

GESTÃO INTEGRAL DOS RECURSOS HÍDRICOS EM BACIAS E ÁREAS URBANIZADAS. ANÁLISE CRÍTICA DA BACIA URBANIZADA DO RIO QUIBÚ, LA HABANA, CUBA.

MANEJO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN CUENCAS Y ZONAS URBANIZADAS. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA CUENCA URBANIZADA DEL RÍO QUIBÚ, LA HABANA, CUBA.

**JOSÉ EVELIO GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ¹
RAÚL BARTOLOMÉ MARSÁN²**

RESUMEN

Desde hace años existe una tendencia mundial al crecimiento urbano y a la formación de ciudades grandes y muy grandes, incluso megalópolis. En muchas de estas ciudades el desarrollo no es planificado o presenta una planificación deficiente, creando múltiples problemas; muchos de ellos de carácter hidrológico, que debe ser un factor básico en el planeamiento urbano.

El manejo de las aguas en las ciudades (entiéndase recursos hídricos), abarca un conjunto numeroso y complejo de aspectos. Esta cuestión no se aprecia siempre con toda claridad, y mucho menos se trata en su integralidad, tanto en la planificación urbana como en el ulterior desarrollo y manejo de estos asentamientos poblacionales; a pesar de ser indispensable para el desarrollo sostenible. Tal actividad comprende distintas esferas y un grupo numeroso y diverso de acciones, que no deben desarrollarse independientemente unas de otras, sino a partir del llamado "Manejo Hidrológico Integral" (gestión o manejo integral del agua: MIA); además, deben resolverse en el contexto urbano y peri-urbano, y tomando como marco de referencia toda la cuenca, o las cuencas hidrológicas a las cuales esté subordinado el territorio urbanizado.

En este trabajo se exponen las diversas formas de impacto de la urbanización en los sistemas hidrológicos naturales, los aspectos particulares concernientes al manejo de las aguas en las ciudades, las deficiencias y problemas que comúnmente se presentan, y en particular el análisis casuístico del comportamiento de esta problemática en dos áreas urbanas: la ciudad de México, de manera más general, y la cuenca Quibú, de modo más detallado, como ejemplo de caso de una cuenca urbanizada, localizada en La Habana.

Los dos ejemplos expuestos permiten apreciar que existe una variedad de aspectos dentro del MIA, una alta diferencia entre un caso y otro, y que la Gestión integral de las Aguas en zonas urbanas se caracteriza por su elevada complejidad.

¹ José Evelio Gutiérrez Hernández. Profesor Titular, Facultad de Geografía, UH, Cuba - joseevelio@geo.uh.cu

² Raul Bartolomé Marsán. Investigador, Instituto de Suelos, ACC, Cuba - marsan@insuelos.acc.cu

La parte final del trabajo recoge en síntesis los principales problemas y la situación crítica general de la cuenca objeto de estudio Quibú, desde el punto de vista hidrológico-ambiental, como es propio de cuencas pequeñas muy urbanizadas, la cual no presenta mejoría ninguna; así como un grupo de recomendaciones sugeridas por estos autores para dar solución a los problemas que la caracterizan.

Palabras claves: sistema hidrológico, cuenca urbanizada, gestión integrada de los recursos hídricos, análisis hidrológico-ambiental.

RESUMO

Há muitos anos existe a tendência mundial de crescimento urbano e à formação de cidades grandes e muito grandes, inclusive de megalópoles. Em muitas destas cidades o desenvolvimento não é planejado ou, quando este ocorre, é deficiente, criando múltiplos problemas, muitos deles de caráter hidrológico. O manejo das águas nas cidades (entenda-se recursos hídricos) abarca um conjunto numeroso e complexo de aspectos. Esta questão não é sempre apreciada com total clareza e muito menos com sua integralidade, tanto no planejamento urbano como no posterior desenvolvimento e manejo destes assentamentos populacionais, apesar disto ser indispensável para o desenvolvimento sustentável. Tal atividade compreende distintas esferas e um grupo numeroso e diverso de ações, que não devem desenvolver-se independentemente umas das outras, e sim, a partir do chamado “Manejo Hidrológico Integral” (gestão ou manejo integral da água: MIA). Ademais as questões devem ser resolvidas no contexto urbano e peri-urbano, tomando como marco de referência toda a bacia, ou as bacias hidrológicas às quais o território urbanizado está subordinado. Neste trabalho são expostas diversas formas de impacto da urbanização nos sistemas hidrológicos naturais, os aspectos particulares concernentes ao manejo das águas nas cidades, as deficiências e problemas que comumente se apresentam e, em particular, a análise de caso do comportamento desta problemática na bacia hidrográfica do rio Quibú, localizado na região de Havana, Cuba.

Os dois exemplos expostos permitem observar que existe uma variedade de aspectos dentro do MIA, uma grande diferença entre um caso e outro, e que a gestão integral das águas nas zonas urbanas se caracteriza pela sua elevada complexidade.

A parte final do trabalho descreve em síntese os principais problemas e a situação crítica geral da bacia Quibu, objeto deste estudo, desde o ponto de vista hidrológico-ambiental, como é próprio de bacias pequenas muito urbanizadas que não apresentam nenhuma melhoria; assim como um conjunto de recomendações sugeridas pelos autores para solucionar os problemas identificados.

Palavras-chave: sistema hidrológico, bacia urbanizada, gestão integrada dos recursos hídricos, análise hidrológico-ambiental.

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo hace un análisis de la problemática hidrológica abordada, muy extendida en las cuencas y zonas urbanizadas hoy día, desde una perspectiva analítica y crítica, con el propósito de que los académicos, ambientalistas, funcionarios de gobierno y los interesados en general, comprendan la importancia, complejidad y urgente necesidad de enfrentar correctamente esta esfera de gestión. Para ello se ilustra con dos ejemplos reales diferentes, especialmente a través del análisis concreto de una pequeña cuenca urbanizada situada al oeste de la ciudad capital de Cuba, la cuenca del río Quibú, a partir de un trabajo investigativo directamente realizado por los autores, basado en análisis químico de las aguas (determinación de parámetros físico-químicos y nutrientes) y en el método del estudio hidrológico-ambiental integral de cuencas hidrográficas.

Este se apoya en la investigación obtenida por los autores del artículo, junto a otros investigadores, en el año 2004, como parte del proyecto internacional CAESAR, desarrollado de conjunto con investigadores alemanes de Munich, Alemania, de la UNAM, México y de la UAM, España. También por análisis recientes efectuados nuevamente en los dos puntos más bajos del tramo inferior del río (zona urbana), por los autores.

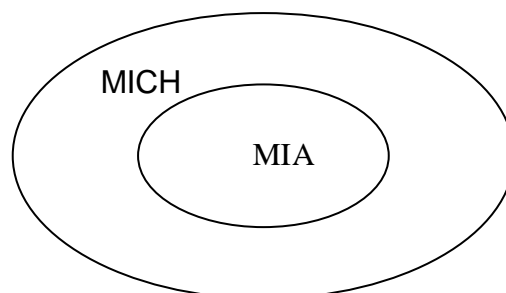
El proceso de urbanización, como se sabe, modifica significativamente las características y el equilibrio funcional de los Complejos Territoriales Naturales (CTN) y ocasiona alta influencia e impacto en las cuencas hidrológicas, que constituyen unidades territoriales de mayor escala (contienen diferentes CTN). Es decir, son unidades que tienen carácter hidrológico-funcional y son importantes geosistemas en los que los procesos del ciclo hidrológico (infiltración, reposición de humedad en los suelos y acuíferos, escurrimiento, evapotranspiración, etc.) rigen la mayor parte de los fenómenos y procesos naturales de los CTN correspondientes y del territorio todo de la cuenca, y condicionan la actividad humana dentro de ella (estos aspectos se explican más adelante); de aquí la imprescindible necesidad del uso del Manejo de Cuencas. Generalmente las ciudades ocupan parte de una cuenca hidrográfica o porciones de varias de ellas, como ocurren en la ciudad de La Habana; y el impacto hidrológico de la urbanización, es generalmente grande.

Las diferentes nuevas interacciones y alteraciones provocadas, contribuyen a hacer más complicado y complejo el Manejo de las Aguas, específicamente en las áreas urbanas, en las que precisamente existe mayor necesidad de prevenir y contrarrestar los riesgos de peligros naturales (de tipo hidrológico en este caso); dotar de agua potable a una masa enorme de población; abastecer de este recurso, a numerosos centros comerciales, asistenciales, industriales, etc; y efectuar una adecuada disposición de los residuales procedentes de las diferentes actividades humanas (anteriormente mencionadas) entre otras.

La gestión de las aguas en las ciudades abarca un conjunto numeroso y complejo de aspectos, que se exponen más adelante. Esta cuestión sin embargo, no se aprecia siempre con toda claridad, y mucho menos se trata en toda su integralidad, tanto en la planificación urbana misma, como en el ulterior manejo de estos asentamientos poblacionales (del agua, en el caso que nos ocupa).

La atención de todos esos aspectos, además, deben resolverse en el escenario urbano y peri-urbano en su conjunto, y por otro lado, enmarcarse en el contexto de toda la cuenca o las cuencas hidrológicas a las cuales esté subordinada la ciudad; además, bajo el enfoque del “Manejo Integral de las Aguas”, que es una concepción integral e integradora. Esto no debe confundirse sin embargo, con el “Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas”, que constituye una concepto de integración de carácter esencialmente vertical de los componentes y recursos naturales (multi e interdisciplinario). El Manejo (Integral) de las Aguas está subordinado al Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas MICH, pues constituye un subsistema de este último; visto como disciplina de estudio. “Figura 1”. Sin embargo, no tiene que formar parte de este último, necesariamente.

Figura 1. El Manejo Integral de las Aguas como subsistema del Manejo Integral de cuencas



Fuente: Elaborado por los autores.

En este trabajo se aborda solamente la problemática particular del MIA.

El Manejo Integral de las Aguas, como gestión sectorial (gestión hidrológica), debe ir más allá del “Manejo Integrado” concebido en los inicios de su surgimiento, como se explica en el siguiente tópico.

Desde mediados del pasado siglo, existe una tendencia mundial al crecimiento urbano, desde el punto de vista espacial y poblacional, que resulta altamente preocupante (hoy, más del 50% de la población urbana mundial reside en ciudades de más de 50 000 habitantes, y existen más de 50 ciudades con más de 1 millón de personas). La población se concentra cada vez más en las zonas urbanas, por un lado, y por otro crece el número de megalópolis y grandes ciudades en todo el orbe, incrementándose los problemas vinculados, tanto con la planificación urbana misma, como con el manejo de las aguas en sus diversas esferas, especialmente en las ciudades de países subdesarrollados; tal es el caso de la mayoría de nuestras ciudades latinoamericanas.

Esta tendencia ha tenido un comportamiento explosivo en América Latina y el Caribe. En 1995 se concentraba en esta región el 73,4% en zonas urbanas, y para el 2030 se proyecta una población urbana de 83,2% - según datos de la ONU-, valor este último que posiblemente sea superado.

En numerosas ciudades de los países del tercer mundo el “desarrollo” urbano presenta carencias o deficiencias en su planificación, está sujeto a crecimiento desordenado, densificación de los barrios residenciales, hacinamiento, extensión de barrios marginales, falta de sistemas de tratamiento de residuales, y otros disímiles problemas, que agravan la compleja relación agua-ciudad; a la par de otros problemas.

Por todo lo anterior, y por los argumentos que se exponen más abajo, puede comprenderse por qué la gestión de las aguas y el Manejo de Cuencas Urbanizadas se convierten hoy en un objetivo necesario que requiere de alta prioridad, y que debe abordarse a partir del enfoque más integral posible.

En este trabajo, como se planteó antes, se exponen las diversas formas de impacto de la urbanización en los sistemas hidrológicos naturales, los aspectos que debe comprender la gestión o manejo de las aguas en las ciudades, las deficiencias y problemas que comúnmente se presentan al respecto, y el análisis casuístico, a

modo de ejemplo real, del comportamiento de esta problemática en la cuenca Quibú, a partir de su actual estado hidrológico-ambiental. Esta segunda parte del trabajo se nutre de un grupo de investigaciones dirigida por estos autores, así como trabajos de curso y tesis de estudiantes de la Facultad de Geografía, los cuales tratan acerca de la hidrología, de la contaminación de las aguas, y del estado hidro-sanitario e hidrológico-ambiental de esta cuenca, vinculados a varios proyectos de investigación universitarios, principalmente CAESAR y CAPES-MES entre la UH y la UNESP.

2 LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ZONAS Y CUENCAS URBANIZADAS A LA LUZ DEL ENFOQUE DE MANEJO INTEGRAL.

Las ciudades constituyen un escenario complejo, en el que habita de modo concentrado un enorme cúmulo de personas que requieren de agua, que vierten desechos de todo tipo, que producen una modificación drástica del paisaje, de los procesos naturales y del medio-ambiente en general, afectando, dentro de otras cosas, la composición y el régimen natural de las aguas, que llevan a cabo gran número y variedad de actividades económicas y sociales (instalaciones industriales, comerciales, hospitales, etc)

Por las razones antes expuestas, la Gestión de las Aguas en las zonas urbanas tiene que tener en cuenta, dicho de modo general: las características físico-geográficas e hidrológicas del territorio y de su entorno, las cuencas superficiales y subterráneas sobre las cuales se encuentra el asentamiento, los cuerpos de agua superficiales y subterráneos existentes dentro de esta zona y en su periferia, el régimen hidrológico de los anteriores, la población correspondiente, las actividades económico-sociales que se desarrollan, las formas y magnitud de impacto ocasionados en los sistemas hidrológicos naturales y los sistemas hidráulicos construidos y su funcionamiento. Cada uno de estos aspectos en detalle, permiten elaborar los planes concretos de manejo de las aguas para cada ciudad determinada; de preferencia, con carácter integral.

El “impacto hidrológico de la urbanización” se puede resumir de la manera siguiente:

- **Reducción del Coeficiente de Infiltración del territorio**

- **Incremento de la escorrentía superficial**
- **Aumento del caudal de avenidas y de sus gastos máximos.**
- **Crecimiento del número y magnitud de las inundaciones fluviales**
- **Reducción considerable de la Recarga Hidrológica Subterránea**
- **Aumento del Gasto Sólido y de la Erosión Hídrica**
- **Modificación del drenaje natural, obstrucción de los cauces, etc.**
- **Aumento de la vulnerabilidad y del riesgo de inundaciones**
- **Reducción de la estabilidad del régimen fluvial y del caudal de estiaje.**
- **Incremento de la contaminación de las aguas, superficiales (corrientes y reservorios) y subterráneas.**

A consecuencia de lo anterior y del crecimiento (muchas veces considerable) de las ciudades, también se produce un conjunto adicional de problemas hidrológico-urbanos:

- **Incremento de la demanda (se hace muy elevada, especialmente en las megalópolis)**
- **Sobre-explotación de las fuentes naturales: ríos, lagos, embalses, cuencas subterráneas.**
- **Disminución de la disponibilidad del recurso: por sobre-explotación, contaminación, etc.**
- **Estrés Hídrico: La demanda sobrepasa la disponibilidad del recurso.**
- **Necesidad de fuentes de suministro externos (las locales resultan insuficientes)**
- **Sobrecarga de las redes, por aumento de la densidad de la población local; tanto de unas como de otras.**
- **Duplicidad de uso de las redes: uso de las redes de alcantarillado para la doble función de drenaje albañal y pluvial, que es incorrecto; o vice-versa (en ocasiones se emplean los desagües pluviales para conexiones de alcantarillado), que es aún más grave.**
- **Inoperatividad de los sistemas, hidráulico e hidro-sanitario fundamentalmente, por diferentes causas.**
- **Insuficiencia de las redes (unas y otras): por recarga, por expansión urbana, etc. Requiere ampliar la cobertura de estas o su reconstrucción**
- **Problemas técnicos de diversa índole: fugas, roturas,..**
- **Encarecimiento económico del servicio: acueducto y saneamiento.**

La gestión integral de las aguas en zonas urbanas debe estar dirigido a dar atención a ambos grupos de problemas, por lo que debe **comprende** un grupo

de aspectos diversos en correspondencia con los mismos. Estos, en lo fundamental son:

- **Suministro de agua potable: fuentes (tipo: local, externa, superficial, subterránea; ubicación, características hidrológicas), extracción, conducción, almacenamiento, etc.**
- **Planificación del uso de las aguas: integrado, multipropósito, etc.**
- **Potabilización y Tratamiento: tipo, instalaciones requeridas, ..**
- **Protección de las fuentes naturales: corrientes fluviales, acuíferos (subyacentes, periféricos, etc), embalses, manantiales, pozos,..**
- **Administración del servicio: de Abasto, ...**
- **Drenaje pluvial: control, mantenimiento y limpieza de cauces, canales, tragantes, etc.**
- **Saneamiento (alcantarillado, tanques sépticos, fosas, EDAR, Gasto Sanitario): colección, evacuación y tratamiento de aguas negras**
- **Diseño de los sistemas y redes hidráulicas e hidro-sanitaria (los tres tipos: acueducto, alcantarillado y desagüe pluvial); que debieran ser planificadas de manera conjunta, lo cual no se hace.**
- **Funcionamiento y manejo operativo de los sistemas hidráulicos**
- **Obras Mayores: Construcción, control, mantenimiento técnico y administración; presas de almacenamiento, presas para Control de Avenidas, Plantas de Acueducto, Estaciones de Bombeo, Plantas de Generación Eléctrica, etc.**
- **Prevención y Control Peligros Hidrológicos: Avenidas, Inundaciones**
- **Reciclaje ó Re-uso de aguas servidas**
- **Aspectos hidro-económicos: Costo, precio, formas de pago, rentabilidad, etc**
- **Aspectos jurídicos (derechos y deberes de las figuras jurídicas respecto a las aguas)**
- **otros**

Cada uno de estos aspectos debe desarrollarse a partir de distintas acciones particulares o específicas; aunque no es interés de este trabajo profundizar y detallar al respecto.

De lo anterior se evidencia además que la gestión de las aguas abarca acciones de diferente naturaleza, es decir, administrativas, constructivas, técnico-operacionales, e incluso de carácter legal, que requieren ser realizadas por diversas instituciones, y mediante herramientas técnicas, jurídicas, etc.

En Cuba existe una institución rectora principal para acometer la gestión de las aguas, incluso en áreas urbanas, que es el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INRH, con dependencias provinciales; y por otro lado además, la

Comisión Nacional de Cuencas Hidrográficas, los Consejos Provinciales y los Consejos de Cuenca, integrados todos ellos por diversas instituciones especializadas y gubernamentales, regidos por el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente de la República de Cuba, y sus direcciones provinciales. Dentro del INRH existe una vice-dirección específica para la administración hidrológica urbana, denominada, Dirección de Acueducto y Alcantarillado, que atiende toda la gestión del agua en las ciudades y otros asentamientos poblacionales menores, tanto en lo relativo a infraestructura como en sus aspectos funcional y operativo.

La gestión integral de las aguas (MIA), tal y como lo expresa su nombre, debe tener carácter integrado e integral en su concepción y en su aplicación, desde la fase inicial de planificación urbana (hidrológico-urbana en este caso). Igual carácter debe tener el análisis y diagnóstico de esta problemática en cualquier caso concreto de estudio. Es decir, que este principio debe tenerse en cuenta tanto en el diseño de los sistemas hidráulicos urbanos (infraestructuras o sistemas construidos), los cuales deben planificarse de conjunto para cada sector urbano en particular (de acuerdo a sus características y requerimientos), así como en todos sus restantes aspectos funcionales, técnico-operativos, etc. Y además de lo anterior, debe hacerse atendiendo al mismo tiempo diferentes factores: hidrológicos, espaciales, económicos, medioambientales, etc.

Esto se debe a la necesaria correspondencia lógica entre todos los elementos (aspectos) y factores que abarcan el manejo de un recurso natural y económico (esto es válido en diversos sentidos), dentro de “escenarios doblemente subordinados”: a la zona urbana por un lado, y a la cuenca hidrográfica por otro, y que deben funcionar como “escenarios conciliatorios”.

El MIA debe incluir a su vez el Multiuso, el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos propiamente dicho, y otras concepciones más particulares, que tienen plena vigencia.

- Multiuso: Uso multifacético de un mismo recurso (ej: embalse destinado al control de avenidas y a la producción de gasto sanitario para el saneamiento, a la misma vez, como la Presa El Doctor de la cuenca Quibú; ó para Control de Avenidas y Recarga Subterránea, como la Presa Ejército Rebelde; ambas de la

provincia La Habana.

- Manejo Integrado de los Recursos Hídricos: Inicialmente concebido como el análisis y gestión conjunta de todos los recursos disponibles (incluidas las aguas servidas y de desecho), y de todos los factores concurrentes al mismo tiempo (requerimientos de calidad, posibilidades de re-uso, tratamiento-reuso, protección de las fuentes, etc).

El Manejo Integral de las Aguas, a pesar de constituir un manejo de tipo sectorial, debe considerar las intervenciones del hombre con respecto a este componente, más ampliamente de lo concebido por el "Manejo Integrado"; así como en su relación con el entorno: Esto es: tomar mucho más en consideración la interacción de la gestión económico-social de las aguas (los aspectos productivos vinculados al agua), su interacción con el espacio y con el escenario concreto sujeto a manejo (urbano en este caso), y con el medio-ambiente (los problemas hidrológico-ambientales).

Muchas veces se aprecian situaciones contradictorias en la gestión de las aguas en diferentes lugares (ciudades o sub-cuencas que ocupan una porción urbana) que distan de un manejo de tipo integral. Referiremos un primer ejemplo, sobradamente elocuente, a modo de ejemplificación, para pasar a abordar el análisis de la cuenca Quibú. Se trata de la situación que presenta la gran Ciudad de México "figura 2"; la problemática, en síntesis, es la siguiente:

- la demanda de agua de la ciudad es mucho mayor que las disponibilidades locales.
- se sacan hacia fuera de la cuenca las aguas pluviales formadas sobre la ciudad, de conjunto con las aguas albañales, sin darle otro aprovechamiento local.
- las reservas subterráneas bajo la ciudad disminuyeron drásticamente años atrás, provocando subsidencias del terreno y otras consecuencias.
- hoy se exporta gran cantidad de agua desde fuentes alejadas (distantes) con alto costo energético e impactos locales y sociales: Alto Lerma
- las pérdidas por fuga e inoperatividad del sistema de acueducto dentro de la ciudad son elevadas.
- su cobro se mantiene a un precio extremadamente bajo que no contribuye a

estimular el ahorro del preciado recurso.

- Actualmente se proyectan nuevas soluciones para el abasto a partir de costosas obras hidráulicas para la explotación de otras fuentes externas e incremento del suministro, en lugar de impulsar un programa amplio e integral de gestión del agua, que incluya; una inversión para mejorar la eficiencia del sistema de acueducto; la adopción de un sistema de cobro acorde a la realidad existente, que contrarreste el despilfarro; mayor inversión para tratamiento y reciclaje de aguas residuales; diversificar el aprovechamiento de las aguas pluviales, y otras medidas recomendables, que en su conjunto eviten la “escalada extractiva de cuencas y fuentes externas”, lo cual socava la protección de los sistemas hidrológicos naturales, el medio ambiente y los intereses de las comunidades que habitan esos otros territorios a los que se despojan de sus recursos naturales y se afecta sensiblemente su bienestar.

Diferentes ejemplos más pudieran ilustrar esta problemática. A continuación se analiza en más detalle el segundo y principal ejemplo de caso, el de la Cuenca Quibú.

3 ANÁLISIS CRÍTICO DEL COMPORTAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA HIDROLÓGICO-AMBIENTAL Y DE LA GESTIÓN DE LAS AGUAS EN LA CUENCA QUIBÚ. RESULTADOS.

Para analizar la gestión de uso y manejo de las aguas en esta cuenca, la cual ocupa una porción de la parte occidental de la provincia La Habana (urbana y peri-urbana), debe reflexionarse acerca de las características geográfico-hidrológicas principales de su territorio, incluida la actividad económico-social vinculadas con las aguas; así como la situación hidrológico-ambiental actualmente existente, lo cual se describe en otros trabajos realizados (González, K. 2004 y Caballero, Y. 2004). A continuación se exponen de manera resumida algunas de tales características y de la situación hidrológico-ambiental de la cuenca, de conjunto con el análisis crítico acerca del manejo de las aguas en este territorio urbano de La Habana.

La cuenca Quibú es una cuenca pequeña “Figuras 3 y 4”, muy urbanizada (55% del área en su sectores medio y bajo) y muy antropizada en sentido general.

“Figura 5”. El abasto de agua a la población y a la mayor parte de las instalaciones fabriles, comerciales, sociales y asistenciales se realiza de fuentes subterráneas externas a la cuenca, de buena calidad, la mayor parte de las cuales se queda luego dentro de este territorio, al ser retornadas como aguas albañales.

El caudal fluvial del río es pobre (valor medio: 2 m³/s, aproximadamente); pero a pesar de eso esta cuenca presenta fuerte regulación fluvial mediante la existencia de cinco presas situadas principalmente en su sector superior, que se destinan a diversos usos (industrial, control de avenidas, saneamiento y riego, básicamente).

El manejo de estos reservorios está bien proyectado de modo general, pero su utilización presenta deficiencias, que pueden resumirse de la siguiente manera:

- El aprovechamiento del recurso hídrico almacenado en los embalses es muy bajo, principalmente en el sector suroeste de la cuenca (embalses El Naranjito y El Doctor); el primero se explota limitadamente para riego agrícola.
- No se aprovechan estos reservorios para otros usos paralelos de carácter compatible, como pesca, uso recreativo-turístico, uso deportivo, etc.
- La presa El Doctor (la mayor del conjunto existente), no garantiza correctamente el “control de avenidas” como protección de toda el área urbana radicada aguas-abajo, que es su función clave, por carencia de una compuerta en su Obra de Toma, por donde alivia, problema que persiste desde hace ya algunos años. Contrariamente si satisface la existencia permanente de un “gasto sanitario”, que es su otra función prevista.

En esta cuenca se presentan y concurren además otros problemas que acentúan la problemática hidrológico-ambiental en la misma, como el asentamiento poblacional, fundamentalmente de tipo espontáneo, cerca de las márgenes y en los planos de inundación del río en el curso medio e inferior de la corriente principal, donde esta presenta mayor caudal, menor pendiente y mayor riesgo de inundación, con viviendas poco confortables y mal estado técnico en muchos casos, parte de las cuales descargan sus residuales a la corriente (muchas carecen de conexión a la red de alcantarillado, o esta última vierte al río los albañales en forma cruda), lo que agrava la situación hidrológico-ambiental del corredor fluvial de la cuenca. El alto riesgo de inundación se vincula también a la existencia de los embalses existentes

en el sector superior de la cuenca; y, aunque en uno de sus casos (presa El Doctor) se destina al Control de Avenidas, presenta actualmente algunos problemas técnicos, ya referidos, que dificultan su eficiente operatividad: ausencia de la compuerta en la galería de la Obra de Toma, por donde se encuentra aliviando.

Actualmente existe alto riesgo de inundación para muchas viviendas y personas que habitan en las orillas del río, y la instalación no tiene capacidad de operación para regular y reducir temporalmente los excesos de escurrimiento que se generen, por la causa explicada.

Las causas de la alta contaminación se debe también a la presencia de numerosas fábricas e industrias, hospitales y otros centros de salud, fábrica de vacunas, e instalaciones de servicio diversas, que en algunos casos vierten directamente al río, o, indirectamente, a través de un canal de desagüe pluvial que colecta aguas pluviales y también aguas residuales de algunos de esos centros ubicados en el sector oeste de la cuenca.

Otros aspectos que pueden señalarse en este análisis es la incompleta cobertura de las redes de drenaje pluvial y de alcantarillado, sobre todo, el primero de ellos. Existen 4 áreas o porciones pequeñas de la cuenca sin servicio de alcantarillado. En las áreas sin alcantarillado existen fosas para la colección de los residuales domésticos, con pozos ciegos, por lo que contaminan el acuífero cársico subyacente (cuenca Jaimanitas), y limitan su aprovechamiento para fines potables. Esta es una de las limitaciones hidrológicas actuales de este territorio.

Por tal motivo se deben eliminar progresivamente las fosas conectadas a pozos ciegos sobre esas áreas acuíferas vulnerables a la contaminación, y sustituirlas por otras soluciones más convenientes: tanques sépticos conectados a la red de alcantarillado, etc. Esto contribuiría a la rehabilitación paulatina de la cuenca Jaimanitas, tan sensible a la contaminación, reincorporándola progresivamente al suministro local, e incrementando su aprovechamiento. Esto permitiría a su vez reducir, a mediano y largo plazo, la importación o suministro externo de agua a este territorio.

Ocurre así mismo, por otro lado, que en algunas áreas de la cuenca se realiza el drenaje pluvial a través de la propia red de alcantarillado; y en algunos lugares ocurre a la inversa.

También se aprecian numerosos micro-vertederos, alejados o próximos a las orillas del río principal y de sus afluentes, tanto en la parte superior como intermedia y baja de la cuenca.

Como consecuencia de las deficiencias referidas respecto al Manejo de las Aguas en esta cuenca, y a la magnitud de la contaminación en ella, existen serios problemas hidrológico-ambientales que pueden catalogarse entre “Severos” y “Muy Críticos”, sectorialmente diferenciables, según el caso. En algunos sectores o áreas concurren varios de estos problemas simultáneamente, que multiplican el impacto ambiental sobre su territorio, especialmente en el corredor fluvial del curso medio e inferior del río. Esta cuestión, vista espacialmente, determina las áreas que pueden considerarse Críticas y Muy Críticas, y que requieren de Atención Prioritaria. (Gutiérrez, 2013b)

En el mapa se puede ver la localización y extensión de los principales problemas hidrológico-ambientales de la cuenca, por tipo. Estos, en síntesis, son los siguientes:

- Es alto el riesgo de inundación en las porción central, media y baja, de la cuenca. (próximo al río)
- Es elevado el vertimiento de desechos domésticos crudos a los ríos y canales, procedentes de colectividades poblacionales que se encuentran próximo al río; dotadas o no de red de alcantarillado.
- Es significativo el vertimiento de desechos industriales, orgánicos e inorgánicos, a los ríos, fundamentalmente procedentes de una industria azucarera (refinación de azúcar) y en menor medida de industrias varias, farmacéuticas, centros asistenciales de salud, etc
- No se trata adecuadamente el vertimiento de residuales líquidos de la empresa azucarera (fábrica de refinación de azúcar) Manuel Martínez Prieto, cuyo sistema de lagunaje se encuentra actualmente en estado técnico muy crítico y contamina fuertemente el río con sus residuales agresivos. “Figura 5”

Tabla 1. Características del residual vertido por las lagunas de oxidación del CAI Manuel Martínez Prieto hacia el río, según los autores de la fuente de información referida.

| fecha | pH | DQO mg/l | DBO ₅ mg/l | Ce MMs/cm ² |
|-------|----|-------------|--------------------------|---------------------------|
| | | | | |

| | | | | |
|------------|------|-------|-------|------|
| 28.05.2002 | 3.74 | 13834 | 12589 | 1452 |
| 29.05.2002 | 3.77 | 14135 | 13013 | 1552 |
| 05.05.2002 | 3.67 | 13533 | 11822 | 1536 |
| 18.06.2002 | 3.6 | 11151 | 10356 | 1410 |
| 19.06.2002 | 3.91 | 11355 | 10604 | 1390 |

Fuente: Facultad de Ingeniería Química del ISPJAE.

El residual que sale de la tercera Laguna de Oxidación se vierte a una pequeña micro-presa (La Josefina), y casi de inmediato va al río principal. El estado crítico de estas instalaciones continúa (ver Pérez Caballero, 2004)

- Es insuficiente el control y tratamiento de residuales albañales, existiendo una sola Planta de Descontaminación de Aguas Residuales dentro de la cuenca (EDAR Quibú) que presenta desperfectos técnicos.
- La cobertura de alcantarillado y el sistema de tratamiento de aguas residuales existentes actualmente en la cuenca, son insuficientes para resolver todo el saneamiento hidrológico de la misma, y, además, presenta algunos problemas técnicos.
- Gran número de viviendas con fosas domésticas en la parte baja y en la parte media de la cuenca, descargan sus albañales al interior del acuífero costero subyacente (cuenca subterránea Jaimanitas), que es cársico, muy somero y con baja reserva hídrica.
- Existen varias Lagunas de Oxidación Biológica ubicadas dentro o muy próximo al área urbana, con vertimiento a la corriente fluvial de referencia (río Quibú).
- Es deficiente la red de desagüe pluvial en la cuenca y existe uso dual de la red de alcantarillado en algunas de sus áreas.

Tabla 2. Valores medios de los parámetros físico-químicos de las aguas fluviales en los puntos de monitoreo de la red hidrográfica, en mg/l (bienio 2003-04)

| Punto | Descripción | C. E $\mu\text{S/cm}$ | ph | O. D. | Amonio | Fosfato | Nitrato | Nitrito | Sulfato |
|-------|-------------|--------------------------|----|----------|--------|---------|---------|---------|---------|
|-------|-------------|--------------------------|----|----------|--------|---------|---------|---------|---------|

| | | | | | | | | | |
|----|--|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|
| P1 | PuentePalacio de Convenciones | 858 | 7,55 | 1,11 | 3,33 | 29,00 | 1,16 | 0,14 | 47,8 |
| P2 | Puente sobre el EDAR Quibú | 863 | 7,63 | 1,08 | 5,38 | 19,70 | 0,90 | 0,11 | 45,3 |
| P3 | Reparto Los Pocitos | 929 | 6,99 | 1,19 | 2,92 | 22,50 | 1,03 | 0,09 | 60,2 |
| P4 | Puente sobre de la autopista | 1019 | 7,76 | 2,23 | 1,19 | 14,84 | 0,74 | 0,025 | 102,4 |
| P5 | Afluente sur-oriental | 983 | 7,87 | 5,20 | 1,11 | 13,63 | 0,60 | 0,009 | 57,2 |
| P6 | Salida presa El Doctor | 931 | 7,92 | 4,04 | 2,90 | 14,22 | 0,67 | 0,052 | 91,3 |
| P7 | Arroyo (salida) de empresa de Piscicultura | 860 | 7,50 | 2,55 | 1,27 | 14,91 | 1,27 | 0,017 | 45,9 |
| P8 | Arroyo Repato El Palmar | 892 | 7,44 | 1,67 | 2,76 | 24,10 | 0,60 | 0,04 | 121,4 |

Fuente: Gutiérrez, José E. y otros, 2006

En la tabla anterior se puede apreciar la magnitud de los principales parámetros físico-químicos y de contaminación del agua (nutrientes) en ocho puntos representativos de la cuenca, que muestran el impacto de la contaminación en las aguas fluviales y dan una idea de la situación hidro-sanitaria existente en sus ríos, en los años 2003 y 2004.

La tabla que sigue refleja los valores que continúan presentando estos parámetros, en los mismos dos puntos del curso medio y bajo del río, medidos y calculados por estos autores (para el año 2012), que presentan una situación muy similar a la fecha anterior: las diferencias resultantes no son significativas.

Tabla 2. Parámetros físico-químicos del río en los puntos 1 y 2 (valores medios mensuales obtenidos durante el año 2012)

| Parámetros | Punto 1 (Palacio Convenciones) | Punto 2 (EDAR Quibú) |
|------------|--------------------------------|----------------------|
| OD | 1,34 | 1,22 |
| pH | 7,60 | 7,70 |
| Ce MMS/cm. | 844 | 846 |
| Temp. Fc. | 26,6 | 27,1 |
| Nitrito | 0,21 | 0,15 |
| Nitrato | 1,43 | 1,04 |
| Amonio | 4,78 | 5,60 |
| Sulfato | 47,8 | 47,1 |
| Fosfato | 15,0 | 17,3 |

Fuente: Determinados por los autores

Nota: se usan las mismas unidades de medida.

A lo anterior debe añadirse que los valores medios de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), obtenidos en los últimos años por la Empresa “Aguas de La Habana” para los puntos 1 y 2 referidos, han sido superiores a 100 MG/l en todos los casos (comunicación personal), lo que da una idea más completa de la situación. (el DBO siempre es muy superior al DQO).

Puede decirse en síntesis, que el estado higiénico-sanitario general del río en su sectores medio y bajo es pésimo, debido, además de los parámetros anteriores y a todo lo mencionado antes, a la cantidad de residuos sólidos diversos que se arroja al mismo, y que es apreciable solo a simple vista; este río es hoy, posiblemente, el más contaminado de los que atraviesan la ciudad capital del país. Así mismo, que los valores de los parámetros estudiados continúa teniendo un comportamiento similar en los dos puntos monitoreados en el área baja urbanizada de esta cuenca, sin modificaciones significativas.

4 CONCLUSIONES

1. El Manejo de Cuencas Urbanizadas y en particular la Gestión Integral de las Aguas en este tipo de cuencas y en zonas urbanas, se convierte cada vez más en un objetivo priorizado para el uso sostenible de este tipo de recurso natural, para la protección del ambiente urbano, y para el desarrollo sostenible de las ciudades. Ello indica el carácter estratégico que encierra este tipo de gestión.
2. Se demuestra, mediante el contenido expuesto y los ejemplos tratados, que existe gran variedad de aspectos y complejidad en el MIA en zonas y cuencas urbanizadas; que las acciones requeridas difiere de un caso a otro, en dependencia de sus características y problemas particulares existentes; y que el plan de manejo debe ser propio para cada caso, siempre.
3. El Manejo de las Aguas en la cuenca Quibú presenta aciertos pero también diversos problemas, los cuales deben atenderse de manera cuidadosa, y con diferente nivel de prioridad por las autoridades correspondientes, según la magnitud de los problemas y el orden requerido para darle atención.
4. La contaminación más significativa y de mayor influencia ambiental en la cuenca es la fluvial. La naturaleza predominante de la contaminación de estas aguas en la cuenca es de tipo orgánica, especialmente en los sectores medio y bajo, que presentan los valores más elevados de nitrito, nitrato, amonio, fosfato y DBO, y los valores más bajos de OD. Esta situación hidroambiental no mejora todavía, hasta que se pongan en práctica las recomendaciones que se emiten en este y en el trabajo investigativo precedente, citado en el presente artículo.
5. La cobertura de alcantarillado y el sistema de tratamiento de aguas residuales existentes actualmente en la cuenca, son insuficientes para resolver el saneamiento hidrológico de la misma, y, además, presenta algunos problemas técnicos, que se deben atender.
6. La utilización de zanjas y canales de desagüe pluvial en la cuenca para el vertimiento de desechos albañales debe ser eliminada, a partir de la construcción de nuevos órganos de tratamiento y otras soluciones locales en

esos lugares, que eviten la conducción de residuales crudos directamente al río.

7. Las Lagunas de Oxidación del central (CAI) requieren una reconstrucción capital, similar a la practicada en el barrio de Versailles, situada mas debajo de la cuenca, debido al impacto que provoca esta industria en la calidad de las aguas fluviales, antes de atravesar la zona urbanizada, siendo uno de los factores principales de contaminación. O mejor aún, su demolición, ya que recientemente esa industria cesó su actividad, por una decisión gubernamental de carácter ambiental, aunque aún continúan influyendo negativamente aguas-debajo de ese tributario y del río principal, por el estado técnico crítico que presentan esas tres lagunas.
8. Los Tanques Sépticos de Playa y La Lisa, y un grupo de fosas situadas fundamentalmente en la parte baja de la cuenca, requieren actualmente de mantenimiento para reestablecer su máxima eficiencia y disminuir la carga contaminante de sus efluentes hacia el río o hacia el manto freático, que son recursos hídricos potencialmente explotables, como se hacía años atrás, y que debe restablecerse.
9. El EDAR Quibú es una de las mejores soluciones existentes dentro de la cuenca, pero requiere de mantenimiento para que garantice su eficiencia y su trabajo estable, como acción prioritaria en el manejo de esta cuenca urbanizada.

5 RECOMENDACIONES

- Se debe continuar realizando monitoreo y evaluación de la contaminación hídrica en la cuenca, por las autoridades vinculadas a la gestión de las aguas en la provincia y los municipios implicados, como base para una Evaluación de Impacto Ambiental y para la argumentación y aplicación de un Plan detallado de Manejo de este sistema hidrológico urbanizado.
- Se sugiere al CITMA y al Consejo Provincial de Cuencas de La Habana,

promover un grupo inmediato de medidas, o el plan de manejo de la cuenca Quibú, con el objetivo de reducir los daños de contaminación y estado higiénico sanitario de la misma.

- Debe resolverse urgentemente el estado crítico de las lagunas de oxidación pertenecientes al CAI Manuel Martínez Prieto, o la eliminación de ese sistema lagunar que ya no es necesario, por su negativo impacto en la calidad de las aguas de este río.
- Debe repararse cuanto antes la EDAR Quibú y construirse otras instalaciones con igual propósito dentro de la cuenca, para bajar la carga contaminante elevada que recibe el río principal de esta cuenca, que no puede autodepurarse y que no mejora.
- Dar una solución integral a nivel de cuenca, a la problemática del saneamiento hidrológico en la misma, que tenga en cuenta las características de las fuentes contaminantes, el drenaje natural y otros aspectos, y que incluya mayor exigencia de las licencias ambientales y de sanciones impositivas.
- Identificar a través de un control sistemático los principales focos contaminantes que dañan el río, monitoreando y controlando los efectos ambientales que producen los vertimientos de sus desechos así como accionando convenientemente para prevenirlos y minimizarlos, a expensas del Citma y del Consejo de Cuencas.
- Priorizar inversiones dirigidas a construir un efectivo sistema de tratamiento de residuales que incluya nuevos órganos de tratamiento aguas negras, preferiblemente tanques sépticos, y estaciones de descontaminación; de ser posible con tecnologías mas avanzadas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONZÁLEZ, P; JOSÉ E. GUTIÉRREZ Y J.M. FERNÁNDEZ. **Antropización en cuencas hidrológicas del occidente de Cuba. Premisas para la evaluación de las modificaciones del ciclo hidrológico**, Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba. 2000. 96p. Disponible en: http://www.redciencia.cu/geoprop/resultados_13_1.html

GUTIÉRREZ, J..E.. **La problemática del manejo de las aguas en zonas urbanas y su gestión integral para un manejo sustentable**. Bases para la gestión Ambiental Urbana Sostenible”, PNUMA/ORPALC. Disponible en: <http://www.red-de-aucoridades.org>.

GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ. JOSÉ E. Y ROY A. JUSTO TORRES GÓMEZ. **Utilización de los Sistemas de Información Geográfica en el Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas (MICH). Ejemplo cuenca Quibú, de La Habana**. La Habana. Cuba. 2007. ISBN: 978-959-282-059-3

GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, JOSÉ E. Sostenibilidad hidrológico-ambiental en cuencas urbanizadas. Método de evaluación. Aplicación a una cuenca de la provincia La Habana. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. 2011. ISBN: 978-959-05-0644-4

GUTIÉRREZ HDEZ, J.E. **Diagnóstico hidrológico-ambiental de la cuenca urbanizada río Quibú, de La Habana**. Instituto de Geografía, UNAM, México. 2013a. Disponible en http://www.igeogra.unam.mx/sigg/publicaciones/geo_siglo21

GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, JOSÉ E. y otros. **Los Problemas del agua y de las cuencas urbanizadas. Ejemplos de caso de las Repúblicas de México y de Cuba**. Editora Geotech, ACC. La Habana, 2013b. Disponible en http://www.igeogra.unam.mx/sigg/publicaciones/geo_sig21

GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ, JOSÉ E. **Manejo sostenible de los recursos hídricos. El agua y las ciudades. Debate teórico**. . Instituto de Geografía, UNAM, México. 2013c. Disponible en http://www.igeogra.unam.mx/sigg/publicaciones/geo_sig21

MATEO RODRÍGUEZ, JOSÉ M. y otros. **Estructura geográfico-ambiental y sostenibilidad de cuencas hidrográficas urbanizadas**. Editorial Felix Varela, La Habana. Cuba. 2008. 275 p.

MÉNDEZ GUTIÉRREZ C; JESÚS PÉREZ OLMO. **Procesos para el tratamiento biológico de Aguas Residuales Industriales**, Facultad de Química, ISPJAE, Cuba. 1989. 389 p. (indédito)

COMITÉ NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. **Normas Técnicas de la Republica de Cuba**. NC 27.1999; NC 93-11; NC 93-02; NC 93-05. CNN, La Habana. Ediciones varias. Disponible en: <http://www.nc.cubaindustria.cu>

PÉREZ CABALLERO, Y. **Estudio de la contaminación fluvial de la cuenca Quibú**. Facultad de Geografía, Universidad de La Habana. Tesis de Licenciatura.

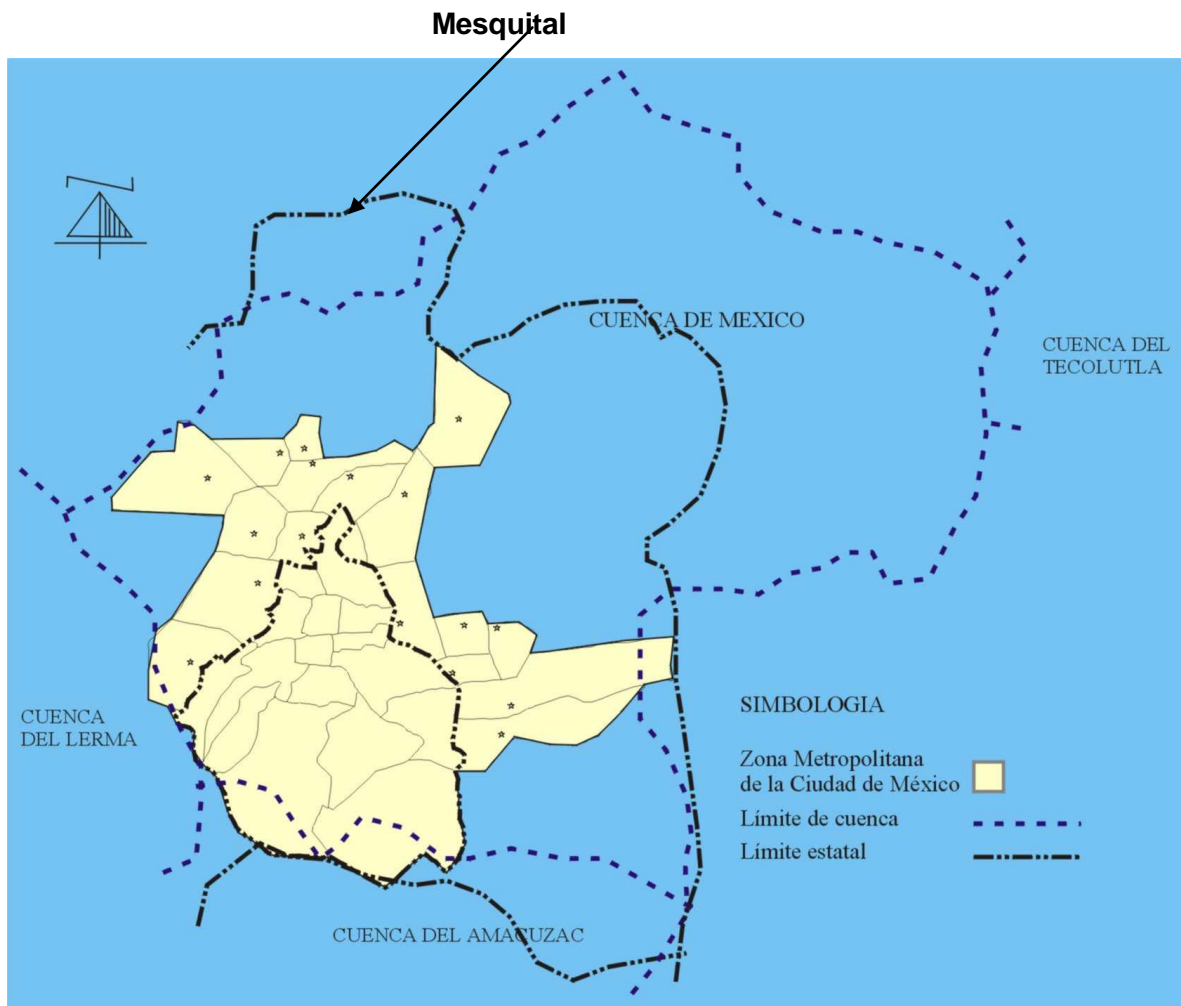
2004 (inédito).

VIVERO, A Y VÉLIZ, R. Río **Quibú, principales contaminantes**. Tesis de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil, ISPJAE. La Habana, Cuba. 1998. 75p. (Inédito).

WORLD VISION. **Manual de Manejo de Cuencas**. CATIE-Visión Mundial. El Salvador, San Salvador, 2da Edición, 2004. 105 p. Disponible en: [http://www.biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/Manual de manejo de cuencas Vision Mundial mod.pdf](http://www.biblioteca.catie.ac.cr/cursocuencas/Manual%20de%20manejo%20de%20cuencas%20Vision%20Mundial%20mod.pdf)

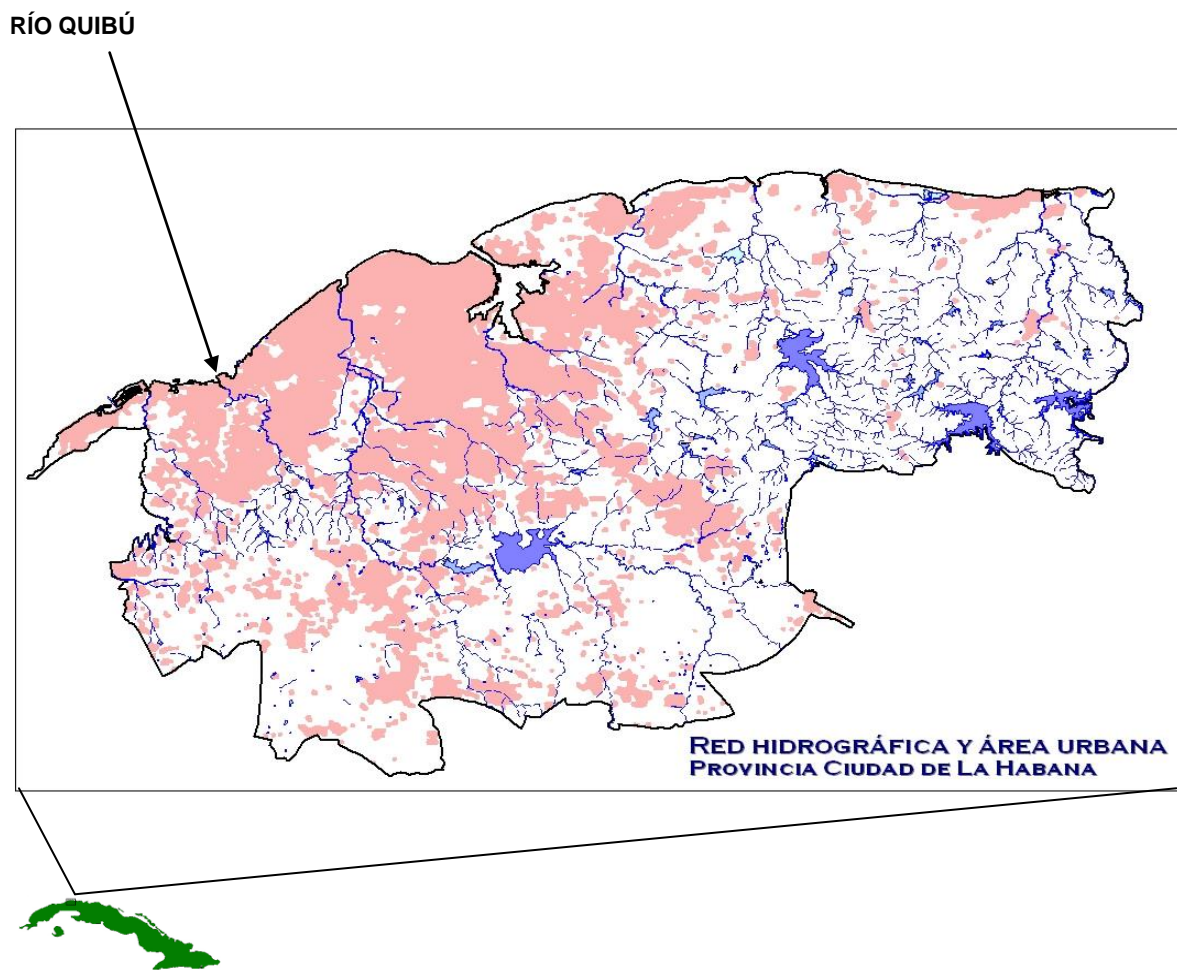
ANEXOS:

Fig. 2: Cuencas hidrológicas adyacentes a la zona metropolitana de Ciudad de México.



Fuente: Instituto de Geografía, UNAM

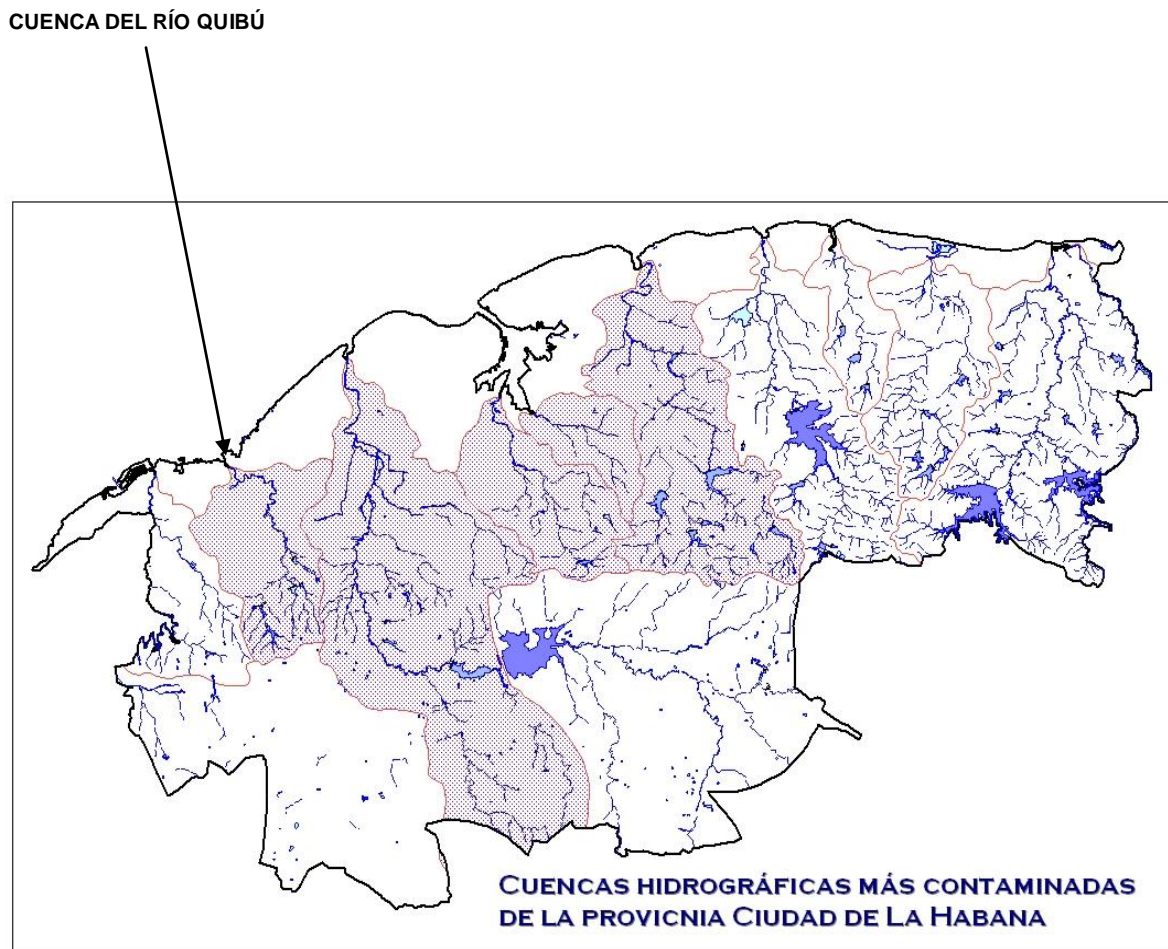
Fig. 3: Localización del río Quibú en La Habana, Cuba



Fuente: Elaborada por los autores

Nota: El color rosa es el área urbanizada

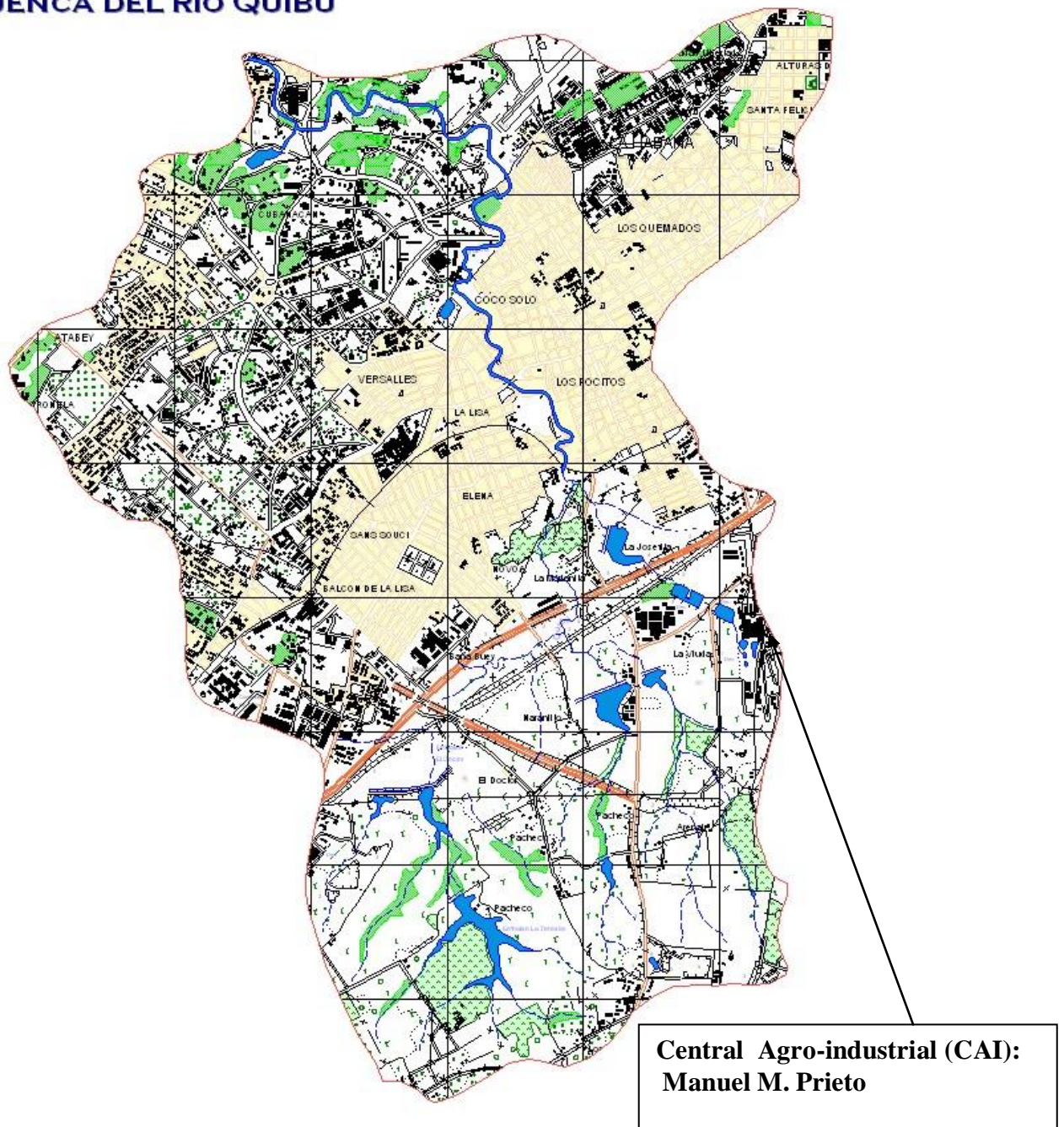
Fig. 4: La cuenca del río Quibú dentro del sistema de cuencas hidrográficas de la provincia La Habana.



Fuente: Elaborada por los autores

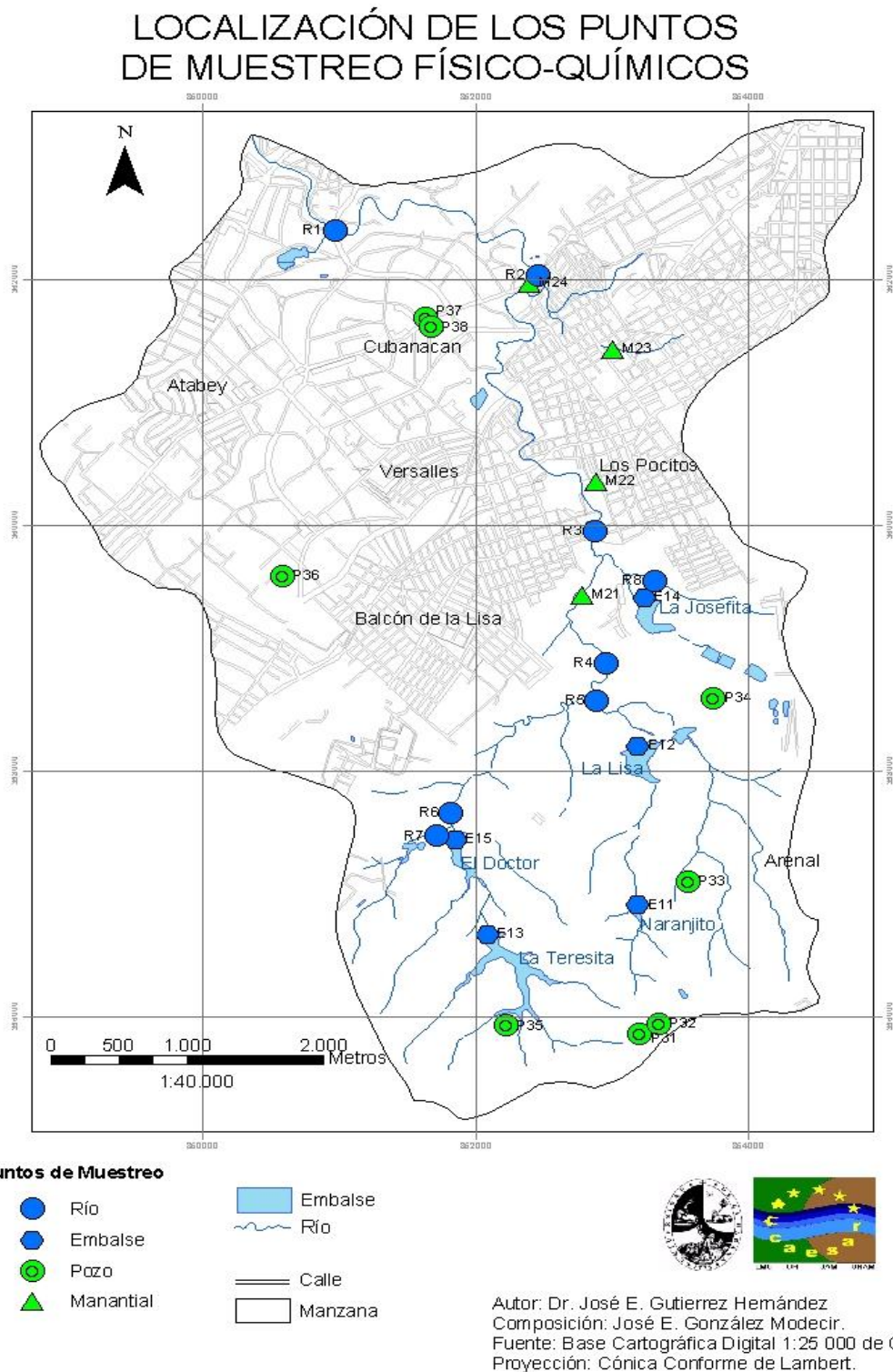
Fig. 5 Mapa físico de la cuenca hidrográfica del río Quibú

CUENCA DEL RÍO QUIBÚ



Fuente: Elaborada por los autores

Fig.6: Red de muestreo físico-químico de los puntos de agua:



Elaborada por el autor principal (proyecto CAESAR)