

**desarrollo de herramientas automatizadas
de apoyo a la planificación urbana.
El PDUL de Altigracia como caso de estudio.**

RESUMEN

Este trabajo aborda el conjunto de estrategias de automatización de información desarrolladas y utilizadas por y con el autor para el desarrollo de un Sistema de Apoyo a la Planificación Urbana (SAP). Dicho sistema fue concebido a partir de la preparación del plan urbano de una ciudad intermedia de carácter semiindustrial, turístico y pesquero, ubicada en el occidente de Venezuela.

Desarrollado a partir de la metodología oficial de análisis urbano establecida por las autoridades urbanísticas del país, el SAP incorpora de manera innovadora distintas técnicas de procesamiento automatizado de información para la obtención de cada uno de los productos que constituyen el plan urbano. Dicho sistema se basa en un modelo de manejo integral y control estructurado de información cartográfica y documental, bases de datos, imágenes y animaciones, respecto a ámbitos de información tan

disímiles como redes de transporte, segmentos censales, inventarios de edificaciones, y videos turísticos, entre otros. Para ello, se combinó un sistema CAD con herramientas de análisis y presentación de información elaborados en SIG, procesadores de textos, procesadores de imágenes, hojas de cálculo, sistemas de bases de datos, programas de presentación e interfaces en hipertexto, a través de la administración de una red de área local.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del planeamiento urbano es establecer un conjunto coherente de lineamientos y directrices que orienten la toma de decisiones en el proceso de gestión urbana. El mismo establece un conjunto de acciones para el desarrollo de la ciudad, partiendo de los principios de su gobernabilidad por parte de los aparatos públicos, de la productividad con equidad de su dinámica económica, de la sustentabilidad en su relación dinámica con el ambiente, y de la participación

democrática y la descentralización municipal como la estructura del poder sociopolítico ideal para la intervención local (Cepal, 1994:15).

Este modelo de gestión urbana local, planteado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y la Comisión de las Naciones Unidas para el Ambiente y el Hábitat (Cnuah), considera la necesidad de un proceso de tres fases para su implementación, en el cual (a) se aborda la necesidad de producción y el procesamiento de insumos de información para (b) definir los problemas de la ciudad y (c) así generar respuestas a los mismos. Este proceso se cristaliza en varios instrumentos, dirigidos a la mejora de la calidad de vida de la población a través, por una parte, del fortalecimiento en la organización de los actores de la producción y de su participación social y política, y por otra, de la mejora incremental de las condiciones urbanas, en cuanto a vivienda, infraestructuras y servicios (Cepal, 1994:36-41).

El principal de esos instrumentos es el plan. Éste evalúa las condiciones de una ciudad bajo la óptica de una imagen objetivo, estableciendo tanto los lineamientos genéricos como las acciones específicas a ser llevadas a cabo para lograr tal objetivo. Para ello, los protagonistas de gerenciar este

proceso se ven en la necesidad de recopilar y evaluar considerables cantidades de información sobre la ciudad, aplicando diferentes modelos de análisis cualitativo y cuantitativo cuya complejidad rebasa los procesos de la intuición y de la sistematización manual. En este sentido, surgen los sistemas de información como alternativa para automatizar este proceso, reduciendo los márgenes de error prospectivo implícitos en toda propuesta urbana, y documentando los criterios ocultos detrás de las estrategias y acciones propuestas de intervención sobre la ciudad.

En este trabajo se reseña la aplicación del análisis y diseño de sistemas como apoyo de una labor coyuntural de planificación urbana, en la oportunidad de la participación del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, Universidad del Zulia, en Maracaibo, Venezuela, en la elaboración del plan urbano oficial de la ciudad de Altigracia, a unos 600 km al oeste de la capital del país. Se presentará en un principio los alcances de este tipo de planes, para continuar después con los criterios para el desarrollo de un sistema de información del mismo y los distintos componentes que lo constituyen, para finalmente explicar la aplicación de esta metodología en el caso de estudio. El trabajo concluye con una autoevaluación preliminar del

sistema y una serie de planteamientos para el fortalecimiento de este tipo de herramientas como apoyo a los organismos de planificación en su labor permanente de modelaje urbano.

1/ ENFOQUE TEÓRICO

1.1. Los planes de desarrollo urbano

La preparación de planes urbanos en Venezuela está sujeta a un ordenamiento jurídico de carácter nacional, a través de la Ley de Ordenación Urbanística (LOOU, 1987) y del Plan de Ordenamiento del Territorio (PNOT, 1987), así como una serie de normativas emitidas por el Ministerio de Desarrollo Urbano (NEU, 1985), basadas en estándares internacionales de servicio público, calidad de los equipamientos urbanos, y tipologías de desarrollos de vivienda, entre otros. Este cuerpo normativo se estableció hace diez años, con la intención de generar una descentralización del poder de planificación sobre la ciudad hacia la autoridad municipal, surgiendo el llamado Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL), como principal instrumento para la gestión de la ciudad.

En este sentido, el Manual para la Elaboración de Planes de Desarrollo Urbano Local, vigente desde 1989, se constituye en "una guía para orientar a los equipos de planificación

urbanística municipal, en su cometido de preparar los planes mencionados" (Mindur, 1989:5). Así pues, el manual establece la secuencia de actividades para el desarrollo del plan, las pautas para adelantar las fases del proceso de planificación, los aspectos de consideración especial, la racionalización del análisis de los parámetros urbanos fundamentales, y la normatización de los documentos de presentación de los planes. En función de las atribuciones que el gobierno nacional otorga al Ministerio de Desarrollo Urbano, como órgano autor de las mismas, tales normas tienen carácter obligatorio, y mediatizan la aplicación de metodologías, modelos de análisis y presentación de información diferentes a las previstas, para lo cual cualquier innovación planteada en algún caso particular, sólo puede ser de carácter incremental, debido al riesgo de generar productos fuera del ordenamiento jurídico vigente.

El Plan de Desarrollo Urbano Local es la herramienta fundamental de los municipios para definir a sus ciudades y controlar y guiar su funcionamiento. Sus objetivos son:

- Definir y precisar los *usos del suelo*, su organización, función y potencialidades de desarrollo;
- Establecer *unidades de organización*

acordes con el desarrollo propuesto;

- Determinar las *áreas prioritarias* de desarrollo;
- Establecer *estrategias y acciones* específicas;
- Crear el *instrumento de control* que garantice y regule el cumplimiento de la organización propuesta;
- Establecer programas de *adquisición de tierras*;
- Establecer *programas de obras* y su presupuesto; y
- Estimar las *implicaciones financieras* por montos, fuentes de financiamiento y responsables de la ejecución (Mindur, 1989:14).

El manual especifica el contenido de los planes de desarrollo urbano local, en los siguientes términos:

1. La definición detallada del desarrollo urbano, en términos de población, base económica, extensión del área urbana y control del medio ambiente;
2. La clasificación del suelo, a los efectos de determinar el régimen urbano aplicable, y permitir la elaboración de planes especiales;
3. La delimitación de espacios libres y áreas destinadas a parques y jardines, zonas recreacionales y de expansión;
4. La localización para edificaciones y servicios públicos y colectivos;

5. El trazado y características de la red vial arterial y colectora, definición del sistema de transporte y organización de rutas del mismo;

6. El trazado y características de la red de dotación de agua potable, cloacas y drenajes públicos, en la secuencia de incorporación recomendada;

7. El señalamiento de las áreas para los equipamientos de orden general e intermedios, requeridos según las normas correspondientes, y para las instalaciones consideradas de alta peligrosidad, delimitando su franja de seguridad;

8. La identificación de las áreas de desarrollo no controlado, con indicación de las características a corregir con el fin de incorporarlas a la estructura urbana;

9. El establecimiento de las áreas de desarrollo progresivo;

10. La regulación detallada de los usos de suelo y la división del área del plan en unidades de actuación;

11. La programación por etapas de la ejecución del plan; y

12. La identificación de los terrenos afectados por el plan para su expropiación (Mindur, 1989:16-18).

El manual incluye una normalización de las características de los documentos que constituyen la instrumentación del plan, determinando las especificaciones de presentación sobre planos y material cartográfico, cuadros, material estadístico, nomenclaturas y simbologías.

Antes de 1989, no se había podido normalizar los archivos regionales y locales sobre planes urbanos, lo cual hacía dificultoso el almacenamiento y conservación de los documentos originales de tales planes. En la actualidad, se intenta ese proceso.

Así pues, la elaboración de un sistema automatizado de apoyo a la planificación debió ejecutarse bajo estas pautas, considerando las limitaciones y capacidades actuales de las herramientas de la informática disponibles bajo el orden económico local para la documentación y evaluación de información urbana.

1.2. Los parámetros urbanos fundamentales

Todos los contenidos del plan necesitan ser parametrizados con el fin de facilitar la aplicación de análisis urbanos cuantitativos. En virtud de ello, se consideran seis conceptos de "variables urbanas fundamentales", a saber:

1. población,
2. base económica,

3. ambiente físico-natural,
4. vialidad y transporte,
5. redes de infraestructura, y
6. estructura urbana y usos de suelo.

De acuerdo con el manual, los PDUL son creados en un proceso de tres fases:

1. *Diagnóstico*, el cual consiste en la recopilación de información acerca de cada una de las variables fundamentales del análisis urbano;

2. *Prospectiva*, no solo requerida para estimar variaciones de los parámetros urbanos fundamentales de acuerdo con una trayectoria histórica y con nuevas condiciones introducidas por el plan, sino incluso para el estudio de la demanda generada por los nuevos cambios en tales variables; y

3. *Propuesta*, generada como la respuesta idónea tras el estudio de diferentes alternativas de desarrollo.

Aparte de las anteriores, el Plan de Altagracia requirió dos fases adicionales:

- *Marco referencial*, el cual evalúa planes urbanos y territoriales previos, así como las condicionantes generales para el desarrollo urbano en la región; y
- *Proyecto de ordenanza*, el cual propone un cuerpo de regulaciones

legales para el desarrollo urbano de la ciudad.

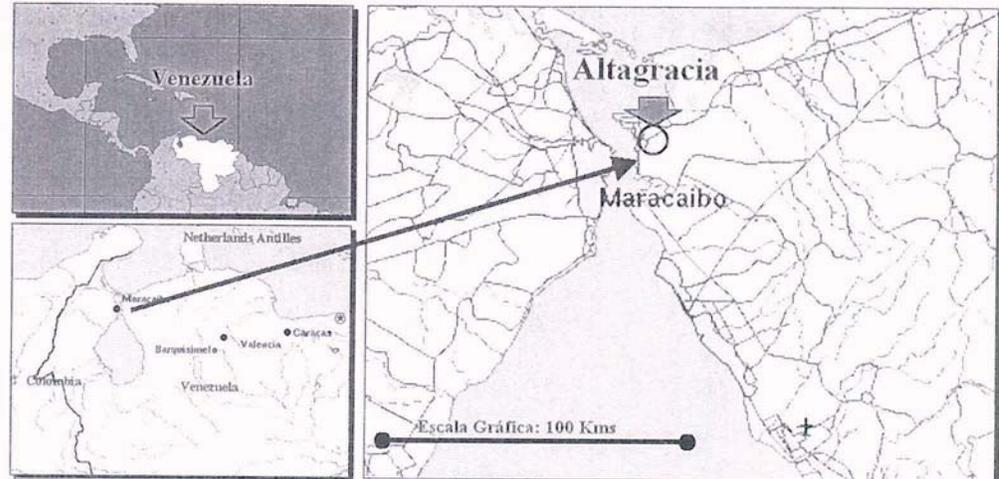
Todas estas consideraciones fueron tomadas como una guía para elaborar el Plan Urbano de Altagracia, introduciendo nuevos enfoques y puntos de vista al problema de la organización y el manejo de información, como podrá ser apreciado en el siguiente aparte de este manuscrito.

1.3. La ciudad de Altagracia como caso de estudio

Altagracia es una ciudad fundada durante la Colonia española en 1529, sobre la costa oriental del lago de Maracaibo, en la zona más septentrional de América del Sur (ver figura 1). Su área urbana es de 1.200 hectáreas, concentrando una población de 15.400 habitantes, con alto crecimiento interanual y dedicada básicamente a actividades terciarias de servicios comerciales e industriales, además de la pesca como tradición social. Se encuentra localizada en una región con gran actividad de explotación petrolera y petroquímica, afectada por los problemas ambientales usuales en estos tipos de actividad productiva. Un fresco clima cálido húmedo, su ubicación costera y el carácter apacible tanto de sus ciudadanos como de su ambiente urbano, encierran un potencial para su

FIGURA 1

**LOCALIZACIÓN
GEOGRÁFICA DE
ALTAGRACIA**



Fuente: Elaboración propia, basada en "<http://nutria.esri.com/scripts/esrimapc>".

desarrollo como ciudad satélite de la capital regional Maracaibo, la cual cuenta con más de dos millones de habitantes y sufre de todas las contradicciones del subdesarrollo de las urbes latinoamericanas.

El centro histórico de Altigracia fue declarado legalmente patrimonio histórico de la República en 1981, respaldando tal declaratoria varios museos e instituciones culturales que protegen y promueven una considerable memoria histórica sobre la ciudad. Asimismo, los cuerpos de seguridad nacional protegen

territorialmente a la ciudad, ya que todas las áreas afines a la actividad petrolera son militar y económicamente estratégicas para el país.

El orden jurídico vigente en nuestro país estipula que todo centro poblado debe estar afectado por planes territoriales y regionales. Altigracia, al igual que la mayoría de las poblaciones del país, carecía de normativas apropiadas vigentes, por lo cual esta deficiencia se cubrió a través de un convenio entre tres instituciones para la elaboración del plan urbano: la Alcaldía de la ciudad, como usuaria del

mismo; la empresa petroquímica más importante del país, como financista del plan, al ser propietaria de un enorme complejo industrial cercano a Altigracia; y la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Zulia, como consultor técnico de planificación. El proyecto fue realizado durante todo el año 1997 y a un costo de unos 75 millones de bolívares (aproximadamente US\$ 150.000) para un salario mínimo para la fecha de 74 mil bolívares mensuales y un costo de coordinación general de 7.500 bolívares por hora (unos 150 US\$/mes y 15 \$/hora, respectivamente). La

TABLA 1

TIPOLOGÍAS DE FORMATOS UTILIZADOS PARA EL PLAN	Tipo de formato	Nº archivos	Tamaño
	TEXTO (DOC, DOT, TXT)	163	35 Mb
	IMÁGENES (TIF, JPG, BMP, AVI, CPT, CDR)	290	146 Mb
	DATA (XLS, MDB, DBF)	191	26 Mb
	CAD (DWG, DXF)	163	58 Mb
	SIG (APR, ARC)	429	55 Mb
		1236	320 Mb

Fuente: Elaboración propia.

inversión en el desarrollo del sistema de información fue de unos 15 millones de bolívares (US\$ 30.000), incluyendo los costos de salarios y alquileres de local, equipos y licencias de computación.

Los distintos tipos de información recopilada y procesada según las pautas que se describen en el presente documento, generaron más de un millar de archivos, entre textos, imágenes, bases de datos, hojas de cálculo, archivos CAD, coberturas SIG, secuencias de video y presentaciones multimediales (ver tabla 1). Tal cantidad de archivos se administró a través de un

servidor de archivos y una estructura de anidamiento de directorios y subdirectorios, accesibles en red a través del enrutamiento en su conexión como discos virtuales de las distintas estaciones de trabajo involucradas en el proyecto. En la tabla 2 puede apreciarse las especificaciones de tales equipos.

Los productos generados y entregados al término del plan, fueron:

1. Documentos impresos descriptivos del plan (1.100 páginas incluyendo 80 tablas, y unos 200 gráficos y planos 1:25.000);

2. Proyecto de ordenanza de zonificación, como instrumento legal a ser considerado, aprobado y ejecutado por la municipalidad; y

3. 50 planos de referencia escala 1:10.000 y 1:5.000 tanto del diagnóstico, de la ejecución por etapas del plan, y de las áreas afectadas por las distintas zonificaciones contempladas en el proyecto de la ordenanza.

Los documentos magnéticos del plan se mantienen en el Instituto de Investigaciones de la Facultad de Arquitectura, mientras se conviene en

TABLA 2

**FICHA TÉCNICA
DEL SISTEMA**

Sistema operativo:	MS Windows 95 – MS Windows NT server - Mac OS 7.2
Hardware:	Arquitectura cliente-servidor x86/Pentium (6 equipos) – PowerPC (2 equipos), en red LAN ethernet TCP/IP.
Almacenamiento de archivos:	400 Mb aproximadamente
Procesador de palabras:	Microsoft Word 7.0
Hojas de cálculo:	Microsoft Excel 7.0
Autoedición:	Adobe Pagemaker 5.0
Imágenes:	Corel Photopaint 5.0
Ilustraciones:	Corel CorelDraw 5.0
CAD:	Autodesk AutoCAD v12 y 13
SIG:	Esri PC/ArcInfo, ArcView 2.0 y 3.0
Bases de datos:	MS Visual FoxPro 4.0, MS Access 7.0, Borland Dbase IV

Fuente: Elaboración propia.

la elaboración de un sistema-en-línea de análisis y consulta de la información urbana y de las regulaciones legales propuestas.

2/ EL SISTEMA DE APOYO A LA PLANIFICACIÓN URBANA (SAP)

2.1. La misión del sistema

El sistema de información de apoyo a la planificación urbana local de Altagracia (SAP-PDUL) fue generado paulatinamente para apoyar la toma de decisiones del equipo generador del plan, en los términos de:

- Facilitar la *toma de decisiones* del equipo de planificación, al permitir realizar estudios y evaluaciones cuantitativas al incorporar módulos de análisis automatizado;

- Mantener la *consistencia* de los insumos de información, permitiendo que distintos equipos de trabajo utilizaran las mismas actualizaciones de datos durante el proceso de recopilación y procesamiento de la misma;

- Promover la relación de *integración* entre las áreas del plan, al apoyar

el cruce de resultados preliminares entre los distintos equipos de trabajo;

- *Custodiar* la información recopilada, documentando su origen y caracterización, y facilitando la detección de ambigüedades e inconsistencias entre datos de distintas fuentes; y

- *Presentar* la información recopilada y los resultados obtenidos, de manera tal que pueda ser formateada para producir los productos impresos definitivos del plan.

Estos usos podrían ser complementados con un posible uso de la información

digital para su integración en *sistemas de análisis y consulta automatizada* instalados en las instituciones de gestión urbanística. Ello implicaría una reforma organizacional importante dentro de las mismas, ya que ellas usualmente aplican manuales y regulaciones impresas bajo enfoques personalizados de los funcionarios ejecutores del plan; naturalmente, esto escapa al alcance del plan urbano en sí, abordando instancias como la reestructuración del Estado y la modernización del poder municipal como principal gestor de desarrollo de la ciudad.

2.2. El enfoque sistémico en la organización espacial urbana

Para establecer las pautas para la creación de un sistema de información, conviene considerar a la propia ciudad como un sistema de relaciones entre el medio físico natural, las actividades humanas y las formas de comunicación y servicio entre ellas. En este sentido, se consideró un enfoque sistémico, basado en el establecido por Mc Loughlin y Echeniche en los años 70, en la cual la ciudad resulta un cúmulo de relaciones "espacios-actividades" y "comunicaciones-canales", asociándolo a las actuales concepciones del desarrollo sustentable, el cual considera tales relaciones sobre un medio geográfico natural particular

como ámbito con atractivos y capacidades diferenciales para distintos tipos de desarrollo urbano.

De tal consideración, surge un modelo de ciudad en la cual se establecen los componentes urbanos identificados a través de dos sistemas físicos:

- Por una parte, un sistema de *espacios adaptados*, que permite la evaluación de la capacidad de los espacios artificiales (edificaciones modificadoras del territorio) para contener diferentes cantidades y tipos de actividades (ya sean residenciales, industriales, recreacionales); y por la otra,
- Un sistema de *canales*, a través del cual se confronta la intensidad de los flujos de servicio (ya sea de comunicación, de suministros o de evacuación) frente a la capacidad de los canales urbanos (de las redes y sus características).

Tales sistemas comprenden información susceptible de ser analizada y evaluada espacialmente al comparar las distintas vocaciones de uso del suelo *versus* sus capacidades límites de soporte a dichos usos. En este sentido, son ampliamente conocidos dos métodos:

1. El *Método de Superficies Potenciales* (McHarg, 1969), el cual consiste en la

generación de mapas síntesis de desarrollo potencial y conservación del medio ambiente, a través de la superposición de capas de información espacializada referentes a las distintas variables del análisis urbano; y

2. La *Teoría de Umbrales* (Kozlowski, 1972), a través de la cual se calculan las capacidades límite de servicios de infraestructura en una ciudad.

Tras su aplicación, es posible obtener la estructuración de la ciudad en sectores urbanos homogéneos, los cuales, una vez delimitados, se constituyen en la unidad espacial básica de información para la planificación y la administración de la ciudad. Con base en las recomendaciones pertinentes a cada uno de ellos, es que se establece una normativa de desarrollo apoyado en un plano de zonificación de usos del suelo, un plan de vialidad y transporte, una serie de planos de ejecución por etapas de obras de infraestructura de servicios, todo ello bajo la previsión de una imagen objetivo de implementación del plan de 20 años.

2.3. Los subsistemas de información

Bajo estas consideraciones, la información sobre el sistema urbano en estudio se encuentra comprendida en tres ámbitos:

- El ámbito *espacio-tierra*, el cual comprende los datos sobre el medio físico natural;
- El ámbito de *actividades humanas*, el cual clasifica el funcionamiento urbano en actividades urbanas fundamentales, expresadas en términos socioeconómicos, de equipamiento y de desarrollo urbano; y
- El ámbito de *canales*, el cual aborda la capacidad y cobertura de prestación de servicios de redes.

Cada uno de tales ámbitos de información se manifestó dentro del SAP, para el caso de estudio y por razones operativas, a través de su subdivisión de acuerdo con las variables urbanas fundamentales ya referidas, siendo cada una de ellas acometida en actividades de modelaje conducidas por equipos de planificación *ad-hoc*; a ellos, se adicionaron dos temas específicos considerados como pertinentes para la ciudad de Altagracia (Patrimonio y Turismo).

Esta organización temática se reflejó en la estructura física del sistema de información, a través de un conjunto de Subsistemas de Almacenamientos, los cuales tuvieron como criterio la localización física jerárquica de los procesos desarrollados dentro del SAP en una secuencia de subdirectorios,

unos anidados dentro de otros (ver figura 2).

Transversalmente a esta estructura de almacenamiento, el sistema se organizó en forma operativa en dos Subsistemas de Procesamiento, agrupados de la siguiente forma:

El *subsistema de procesamientos de documentos*, los cuales abordaron las tareas del manejo de textos e imágenes de contenido predominantemente cualitativo y explicativo; y

El *subsistema de procesamientos de atributos*, correspondientes al manejo de bases de datos, cartografía CAD y sistemas de información geográfica, con mayor carácter cuantitativo y descriptivo.

Cada uno de estos subsistemas contempló procesos con distintos formatos de manipulación y almacenamiento, aplicados en los distintos temas de modelaje de acuerdo con los requerimientos específicos de cada uno de ellos. En este sentido, el subsistema de documentos abordó todos los tipos de información del plan, como podrá apreciarse en la sección siguiente, mientras que el de atributos se aplicó en aquellos tipos de información cuyo tipo de análisis y de resultados esperados sería de orden básicamente cuantitativo.

Procesamiento de documentos tipo textos

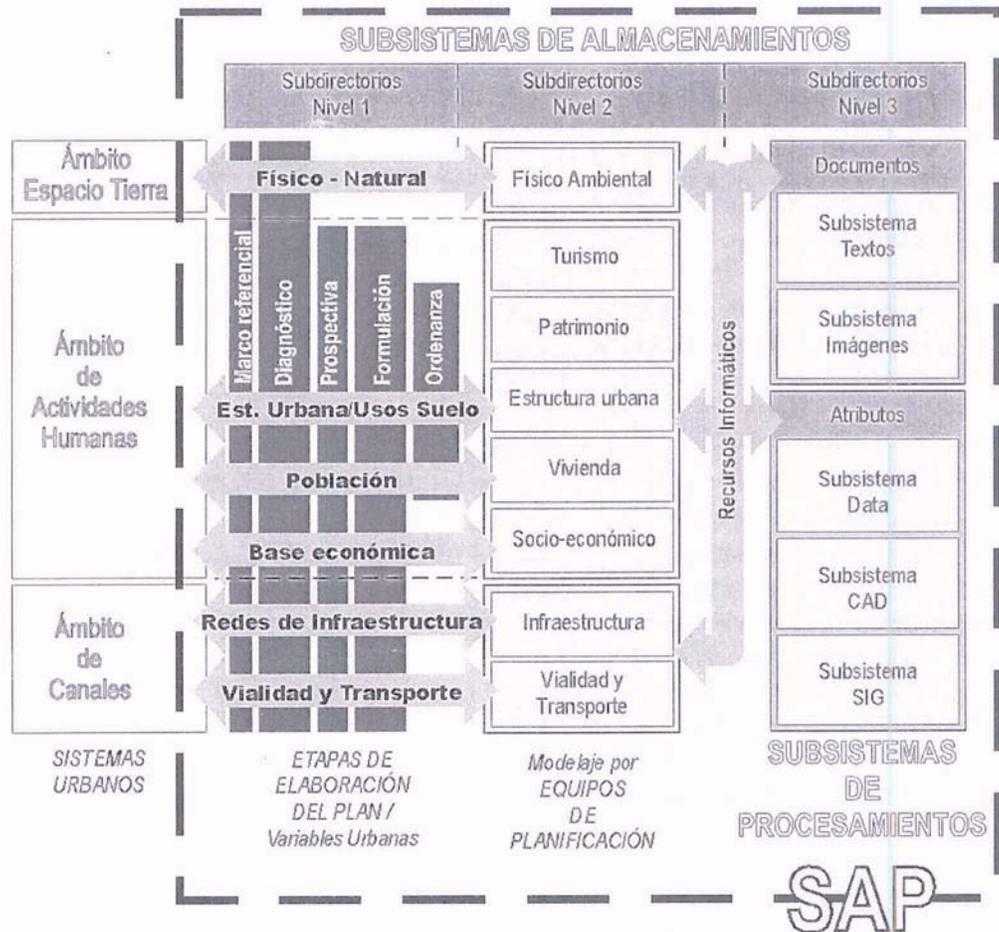
El procesamiento de textos constituye uno de los principales ejes de organización de información del plan. Los cinco documentos que constituyen la memoria del plan (marco referencial, diagnóstico, prospectiva, formulación, ordenanzas), contienen una gran variedad de descripciones, interpretaciones y conjeturas escritas, apoyadas por tablas de datos y esquemas gráficos. Son los primeros documentos magnéticos que se generan y los últimos que se terminan, conteniendo una gran complejidad debido a sus dimensiones (los cinco documentos pueden llegar al millar de páginas), y a sus referencias (más de dos centenares de planos y cuadros).

En el caso de estudio, cada uno de los cinco documentos se constituyó en un libro, desarrollado con base en las siguientes consideraciones:

1. Definición de plantillas base con la incorporación de estilos para autorresumen y autoindexado;
2. Inclusión de referencias cruzadas y epígrafes, para la autonumeración de cuadros e ilustraciones; e
3. Inserción y/o incrustación de tablas de datos, y páginas "de guarda" para la

FIGURA 2

COMPONENTES DEL SISTEMA DE APOYO A LA PLANIFICACIÓN URBANA



compaginación posterior de planos descriptivos.

Estos atributos permitieron ediciones y actualizaciones sucesivas de documentos masivos como el diagnóstico (600 páginas-8 Megabits), sin necesidad de grandes reenumeraciones manuales y controlando la actualización de la información contenida en archivos magnéticos externos al libro. Los documentos gráficos fueron incorporados sólo nominalmente en los documentos de texto a través de páginas de guarda, debido a que no se justificó la incrustación de los mismos ya que todos ocuparon páginas completas, no afectando la diagramación parcial de páginas con textos.

Procesamiento de documentos tipo imágenes

La imagen se constituye en uno de los documentos más importantes para la expresión de información urbana. Permite captar y presentar una impresión integral de una situación en particular, facilitando los procesos de apreciación y interpretación deductiva e inductiva. Su automatización, por procesos de digitalización en mapas de datos o mapas de bits, depende sustancialmente de la naturaleza de la información contenida en ella y del tipo de representación que ellas hacen de la realidad. En este sentido, el sistema

abordó el manejo de tres tipos de imágenes:

1. Las *planimétricas*, correspondientes al simple rastreo digital de mapas geográficos y urbanos, para disponer de referencias gráficas para el trazado por computador de diagramas y esquemas explicativos;
2. Las *fotográficas*, digitalizadas como reseña gráfica de sectores, equipamientos y elementos urbanos, los cuales fungen como apoyo a textos descriptivos de distintas situaciones urbanas; y
3. Las *videográficas*, capturadas como cortos de acción en vivo que le otorgan a la imagen el vector temporal en su lectura y manifestación (ver figura 3).

Este tipo de documentos, susceptibles de su almacenamiento individual como unidades independientes o integrados a través de bases de datos gráficas, fueron generados a través de programas de construcción de imágenes, ya sea por rastreador digital de impresos (*scanner*), o por captura de secuencias y programas audiovisuales a través de dispositivos de digitalización de video y sonido. En varios casos, fueron apoyados como programas de ilustraciones, diferenciados de las simples imágenes en que ellos permiten crear gráficas geometrizadas y vectorizadas, mucho

más fácil de trabajar pero con más carácter simplemente indicativo que los mapas de bits.

Procesamiento de atributos tipo data

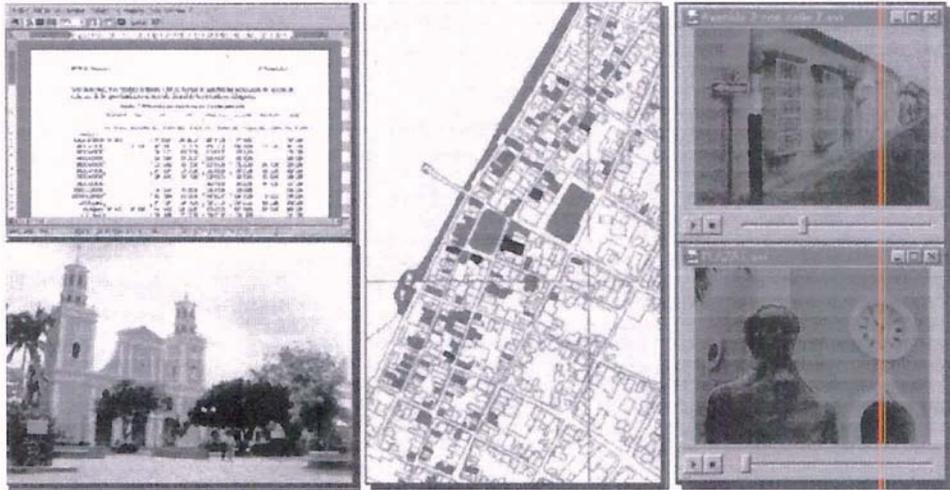
El estudio detallado de las distintas escalas de actuación sobre la ciudad, condujo a desarrollar un levantamiento de información con base en dos niveles: el primero, a escala de sectores, el cual obedeció a una organización del área geográfica de la ciudad en zonas homogéneas susceptibles a tener intervenciones similares, determinadas tras la preparación del marco referencial; y el segundo, a nivel de cada uno de los inmuebles urbanos, con el fin de determinar actuaciones detalladas en zonas de gran complejidad de uso.

Debido a que la ciudad no disponía de un registro catastral sano, esta información no pudo ser obtenida de manos de la autoridad municipal, por lo que se generaron base de datos en función de nuevos levantamientos de datos ejecutados por el propio equipo de planificación. Estos levantamientos se realizaron con dos tipos de instrumentos:

1. Encuesta de hogares, procesadas bajo un sistema de base de datos en registros, con información socio-económica y de origen-destino del transporte por sectores, obtenida con

FIGURA 3

EJEMPLOS DE PROCESAMIENTO DE DOCUMENTOS DE TEXTO, IMÁGENES FOTOGRÁFICAS, PLANIMÉTRICAS Y VIDEOGRÁFICAS



Fuente: Cuberos (1998). Integration of CAD on a Planning Support System IFA (1997). PDUL Altagracia, LUZ-Pequiven.

base en una muestra del 10% de la población; y

2. Registro de estructura del Censo, el cual se generó con base en la combinación de hojas de cálculo y sistemas de base de datos relacionales, con información sobre los tipos de uso y condiciones de cada una de las edificaciones de la ciudad, y características de ocupación de la parcela.

Debido a que el censo aborda la información del universo de inmuebles de la ciudad, ello permitió verificar resultados obtenidos en las encuestas;

al mismo tiempo, al tener el censo varios años de realizado, su información se pudo actualizar con base en observaciones realizadas en el sitio.

Los análisis realizados con esta información se apoyaron en cómputos, evaluaciones y gráficas realizadas con programas de hojas de cálculo, las cuales fueron incorporadas tanto dentro de los documentos textuales del plan como en sus anexos.

Procesamientos de atributos tipo CAD

La geometrización de las imágenes, a

través de la vectorización de trazados, figuras y contornos, permite la generación de bases gráficas medibles, cuantificables y caracterizables. En este sentido, el plano como instrumento fundamental para la espacialización de información, se constituye en el eje de los documentos del plan urbano, y fueron las herramientas CAD (diseño asistido por computador) las llamadas a cumplir este importante rol.

Para este procesamiento de ilustraciones, el manejo de planos vectorizados abordó los siguientes tipos de información:

1. Planos base, preparados a partir de la digitalización semiautomática de trazados contenidos en mapas rastreados, y complementados por información CAD previamente elaborada como dibujo digitalizado de algunos proyectos puntuales previos de diseño urbano;

2. Planos descriptivos, los cuales expresan gráfica y atributivamente la caracterización de diferentes componentes de los sistemas urbanos;

3. Planos síntesis, elaborados tras la superposición de mapas de variables significativas en la determinación de áreas homogéneas;

4. Planos sectoriales, obtenidos tras “forzar la escala” de la fuente del dibujo al doble (representación 1:5.000 de una fuente 1:10.000), para indicar situaciones y consideraciones a escala de sectores urbanos; y

5. Planos normativos, constituidos por la representación de franjas, zonas, áreas de actuación.

En función de las unidades de desagregación de la información presentada, podemos considerar:

1. Planos de equipamientos, los cuales contienen la localización puntual de establecimientos de servicio a la comunidad;

2. Planos de áreas, contentivos de divisiones por áreas o sectores de la ciudad según la similitud en su situación en cuanto a características, servicios o deficiencias; y

3. Planos de redes, con el trazado de mallas de servicios, ya sean de flujos de transporte, de abastecimiento, o evacuación de desechos.

La información vectorizada no sólo fue manejada directamente por herramientas CAD (ver figura 4) sino que resultaron como base para la asociación entre elementos físicos urbanos y su información atributiva, a través de los sistemas de información geográfica (SIG).

Procesamiento de atributos tipo SIG

Así pues, un paso más allá en el uso de planimetría vectorizada se logra con el uso de los sistemas de información geográfica (SIG). Éstos logran su utilidad en la medida en que cada elemento geométrico de un plano digital esté asociado con una serie de atributos correspondientes al mismo dentro de los registros de una tabla de datos. En el caso del plan urbano en cuestión, se dispuso de las bases de datos levantadas en sitio y complementadas por las de la llamada “encuesta básica”, realizada por funcionarios casa por casa durante el último censo nacional en 1990. Para la construcción del sistema de información

geográfica se recurrió a una herramienta de construcción de topologías para convertir las capas de “inmuebles” de los planos base, en unidades gráficas etiquetadas y asociables a los atributos de un registro específico de la base de datos. Con ello se obtuvo un registro catastral preliminar de inmuebles urbanos, con informaciones tales como condición de la construcción, uso y ocupación de la parcela.

Todo ello se logró al conformar el sistema geoespacializado a través de tres tareas:

1. Conversión de imágenes vectorizadas, a partir de archivos CAD actualizaciones con levantamientos en sitio;

2. Generación de bases de datos georreferenciadas, con la consolidación de tablas de datos atributivas con figuras geométricas etiquetadas; y

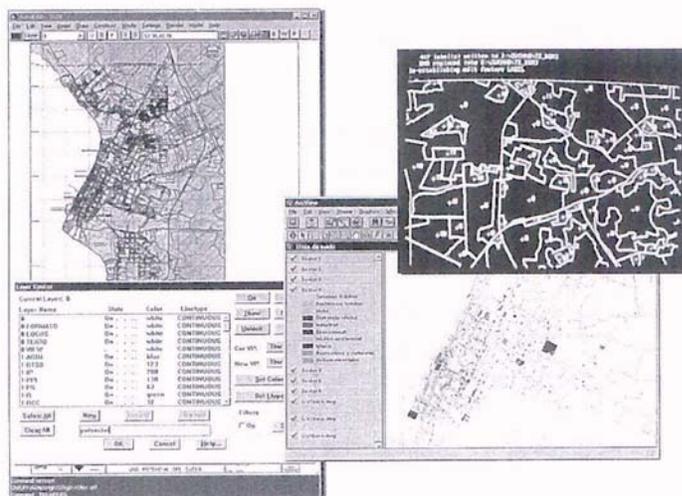
3. Actualización y trazado de polígonos, líneas y puntos, con la generación automática, semiautomática o manual, de sectores, centros o canales significativos desde el punto de vista del diagnóstico situacional o propuestas prospectivas del plan.

2.4. Actividades de modelaje

Dadas estas distintas modalidades de información, cada equipo de trabajo

FIGURA 4

PROCESAMIENTO DE CAPAS EN PLANIMETRÍA DIGITAL CAD, CONSTRUCCIÓN DE TOPOLOGÍAS SIG (ARCINFO) Y VISUALIZACIÓN POR ATRIBUTOS



Fuente: Elaboración propia, basada en PDUL Altgracia, LUZ-Pequiven.

acometió los estudios correspondientes a su tema bajo la aplicación de modelos específicos de análisis y predicción. Todos los equipos partieron del trabajo de digitalización realizado con el CAD, y concluyeron en productos generados con el mismo. Algunas actividades de dichos modelos se automatizaron de la forma siguiente:

Vivienda. A partir de la vectorización CAD de las edificaciones, se ajustó la estructura urbana de acuerdo con el registro gráfico creado durante el Censo 90. A través de una plataforma SIG, cada elemento gráfico se etiquetó

para poderle asociar la base de datos constructivos de cada inmueble; con ello, se aplicaron diferentes análisis de localización residencial utilizando estadística gráfica, los cuales a su vez sirvieron de soporte a cuadros comparativos realizados en hojas de cálculos, y nuevas capas creadas bajo formato CAD.

Equipamientos urbanos. Tras el levantamiento de usos de suelo realizado por un personal de campo, los inmuebles se clasificaron por capas CAD, revisándose por comparación con el reporte gráfico de la base de datos del censo

generado por el SIG. Tras el ajuste dentro del CAD, se realizaron cálculos de accesibilidad y de área servida según los estándares oficiales, integrándose esta información a través de tablas del procesamiento de textos.

Redes de infraestructura. A partir de documentos impresos que facilitaron los distintos organismos de servicio público, se digitalizaron los trazados de redes y se les asignó información atributiva por capa, color y grosor. Los resultados del cálculo de distancias y de áreas servidas realizados con el CAD, se integraron a programas de

análisis de flujos para detectar los tramos con problemas y los umbrales máximos de la instalación. También, tal información se procesó con el SIG para evaluar la capacidad y extensión de cada servicio. Los resultados obtenidos se incorporaron al CAD para expresarlos gráficamente, con el apoyo de herramientas de representación.

Ambiente físico-natural. Dicho estudio partió de la descripción gráfica de áreas homogéneas por cada variable de estudio, utilizando como referencia el plano base CAD. Las distintas capas de información se superpusieron, bajo la metodología del Modelo de Superficies Potenciales, obteniéndose con el mismo formato, un plano síntesis y un modelo de conservación, el cual a su vez fue superpuesto a otros temas del análisis urbano para estudios prospectivos y de formulación final de la propuesta.

Redes de transporte. Utilizando los trazados del plano base, se creó una capa de zonas de transporte, la cual se integró a una plataforma SIG. Cada zona recibió la información del estudio de origen-destino, con la cual se realizaron análisis espaciales cuyos resultados se convirtieron en nuevas capas bajo formato CAD. Los planos definitivos surgieron de ambos formatos.

Variables socioeconómicas. En forma similar a los estudios de transporte, se

crearon en CAD sectores urbanos, a los cuales directamente se le asignaron atributos por capas de información a partir de los resultados de la Encuesta de Hogares realizada por personal de campo. Dicha encuesta arrojó estudios comparativos entre sectores, que fueron graficados a través de trazados en los planos finales CAD.

Valores patrimoniales. Se creó en CAD una serie de capas correspondientes a la identificación y localización de más de un centenar de inmuebles con valor histórico. La matriz de evaluación patrimonial se preparó en una hoja de cálculo, y sus resultados se representaron en un plano final de valores. Por codificación, cada inmueble puede referirse a una ficha elaborada en un procesador de texto y a un expediente almacenado físicamente.

Potencial turístico. Este aspecto debió considerar un área geográfica mayor que la urbana, ya que el turismo es un sistema económico complejo que afecta sistemas territoriales completos. A pesar de utilizar cartografía digitalizada no vectorizada de la subregión, se localizaron, identificaron y evaluaron espacialmente los atractivos y recursos turísticos en archivos CAD de la ciudad. Los resultados de un sondeo de opinión, expresados con un módulo gráfico de hojas de cálculo, se reflejaron a través

de símbolos en los planos vectorizados de Altagracia.

2.5. Actividades CAD

Como habrá podido ser apreciado, las herramientas CAD resultaron el principal canal de comunicación entre los equipos de trabajo, base para el análisis espacial y generador de los productos de presentación del plan. Su uso fue comparativamente evaluado con los SIG, considerando específicamente dos herramientas mundialmente conocidas como Autodesk AutoCAD en sus versiones 12 y 13, y ESRI ArcView versiones 2.0 y 3.0a, ambas en disponibilidad del equipo de planificación en el período octubre de 1996-noviembre 1997 cuando se elaboró el plan. Aun cuando para el inicio del proyecto, AutoCAD 13 ya se encontraba en el mercado, y AutoCAD 14 y ArcView 3.0 salieron a la venta durante el transcurso de la elaboración del plan, se decidió utilizar inicialmente las versiones 12 y 2, respectivamente, indicadas debido a que ya habían sido suficientemente probadas y conocidas por el equipo del proyecto. Posteriormente, se culminó el trabajo con las versiones actualizadas.

Pese al gran auge que han tomado los SIG como herramientas de planificación, éstos sólo fueron

TABLA 3

**CUADRO COMPARATIVO
DEL USO DEL CAD
Y EL SIG**

Ventajas de Autodesk AutoCAD versión 12-14	...respecto a ArcView versión 2.0-3.0a
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil contratación de personal con experiencia • Facilidad en la instalación y uso del software • Compatibilidad con formatos de fuentes previas • Sólo requiere información gráfica para ser útil • Facilidad de generación y edición de trazados espaciales No requiere de otros programas costosos para lograr sus productos • Funcionabilidad en ambiente DOS Y Windows. • Compatibilidad en reversa con versión 11 y hacia 13 y 14 • Menores requerimientos de hardware • Mayor facilidad de distribución y uso de los productos magnéticos finales • Cada carga de archivo sólo invoca una vez cada referencia externa • Actualización inmediata de archivos por recarga de referencias externas modificadas con el mismo programa 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de poco personal bien adiestrado • Difícil instalación y restricciones de uso por llave de hardware • Requiere conversión de información magnética con otros formatos • Necesita información atributiva para su uso • Necesita otras herramientas para generar la información gráfica base (ArcInfo, ArcCAD, AutoCAD) • Necesita un editor gráfico costoso para generar y actualizar la vectorización digital • Sólo opera en ambientes gráficos • Incompatible con versión 1 y no acepta reconversión en reversa de la versión 3.0 • Requiere un alta configuración del equipo • Información sólo útil para ser manejada por otros GIS, a veces con necesidad de conversión • La carga del archivo solicita tantas veces la lectura de referencias externas como vistas en las que está incluida. • Requiere la reconversión de actualizaciones (excepto si la edición se ha realizado con otros programas del mismo fabricante)
Desventajas de Autodesk AutoCAD versión 12-14	...respecto a ArcView versión 2.0-3.0a
<ul style="list-style-type: none"> • Difícil asociación con bases de datos • Sólo admite selección por capas, bloques o atributos • Complejidad en la selección y presentación por áreas • Requiere laboriosas rutinas de programación para análisis geométrico • No admite cambios de resolución en la presentación, según escala de trabajo • Requiere procesos de recarga de entradas y regeneración de salidas de datos para relacionarse con programas de bases de datos • Limitada posibilidad de crecimiento como sistema automatizado integral de información urbana 	<ul style="list-style-type: none"> • Su funcionamiento ya incluye bases de datos • Acepta criterios numéricos, booleanos o lógicos para consultas y reportes • Orientado a objetos polígonos, además de arcos y puntos • Herramienta fácilmente programable, poderosa para estadística espacial y el análisis de redes • La resolución de la información se puede ajustar según distintas escalas de visualización • Comparte bases de datos con otros programas de gestión de bases de datos relacionales • Gran potencial de desarrollo como herramienta integral de consulta de información espacializada geocodificada

Fuente: Cuberos, Ricardo (1998). Integration of CAD on a Planning Support System (traducción).

básicamente utilizados como herramientas de apoyo y de generación de insumos de información, como los sistemas de bases de datos y de hojas de cálculo. Tal decisión respondió a una comparación de ventajas y beneficios de ambos sistemas, como podrá apreciarse en la tabla 3.

En función de tal selección, el procesamiento con el CAD involucró dos tipos de operaciones: las de consulta, destinadas al reporte de información cuantitativa y cualitativa extraída de la información geométrica del análisis urbanos y de información referencial de los llamados bloques con atributos; y las de graficación, referidas a las capacidades de la herramienta en la gestiones gráficas de edición y visualización de información vectorizada.

Operaciones de consulta

Cinco tipos de funciones de consulta se realizaron con el CAD:

1. *Cálculo de áreas*, destinadas a la cuantificación de superficies poligonales definidas como sectores, zonas, áreas de influencia y demás subdivisiones del espacio urbano, a los efectos de la aplicación de modelos de gravedad y cobertura de servicios;

2. *Cálculo de corredores*, realizados con base en la determinación y la

cuantificación de franjas en los márgenes de canales de comunicación o de distribución de servicios, como parte del desarrollo de modelos de accesibilidad;

3. *Cálculo de distancias*, necesario para el cómputo de recorridos para la definición de áreas y corredores y la simulación de redes de suministro y evacuación de desechos;

4. *Conteo de unidades*, como reporte para la evaluación según estándares de equipamiento urbano o estimaciones de localización y densidad residencial; y

5. *Selección por atributos*, desarrollado a través de la inserción con bloques con atributos, para la identificación de referencias gráficas y el apoyo al modelaje de localización de destinos.

Cada consulta en particular obedeció a requerimientos específicos de los coordinadores de cada equipo temático de planificación, y sus resultados fueron distribuidos e integrados en las distintas secciones de los análisis y síntesis urbanos a través del equipo de sistemas de información.

Operaciones de graficación

La preparación de archivos CAD fue efectuada en función del uso que

tendría cada uno de ellos dentro del sistema de información. En este sentido, se tienen cinco niveles de documentos (ver figura 5):

1. *Planos base*, codificados según el plano fuente oficial, con la información de trazados del registro físico-espacial de inmuebles, parcelas, caños, caminos, línea de costa, manglares y bosques, y retículas de coordenadas geográficas;

2. *Capas descriptivas*, codificadas con un nombre descriptivo de la variable espacial cuyos resultados expresa; sus resultados se presentan sobre los planos base como trazados de puntos, líneas o áreas, con atributos por capas y colores;

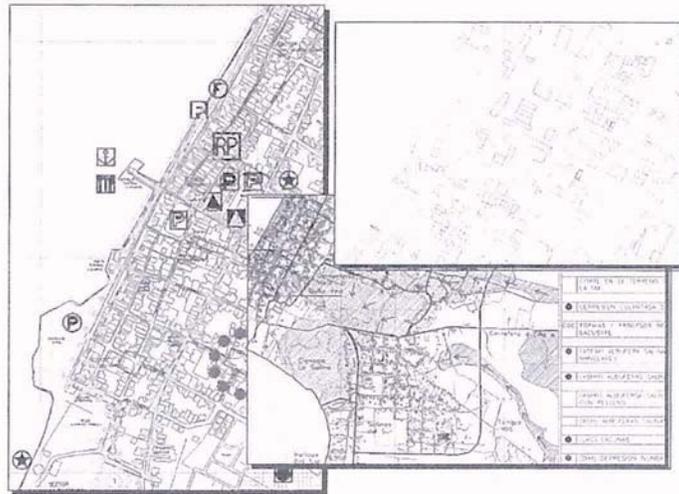
3. *Capas síntesis*, también codificadas con un nombre relativo a su variable correspondiente; se generan a partir de las capas descriptivas para representar los resultados obtenidos de cada análisis;

4. *Formatos*, los cuales incluyen los elementos de presentación formal de los distintos tipos de planos impresos, denominados según el tamaño y la escala de la visualización, así como los nombres descriptivos de sectores y elementos principales del conjunto urbano;

5. *Planos de presentación*, codificados según el número del plano referido en

FIGURA 5

EJEMPLOS DE OPERACIONES DE CONSULTA POR BLOQUES CON ATRIBUTOS, GRAFICACIÓN POR CAPAS Y DETALLE DEL PLANO FINAL DE PRESENTACIÓN



Fuente: Cuberos (1998). Integration of CAD on a Planning Support System IFA (1997). PDUL Altigracia, LUZ-Pequiven.

112

los documentos de texto que los explican, y que presentan superpuestos los archivos de los planos base, capas descriptivas o capas síntesis, y formatos, todos ellos insertados bajo la modalidad de referencias externas.

Las capacidades del CAD como herramienta para la generación y visualización de información gráfica, se expresaron en dos tipos de operaciones de manejo de documentos:

1. *Gestión de capas y archivos*, la cual permitió el manejo codificado de nombre de archivos y de capas a través

de su rápida selección por filtros, en la preparación de capas síntesis y planos de presentación; y

2. *Gestión de bloques y referencias externas*, consistente en la posibilidad de generar y modificar cualquiera de los archivos de planos y de bloques en forma concurrente por varios operadores CAD, para obtener planos de presentación actualizados y sin inconsistencias entre sí.

La compatibilidad general entre todos estos documentos y procesos se logró a través de la administración

centralizada de la coordinación de sistemas de información, asistida por la revisión manual de productos finales por parte de la coordinación general del proyecto. Con ello se logró un plan que, a pesar de voluminoso, contiene un alto nivel de coherencia y consistencia de información entre sus distintas partes y secciones.

3/ CONCLUSIONES

Como ha podido apreciarse, el ordenamiento legal vigente en Venezuela especifica contenidos que debe incluir todo plan urbano local,

pero no indica metodologías de análisis para obtenerlos. Dependerá del estado-del-arte de la planificación, la selección de los métodos de recopilación, análisis y evaluación de información; con ello, el nivel de automatización de tales procesos será decisión conjunta entre los especialistas en cada aspecto de la vida urbana y el equipo de sistemas de información.

"Las capacidades que las tecnologías de computación pueden tener para resolver problemas de diseño son en gran manera proporcionales a la cantidad de información disponible que describen al problema" (Stoker, 1981:13). Esta realidad en los procesos de diseño urbano reservan una limitación a su completa automatización, y una paradoja para los sistemas de apoyo a la planificación. En efecto, si se utiliza el tiempo y los recursos necesarios para alimentar un sistema con una cantidad significativa de información para aplicarle sólo métodos cuantitativos, quedará poco tiempo y dinero para generar los resultados. En este sentido, y debido a que el proceso de diseño contendrá una serie de consideraciones que escapan a las simples evaluaciones cuantitativas, todo SAP deberá incluir estrategias para la consideración y el control de los documentos que introducen cargas de valor, elucubraciones y verdades teóricas dentro del plan.

Por ello, el CAD en los actuales sistemas de apoyo a la planificación sólo podría ser entendido como un conjunto ecléctico de aplicaciones, independiente y discrecionalmente aplicadas en diferentes aspectos del proceso de diseño y la documentación. No obstante, el CAD podrá ser un camino hacia la consolidación de un conjunto continuo y alternativo de herramientas para asistir a los equipos de proyectos en todas las actividades de la planificación urbana, de una manera similar que los GIS. El desarrollo de nuevas versiones de herramientas para la generación de sistemas, han mostrado una clara tendencia hacia tal convergencia.

Aparte del problema de las herramientas, la generación de un sistema de apoyo a la planificación urbana para el caso de estudio, abordó una serie de dificultades bastante usuales en proyectos similares:

- *Ausencia de bases de información consolidadas*, lo cual implica no sólo procesos laboriosos de construcción de información base, sino incluso falta de datos que obligan al uso de estimaciones y proyecciones estadísticas, afectando el margen de error de las propuestas;
- *Alto costo y bajo presupuesto*, debido por una parte, a la incredulidad de los

contratantes de proyectos frente a los costos de programas y equipos de computación apropiados para el modelaje automatizado, forzando a la desactualización y a la piratería del software y, por otra parte, a que es el mismo deficitario gobierno nacional quien en última instancia aporta los recursos para la elaboración del proyecto;

- *Corta experiencia en administración de redes*, problema en proceso de resolución gracias a la explosiva popularización y abaratamiento del trabajo en intranets corporativas, y de aplicaciones concebidas para su funcionamiento bajo tal ambiente;
- *Dificultad en definir los alcances y aplicaciones de la información*, debido a la paradójica circunstancia de que quienes tiene larga experiencia en planificación, por lo general no lo tienen en computación, y viceversa, lo cual implica un proceso de concertación difícil entre especialistas con un enfoque distinto sobre los procesos de trabajo sistemático; y
- *Dificultades para asumir cambios tecnológicos durante el proceso*, debido al rápido desarrollo de las tecnologías de información que colocan en el mercado versiones y productos nuevos y mejores durante el lapso que dura el proceso de elaboración del

plan, forzando que no sólo durante el proceso se esté actualizando la información con nuevos datos y correcciones, sino que incluso se modifiquen los formatos a estándares más actualizados y poderosos.

A pesar de estas dificultades, el Plan de Desarrollo Urbano Local de Altagracia se concluyó exitosamente, estando actualmente en proceso de aprobación por parte de la Cámara Municipal de la ciudad. El SAP representó un importante factor para ese éxito, debido a los siguientes beneficios:

- *Compendio digital de información*, al lograrse digitalizar la casi totalidad de la información utilizada en el plan, para su facilitar el manejo y la conservación en formatos con alta fidelidad y capacidad de registro;
- *Rapidez en las ediciones y correcciones*, lo cual resulta fundamental en proyectos que contienen un proceso de correcciones sucesivas debido a su complejidad y a la participación de los entes políticos en la decisión final de propuestas y disposiciones contenidas en el plan;
- *Facilidad de reproducción*, al permitir reimpressiones de documentos con carácter de originales, incluso en soportes físicos de naturaleza y tamaño diferente al original;

- *Precisión en los resultados*, debido al manejo cualitativo de la data y a la exactitud que los algoritmos de análisis imponen a la data estudiada;

- *Geocodificación de las disposiciones*, lo cual permite que las acciones indicadas por el plan tengan una georreferencia exacta, consideración esta de gran importancia para la contratación de obras y las disposiciones legales contenidas en el plan; y

- *Posibilidades de desarrollo*, dadas por el potencial uso de la información digital en un sistema de control administrativo al desarrollo urbano, el cual podrá hacer accesible la información del plan a los funcionarios públicos encargados de su ejecución, a través de interfaces amistosas desarrolladas sobre las últimas tecnologías en redes telemáticas.

Nuevos horizontes

Considerando los alcances y limitaciones del SAP desarrollado, se espera que en el futuro inmediato pueda cristalizarse las respuestas a los requerimientos detectados. Dichos requerimientos son los siguientes:

- *Optimización de las herramientas*, tanto de equipos como de programas de computación, lo cual podrá facilitar el trabajo cooperativo con menor

tiempo y costo y la obtención de resultados aún más significativos en el proceso de planificación urbana;

- *Integración de sistemas*, como mecanismo de colaboración interinstitucional para reforzar y mantener actualizada la información urbana de los centros poblados, aprovechando las suscripciones por redes telemáticas para intercambiar datos, modelos de análisis y decisiones planteadas;

- *Mejorar la capacidad de análisis diacrónico*, permitiendo la aplicación de modelos dinámicos de análisis que estudien las variables urbanas en la forma como ellas van interactuando entre sí a lo largo del tiempo;

- *Incluir distintos niveles de decisión*, reforzando la estructura de decisiones de la planificación estratégica situacional de manera tal que las propuestas no sean taxativas, sino sólo optativas en función de las circunstancias socioeconómicas que puedan afectar en un momento dado su ejecución;

- *Incorporar métodos inferenciales e inductivos*, a través de conceptos de la inteligencia artificial y las redes neurales, de manera tal que complementen los tradicionales modelo hipotético-deductivos ya usuales en la computación;

- *Incluir alternativas frente a la lógica booleana*, dado que usualmente se suscitan atenuantes en la realidad que matizan las condiciones de verdadero-falso en algunas variables del desarrollo urbano;
- *Mejorar la capacidad de análisis espacial*, al mejorar y simplificar los métodos matemáticos de la estadística espacial de manera tal que su uso sea más sencillo y poderoso sobre plataformas automatizadas de manejo de información digital;
- *Reforzar el manejo de aspectos cualitativos*, al desarrollar nuevas herramientas del manejo de información documental que no sólo representa nuevas bases de información, sino que su lectura incide en las ponderaciones y valoraciones de variables bajo cada modelo de análisis aplicado, afectando la toma de decisiones.

REFERENCIAS

- CEPAL (1994)
Modelo teórico-conceptual para la gestión urbana en ciudades medianas de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, LC/R.1407, 46 pp.
- CEPAL (1994)
Sistema de información para la gestión urbana en la ciudad de Córdoba, Argentina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, LC/R.1422, 87 pp.
- YATES, Paul, *et al* (1997)
"The Integration of Existing GIS and Modelling Systems: With Urban Applications" en *Computers, Environment and Urban System. Geocomputatio 97*. Pergamon Press. Volumen 22, Number 1.
- CUBEROS, Ricardo (1996)
"Sistema de Información Documental de Bienes Inmuebles". Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura, TEG 132.
- CUBEROS, Ricardo (1997)
"Los sistemas de información como apoyo a la planificación urbana" (material para la cátedra homónima del Curso de Especialización en Gestión Urbana), LUZ, Facultad de Arquitectura, Maracaibo, octubre.
- CUBEROS, Ricardo (1999)
"Desarrollo de herramientas automatizadas de apoyo a la planificación urbana". Trabajo de Ascenso para asistir a la Categoría de Asociado. LUZ, Facultad de Arquitectura, Maracaibo, enero.
- CUBEROS, Ricardo (1999)
"Integration of CAD on a Planning Support System". (Ponencia), *IV International Conference of Computer in Architectural Design*. Technical University of Bialystok, Poland.
- DAVEY, K. (1992)
The Structure and Functions of Urban Government. DAG, Institute of Local Government Studies, University of Birmingham.
- GONZÁLEZ, Marina, *et al* (1994)
"Hacia la generación de alternativas de diseño de viviendas para usuarios de menores ingresos en la ciudad de Maracaibo. Una aproximación al diseño a través de sistemas de información". Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura. 185 pp.
- ECHENIQUE, Marcial, *et al* (1972)
Urban Space and Structures. University of Cambridge Press.
- ECHEVERRÍA, Andrés (1995)
"Los asentamientos irregulares en el proceso de urbanización de Maracaibo". Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura.
- GIUSTI, Rosario (1984)
"Controles urbanos". (Mimeo). Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura.
- GONZÁLEZ DE KAUFFMAN, Marina, *et al* (1996)
"Método para establecer nivel de consolidación residencial en áreas urbanas". Universidad del Zulia, Facultad de Arquitectura, 20 pp.
- GUEVARA, Armando (1991)
Guía para la implementación de un SIG para la planificación regional y nacional. Environmental Systems Research Institute.
- IFA (1997)
Plan de Desarrollo Urbano Local de Altagracia. Facultad de Arquitectura, Universidad del Zulia, Maracaibo, Julio, Tomos A, B, C, D y E.
- ISA (1991)
"Desarrollo de un Sistema de Información: Banco Automático de Datos Urbanos". En *Propuesta metodológica para la formulación del Plan de Desarrollo Urbano Local de Maracaibo*. Facultad de Arquitectura, Universidad del Zulia, Maracaibo, abril, 25 pp.
- ISA (1994)
"SIG-Marco de referencia teórico". Facultad de Arquitectura, Universidad del Zulia, Maracaibo, pp. 22-24.

- KOZLOWSKI, Jerzi, *et al* (1972)
Threshold Analysis. The Architectural Press.
London.
- LYNCH, Kevin, *et al* (1959)
"A Theory of Urban Form". *Journal of The
American Institute of Planners*, 24 pp.
- MARTÍNEZ, Maria (1993)
"Modelo para el análisis de sitio". Universidad
del Zulia, Facultad de Arquitectura, Maracaibo,
TEG 121, 189 pp.
- MC. HARG, Ian (1969)
Design with nature. The National History Press.
The Falcon Press, Philadelphia.
- MINDUR (1989)
"Manual para la elaboración de los planes de
desarrollo urbano local". Dirección General
Sectorial de Ordenamiento Urbanístico.
Caracas, agosto, 5 p.
- MONTILVA, Jonás (1992)
Desarrollo de Sistemas de Información
Universidad de Los Andes. Consejo de
Publicaciones, Mérida, 262 pp.
- MC LOUGHLIN, Brian (1970)
"La planificación urbano-regional, un enfoque
de sistemas".
- OCEI (1990)
"Registro de Estructuras". *XII Censo de
Población y Vivienda*. Oficina Central
de Estadística e Informática, Caracas.
- QUINTERO, L. (1996)
"Encuesta Integral de Hogares". *Plan de
Desarrollo Urbano Local de Altavracia*.
Facultad de Arquitectura, Universidad
del Zulia, Maracaibo, agosto.
- SERRA, Pau (1996)
"Análisis espacial y modelos urbanos en un
entorno SIG". En *Urbana*. FAU-UCV / FA-LUZ,
Venezuela, Vol. 1, No. 19, pp. 99-116.
- STOKER, Douglas (1991)
"CAD versus Practice". En *Building and
Environment*. Pergamon Press, Great Britain,
Vol. 26, No. 1, pp. 13-15.