niveles de permeabilidad de las superficies, en el espacio construido, y especialmente en lo público. Este enfoque, ha sido ya propuesto para ciudades medias, como es el caso de *Coyhaique* y *Cochrane XI*, Región de Aysén, cuyas condiciones de urbanización son relativamente bajas, respecto del territorio natural, siendo por ello factible proponer modelos futuros más conscientes y coherentes con los ecosistemas allí formados (Araneda, Sierra, 2013).

A pesar de que las condiciones de partida son muy distintas, en el caso Bogotano, el espíritu del Plan propone recuperar parte de los ecosistemas aún existentes, desde alguno de sus siete objetivos. Entre ellos se resalta la visibilización del:

“(…) medio natural y el entorno del agua y situar la naturaleza en el centro de las decisiones para la planeación del desarrollo de la ciudad. El agua se constituirá en un componente esencial de la planeación urbana y del desarrollo... La gobernanza del agua partirá de considerar una visión integral de cuenca para el río Bogotá, sus afluentes y demás cuerpos de agua, en un sistema que integra el agua superficial, freática y subterránea, el clima y los demás sistemas que conforman su ciclo. Se buscará, además, la generación de

espacio público verde como una oportunidad para mejorar la capacidad de absorción hídrica del tejido urbano” (Plan de Desarrollo 2012-2016 Bogotá Humana. Pág. 182)

De igual manera define, en su Plan Distrital del Agua, “Agua para todos”, algunas líneas de intervención contemplando, desde la calidad del agua, la cultura frente al manejo del recurso hídrico, de las poblaciones jóvenes, el derecho sobre éste y de los lineamientos estratégicos (en donde el re-uso, la calidad y las aguas lluvias entran a ser variables importantes) (Pérez, 2011).

Se destacan del desarrollo de estos lineamientos, los expresados en la estrategia 1. Éstos consideran la Ordenación del Territorio a partir de tratar el agua como eje articulador, a través de la formulación de un plan de manejo de aguas subterráneas, y priorizando la protección, recuperación y sostenibilidad del recurso, entre otros. De la estrategia 2, la recuperación integral de los humedales.

Con este panorama, la gobernanza del agua plantea tres instancias necesarias- De desarrollarse de manera integral, proponen reconsiderar y mejorar los ciclos del agua, tanto superficial como subterránea. Estas tres instancias son:

- Recuperación de humedales urbanos.
- Manejo y ordenamiento para la conservación de los Cerros Orientales.
- Conservación de otras áreas urbanas protegidas Unidas a estas tres instancias se encuentran la incorporación de medidas como el desarrollo de los SUDS, el manejo de cubiertas verdes y la utilización del agua lluvias entre otras, con el fin que de forma particular se logre mitigar los problemas de aguas en la ciudad y su utilización ya sea desde el campo de la planeación física del territorio como desde la utilización y reserva.

Agua para Bogotá

Humedales y Acuíferos

El observatorio del medio ambiente define los humedales como:

“(…) ecosistemas de gran valor natural y cultural, constituidos por un cuerpo de agua permanente o estacional de escasa profundidad, una franja a su alrededor que puede cubrirse por inundaciones periódicas (Ronda hidráulica) y una franja de terreno no inundable, llamada Zona de Manejo y Preservación Ambiental. Estas áreas (Ronda hidráulica y Zona de manejo y preservación ambiental) deben tener un tamaño acorde con las características eco sistémicas particulares. Estos ecosistemas están asociados a las cubetas y planos de desborde de los ríos, razón por la cual su biota, los flujos de nutrientes, materia y energía están adaptados a las fluctuaciones y comportamientos de sus sistemas hídricos asociados” (Política de humedales del Distrito Capital)

Ampliando esta definición, la Convención Ramsar cuya misión es el uso racional de los humedales, determina que los humedales se pueden entender como toda serie de reservas naturales de agua y algunos sitios artificiales dispuestos para reserva o explotación, así la convención incluye:

“(…) lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, reservorios y salinas” (ramsar.org).

El Distrito Capital tiene declarados 14 humedales en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT): Torca y Guaymaral, La Conejera, Córdoba, Tibabuyes o Juan Amarillo, Jaboque, Santa María del Lago, Capellanía, Meandro del Say, Techo, El burro, La Vaca y Tibanica.

Adicionalmente, mediante Acuerdo del Concejo de Bogotá se declara el humedal Salitre. La relación de los humedales y los acuíferos con la pluviosidad, viene determinada especialmente por la capacidad de retención y absorción del humedal:

“El humedal actúa como una gran esponja que retiene el exceso de agua durante los períodos lluviosos, reservándola para las temporadas secas, por lo que regula los efectos perjudiciales de las crecientes de los ríos y los consecuentes riesgos de inundación. Además aporta grandes volúmenes de agua a los acuíferos (aguas subterráneas), regulando el nivel freático y contribuyendo al mantenimiento de los manantiales. Así mismo, reduce la contaminación del agua, pues las plantas lacustres propias del humedal retienen sedimentos y metales pesados, por lo que funcionan como digestores de materia orgánica y purificadores naturales de las aguas contaminadas” (bogota.gov.co).

Sin embargo, a pesar de estar declarados, y de constituirse en Zonas de manejo y preservación ambiental, la reducción de humedales en la ciudad de Bogotá se ha incrementado, por la ampliación y utilización del suelo construido:

“En los humedales que forman parte de grandes ciudades, como es el caso de Bogotá, la sociedad interactúa con los ecosistemas, modificándolos, aun cuando depende de ellos para su supervivencia a largo plazo. Desde el punto de vista biofísico, los daños a estos sistemas y a su diversidad biológica son sinérgicos, es decir, se combinan o multiplican en un radio de afectación tan amplio que pocas veces pueden estar bajo el control humano y sus efectos pueden llegar a ser devastadores” (bogota.gov.co).

Además:

“The predominant tendency of development and growth of cities has reduced important ecosystems through deforestation and degradation. In the city of Bogota, the area of wetlands in 1940 was 50.000 hectares, but

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

today it stands at only 773 hectares” (Renjifo, en Sandoval 2012).

Esta realidad urbana, la de cubrir una población creciente, es opuesta a la necesidad de conservar, preservar y cuidar los recursos naturales. A pesar de que los lineamientos del informe Brundtland proponen un desarrollo sustentable, la realidad de la Capital es diferente:

“En cuanto a los problemas que afectan la disponibilidad de agua, que es la base fundamental para la persistencia de los humedales se encuentra la fragmentación de ecosistemas. Hay dificultad en la armonización de los humedales con el entorno urbano. La incompatibilidad de algunas actividades urbanas como los generados por el tráfico vehicular, y algunos sectores de vivienda contiguos y prácticas como la cría de animales, la separación de residuos, los talleres de mecánica, entre otras, afectan de manera directa el ambiente natural de los humedales” (SISLOA en Mora, 2013).

Unido a esta fragmentación de ecosistemas, viene el aumento de la contaminación de la ciudad, frente a lo cual los humedales actúan como descontaminantes, y el comportamiento alterante en la pluviosidad. En relación con los humedales, se presentan comportamientos diferentes en temporadas secas y en temporadas de lluvia.

Un estudio realizado por la Facultad de Ciencias de la Salud sobre el humedal Jaboque (Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico, de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca), obtuvo:

“(…) como resultado un recuento significativamente alto en UFC/100mL de coliformes totales y *Enterococcus* spp., con un comportamiento similar en época seca y época de lluvia, mientras que la cantidad de *Escherichia coli* aumentó en época de lluvia” (Avila de Navia & Estupiñan & Torres & Grajales, 2014).

Estas dificultades, observadas ya desde la década del 60, motivaron el desarrollo de la

Convención Ramsar. Esta observó el rápido deterioro y la degradación de los humedales continentales y costeros, frente a otros ecosistemas. Esta vulnerabilidad de los humedales tenía como problema básico, a la importancia y al valor dado al desarrollo económico, y a los cambios de uso del suelo, observando como factores principales del deterioro los siguientes:

“La falta de recursos hídricos para los humedales, en relación con el papel esencial que desempeñan los humedales en el ciclo hidrológico mundial;

- La creciente demanda de extracción de agua, en particular para la agricultura de riego;
- Las consecuencias de un clima cambiante, cada vez más extremo e impredecible; y
- La falta de un conocimiento cabal del valor de los humedales y sus servicios (valoración de los humedales) que sirva de base para la adopción de decisiones y de compromisos sensatos” (Plan Estratégico Ramsar 2008).

Este esfuerzo de recuperación y visibilización del agua como recurso de Planeación del Territorio Urbano, procura el manejo sostenible de los humedales. El Distrito adopta lo planteado en “el marco de los postulados y normas superiores para la gestión pública de los humedales, contenidos en la Constitución Política, la Ley 99 de 1993, la Ley 357 de 1997 a través de la cual se incorporó a la legislación nacional la Convención Ramsar, la Ley 388 de 1997, el Decreto Distrital 190 de 2004 por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003 sobre ordenamiento territorial, la Política Nacional para Humedales Interiores formulada en el año de 2002 por el Ministerio de Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con una visión de sostenibilidad de los sistemas hídricos del país con el propósito de la conservación y uso sostenible de los humedales como ecosis-

temas estratégicos, la Resolución 157 de 2004 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial mediante la cual se reglamenta el uso sostenible, la conservación y manejo de humedales, y se desarrollan aspectos relativos a la aplicación de la Convención Ramsar, y a través del DAMA *“hoy Secretaría Distrital de Ambiente, estableció la Política de Humedales del Distrito Capital en el año 2006”* (Decreto 624 de 2007).

La Política de Humedales del Distrito estableció como objetivos los siguientes:

- “1. Reconocer, generar y socializar diferentes formas de conocimiento sobre los humedales, como soporte del desarrollo cultural, el disfrute de los ecosistemas, el diálogo y la toma de decisiones frente a la conservación y la sostenibilidad social.
2. Reconocer, articular, regular, promover y defender las relaciones entre la sociedad y los ecosistemas de humedal, de tal manera que contribuyan a la conservación de éstos.
3. Recuperar los atributos y las dinámicas de los ecosistemas de humedal, teniendo en cuenta los demás objetivos y principios de la Política Distrital.
4. Conservar la estructura y función de los ecosistemas de humedal, con especial atención a su diversidad biológica.
5. Adecuar y regular la calidad y cantidad de agua de los humedales del Distrito Capital, para la protección y rehabilitación de procesos ecológicos y el cuidado de la salud pública, contribuyendo a la estabilidad de los ciclos hidrológicos de la ciudad-región.
6. Orientar y promover el uso público de los valores, atributos, funciones y, en particular, de la diversidad biológica de los humedales atendiendo las prioridades de conservación y recuperación”. (Secretaría de Ambiente de Bogotá)

De igual manera, la Secretaría de Ambiente, normaliza la gestión del recurso hídrico subterráneo

“La Secretaría de Ambiente elaboró en el año 1999 un modelo hidrogeológico para los Acuíferos de Bogotá, esta herramienta ha servido para planificar la explotación del recurso y determinar los criterios técnicos para el otorgamiento de las concesiones dentro de la explotación del recurso hídrico Subterráneo RHS en la ciudad” (Secretaría de Ambiente de Bogotá).

La gestión de este recurso regula la explotación de pozos existentes, con miras al desarrollo de modelos sostenibles. Se contemplan en la verificación de volúmenes, como tomas de muestras físico químicas del agua explotada, y la implementación de programas de ahorro y uso eficiente. También hace notar los riesgos hacia el recurso generados por riesgos ambientales y para la salud:

“Las aguas subterráneas están expuestas a diversos riesgos de carácter ambiental como son:

- Contaminación de los acuíferos por derrame o fuga de sustancias tóxicas en la superficie o bodegas que posteriormente se infiltran. (aceites y grasas, aguas residuales, residuos, químicos, etc.)
- Contaminación con hidrocarburos por filtración de tanques de almacenamiento subterráneo o derrames accidentales.
- Sobre explotación de los Acuíferos poniendo en riesgo la recarga y normal funcionamiento del mismo.
- Inadecuado mantenimiento de los sistemas de extracción de los pozos.
- Contaminación biológica de las aguas subterráneas por sobrealimentación o mal funcionamiento de sistemas sépticos o fugas en la red de alcantarillado.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

- Eliminación, impermeabilización o urbanización de las zonas de recarga de los acuíferos.
- La salud de las personas o animales que beban o estén en contacto con aguas contaminadas puede ponerse en peligro, en particular si se tiene en cuenta que para la manufactura de muchos productos de consumo se utiliza las aguas subterráneas.
- La contaminación de las aguas subterráneas impide el uso futuro para el consumo humano y algunos casos industrial, comercial o agrícola". (<http://www.ambientebogota.gov.co>)

Frente a estos riesgos existen otros, no mencionados, como los generados por la escorrentía superficial. Actualmente existen investigaciones centradas en el manejo de las escorrentías superficiales, frente a la calidad de las fuentes hídricas, entendiendo tanto los humedales como las aguas subterráneas. Son importantes en la gestión del recurso hídrico, no solo por ser una opción natural de descontaminación, sino por la posibilidad de mantener el nivel freático de los suelos. También, de servir de fuentes futuras de abastecimiento. Esta relación entre la calidad del agua lluvia y las fuentes receptoras, es fundamental para estudiar y planear acciones integrales sobre el territorio.

"Las aguas de lluvia en ambientes urbanizados se recogen para ser vertidas en diferentes cuerpos hídricos, y pueden ayudar como caudales de dilución en cuerpos contaminados y para otros usos humanos; sin embargo, muchas veces no llegan con las condiciones fisicoquímicas óptimas, debido, a que durante el primer intervalo de tiempo en un evento de lluvia, el proceso de escorrentía y el lavado atmosférico aportan contaminantes que se reflejan en las concentraciones de la precipitación, fenómeno conocido como first flush. Los contaminantes asociados al first flush en las áreas urbanas, se deben a las diferentes actividades humanas que por el lavado atmosférico y las superficies receptoras (calles, avenidas, parques, cubiertas, etc.), son introducidos al

agua por diferentes procesos físicos y químicos" (Peña, 2012).

Estas formas de contaminación del evento de lluvia estarán igualmente asociadas a los usos del suelo. Se determinan en estos usos diversos, los tipos y magnitudes de contaminación. Pueden ir desde los sedimentos hasta los sólidos suspendidos, coliformes fecales, materia orgánica, materiales pesados, entre otros (Peña Guzmán, 2012).

Para tratar de reducir la contaminación del agua lluvia, se ha propuesto la creación de humedales superficiales, cuyas tipologías varíen acorde al tipo de flujo. Uno, si es libre (HFL), o la otra, humedales de flujo sub-superficial vertical u horizontal, (HSFH- HSFV). La utilización de una tipología u otra depende, del destino final que se le quiera dar a la escorrentía. Así por ejemplo, los HFL pueden ser utilizados en labores de riego, mientras que los HFSH pueden tratar las escorrentías urbanas (Peña, 2012).

Para proteger los humedales naturales, Bogotá ha implementado los humedales artificiales, ya que los colectores pluviales alimentadores aportan diferentes concentraciones de contaminantes. Esto, debido al efecto del primer lavado, y la existencia de conexiones sanitarias a estos sistemas, ejecutadas deficientemente. En el humedal de la Conejera, ubicado en la localidad de Suba, se construyó un humedal denominado Hato Chico. También se montaron dos humedales artificiales de flujo libre, llamados Camino Verde Occidental y Oriental. En el humedal Córdoba, se implementó un tratamiento con dos humedales, construidos con flujo sub-superficial horizontal, en un conjunto residencial llamado BoraBora. (Peña, 2012).

Las investigaciones lo demuestran: el uso de humedales artificiales, además de proteger los humedales naturales y las fuentes de agua subterráneas, son puntos de descontaminación importantes, frente a la contaminación de la escorrentía por primer lavado. Se reconocen actualmente como una estrategia plausible, una

variable determinante en el diseño, la planeación y la ejecución, especialmente de las ciudades.

CONCLUSIONES

Bogotá cuenta con un amplio marco normativo frente al manejo del agua, implementándose a través de organismos como la Secretaría de Ambiente. Sin embargo, de manera específica, este marco no ha abordado a profundidad el manejo del recurso pluvial.

De igual manera, el crecimiento y las fuertes cargas producidas por la ciudad de Bogotá,

han continuado deteriorando partes de la estructura ecológica principal, como es el caso de los humedales y acuíferos, y su relación con los eventos de pluviosidad.

La normativa no ha abordado de manera contundente el problema, frente al aumento de la pluviosidad en temporadas de lluvia, y su descenso en temporadas secas. Por ello continúan presentándose inundaciones, con pérdidas escaladas para la ciudad y sus habitantes.

El Distrito ha implementado dos humedales artificiales para la ciudad, insuficientes para los nuevos eventos de pluviosidad.

REFERENCIAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá, (2011) "Decreto 485 de 2011. *Por el cual se adopta el Plan Distrital del Agua*". Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá Noviembre.
- Araneda, S. & Sierra, M. (2013) "Las dinámicas territoriales naturales como articuladores del espacio e imagen urbana. Coyhaique y cochrane xi Región de Aysén" *Revista AUS*, núm. 13, ps. 11-14 Universidad Austral de Chile Valdivia, Chile.
- Ávila, S., Estupiñán, S., Mejía, Á. & Mora, L. (2014) "La calidad bacteriológica del agua del humedal Jaboque (Bogotá, Colombia) en dos épocas contrastantes". Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Facultad de Ciencias de la Salud, Programa de Bacteriología y Laboratorio Clínico. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia/v36n2.47490>. *Caldasia* 36(2):323-329
- Benavides, H. & Rocha, C. (2012). "Indicadores que manifiestan cambios en el Sistema Climático de Colombia (Años y décadas más calientes y las más y menos lluviosas)". IDEAM-METEO/001-2012, NOTA TÉCNICA DEL IDEAM. Documento no publicado. En IDEAM Y PNUD, 2014. "Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital Bogotá – Cundinamarca- Documento de apoyo para la toma de decisiones" 2. p.15
- Espinoza, J. & Echeverry, D (2005). "Aplicabilidad Del Sistema LEED En El entorno colombiano". Bogotá: Universidad de Los Andes. Pág. N° 5.
- Giraldo, E. (2013). "Cuadernos de vivienda y urbanismo. ¿Combinar o separar? Una discusión con un siglo de antigüedad y de gran actualidad para los bogotanos". Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. ISSN 2027-2103. Vol. 6, no. 11, enero-junio 2013: 80-103Pág. 21 31
- Gómez, J. (2007). "Enfoque Analítico y Sistémico hacia la Coordinación Técnica Total en Arquitectura". Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Ibáñez, R. (2008) "Techos vivos extensivos: Una práctica sostenible por descubrir e investigar en Colombia". *Alarife: Revista de arquitectura* N° 16, pág.: 22-29.
- IDEAM, PNUD (2014) "Evolución de precipitación y temperatura durante los Fenómenos El Niño y La Niña en Bogotá –Cundinamarca". (1951-2012) Plan Regional Integral de Cambio Climático Bogotá: 2014. p. 5.
- IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, CAR, Corpoguvio, Instituto Alexander von Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, MADS, DNP. (2014) "Síntesis sobre la evaluación y proyección de la variabilidad interanual del clima relacionada con los fenómenos El Niño y la Niña". *Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC)*.
- Massiris, C. (2002) "Ordenación del territorio en América latina". Departamento de Geografía Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –UPTC Scripta Nova Universidad de Barcelona. Vol. VI, núm. 125, 1 de octubre.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: ARQUITECTURA, CIUDAD Y AMBIENTE

Morin, E. (1980). La ecología general, en *El método*, Tomo 2. Ediciones du Seuil, París.

Peña, C. (2012) "A run-off treatment by made wetlands –A review". *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 22, N° 2: 39–61.

Pérez, M. (2011) "Plan Distrital de Agua, "Agua para todos". Secretaría Distrital de Ambiente. Mayo.

Ramsar, C. (2008). "El Plan Estratégico de Ramsar para 2009-2015 Adoptado por la Resolución X.1 (2008) y ajustado para el trienio 2013-2015 por la Resolución XI.3 (2012)"

Sandoval, D. (2011) "Protected Areas in the City, Urban Wetlands of Bogotá".

Secretaría de Medio Ambiente. *Guía de Techos Verdes* (2013). Bogotá: Secretaría de Medio Ambiente.

SISLOA. (2007) "Agenta Ambiental Local: Cerro de Suba,» Mesa de Trabajo, Bogotá". En: Ardila Mora Juan Sebastián. (2013). *Análisis de la distribución temporal y espacial de Precipitación, como variable de riesgo en el cerro de Suba sector la aguadita*. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería. Tesis de grado en ingeniería civil. 2013. P32.

Weiler, S. & Scholz-Barth, K. (2009). "Green Roof Systems: A Guide to the Planning, Design and Construction of Building Over Structure" Ed. Wiley. P. 320

NORMAS Y DECRETOS

Constitución Política de Colombia Art 1- Art 365- Art 366

Declaración de los Derechos Humanos. (1948). Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Numeral 15

Conferencia de las Naciones Unidas. (1992) sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro. Junio de 1992.

Constitución Política. Ley 165 de 1994.

Convenio sobre biodiversidad biológica.

Colombia suscribió la Cumbre del Milenio (2000) y ratificó mediante el CONPES Social 91 de 2005,

Constitución Política. Ley 142 de 1994 en el artículo 2o en el marco de los artículos 334, 336, y 365 a 370 de la

Código Nacional de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974)

Decreto Distrital 190 de 2004 Plan de Ordenamiento Territorial -POT en su artículo 77

Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado para Bogotá Distrito Capital,

Decreto Distrital 456 de 2008 mediante el cual se reforma el Plan de Gestión Ambiental del D.C.-PGA 2008 – 2038

Acuerdo 347 del 23 de diciembre de 2008

Art. 6 del Acuerdo 347 del 23 de diciembre de 2008

DECRETO 485 DE 2011 (Noviembre 3)

Páginas Web Consultadas

<http://ambientebogota.gov.co/politicas-de-humedales-del-distrito-capital>

<http://observatoriocaldeenativa.info/documentos/diagnosticos/Humedales.pdf>

<http://www.ramsar.org>

<http://www.bogota.gov.co/guia/interfaz/usuario/anexos/Humedales.doc>

<http://www.ambientebogota.gov.co/en/web/sda/aguas-subterranas>

<http://www.elsespectador.com/invierno-bogota/imagen-lluvias-siguen-afectando-bogota>

<http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores>

<http://www.colombia.com/actualidad/nacionales/sdi/2088/alerta-amarilla-en-bogota-por-lluvias-mas-fuertes-de-los-ultimos-35-anos>

<http://vox-populi.com.co/distrito-detecta-ocho-puntos-criticos-en-el-sur-de-bogota-para-afrontar-temporada-de-lluvias/>

<http://www.caracol.com.co/noticias/bogota/fuertes-lluvias->

generaron-inundaciones-en-bogota-y-cundinamarca/20131107/nota/2009929.aspx

<http://www.elspectador.com/noticias/bogota/inundaciones-fuertes-lluvias-bogota-articulo-529038>