

Gestión de acueducto y alcantarillado mediante sistemas de información geográfica

MSc. Ing. Magaly Amorós Núñez. Empresa Aguas de la Habana
email: mamoros@ahabana.co.cu.

Ing. Yoany Sánchez Cruz. Empresa Aguas de la Habana
email: yoany@ahabana.co.cu

RESUMEN

Las empresas dedicadas a la actividad de acueducto y alcantarillado presentan una serie de deficiencias como el desconocimiento del sistema dado por la escasa información de redes y la falta de fidelidad de la existente, así como la pobre utilización de herramientas que faciliten la gestión. Es indispensable detener el deterioro de estos sistemas para lograr mayor eficiencia de los mismos, resultando muy eficaz la utilización de herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG). En este trabajo se realiza un análisis de la utilización de los SIG en las empresas gestoras de agua. Se explica el diseño del SIG que se explota en la empresa Aguas de la Habana y su vinculación con otras tecnologías, aplicables a cualquiera de las empresas de acueducto y alcantarillado.

Palabras clave: acueducto, alcantarillado, deficiencias, gestión, SIG.

Water supply and sewerage service management using geographic information systems

ABSTRACT

Companies devoted to water supply and sewerage service activities usually have a series of drawbacks such as the poor system knowledge due to lack of data about networks and low trustability of the existing information, as well as the poor usage of tools to improve management. It is compulsory to stop deterioration of these systems so as to make them more efficient. The most effective means to achieve that goal is by using tools like geographic information systems (GIS). In this paper, the authors carry out an analysis of the use of GIS in water management companies. They explain GIS design as applied in Aguas de la Habana enterprise, as well as its links with other technologies that can be applied to any other water supply and sewerage company.

Keywords: drawbacks, GIS, management, sewerage, water supply.

INTRODUCCIÓN

Para la geografía, la geología, la topografía, la biología y demás ciencias que hacen uso de la información geográfica, los SIG han constituido una verdadera revolución para el conocimiento de los elementos y fenómenos que tienen lugar en la superficie terrestre. En su evolución histórica está mayoritariamente aceptada la existencia de unos periodos más o menos claros y definidos que engloban las distintas fases por las que ha transcurrido la evolución de los SIG desde su aparición hace más de cuarenta años (Carmona y Monsalve s/a).

El surgimiento de estos sistemas tuvo como antecedentes el desarrollo de los sistemas para la cartografía automatizada, de los sistemas para la gestión de bases de datos, la teledetección y los avances técnicos y metodológicos de la denominada Geografía Cuantitativa. (Bosque 2000). Las iniciativas pioneras se llevaron a cabo en Canadá, Estados Unidos y Gran Bretaña. El segundo de ellos es el más significativo en la evolución de los SIG, y no puede compararse con ningún otro lugar, tanto en el ámbito propio de los Sistemas de Información Geográfica como en el de las tecnologías relacionadas. Ese protagonismo estadounidense se prolonga desde los años cincuenta del siglo XX hasta la actualidad.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en su acrónimo inglés) es un conjunto de *hardware*, *software*, datos geográficos, personas y procedimientos; organizados para almacenar, actualizar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciados geográficamente (Huxhold y Levinsohn 2001).

Es imprescindible disponer de información sobre el funcionamiento de los Sistemas de Acueducto, Saneamiento y Drenaje pluvial, que permita conocer la problemática que presentan para planificar y organizar actuaciones tendientes a mejorarlo.

Para lograr estos fines se utilizan herramientas como los SIG. Los Sistemas de Información Geográfica se han convertido en la actualidad, entre las empresas que gestionan los abastecimientos de agua y saneamiento, en el núcleo de toda la información relacionada con las redes y con el funcionamiento de las mismas en general. La capacidad de los SIG para combinar la información geográfica con la información alfanumérica, hace de estos el soporte ideal para tareas de consulta y para la gestión de los sistemas.

Objetivos del trabajo

- 1- Fomentar las potencialidades de los Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en la empresa Aguas de la Habana.
- 2- Evaluar el trabajo con la Aplicación SIG en diferentes áreas de la empresa Aguas de la Habana.

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA GESTIÓN DE LOS ABASTECIMIENTOS URBANOS.

Aplicación de los sistemas de información geográfica en los abastecimientos urbanos

Durante la última década se ha producido la consolidación de los sistemas de información geográfica, como herramienta básica para la gestión espacial de las redes y de las relaciones que en el territorio se establecen entre los distintos elementos que las componen. Es por ello que en las empresas dedicadas a la actividad de abastecimiento y saneamiento de agua se ha difundido ampliamente su uso.

En el entorno de una empresa gestora de agua, un SIG queda definido por las cinco componentes básicas, que se muestran en la figura 1, según AGBAR (2004), como:

Datos:

Una información gráfica de la cartografía de base del ámbito territorial de las redes. La información gráfica de la red de Distribución y/o de Saneamiento y la información alfanumérica descriptiva, funcional y de gestión asociada a las dos redes perfectamente relacionada con ella. El aspecto diferenciador más significativo de un SIG con respecto a otro sistema gráfico asistido por ordenador es de hecho la coexistencia de unos datos gráficos y de unos datos alfanuméricos asociados, que confieren al sistema propiedades de gestión de base de datos más que de representación gráfica.

Programas:

Un programa de Sistemas de Información Geográfica capaz de gestionar y satisfacer las necesidades y requerimientos concretos del servicio en todos sus aspectos funcionales tal y como han sido descritos anteriormente. Este programa debe estar sólidamente apoyado en un programa Gestor de Base de Datos, y en un programa de CAD. A ellos deben sumarse los programas para el desarrollo de los Modelos Matemáticos de Simulación para cada una de las redes y los desarrollos propios sobre cada uno de todos estos programas para facilitar las labores específicas de la gestión de redes de suministro y saneamiento de agua.

Equipamiento informático:

Un dimensionamiento de los ordenadores personales y servidores de datos y programas que garanticen que toda esta información pueda ser tratada sin perjuicio de funcionalidad ni rendimiento en sus accesos.

Métodos:

Una definición de los circuitos de información dentro de la organización y de los circuitos de relación con empresas externas, (de servicios, administraciones públicas,...) que faciliten la entrada, el mantenimiento y la consulta de los datos disponibles y relativos a la red, así como su actualización.

Recursos Humanos:

Todas las personas de los distintos ámbitos de la organización a los que paulatinamente sea posible hacer accesible la información geográfica, deben estar sensibilizados en la importancia corporativa que tiene el cumplimiento de los circuitos de información establecidos para el mayor rendimiento y servicio de la empresa.



Figura 1. Esquema de los componentes de un SIG

Funciones y limitaciones de los Sistemas de Información Geográfica.

Un SIG tiene diferentes funciones generales, como son:

1. Funciones para la entrada de información.
2. Funciones para la salida / representación cartográfica y gráfica de la información.
3. Funciones para la gestión de la información.
4. Funciones analíticas.

A partir de las mismas los SIG cumplen diferentes funcionalidades que se explican con gran claridad por Colectivo de Autores (2005).

- Construir datos geográficos: mediante datos geométricos existentes en CAD, o capturándolos por digitalización o vectorización de imágenes, el sistema permite depurarlos y estructurarlos topológicamente, asociándolos con bases de datos alfanuméricas. De esta forma se obtienen datos espaciales listos para su uso en el análisis.
- Modelado cartográfico: creación de nuevos mapas a partir de mapas existentes: combinando atributos del terreno como pendiente, vegetación, tipo de suelo, etc. Mediante un modelo matemático se pueden crear nuevas variables.
- El SIG permite analizar los mapas estructurados en combinación con bases de datos asociadas. Se pueden interrogar para seleccionar los datos de interés, ver los resultados interactivamente eligiendo la simbología en función de los atributos asociados y producir cartografía de calidad.

Se pueden realizar además otros análisis con los SIG, como son: análisis sobre la vecindad (superficie de densidad, análisis de proximidad, filtrado de mapas, entre otros), análisis sobre Modelos Digitales de Elevación (M.D.E), reclasificación y superposición de mapas, generación de áreas de influencia.

A las limitaciones que tiene un SIG se refiere Colectivo de Autores (2005) planteando que un SIG es un gran sistema informático cuya implantación en una organización es siempre gradual y costosa. Se requiere siempre la adecuación del sistema al trabajo requerido, mediante programación y recopilación de los datos necesarios.

Según Moreno et al. (2002), el costo y calidad de las cartografías digitales disponibles es una limitación ya que las empresas que ofrecen cartografías digitales poseen permisos especiales para su comercialización que les permite imponer los precios. El uso del software también constituye un problema en un país bloqueado como Cuba.

Se consideran estos planteamientos valederos si de limitaciones de SIG se trata. En la implementación del SIG en la empresa Aguas de la Habana se ha transitado por la adquisición de una cartografía costosa, mejoras de las prestaciones del equipamiento, una constante preparación del personal que administra y edita la aplicación, como de los consultores, además de la implantación de procedimientos de flujo de información que garanticen el mantenimiento del SIG, así como su correcta explotación.

Problemática en la gestión de las redes de abastecimiento de agua y de saneamiento.

Las empresas administradoras de redes de agua y saneamiento presentan una serie de problemas, los que también estuvieron presentes en el surgimiento de la empresa Aguas de la Habana, que tienen algún grado de coincidencia con las descritas por Cabrera y García (1997), que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Ausencia total o parcial de información en algunas zonas. Esta información posee distinta naturaleza, que podría ser agrupada en tres grandes grupos: información física de los

elementos de la red, información económica del sistema de abastecimiento e información espacial sobre la ubicación de los anteriores. Tradicionalmente, esta información se ha guardado en distintos formatos. La información sobre los elementos de la red (diámetros, longitudes, fechas de puesta en operación, proveedores, etc.) quedaba guardada en planos de obra u hojas de esquinas, en el mejor de los casos. La información económica queda como la base de datos más cuidada del sistema, donde quedaban registrados todos los datos relativos a los abonados, sus consumos, direcciones, fechas de alta y otros datos necesarios para una correcta gestión económica del abastecimiento. Por último, la información espacial se encontraba dispersa en distintos planos topográficos donde se aprecian curvas de nivel del área geográfica abastecida, la ubicación de las tuberías principales y los trazados de las conducciones de distribución, en muchas ocasiones sin actualizar y realizados a mano.

- Redes insuficientes tanto de abastecimiento como de saneamiento y drenaje pluvial.
- Desconocimiento del sistema.
- Falta de profesionalidad en la gestión.
- Cartografía de la red no actualizada o poco fiable.
- Situación de muchos elementos de regulación y control no reflejada en planos. Estado de operación no descrito (por ejemplo, válvula cerrada / abierta).
- Carencia de datos sobre materiales, diámetros, estado de conservación.
- Insuficiente información sobre operaciones de mantenimiento y generalmente mal estructurada.
- Mala estructuración de la información de abonados, escasa o nula relación de esta con la información disponible sobre las redes.
- Escasa preparación para enfrentar fenómenos naturales, como la sequía y huracanes.

Con la utilización de una herramienta como los SIG, que tienen gran capacidad de almacenar y gestionar información, así como realizar análisis que ayudan en la toma de decisiones, se podrían eliminar gran parte de estas deficiencias, ya que se logra:

- Mejora de la calidad de servicio, al asegurar una eficaz gestión de los problemas de las redes y una comunicación a los usuarios de las deficiencias en el servicio.
- Sencillez en el mantenimiento, al permitir una mejora en la planificación de trabajos en la red, detección de problemas puntuales en elementos de la red y reducción de los costos de mantenimiento.
- Facilitar el acceso a toda la información relevante en la operación de alta, baja o modificación de cualquier elemento de la red. Esto incluye ubicación geográfica, datos técnicos e históricos de mediciones y mantenimiento.
- Minimizar los tiempos de interrupción del servicio por reparación de averías y el tiempo de respuesta para la ejecución de acometidas para nuevos abonados.
- Poder desarrollar operaciones de análisis que no están al alcance de los métodos tradicionales.
- Integrar en una plataforma única a partir de la creación de las bases de datos georeferenciadas con parámetros comunes, información de diversas fuentes como: las imágenes de satélite, fotografías aéreas, mapas topográficos, mapas temáticos, entre otros.
- Representar, modelar y analizar de forma integrada en un mismo espacio y tiempo, componentes naturales, procesos, fuentes de contaminación, infraestructura y asentamientos, y otros elementos de interés cartografiables.

A continuación se explica el proceso de implantación de un SIG en la empresa Aguas de La Habana.

IMPLANTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA EMPRESA AGUAS DE LA HABANA.

Utilización de sistemas de información geográfica en Aguas de La Habana.

Entre las metas globales que tiene la empresa para los sistemas de información geográfica está el desarrollo propio e implantación de tecnologías, como el SIG, que mejoran aspectos concretos del servicio.

La posibilidad de conectar con herramientas externas, junto con las capacidades propias del sistema de gestión de bases de datos georeferenciadas permite al SIG un control sobre todos los elementos que comprende el abastecimiento.

La aplicación Comercial tiene una vinculación directa con el SIG, la primera utiliza las referencias gráficas de la Localización por Callejero, para el trabajo de los lectores e inspectores y para el buen funcionamiento de la base de datos donde están relacionados todos los clientes tanto del sector estatal como del residencial, que es la AS400. También se emplea del SIG la información de las Hojas de Esquinas, que a través del trabajo de catastro de redes se ha logrado actualizar de los municipios que gestiona la empresa.

La aplicación de Control de Incidencias del Servicio (ACIS) surge como respuesta a la necesidad de mejorar la atención al cliente y adecuar la gestión técnica de las incidencias. Una herramienta que gestiona, controla y eleva la calidad de la atención al cliente y como sistema integra el flujo de comunicación entre las Oficinas Comerciales y Territoriales, el Centro de Incidencias y las Bases Productivas, permite trabajar sobre una base de datos única en tiempo real, ya sea en acceso local o remoto. La información puede ser tratada desde cualquier punto donde exista una línea telefónica. (Valls 2002)

La aplicación Despacho, plantea Toujague (2007), surge también ante la necesidad que existía en la empresa de disponer de una herramienta de trabajo que posibilitara mostrar de forma gráfica y en tiempo real, las zonas con afectaciones en la distribución del agua, por lo que tiene como objetivo fundamental llevar un control de aquellas incidencias vinculadas con los fallos en el proceso de distribución de agua en las áreas gestionadas por la empresa.

En la figura 2 se muestra la estructura general que tendrá un SIG destinado a la gestión integral de un abastecimiento de agua, teniendo como núcleo central el propio SIG.

Cuando surge la empresa, existía la información de redes en formato de hojas de esquinas y hojas de zona, la mayoría desactualizada e incompleta, por lo que los primeros pasos fueron la organización, conversión a formato digital (escaneo) y codificación de la información disponible.

Conjuntamente con este trabajo se contrató a GEOCUBA una base cartográfica escala 1:500, con las características necesarias para realizar mediciones de precisión, a la que se le realizó control de calidad y se normalizó utilizando el modelo físico de datos. Se equipó a tres comisiones de catastro para realizar el levantamiento de las redes de agua y saneamiento de los ocho municipios que atiende la empresa, así como 6 puestos para la digitalización de estos levantamientos. Se elaboró además un plan general de implantación del Sistema de Información Geográfica, adquiriéndose por transferencia tecnológica del grupo AGBAR (2004), la licencia para el uso de la aplicación de la División de Agua y Saneamiento (DAS) sobre la base del ArcView 3.2.a, y se adoptó como plataforma de trabajo.

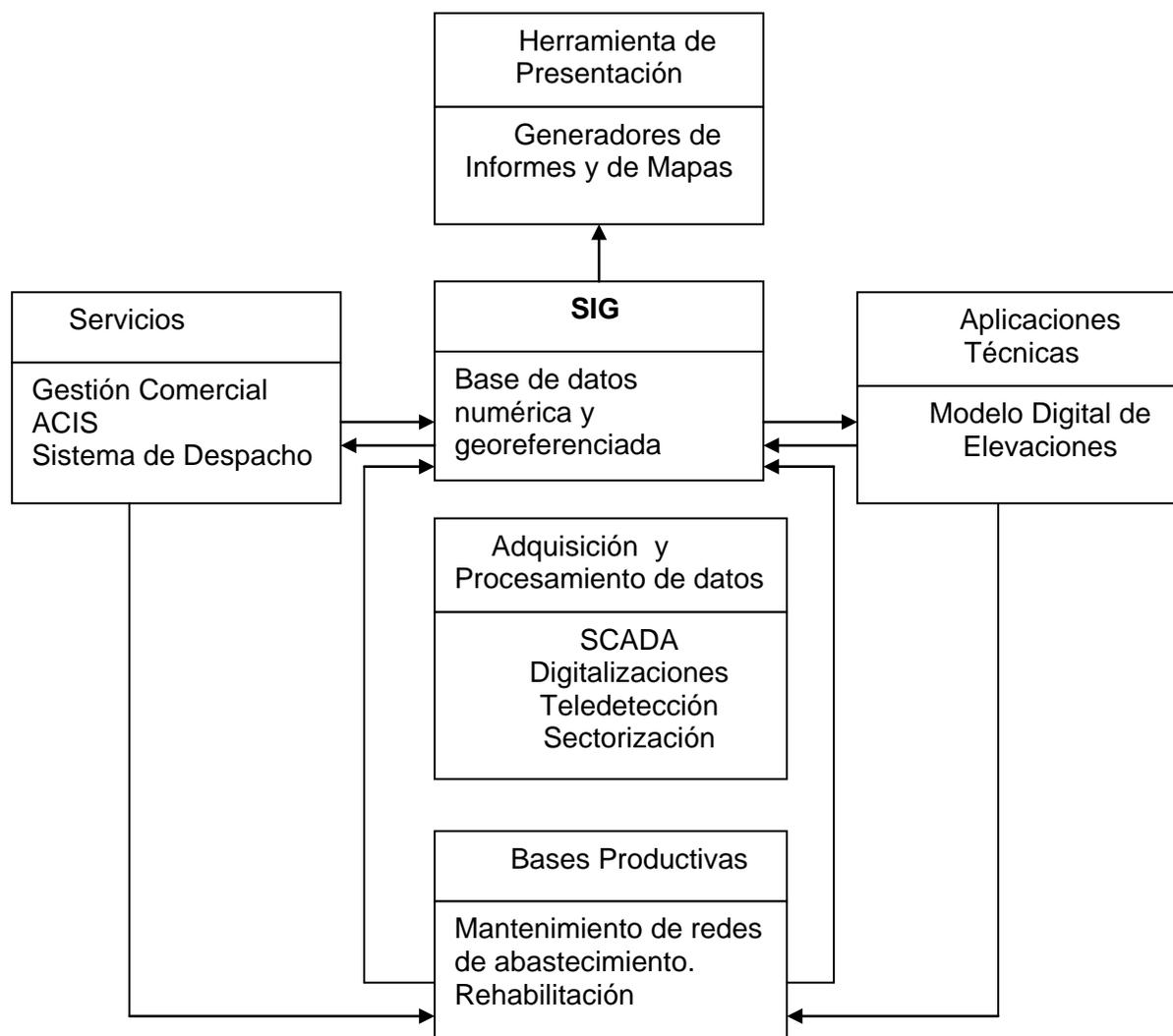


Figura 2. Esquema funcional del SIG en la empresa Aguas de la Habana

En la actualidad la base de datos del SIG implantado en la empresa Aguas de La Habana, está integrada con la información cartográfica y las redes de acueducto, saneamiento y drenaje pluvial de los 8 municipios que gestiona la empresa, y se encuentra disponible para ser consultada y explotada por todas las dependencias de la institución.

La base de datos de la Aplicación SIG, está dividida en tres grupos fundamentales: Cartografía, Abastecimiento y Saneamiento. El grupo de *Cartografía* está formado por: Cartografía Base (**c_base**), Números de policía (**n_pol**), Consejo Popular (**term_dis.**), Tramos de calles (**tram_ca**).

El grupo de *Abastecimiento* lo conforma: Tramo (**tramo**), Acometida (**acometid**), Medidor de caudal (**medi_cau**), Punto de presión (**punt_pre**), Válvula de seccionamiento (**valv_sec**), Ventosa (**ventosa**).

En el grupo de *Saneamiento* están: Tramo de tubería (**tram_tub**), Pozo de Registro (**pozo_reg**), Tragantes (**imbornal**).

La aplicación SIG permite realizar gestión de vistas, elaboración de planos temáticos, procesamiento digital de imágenes, estudios de sequías, inventario, mantenimiento y gestión de redes, entre otros, y cuenta con una funcionalidad de localización por callejeros.

A partir de estar normalizadas todas las redes de abastecimiento de agua y sus elementos puntuales en la aplicación SIG, esta posibilita realizar análisis de conectividad y de topología, marcados de averías, obtención de planos personalizados e informes de todo tipo.

También están en la Aplicación de forma diferenciada las válvulas de manipulación con todos los datos que posibilitan su operacionalidad por Territorio, además de los horarios de distribución de agua, temas que se actualizan mensualmente y que posibilitan realizar análisis para eliminar faltas de agua puntuales o las producidas por la sequía.

Todo esto posibilita realizar una adecuada gestión de las redes de abastecimiento en estos momentos de sequía que requiere de frecuentes cambios de circuitos con la finalidad de garantizarle el agua a toda la población. Se ha utilizado esta información por los especialistas de la Subdirección de Operaciones, aunque no se ha explotado el SIG en todas sus potencialidades, en el criterio de la autora por falta de entrenamiento de los explotadores del sistema en la Aplicación SIG.

La aplicación SIG tiene herramientas de conexión con EPANET, lo que posibilita la modelación matemática de redes, trabajándose en la Subdirección de Proyecto, Pitometría y de Sectorización en estos momentos. (figura 3)

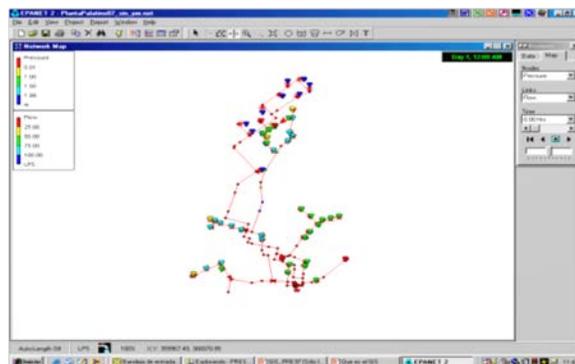


Figura 3. Conexión de la Aplicación SIG con EPANET

Ya desde la base de datos del SIG hay vinculación con la de Comercial, a través de las Consultas, fig.4, con el fin de vincular información referida a usuarios, datos de abonados y consumo.

Todo lo anterior está muy relacionado con la actividad de sectorización, la que también está vinculada a la base de datos Comercial y es el vínculo de la compatibilización SIG – Comercial.

En la empresa Aguas de la Habana existen ya 25 sectores delimitados y ya están en el SIG, lo que se puede apreciar en la figura 5, aunque solamente 11 sectores están preparados para la vinculación sectorización, Comercial y el SIG.

La masividad del Programa de rehabilitación de redes ha requerido también de herramientas que permitan realizar un control efectivo del gran volumen de información que se genera, por lo que el SIG de la empresa también le ha dado respuesta a esta problemática y se cuenta en la base de datos con suficiente información gráfica y alfanumérica de las redes que se han sustituido o renovado desde el 2000 hasta la fecha (figura 6).

Desde cualquier puesto de la empresa se puede acceder al tema galería que representa los lugares rehabilitados con una tabla de atributos que brinda los datos al respecto y tiene vinculado el croquis del inversionista. Se trabaja además en que los proyectos técnicos ejecutivos estén también en la Aplicación SIG.

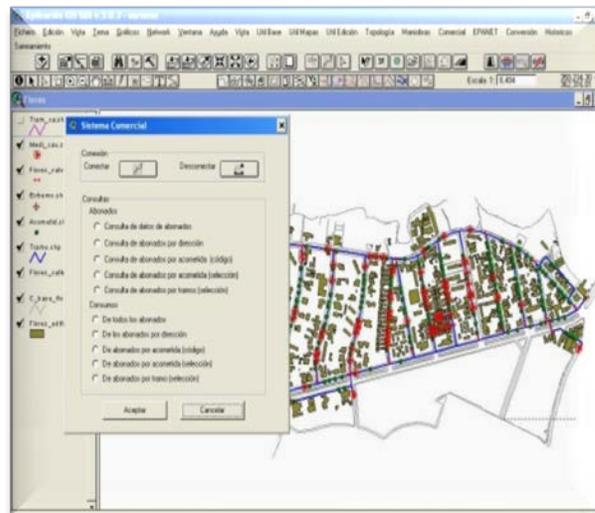


Figura 4. Consulta a la Base de datos AS400

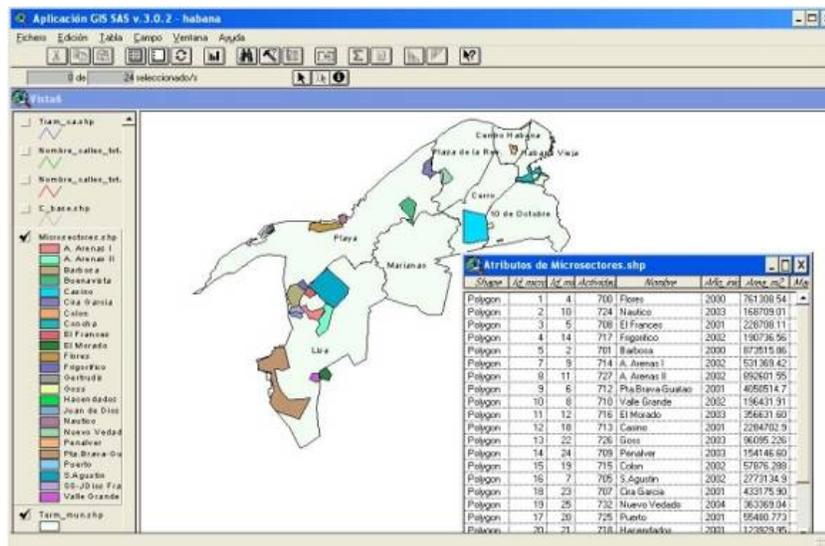


Figura 5. Esquema de los microsectores

La aplicación Despacho, que se observa en la figura 7, es otra muestra de la utilización en la empresa de los SIG, ya que la base de este sistema se obtuvo de la base de datos SIG. Los temas normalizados de cartografía se utilizaron como base en esta aplicación que es una herramienta de trabajo que muestra de forma gráfica y en tiempo real, las zonas con afectaciones en la distribución del agua en las áreas gestionadas por la empresa.

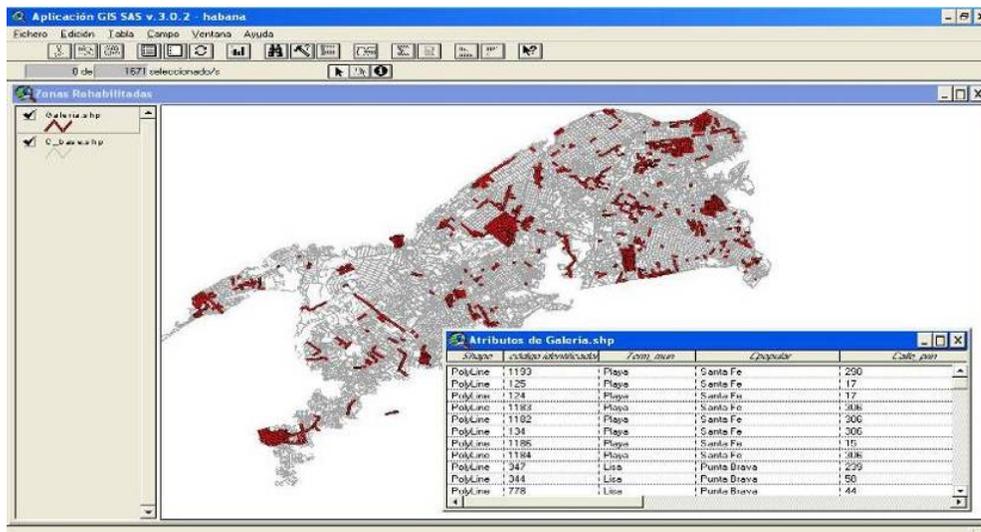


Figura 6. Rehabilitaciones realizadas desde el 2000 hasta la fecha

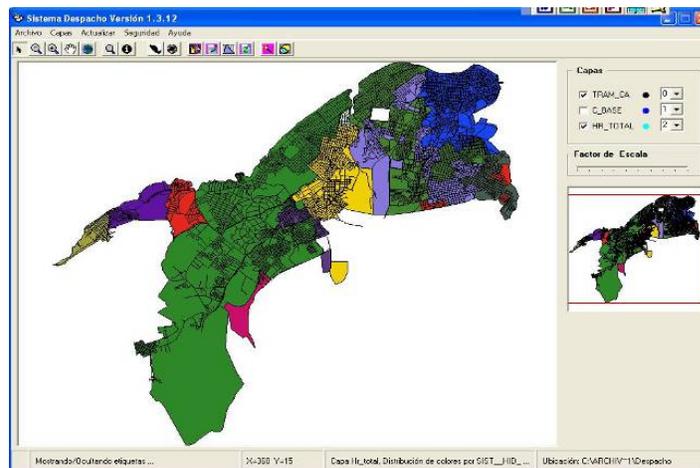


Figura 7. Vista de la Aplicación Despacho

Se está trabajando para agregarle un módulo que pretende lograr la representación gráfica de las incidencias del sistema ACIS II y exportar dicha información al SIG, convirtiéndose esta aplicación en una interfaz entre el ACIS y el SIG.

Con la normalización de las redes de saneamiento en la Aplicación SIG también se ha posibilitado la gestión de estas redes, por ejemplo se realizó el SIG de la cuenca Almendares, otro de Contaminaciones, otro de las Zonas de Inundación, así como de las Cuencas de Drenaje. (figuras 8 y 9).

En la actividad de saneamiento igualmente se ha desarrollado una metodología para la organización del mantenimiento de las redes y también se ha utilizado la aplicación SIG.

En la Aplicación SIG está ubicada toda la infraestructura hidráulica con que cuenta la empresa; Fuentes de Abasto, con todos los datos de sus bombas, Impulsores, Estaciones de Bombeo y EBAR; así como Talleres, Almacenes, Bases Productivas, Oficinas Comerciales y Territoriales, además se ha utilizado en actividades vinculadas con la defensa.

También se dispone de una base datos de redes no propias, donde aparecen datos de las redes del gas, del soterrado eléctrico, de semáforo y cable coaxial, tan necesarias en los trabajos que realiza la empresa (fig. 10).

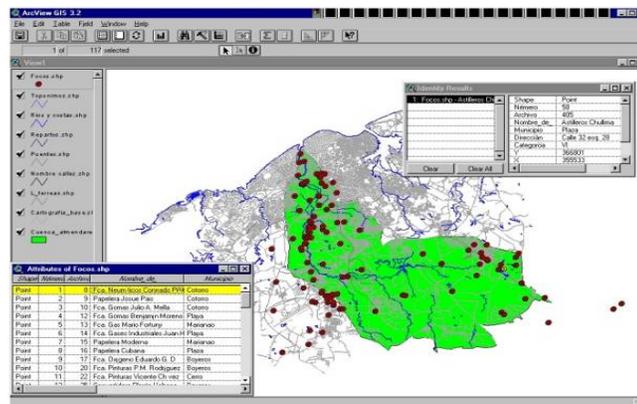


Figura 8. SIG de la Cuenca Almendares

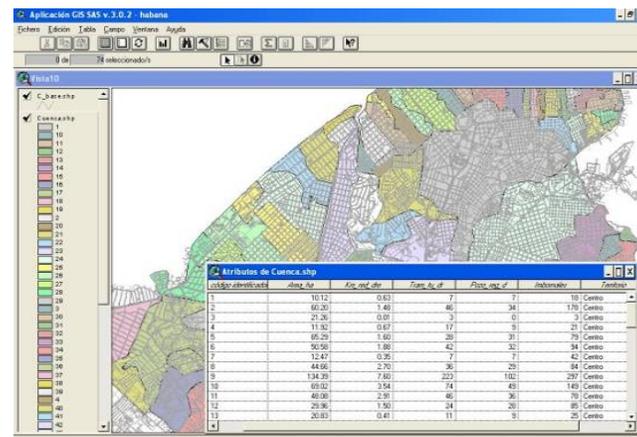


Figura 9. SIG de las Cuencas de Drenaje

La Aplicación SIG desde sus inicios se ha ido nutriendo de información de archivo, de la recogida directamente por comisiones de catastro especializadas que reciben soporte topográfico con equipamiento avanzado como estación total y GPS, pero requiere de un proceso de actualización que solo se logra con la acción de todos los que de una forma u otra modifican la red, una parte de ella o de los elementos puntuales que la componen, por lo que se crea el Procedimiento Operativo de Flujo de Información para SIG, en los que intervienen la Dirección de Explotación, con las Subdirecciones de Operaciones y de Producción de agua, además de las Bases Productivas, así como la Dirección Técnica con las Subdirecciones de Inversiones y la de Proyecto.

Este trabajo también va encaminado a que se cumplan los objetivos trazados en este Procedimiento. Otra de las grandes ventajas de la Aplicación SIG son las posibilidades de salida gráfica disponibles que son muy rápidas y se pueden realizar desde cualquier puesto de Consulta, de donde se pueden generar Mapas Predefinidos y Personalizados.

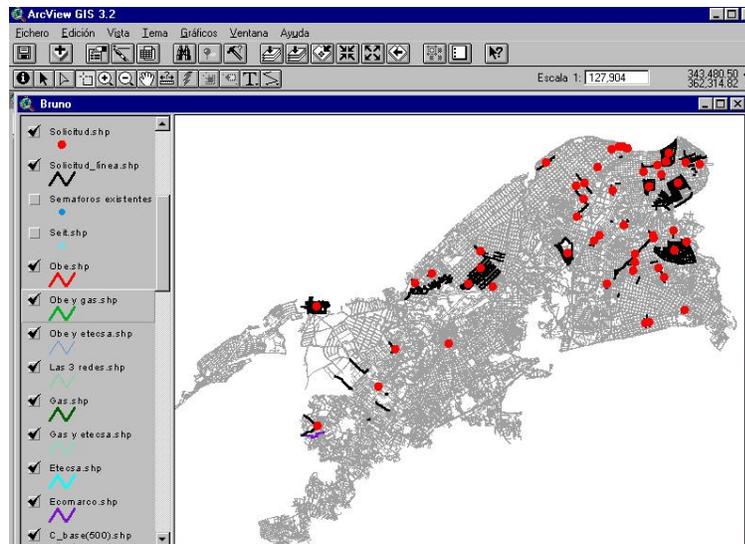


Figura 10. Esquema de las redes no propias

Análisis Socioeconómico.

No se pretende realizar una valoración económica de la utilización de los Sistemas de Información Geográfica en la empresa, que son bastante costosos; se invirtió en la compra a GEOCUBA de la cartografía base con precisión 1:500, las máquinas necesitan de una renovación natural según el desarrollo de la tecnología al igual que los software y la capacitación y preparación de los trabajadores que se dedican a la edición y puestos de consulta, pero toda esta inversión quedará amortizada con los resultados obtenidos, y se incrementará tanto más cuanto mayor utilidad se reciba de la Aplicación SIG en la solución de las principales problemáticas que se presentan en la prestación de un servicio de agua, saneamiento y drenaje pluvial de alta calidad.

Se enumeran ahora aspectos que redundan en beneficios para la empresa, los que aunque no son tangibles, sí tienen repercusión en la eficiencia del trabajo de los que utilizan la aplicación SIG.

- Mayores posibilidades en el análisis de las soluciones de falta de agua ya sean puntuales o las producidas a consecuencia de la sequía, trabajando con los circuitos de distribución de agua y sectores hidráulicos. Gran facilidad en la generación de informes y mapas.

Esto ha sido muy utilizado por el personal encargado de la explotación de los sistemas hidráulicos para garantizar el agua en los meses que se intensificó la sequía y a partir de los circuitos de distribución de agua se realizaron cambios de horarios, para lo cual hubo que usar también la información sobre las válvulas de manipulación, según se afectaban las fuentes de abasto. Para mantener informada a la población se brindan informaciones a los Gobiernos, Comité Provincial del PCC, así como a la prensa generadas desde la Aplicación SIG.

- Mayor rapidez en la tramitación de los permisos para corte de vías.

Para solicitar los permisos de cortes de vías se necesita un croquis del lugar donde se va a trabajar y ya todos los que lo tramitan utilizan la información contenida en la Aplicación SIG y las bondades de la misma para la impresión de mapas.

- Agilidad en la obtención de las redes no propias.

Con los datos que aparecen en el SIG de redes no propias se ahorra tiempo, pues no es necesario en ocasiones solicitar las redes en cada una de las empresas en lugares que ya se poseen.

- Prontitud en los trabajos previos a la elaboración de proyectos de obras.

Poseer una base de datos con la información de redes y sus elementos puntuales actualizados en un servidor, posibilita a los proyectistas disponer de información de forma rápida, así como de los levantamientos topográficos que se han realizado por municipio.

- Facilidad para dividir el territorio en sectores hidráulicos y para realizar trabajos de sectorización en sentido general.

El municipio Habana Vieja se dividió en sectores hidráulicos desde la Aplicación SIG, se realiza la vinculación con la base de datos Comercial, para obtener información de los abonados y una serie de actividades vinculadas a la sectorización, que posibilite la mejora en el abasto de agua a esta población, que tradicionalmente es la más afectada en tiempo de sequía.

- Mayor eficiencia en la realización de los modelos matemáticos para la simulación de redes.

Para la elaboración de los proyectos se realiza la simulación de redes, así como para los estudios pitométricos necesitándose datos que son aportados por la Aplicación SIG que sirve de conexión con el software utilizado para la simulación.

- Mantener actualizada la información de forma ágil y fiable.

La empresa dispone de una base de datos con información actualizada de las redes de acueducto, saneamiento y drenaje pluvial de los municipios que gestiona, y que se va validando continuamente con la información aportada por las bases productivas a partir del trabajo que realizan diariamente, así como por las comisiones de topografía, por los inversionistas de las obras que ejecuta Aguas de La Habana o la empresa constructora en el territorio oeste o centro de la ciudad, que se utiliza tanto internamente en la gestión de los sistemas, como para la delegación o INRH para brindar informaciones en la discusión de los planes productivos a mediano y largo plazo.

- Fácil acceso a la información, lo que posibilita incrementar la eficiencia en el control y supresión de las fugas.

La información se encuentra en un servidor y puede ser utilizada desde cualquier ámbito de la empresa y es utilizada por las bases productivas en la supresión de salideros y posteriormente en su control.

- Ahorro de recursos humanos y económicos en el dibujo de nuevos planos producto del cambio de escala o correlación de los originales.

Con las potencialidades que tiene la Aplicación SIG en la salida gráfica no hay que dibujar planos por cambios de escala o aspectos semejantes, lo que significa un ahorro de la plaza de dibujante.

- Obtener datos técnicos de tuberías, accesorios, estaciones de bombeo, que sirvan de apoyo a estudios de planificación.

- Gestión de las redes tanto de acueducto y saneamiento por parte de las Direcciones Técnicas y de Explotación, lo que redundará en un mejorar la calidad del servicio que brinda la empresa y estar "naturalmente al servicio de la ciudad".

CONCLUSIONES

1. A pesar de todos los procedimientos y mecanismos establecidos para la actualización de la base datos de la Aplicación, aún no se cumple íntegramente, por lo que hay que continuar trabajando por la calidad de los datos que la forman con vista a una mejor explotación y generalización del uso del SIG.
2. Se requiere explotar más las herramientas de análisis de los SIG para facilitar la toma de decisiones en la gestión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento, lo que posibilitará un mejor aprovechamiento del recurso agua y del servicio a la población.
3. Este trabajo es aplicable a las restantes empresas gestoras de acueducto y saneamiento del país, facilitando mayor eficiencia en el servicio que se brinda.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario generalizar en la empresa la utilización de la Aplicación SIG, lo que posibilitará mayor eficiencia en la gestión de los sistemas de abastecimiento y saneamiento.
2. Realizar planes de preparación sobre SIG a todas las dependencias de la empresa potenciando de esta manera su utilización.
3. Trabajar en la concientización de todos los directivos y trabajadores de la empresa de la importancia que tiene, para el mantenimiento del SIG actualizado, el papel protagónico de todos los que de una forma u otra realicen alguna modificación de la red y sus elementos.

REFERENCIAS

- Bosque, J.** (2000). "Sistemas de Información Geográfica", Ediciones Rialp, S.A, Madrid.
- Carmona, A. J. y Monsalve, J. J.** (s/a): "Sistemas de Información Geográfica". [Consultado en línea, Nov. 1999], <http://www.monografias.com>.
- Cabrera, E. y García Serra, J.** (1997): "Problemática de los abastecimientos urbanos. Necesidad de su modernización", Edición Unidad Docente Mecánica de Fluidos, Universidad Politécnica de Valencia, España.
- Huxhold, W.E. y Levinsohn, M. A.** (2001): "Sistemas de Información Geográfica", Edición Universidad de Oxford, Nueva York.
- AGBAR** (2004): "Manuales de aplicaciones GIS de la División de Agua y Saneamiento", Grupo Aguas Barcelona, Barcelona, España.
- Colectivo de Autores** (2005): "Manual de Caracterización de un GIS con aplicación en el registro de establecimientos industriales, suelos industriales y artesanía", Edición Fundación Instituto Tecnológico de Canarias, España.
- Moreno, P., Molina, I. y Ormeño, S.** (2002): "Sistemas de Información Geográfica", Edición UPM-CEPADE, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Toujague, J. A.** (2007): "Sistema despacho", Revista Aguas de la Habana, N° 15, pp. 27, Empresa Aguas de la Habana, Cuba.
- Valls, J.** (2002): "Sistemas de Información en Aguas de la Habana", Revista Aguas de la Habana, Número Especial, pp. 20, Empresa Aguas de la Habana, Cuba.