

Creación de un Sistema de Información Ambiental para las ciudades de Leipzig y Mendoza

KINDLER, A.

1. Introducción

En el marco de los acuerdos en Investigación y Tecnología entre Alemania y Argentina, además de numerosos otros proyectos de investigación, se implementó en 1994 entre el Centro de Investigación Ambiental de Leipzig-Halle (UFZ) y diferentes instituciones de investigación en Mendoza un proyecto para el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica para el Monitoreo Ambiental -SIGMA- (ARG ENV 17 "Environmental Information System). Colaboran en el proyecto tres investigadores del UFZ, Sección Ecología Agraria Aplicada/Geoinformación y dos científicos del CIFOT (Centro de Investigación y formación para el Ordenamiento Territorial, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza).

2. Objetivos científicos del proyecto

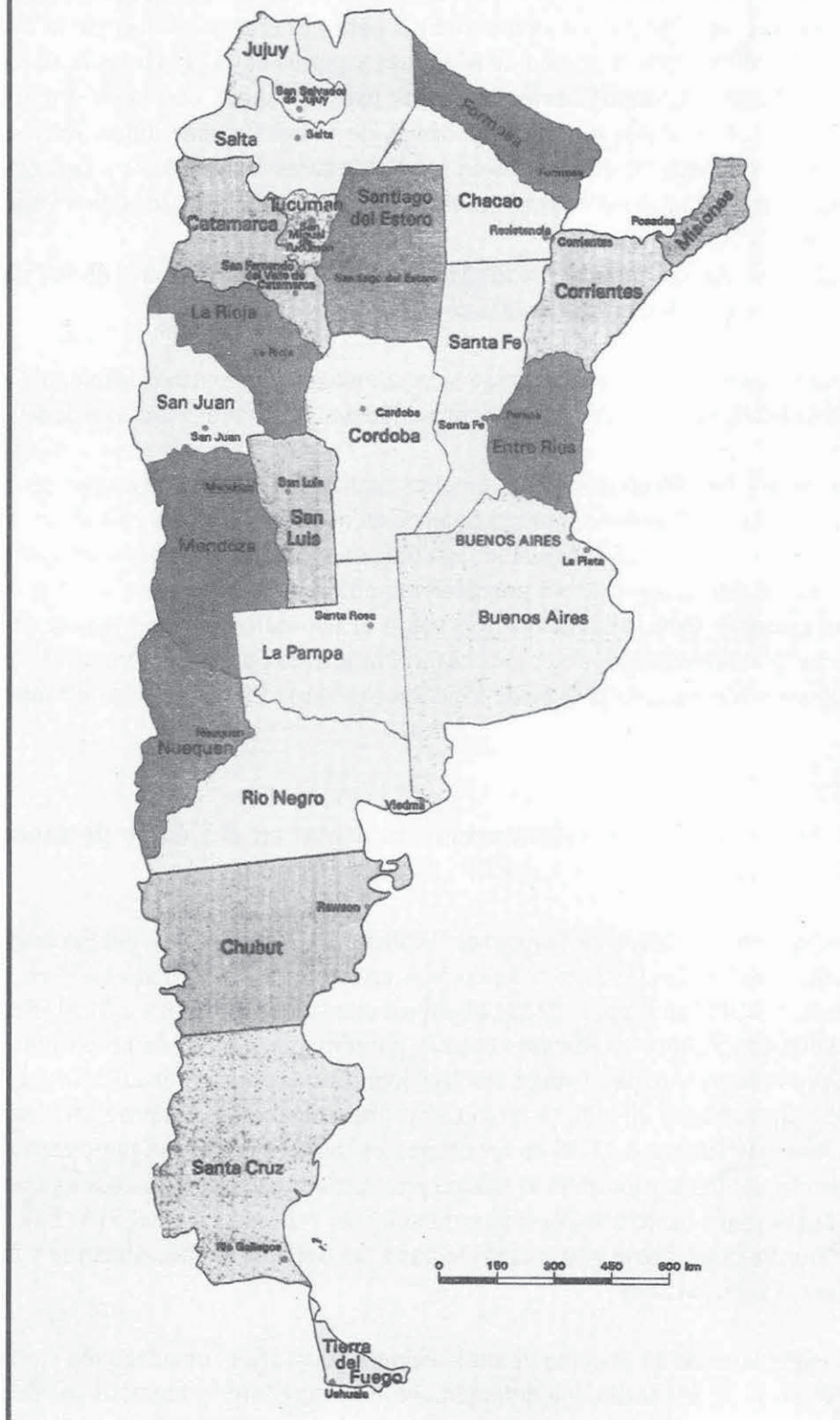
En vista de los graves problemas ambientales globales, regionales y locales no sólo resulta aconsejable una cooperación científica interdisciplinaria e internacional, es conveniente además que los investigadores cuenten con los medios auxiliares y métodos científicos más avanzados. Forman parte de estos medios, -irrenunciables desde hace mucho tiempo en la investigación ambiental- los SIG (Sistemas de Información Geográfica) o GIS (Geographic Information System). En efecto, a fin de poder describir, analizar y visualizar adecuadamente la acabada dimensión de los problemas ambientales, sus manifestaciones, causas y efectos sobre la naturaleza, el mundo animal y vegetal así como la humanidad, es decir poder abarcar su multiplicidad y complejidad referenciada espacialmente, se requiere de un eficiente Sistema de Información Ambiental (SIA) como forma específica del GIS. Un aspecto importante en la investigación ambiental es hacer trasladable los conocimientos científicos obtenidos para cierta región a otras con una realidad asimilable, pero también a otra totalmente diferente en cuanto a condiciones geográficas, climáticas, económicas, sociales, etc.; destacar los puntos en común y las diferencias, así como deducir recomendaciones en cuanto a las medidas a adoptar. El objeto del proyecto ARG ENV 17 es desarrollar en Leipzig y Mendoza trabajos científicos paralelos sobre la estructura y el uso de Sistemas de Información Ambiental, integrar resultados de otros proyectos de la cooperación bilateral germano-argentino, contribuyendo de este modo a la posibilidad de hacer un análisis comparativo de ambas ciudades.

Las Figuras 1 y 2 ofrecen un panorama de la situación en Leipzig, Alemania y Mendoza, República Argentina.

**Abb. 1: Administrative Gliederung der Bundesrepublik Deutschland
in Bundesländer**



Abb. 2: Administrative Gliederung von Argentinien in Provinzen



Los principales objetivos del proyecto conjunto entre el UFZ y el CIFOT son:

1. Desarrollar paralelamente un Sistema de Información Ambiental (SIA) para Mendoza (zonas urbanas y ciertas partes de la provincia) y para Leipzig (ciudad de Leipzig con sus alrededores).
2. Utilizar informaciones satelitales como fuente para generar y actualizar la cartografía topográfica y temática sobre la ciudad de Mendoza y partes de la provincia homónima.
3. Apoyar el monitoreo de modificaciones en los usos de suelo mediante clasificación e interpretación visual de datos obtenidos a través de imágenes satelitales, tomando como ejemplo el uso de las superficies agrarias en los alrededores de Mendoza y Leipzig.
4. Integrar, es decir registrar, almacenar, procesar y visualizar en el SIA los datos validados por los otros proyectos ENV.
5. Editar mapas temáticos comparables para Mendoza y Leipzig como uno de los principales resultados del trabajo realizado con ayuda del SIA.

A fin de alcanzar estos objetivos, los investigadores alemanes y argentinos trabajan en estrecho contacto, realizan intercambio de científicos y presentan los resultados parciales de sus trabajos.

A continuación se describirán en particular aquellos realizados hasta el momento en el UFZ en relación con la creación y el aprovechamiento del SIA (objetivos 1, 4 y 5). El aporte de la Sra. Carola Bühler-Natour tiene por objeto evaluar las imágenes satelitales para establecer el cambio operado en el uso de tierras agrarias en una determinada región suburbana de la provincia de Mendoza como ejemplo para la investigación sobre el uso del suelo con ayuda de sensores remotos (objetivo 3). Los resultados obtenidos hasta el momento por los colaboradores argentinos del proyecto son presentados en el trabajo de los doctores María Elena Gudiño de Muñoz y Peter Thomas.

3. Creación de un Sistema de Información Ambiental en el Centro de Investigación Ambiental Leipzig-Halle GmbH (UFZ)

La tarea más importante del Grupo de Trabajo de Geoinformación de la Sección Ecología Agraria Aplicada/Geoinformación del UFZ es crear un SIA eficiente. Su finalidad reside en facilitar a los investigadores del UFZ en función de sus objetivos científicos múltiples informaciones sobre diferentes espacios geográficos en diversas escalas numéricas y niveles de procesamiento digital o analógico. A tal efecto se requiere una estrecha y manifiesta cooperación entre los especialistas del Sistema GIS y los restantes científicos en todas las diferentes etapas del proyecto. La temprana integración de los especialistas del GIS en los diferentes trabajos de investigación es necesaria a fin de conocer la problemática y los objetivos de un proyecto, las diferentes metodologías aplicadas y el tipo de informaciones sobre el espacio que deberán ser procesados en el SIA. Sólo entonces podrán aportar sus conocimientos y sus experiencias a los trabajos de investigación y brindar un apoyo fundamental a los mismos.

Son elementos esenciales de un Sistema de Información Geográfico, un adecuado equipamiento con hardware y software, así como una dotación con investigadores y técnicos calificados, y la disponibilidad de datos digitales.

3.1 Condiciones técnicas y de personal

En el Grupo de Trabajo de Geoinformación del UFZ se desempeñan en estos momentos tres investigadores y cuatro técnicos:

- un especialista en sensores remotos /GIS
- un especialista en cartografía/GIS y tres técnicos
- un especialista en bancos de datos/GIS y un técnico

Este plantel cuenta con el siguiente hard y software

Hardware: 6 Sun-Workstations
1 scanner OPTOSCA (formato A2)
2 digitalizadores CALCOMP (formato A0)
1 plotter estilográfico CALCOMP (formato A0)
1 plotter electroestático CALCOMP (formato A0)
1 impresora color MITSUBISHI-TEKTRONIX (calidad fotográfica, formato A3)
1 esteroscopio con zoom VISOPRET con equipo digitalizador

Software: Arc/Info 7.0.3 (GIS/cartografía)
Erdas-Imagine 8.2 (GIS/teledetección)
Micro Station para el Visopret con una interfase Arc/Info
IDRISI para Windows 1.0.1
ORACLE 7.1.4 (sistema de banco de datos GIS)
dbase, Excel, Access

La adquisición sistemática a lo largo de los últimos cuatro años de estos elementos de hard y software destinados al mejor logro de los objetivos fijados, ha permitido generar en el UFZ muy buenas condiciones para la creación de un SIA. A fin de poder abarcar las múltiples tareas referidas al GIS y dar el mayor uso posible al software disponible, estructurado modularmente, se hace imprescindible una permanente capacitación de todos los colaboradores del Grupo de Trabajo de Geoinformación en función de sus respectivas especialidades.

3.2. Sistema de Información Ambiental (SIA): estado actual de su desarrollo

Con ayuda de los SIA se busca registrar, almacenar, procesar, analizar, evaluar, actualizar y visualizar las más diversas informaciones sobre el medio ambiente, referenciadas espacialmente. En tal sentido la estructura del sistema en curso de ser creado se ve fundamentalmente definida por las tareas y los objetivos científicos que persigue el UFZ. En comparación con otros sistemas, como los sistemas de información municipal, por ejemplo, este sistema ambiental presenta ciertos aspectos específicos. En efecto, las informaciones a ser procesadas no están referidas a un solo espacio sino a diferentes espacios geográficos. Esto cubre aspectos tales como superficies de testeo, por ejemplo unidades típicas de la región de terreno agrario, lagos, ríos, así como zonas dedicadas al agro, zonas con paisajes casi naturales, zonas industriales o paisajes producto de las actividades mineras, barrios escogidos de la ciudad, ciudades enteras y regiones urbanas, o incluso provincias o estados enteros. Las informaciones a ser procesadas son tan diversas como los

espacios a ser estudiados. En función de los respectivos objetivos y de las fuentes de datos disponibles, engloba informaciones muy detalladas, por un lado, pero también informaciones muy someras, por el otro. Las informaciones sobre los diferentes espacios se pueden subdividir en dos categorías: informaciones topográficas e informaciones temáticas. Con ayuda de las informaciones topográficas se determina la ubicación y el tamaño de los objetos o manifestaciones en el aspecto geográfico. Las informaciones temáticas comprenden todas las informaciones específicas de dichos objetos o manifestaciones. La conjunción entre informaciones temáticas e informaciones topográficas a través de un adecuado sistema de referencia es la que permite establecer la referencia espacial geográfica de las informaciones temáticas y proceder a su procesamiento con ayuda del GIS. Forma parte la integración de diferentes niveles de datos con el objeto de realizar evaluaciones con magnitudes en parte no paramétricas. Para el SIA se eligió como referencia fundamental el sistema de coordenadas espaciales de Gauß-Krüger con el elipsoide referencial de BESSEL. Se trata de una combinación entre un sistema de coordenadas rectangulares planas y un sistema de franjas meridionales de 3° cada una. En este sistema de coordenadas se basan por ejemplo todos los mapas topográficos de Alemania en un rango de escala entre 1:5.000 y 1:200.000, pero también los mapas topográficos de Argentina. Dado que además de los mapas topográficos en el rango de escalas arriba citado, la mayoría de las cartas temáticas se basan en el sistema de coordenadas de Gauß-Krüger (BESSEL), éste se ofrece como un sistema referenciado espacialmente básico para el SIA. Sin embargo, en la medida en que se suministran informaciones en otro sistema referencial, existe la posibilidad de transformarlas al sistema de coordenadas de Gauß-Krüger (BESSEL) con ayuda del software disponible. El software permite además procesar en general datos con otros sistemas referenciados espacialmente, por ejemplo coordenadas geográficas. Sin embargo, un sistema uniforme facilitaría sustancialmente el trabajo con el SIA.

El eje de cualquier GIS es el banco de datos digitales. Contiene todos los datos geométricos, técnicos y descriptivos, debe presentar una estructura accesible para el usuario, así como en una primera etapa estar disponible para todos los usuarios del UFZ y en una segunda etapa también para usuarios externos. Para la estructura del banco de datos se eligió el sistema ORACLE.

Otra tarea importante es el desarrollo y la aplicación de nuevos métodos de procesamiento de datos, en particular con ayuda de métodos de teledetección, que permiten testear nuevos sensores, además de procesar, clasificar y evaluar los datos digitales actuales suministrados por sensores remotos y definir posibles campos de aplicación y sus límites. Por otra parte, es absolutamente indispensable desarrollar nuevos métodos de visualización de datos en particular en el ámbito de la cartografía digital, así como integrar métodos multimediales en el SIA. Esto significa que el Grupo de Trabajo de Geoinformación debe realizar tanto investigación básica como aplicada.

3.3. Resultados obtenidos hasta el momento

Uno de los principales objetos de estudio del centro UFZ es la ciudad de Leipzig y sus alrededores. Leipzig está situada en la región noroeste del Estado alemán de Sajonia junto a los ríos Pleiße y Weiße Elster y es, después de la capital de Sajonia, la segunda ciudad más importante de ese estado alemán. Su ubicación geográfica se corresponde con 51°20' latitud norte y 12°23' longitud este.

Leipzig tiene una superficie de 153,2 km² y cuenta con 475.000 habitantes (actualizado al 30.9.1995). La mayor longitud norte-sur y este-oeste es de 13,2 km, respectivamente y la altura promedio es de 118 m sobre el nivel del mar. Desde un punto de vista administrativo la ciudad está dividida en 10 distritos y en 49 barrios. Estas unidades administrativas constituyen la base para múltiples relevamientos estadísticos por parte de la Oficina de Estadísticas y Elecciones de la ciudad de Leipzig. A diferencia de ello el Gran Mendoza no dispone de un límite exactamente definido ni de una división administrativa oficial, lo que dificulta el análisis comparado de ambas ciudades. Una posible base de referencia espacial son las 51 fracciones censales. Con 161 km² el Gran Mendoza abarca una superficie similar a la de Leipzig. No obstante, en la ciudad viven 900.000 habitantes, lo que es casi el doble de habitantes de Leipzig.

En relación con la creación paralela de un SIA para las ciudades de Leipzig y Mendoza, los investigadores alemanes y argentinos que participan en el proyecto encuentran en sus países diferentes condiciones. Esto no sólo se refiere a las diferencias arriba mencionadas en cuanto a la existencia de divisiones administrativas oficiales para registrar los datos más diversos, sino también en lo que se refiere a las informaciones topográficas y temáticas disponibles.

En la República Federal de Alemania, las oficinas de relevamiento topográfico cuentan con mapas topográficos en las escalas 1:5.000 (sólo estados federados occidentales), 1:10.000 (sólo estados federados orientales); 1:2.500, 1:50.000, 1:100.000 y 1:200.000. Los mapas topográficos pueden comprarse en versión analógica y digital. Las oficinas de relevamiento topográfico han escaneado los mapas topográficos con diferentes resoluciones y ofrecen a los interesados contra el pago de una pequeña contribución cartas en las escalas 1:25.000 y menor, divididas en 5 niveles de datos: red de coordenadas, plano general, cursos de agua, relieve y bosque. Además, los 16 estados alemanes desde hace algunos años están armando un Sistema de Información Topográfico y Cartográfico Oficial (ATKIS). El objetivo del sistema ATKIS consiste en facilitar, de ser posible hasta fines de 1996, un modelo paisajístico de Alemania que cubra a todo el país en una escala de 1:25.000 en forma de datos vectoriales, y actualizarlos a intervalos regulares. Con la existencia de datos vectoriales topográficos digitales en la escala 1:25.000 dejará de ser necesario digitalizar diferentes elementos de mapas topográficos de esta escala, un trabajo que exige un importante esfuerzo en materia de tiempo.

Según informaciones suministradas por la parte argentina del proyecto, en estos momentos Argentina no cuenta con mapas topográficos actualizados analógicos o digitales y los mapas topográficos disponibles datan de la década del cuarenta. Por eso cobra gran importancia el uso de datos de teledetección para obtener informaciones topográficas y temáticas actualizados.

Desde 1989, Leipzig y muchas otras ciudades de Alemania del este están viviendo un cambio estructural sin parangón, producto de la profunda transformación social y económica que está teniendo lugar y que genera cambios fundamentales en toda la estructura urbana. Durante los últimos tres años, diferentes secciones y proyectos del UFZ han estado dedicados a investigar el estado y las modificaciones generadas en la situación ecológica, económica, estructural y social en Leipzig desde 1989. El objetivo de los estudios ecológicos urbanos consiste en registrar a través de una cooperación interdisciplinaria de investigadores de las ciencias naturales, geográficas y sociales este cambio estructural en su relación con la estructura del espacio, así como proceder a su análisis, evaluación y edición en mapas correspondientes. Por tal razón y en forma paralela

a los diferentes estudios, se iniciaron las tareas de investigación específicas de cada área tendientes a crear un SIA para la ciudad de Leipzig.

Para la ciudad de Leipzig y los entornos y alrededores, es decir para una superficie de unos 320 km², existen cartas que editan la red de transporte y aguas en una escala de 1:25.000 digital en formato vectorial. La base para esta digitalización que ha demandado mucho tiempo fueron los mapas topográficos elaborados en una escala 1:125.000 (AV, actualizado a mediados de la década del ochenta). Desde hace algún tiempo los cinco niveles de datos antes mencionados están disponibles en la escala 1:25.000 (actualizado 1990-1992) para todo el distrito gubernamental de Leipzig. Los datos se pueden obtener en blanco y negro o en color y con todos o solo algunos niveles de datos escogidos para servir de información básica topográfica para los más diversos mapas temáticos. Su desventaja respecto de los datos vectoriales reside en que los niveles de datos sólo pueden ser descritos en forma completa y que no existen elementos aislados, por ejemplo solo para carreteras nacionales. Precisamente en el caso de los mapas temáticos muchas veces bastan unos pocos elementos topográficos, cuidadosamente elegidos para una orientación en el mapa. Sin embargo, el trabajo que demanda la facilitación y actualización de elementos topográficos en forma vectorial en los diferentes niveles de escala, es demasiado grande, de modo que se ha recurrido a los datos de grilla como una solución de compromiso. En cuanto la Oficina de Relevamiento Topográfico de Sajonia de la ciudad de Leipzig disponga de los datos digitales vectoriales correspondientes al sistema ATKIS para la ciudad de Leipzig, serán adquiridos para los trabajos que se realizan en el UFZ con relación al GIS. Un uso apropiado de los datos ATKIS, exige una interfase única del banco de datos (EDBS) cuya adquisición está prevista para el próximo año.

Para la ciudad de Leipzig y con ayuda del sistema Arc/Info fue elaborado un conjunto de mapas ambientales compuesto de un total de 35 mapas temáticos en las escalas 1:25.000, 1:50.000 y 1:100.000. Existen 30 mapas que reflejan la situación actual, cuatro mapas mediales que ilustran posibles escenarios de conflicto ambiental y un mapa intermedial de estas escenas como resultado de un trabajo interdisciplinario del que participaron numerosos investigadores y especialistas del GIS.

El punto de partida de los estudios fue el registro y la evaluación de la situación ambiental para los ámbitos suelo/aguas subterráneas, clima/inmisiones, protección de las especies y biotopos, así como socio-economía. El objetivo residía en registrar el rápido cambio estructural que en estos momentos se está produciendo en la ecología urbana en cuanto a componentes naturales y sociales, deducir en qué medida se ve afectado el medio ambiente así como el potencial de conflicto que puede derivar de esta situación, a fin de posibilitar un desarrollo sustentable que preserve, proteja y regenere al medio ambiente.

Se nombrarán a continuación algunos pocos mapas en representación de todo el conjunto.

El cambio estructural ecológico urbano se manifiesta en primera instancia a través de una modificación en los usos del suelo. Para la ciudad de Leipzig y su comunas aledañas se cuenta con un mapa muy detallado de los mismos en una escala de 1:25.000 que refleja la situación vigente en 1992. Sobre la base de mapas topográficos, imágenes aéreas actuales y visitas a los lugares mismos, se han registrado un total de 49 tipos diferentes de aprovechamiento de suelo.

En el caso de Leipzig se cuenta con un mapa “densidad demográfica 1991” editado en una escala 1: 85.000 (Fig.2/Suplemento) y en el caso de Mendoza en una escala 1: 125.000 (véase Fig.1 al trabajo de MUÑOZ y THOMAS/Suplemento). Pese a que Mendoza no cuenta con límites definidos y que la ciudad tampoco posee una división administrativa vinculante, las partes argentinas del proyecto han intentado elaborar un mapa de densidad demográfica tomando como base de referencia espacial sus 51 fracciones censales. El atlas sigue la misma estructura que el de Leipzig. Esto ha permitido que como resultado de los trabajos encuadrados dentro del proyecto ARG-ENV 17 se contará por primera vez con mapas temáticos comparables para Leipzig y Mendoza.

Además de elaborar numerosas otras cartas (tipos de suelo, formas de relieve, contaminación de las aguas subterráneas y del aire, sobrecalentamiento, emisiones, inmisiones, sellado, protección de las especies y de los biotopos, tipos estructurales, etc.), un objetivo era deducir de las mismas posibles concentraciones conflictivas espaciales referidas a ciertos medios ambientales, y representarlos en las llamadas cartas mediales conflictivas. Como resultado de estos trabajos se cuenta actualmente con cuatro cartas mediales sobre posibles grados de contaminación conflictiva para los ámbitos suelo-aguas subterráneas, clima-inmisiones, protección de especies y biotopos, así como socio-economía. Con ayuda de estos mapas se intentó determinar ámbitos urbanos en los que existen una particular contaminación ambiental y un elevado potencial de conflicto. Por otra parte se elaboró un mapa intermedial de posibles conflictos con el objetivo de ilustrar con material cartográfico la conflictividad potencial existente en la ciudad de Leipzig.

En los últimos 18 meses se elaboró además y conjuntamente con los investigadores del proyecto ARG-ENV 13 la primera versión del “Atlas social de la ciudad de Leipzig”. El objetivo de este “mapa social” reside en registrar las consecuencias sociales de una transición abrupta de la economía planificada a la economía de mercado sobre la estructura espacial, describir el material cartográficamente, analizarlo y evaluarlo. Un tema importante de los estudios fue la diferenciación socioespacial de la población, en donde además de factores sociales, políticos y económicos escogidos también se incluyó la estructura de uso de los suelos, características edilicias, ambientales relevantes y de infraestructura. El objetivo es contar no sólo con un instrumento de análisis social y científico, así como de evaluación de diferenciaciones estructurales espaciales y ecológicas escogidas en el medio urbano y social, sino posibilitar además un estudio combinado de los procesos de desarrollo urbano. Otro objetivo era realizar una tipificación socioespacial sobre la base de los mapas y datos elaborados.

El mapa comprende una parte de texto, otra de material cartográfico y una de filminas. La parte de los mapas comprende 60 cartas temáticas referidas a los siguientes complejos temáticos:

1. estructura social y demográfica
2. estructuras de viviendas
3. infraestructura social
4. resultados electorales
5. usos del suelo
6. tipo de espacios sociales

Además existen 16 filmas sobre los siguientes temas:

División administrativa de la ciudad de Leipzig por secciones urbanas

Tipos estructurales de la ciudad de Leipzig

Distribución espacial de un determinado tipo de estructura urbana

Zonas de saneamiento urbano en la ciudad de Leipzig

El material cartográfico toma como referencia, la división administrativa de la ciudad de Leipzig en 49 barrios. Por razones meramente pragmáticas se adoptó la escala 1:85.000.

Está previsto ir perfeccionando el mapa en forma permanente. La primera versión refleja el estado actual de los trabajos y pone de manifiesto deficiencias en la base de datos. Es preciso completar ciertos complejos temáticos en relación a sus contenidos, además de proceder a su actualización a intervalos razonables. Para ciertas circunscripciones escogidas está previsto hacer un análisis más pormenorizado. El objetivo es realizar relevamientos sociales a fin de obtener conocimientos detallados sobre la estructura social de los habitantes y tendencias de desarrollo en espacios pequeños, por ejemplo procesos de separación social. En un futuro se incluirán en los estudios las zonas suburbanas a fin de poder considerar adecuadamente tendencias de suburbanización y sus efectos sobre la ciudad.

Se dará continuidad a los trabajos tendientes a perfeccionar el SIA para la ciudad de Leipzig en función de los problemas a resolver y de la disponibilidad de personal y datos técnicos en el UFZ. Las partes argentina y alemana del proyecto seguirán empeñadas en efectuar trabajos paralelos relacionados con el GIS para Mendoza y Leipzig, siempre que ello resulte posible y razonable, analizar nuevas posibilidades de uso de los datos de teledetección, intercambiar experiencias y poner en práctica temas escogidos para un análisis comparado en ambas ciudades en forma de cartas temáticas.

Autor

Annegret KINDLER

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Sektion Angewandte Landschaftsökologie/Geoinformation
Arbeitsgruppe Geoinformation
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

Projekt ARG ENV17: Umweltinformationssystem
Projektlaufzeit: 10/1994 bis 09/1997

Bibliografía:

Ortsteilkatalog der Stadt Leipzig 1993. Editado por la Oficina de Estadísticas y Elecciones de la ciudad de Leipzig

KINDLER, A.: Erarbeitung einer Umweltkartenserie für das Stadtgebiet Leipzig zur Darstellung stadtökologischer Untersuchungsergebnisse. En: BREUSTE, J. (comp.): Stadtökologie und Stadtentwicklung: Das Beispiel Leipzig. Berlin 1996, pág. 73-86.

KABISCH, S., KINDLER, A., RINK, D.: Der Sozialatlas der Stadt Leipzig. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Leipzig 1996.

Nr. 3/1997

Regionalökologie

Tagungsbericht und wissenschaftliche
Beiträge des Deutsch-Argentinischen
Workshops
Mendoza - Argentinien

Brigitte Großer (Hrsg.)