



## El uso de los sistemas de información geográfica – SIG- en la planificación estratégica de los recursos energéticos\*

María Ester Arancibia\*\*

**Resumen:** El presente artículo hace mención de los pasos metodológicos que se debiera tener en consideración para realizar una planificación estratégica energética, en función del espacio geográfico estudiado y de la herramienta SIG.

**Palabras clave:** Recursos energéticos, espacio geográfico, planificación estratégica.

### The use of geographic information systems -SIG- in strategic planning of energy resources

**Abstract:** This article makes mention of the methodological steps that should be taken into consideration for an energy strategic planning, in regards of the geographical studied area and the GIS tool.

**Key words:** Energy resources, geographic area, strategic planning.

Recibido: 07.01.08

Aceptado: 23.05.08

\* \* \*

### Introducción

La humanidad se encuentra en un punto donde su propia existencia comienza a peligrar. La naturaleza –especialmente en países como Chile, que económicamente se sostienen de su explotación- está en peligro, y con ella las posibilidades de seguir sosteniendo la vida para las generaciones futuras. Cuando esta amenaza se hace presente, surge también la esperanza de la reflexión para el cambio, que impida una catástrofe anunciada. Autores, especialmente europeos, mencionan, por lo menos, cuatro razones para cambiar de rumbo: el crecimiento de la población, la escasez de suelos, la escasez creciente de fuentes de energía y las limitaciones evidente del sistema económico imperante. Parece ser que el sistema capitalista neoliberal no está en condiciones de solucionar ninguna de las cuatro. La repuesta, no va ni por el aumento de la productividad, ni tampoco por el desarrollo científico. La idea del crecimiento

\* Forma parte de la Investigación: “Seguridad Interamericana: Alcances y conexiones de los problemas energéticos de América del Sur con la concepción de Seguridad Humana”, (2006) autores Montecinos J., Orellana J., y Arancibia M.

\*\* Universidad Bolivariana, Santiago, Chile. Email: marancibia@ubolivariana.cl

ininterrumpido, contenida en la ideología económica tradicional, sigue dominando la toma de decisiones trascendentales, pero no ofrece a ninguno de los cuatro problemas posibilidades de solución. Un cambio de rumbo no sólo es necesario, sino que constituye una exigencia, e implicaría encontrar una nueva forma de organización social, donde la economía deba entenderse como “un subsistema dentro de un gran sistema social, que a su vez es parte de un universo biofísico infinito” (Gowdy, 2003).

En este sentido planificar el uso de los recursos se hace una materia indispensable, y con mayor razón los recursos energéticos<sup>1</sup> pues, la energía está en todas las actividades humanas, con las que interactúa frecuentemente, pudiendo originar conflictos de uso que hacen imprescindible la ordenación del territorio. El objetivo básico de la planificación energética es la satisfacción de la demanda prevista del modo más económico y seguro posible. A raíz de la crisis energética de principios de los 70, a este objetivo básico se le sumaron los de eficiencia, ahorro e independencia energética; y, más recientemente, el de compatibilidad medioambiental, expresado, a partir de la Cumbre de Río de 1992, en el concepto de **desarrollo sostenible**<sup>2</sup> (Saiz, 1988).

Sea cual sea su escala, la planificación energética debe de incluir aspectos tales como el análisis del estado inicial (tanto respecto a los datos con los que se cuenta como al balance energético del área objeto de planificación), la especificación cuantitativa de los fines que se persiguen, las estrategias y acciones para conseguir dichos objetivos. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han convertido, gracias al desarrollo de los medios informáticos, en una potente herramienta de apoyo a la planificación energética.

En este artículo se rescatan tres de las problemáticas que se enfrentan al momento de realizar planificación energética utilizando la herramienta SIG con el software ArcView 3.2., eso aplicado a cualquier escala de análisis, postulando posibles soluciones para enfrentar tareas de este tipo, para tal efecto se tomó como caso de estudio la investigación: “Proyecto: Seguridad Interamericana: Alcances y conexiones de los problemas energéticos de América del Sur con la concepción de Seguridad Humana”, (2006) autores Montecinos J. Orellana J. Arancibia M.

---

<sup>1</sup> También denominados fuentes energéticas son “aquellos recursos o medios capaces de producir algún tipo de energía y luego consumirla. Estas fuentes pueden clasificarse en; primarias, secundarias renovables o no renovables” Comisión Nacional de Energía- CNE-, 2006.

<sup>2</sup> Entendemos por Sustentabilidad: “Una situación de la sociedad en la cual se compatibiliza la satisfacción de las necesidades, opiniones y capacidades del ser humano con la preservación de la integridad del medio ambiente, tanto en lo que respecta al medio natural y al medio social, garantizando la equidad de acceso, representatividad y beneficios sociales, permitiendo una justa distribución de recursos y ampliando la participación política de la base social con el concurso de los distintos actores, mediante la existencia de una institucionalidad flexible a los requerimientos ciudadanos referidos al bien común”.

Para entender la planificación energética es necesario conocer el concepto de espacio geográfico, además de entender como éste se analiza, de qué manera la planificación energética es una temática que se hace necesario incluir en las políticas de trabajo nacional y, cómo el SIG aporta en el desarrollo de escenarios futuros con temas vinculados a la energía; todos estos temas serán tratados destacando la herramienta SIG como eje central del documento.

## Lo que se busca planificar: el espacio geográfico

Lo que se busca planificar es el espacio geográfico, el cual puede ser definido como el conjunto de elementos heterogéneos, ordenados e interrelacionados funcionalmente a diversas escalas, que formalizan en estructuras resultantes de la acción conjunta de una serie de fuerzas y sometidas a cambios no sincrónicos en el tiempo; el análisis puede partir de una estructura formalizada específicamente en una fecha y un territorio determinados, para centrarse en los procesos que evidencian la dinámica de interrelación funcional de esa estructura a distintas escalas (Puyol, 1995). Por lo tanto; es el conjunto de elementos interrelacionados que ocupa un espacio relativo, definido por las relaciones entre los lugares que se establecen por medio de las interacciones entre actores sociales localizados.

El espacio geográfico a partir de esta relación hombre-medio, puede identificarse como un producto social, ya que en su forma externa, como en su estructura interna junto con sus cambios, así como en su simbolismo y sus contrastes, materializa la capacidad tecnológica y productiva, los valores culturales e ideológicos dominantes e incluso el sistema jurídico entre otros aspectos, es decir, las características y la lógica interna de una determinada sociedad en una etapa de su desarrollo histórico (Méndez, 1997).

Al analizar el espacio geográfico, se estudian los procesos que son parte, a través de conceptos como los de distancia, interacción, alcance, polarización, centralidad, estrategia, territorialidad, entre otros. Leyes de la espacialidad vinculan a esos procesos, y están integradas en las teorías y los modelos del funcionamiento y la evolución de los sistemas espaciales. El proyecto del análisis espacial sería por consiguiente el de estudiar esta “espacialización” o puesta en el espacio de la superficie terrestre por las sociedades humanas. Los métodos utilizados para el análisis espacial son muy diversos. Por nombrar algunos, estadística, la cartografía, la geoestadística. Asimismo, se podría distinguir una modelización “en el espacio”, empleada para simular los efectos de interacciones espaciales sobre la evolución de entidades geográficas definidas a priori, que identifica las propiedades y las estructuras a partir de la información contenida en matrices de interacción.

Una de las herramientas más utilizadas para analizar el espacio geográfico, desde la geografía, es el SIG, son sistemas informáticos, es decir, *hardware*, *software*, datos digitales y usuario, que capturan, almacenan, manipulan, procesan y visualizan la información espacial (Murtagh, 2004).

## Planificación energética

La planificación energética afecta básicamente a tres ámbitos: tecnológico, socioeconómico y territorial. Desde el punto de vista tecnológico, el sistema energético en general, y el sistema eléctrico en particular, debido a su enorme importancia y complejidad, generan unas necesidades específicas de planeamiento que deben abordarse con una visión global e integradora.

Desde el punto de vista socioeconómico, la planificación energética es también un elemento muy importante que afecta tanto a los sistemas productivos como a las necesidades o demandas de la población. Por último, en el ámbito territorial se produce ocupación del suelo por parte de los elementos de generación, distribución y transporte, así como una explotación de recursos naturales (fuentes de energía).

Como la planificación energética afecta a la distribución de la energía, al aprovechamiento de los recursos, a los sistemas productivos y al medio ambiente, entre otros, cualquier estudio de implantación de instalaciones de aprovechamiento de energía debe considerar la zona de trabajo como un sistema complejo que incorporará tanto el “ecosistema social” (Díaz, 1989), que define la sociedad, los aspectos culturales, ambientales y tecnológicos, como el modelo espacial, debiendo ser ambos considerados en el estudio planificador. Es por ello de capital importancia, el abordar el planeamiento energético desde una perspectiva de sistema dinámico que permita fácilmente la incorporación de nuevas formas de aprovechamiento energético, previendo las posibles interacciones y conflictos generados entre las distintas partes del sistema global, de forma que sea fácil volver al estado de equilibrio tras su introducción (Domínguez, 2002).

Junto a esta visión integradora y dinámica, es necesario tener en cuenta, tal y como señalan Gurguú (1983) en su estudio sobre las relaciones entre la política territorial y el ahorro energético, que el consumo de energía es en gran medida resultado de unas estructuras sociales determinadas, que en la mayor parte de los casos responden a un modelo energético de concentración que discrimina entre los lugares de producción de las materias primas energéticas, los centros de generación y los centros de consumo. Para estos autores, de los tres sectores de la demanda energética, transportes, industrial y doméstico servicios, es obviamente el primero el más vinculado a la organización territorial y, por lo tanto, el que más posibilidades presenta de un ahorro de energía a través de medidas territoriales (González, 1983).

Por todo ello, la planificación energética debe tomar en consideración criterios y conceptos de la Ordenación del Territorio, ya que sin ellos difícilmente podrán prever aspectos tales como los conflictos en los usos del suelo (Molina, 1980), la satisfacción de la demanda energética o la preservación de los recursos y el medio ambiente, es decir, su uso sustentable debe tener presente, en todas las decisiones de planificación de infraestructuras energéticas, la susceptibilidad al cambio de entorno natural.

## Las condiciones de la planificación energética en el espacio geográfico

En un espacio geográfico en el cual se realizará la planificación energética, los pasos a seguir deberían ser: análisis del estado inicial, fines y objetivos, definir escenarios, estrategias y acciones a realizar, en todos estos pasos se debería integrar el SIG. En el análisis del estado inicial se trata de plasmar y estructurar los conocimientos de la realidad de la que se parte. Incluye una descripción general de la zona considerada y de su entorno, incluyendo también los aspectos socioeconómicos, ambientales y energéticos. En concreto, debe incluir información sobre: el medio inerte, el medio biológico, los recursos energéticos, población y hábitat, infraestructuras, marco legal, organismos relacionados y planes o programas en los que quede englobada la región. Estos datos deben estar suficientemente detallados para que se pueda derivar información de ellos, por ejemplo, no bastará conocer los recursos energéticos de la región sino que se deberá poder calcular su coste de explotación.

La necesidad de un conocimiento tan exhaustivo del área de estudio se debe a las grandes interrelaciones que el sistema energético presenta con los sistemas social, ambiental y económico. Siendo la estructura económica fundamental para entenderlo (García, 1989). Esta clasificación es imprescindible para la planificación, ya que permite considerar la relación entre los distintos sectores (Cortiñas, 1988), dada la influencia que tienen en la evolución del sistema energético dichas relaciones. Toda esta información se representa a través de un diagrama de flujo energético.

Los fines y objetivos de la planificación se van a plasmar básicamente en la definición de escenarios. En esta etapa de la planificación se trata de describir el futuro que se busca. Los objetivos concretos que se pretenden conseguir con la planificación energética regional están, actualmente, condicionados por una serie de fines generales que afectan a toda planificación energética (García e Iranzo, 1989): garantizar el suministro, minimizar costes, evitar al máximo la dependencia externa, diversificar la participación de las distintas energías primarias en el balance energético, reducir los impactos sobre el medio ambiente, especialmente sobre el calentamiento global, cumplimiento progresivo de los principios de desarrollo sostenible y coherencia con los objetivos de la planificación nacional y comunitaria.

Además, los escenarios deben contemplar la dimensión territorial e incluir tanto las previsiones de conflictos de uso como una perspectiva interregional que permita superar las desigualdades territoriales existentes. Para prever el estado del sistema energético en un futuro determinado se establecen varios modelos hipotéticos de desarrollo futuro de la sociedad denominados escenarios. La consideración de un escenario concreto permitirá determinar, dentro de un marco de coherencia, cuestiones fundamentales para el sistema energético como las tecnologías disponibles, el crecimiento económico, los precios de combustibles y los cambios en los modelos de consumo (Boyle, 1996).

Los escenarios son las principales herramientas que se utilizan para obtener descripciones cuantitativas del futuro, ya que no sólo evalúan las posibilidades técnicas y económicas de una tecnología sino que tratan de calcular los efectos y costes de esas posibilidades. Son producidos por gobiernos, empresas multinacionales, industrias, instituciones internacionales, grupos medioambientales, asociaciones independientes, entre otros. Tienden a ser documentos muy extensos, llenos de tablas numéricas y gráficas dando datos del uso actual de la energía y proyecciones de ese uso en el futuro. Las suposiciones sociales que sustentan estos escenarios no están normalmente explicitadas en estos documentos, aunque son las que determinan la naturaleza de las proyecciones y los resultados obtenidos (Domínguez, 2002).

Los escenarios energéticos que actualmente se utilizan buscan resolver los principales problemas del sector: dependencia energética, efecto invernadero y sostenibilidad, junto con la garantía de abastecimiento energético suficiente para el desarrollo. Para ello dan prioridad a opciones de suministros convencionales, energías renovables, ahorro energético, eficiencia energética, por nombrar algunos; según los intereses de los organismos o instituciones que diseñan un escenario determinado. En función de los objetivos buscados, es decir, del escenario al que se quiere llegar, se establecen una serie de estrategias y de acciones a realizar. Para evaluar las consecuencias de las acciones sobre el sistema a planificar es habitual construir un modelo del sistema energético o de alguna de sus partes (Saiz, 1988), que permita conocer como influyen en el sistema las variables de las que depende.

Por otro lado, en el planeamiento deben participar todos los agentes de decisión implicados: autoridades administrativas, compañías eléctricas, inversores y promotores, entre otros. Del mismo modo, y debido a las implicaciones territoriales, sociales, técnicas, económicas, ambientales y naturales que se manejan en la planificación energética, el equipo de planeamiento debe tener un carácter multidisciplinar, en su constitución y funcionamiento (Voivontas, 1998).

El diseño de este grupo y su modo de trabajo es importante para la planificación energética regional, ya que en la medida de que los distintos agentes de decisión participen en la elaboración del escenario finalmente buscado y en la formulación de las distintas acciones a seguir, estarán motivados para llevarlas finalmente a cabo y que la planificación realmente se aplique. La mayor parte de las acciones a implementar no podrán establecerse de forma obligatoria y gran parte de los involucrados serán de tipo privado. Estas razones hacen depender de los distintos agentes sociales la consecución de los objetivos diseñados (Domínguez, 2002).

Una buena práctica planificadora se beneficiará de la utilización de herramientas de análisis geográfico como los SIG, en la medida que la integración resulta mucho más sencilla y versátil, permitiendo con facilidad la simulación de distintos escenarios y su actualización continua además la visualización del impacto sobre el territorio de las diferentes actuaciones diseñadas en el plan.

## Los sistemas de información geográfica –SIG–

El gran avance tecnológico de los últimos tiempos, en particular el ocurrido en la informática, en la teledetección y los sensores remotos, tuvieron gran impacto en la Cartografía. La Cartografía es una disciplina esencial para otras como la geografía, que estudia los diferentes métodos sistemas, operaciones científicas y técnicas que permiten representar en un plano la superficie terrestre y los fenómenos o hechos que se desarrollan sobre ella. El producto de la representación recibe el nombre de cartografía, mapa o plano, dependiendo de la escala a la cual se dibuje.

Las nuevas técnicas de levantamiento de datos y posibilidades de representación del espacio territorial y de los fenómenos que en él ocurren la hicieron, extraordinariamente, más eficaz. Sin embargo, la tecnología es sólo parte del complejo proceso de representación que objetiva transmitir informaciones georreferenciadas. La representación además de proyectada y reducida, es simbólica. Así, para alcanzar su objetivo, además de precisa, la cartografía debe tener un lenguaje expresivo. Mezclando entonces, exactitud y signos, además de soporte y contenido, autoría.

Muchos se ha dicho sobre los SIG y su gran utilidad en la planificación energética pero, realmente ¿qué son estos sistemas?, como ya se mencionó son sistemas informáticos, es decir, hardware, software, datos digitales y usuario, que capturan, almacenan, manipulan, procesan y visualizan la información espacial. Los SIG contienen la información en formato digital del terreno en capas o niveles, es decir, descomponen la realidad en distintos temas, como por ejemplo, relieve, hidrografía, vías de comunicación y otros. Por medio del uso de estos sistemas, el usuario puede combinar la información para crear mapas de síntesis o análisis, según su uso y requerimiento, los cruzamientos “verticales”.

Los cruzamientos “verticales”, es decir, referidos a diferentes capas de información, son los más clásicos y funcionan con operadores geométricos. Por ejemplo: la superposición (*overlay*) de diferentes capas de información: permite poner en relación informaciones extraídas de fuentes variadas y *a priori* incompatibles (censos, teledetección, relevamientos de terreno, entre otros) y de naturaleza diferente (red caminera, parcelamiento, masa edificada, entre otros); la intersección, la inclusión, la unión, que permiten delimitar conjuntos espaciales que corresponden a ciertos criterios.

En un análisis del territorio, los SIG pueden entregar información de fenómenos geográficos diciendo qué existe, dónde se localiza, qué y cómo ha evolucionado y cómo se distribuye.

Los SIG constituyen una herramienta utilizada para la toma de decisiones, permitiendo al usuario decidir cómo manejar el territorio analizado, por medio del almacenamiento, procesamiento y análisis de la información. Los principales sistemas informáticos (*softwares*) para SIG utilizados en la actualidad son ArcInfo, ArcView, ArcGis, GRASS, MapInfo, IDRISI, GéConcept, entre otros.

Los SIG son muy útiles como herramientas de trabajo para diversas disciplinas, contar con SIG en el ámbito de la planificación energética permite a los técnicos y políticos contar con las herramientas más potentes de análisis, esto es debido a la componente geográfica de los mismos. Además, de realizar análisis avanzados permite el mantenimiento de la información de dichas instituciones locales desde el punto de vista Geográfico. Permite contar con un mantenimiento más dinámico de la información al ser visual, y a los responsables les permite tomar las decisiones de forma más eficiente, contando con una información que dibuja la realidad de los espacios.

Los Sistemas de Información Geográfica proporcionan todas las herramientas para implantar una gestión eficaz de los recursos energéticos (ESRI, 2007). Una atención particular merece, en la planificación estratégica mediante uso de SIG, la definición de la escala geográfica considerada, del nivel de observación, ya se trate del nivel “microscópico” de los actores individuales o de agregados espaciales definidos en los niveles meso o macrogeográficos.

En un estudio de estas características, donde el fenómeno energético, en vínculo con las políticas de seguridad se le entiende contenido dentro de un espacio geográfico, el cual puede ser entendido de diversas formas gracias a los diferentes procesos que se desarrollan en él y que en buenas cuentas lo permiten, necesariamente debe hacer buen uso de la noción de la escala. La noción de escala no debe entenderse sólo como la relación numérica y de proporcionalidad entre realidad y representación, sino como una jerarquía de niveles y ámbitos en cada uno de los cuales se observan unos fenómenos específicos y una dinámicas territoriales propias, que interactúan con las que se dan en otros niveles inferiores y superiores (Font, 2001).

El concepto de mayor potencial para el análisis geográfico es la escala como relación, apoyada en la idea de que cuando se cambia de escala, los elementos que se contemplan pueden ser básicamente los mismos; lo que cambia son las relaciones entre ellos y el modo en que destaca el papel que juegan, adquiriendo algunos una importancia diferencial.

Pasos metodológicos a considerar en la construcción de cartas temáticas sobre planificación energética

En la pasada década se ha realizado un esfuerzo considerable para conseguir herramientas o sistemas de análisis de decisiones a escala regional sobre energías. Muchos de estos proyectos tienen en común que emplean como base del método un sistema de información geográfica.

A continuación se describen tres pasos metodológicos mediante los cuales se realiza el análisis cartográfico en la planificación energética, utilizando el *software* ArcView 3.2. Se utilizará como ejemplo la investigación realizada “Proyecto: Seguridad

Interamericana: Alcances y conexiones de los problemas energéticos de América del Sur con la concepción de Seguridad Humana”, 2006.

El *software* utilizado para la elaboración de las cartas temáticas, se seleccionan según los requerimientos del estudio, en el caso de Chile es está utilizando en variadas instituciones públicas y privadas ArcView 3.2., lo que permite compatibilizar los datos, además la incorporación de los datos areales en forma rápida, permitiendo las adecuadas actualizaciones, por otro lado; se puede realizar el análisis vertical por capas de información.

La primera de las tres problemáticas identificadas corresponde a:

1. Definición de la temática a tratar por cada cobertura: Como la variedad de temas a desarrollar en referencia a la energía es muy amplia, es necesario acotar los fenómenos que representarán en mejor medida la relación el tema en estudio. Para el caso de la investigación mencionada se postuló realizar cruces de información en los cuales, dependiendo de la escala se consideraron las siguientes relaciones temáticas.

- a. Recursos y Explotación
- b. Recursos y Mercado Explotador
- c. Flujos Energéticos
- d. Propietarios de Sistema Energético
- e. Otros

Las fuentes de información es una de las segundas problemáticas enfrentadas en forma inicial, como se explica a continuación:

2. Definir fuentes de información: es una variable muy importante al momento de sintetizar el contenido de las coberturas, es necesario considerar lo siguiente:

a. Veracidad de la fuente: existe variedad de fuentes asociadas a la energía, pero ¿cuáles son las adecuadas a utilizar?, las fuentes primarias como Organización Latinoamericana de Energía –OLADE-, Comisión Nacional de Energía, entre otras, pues aseguran una toma de datos confiables.

b. Año de la fuente: es una de las mayores complicaciones al momento de definir cada cobertura, se busca que toda la información introducida en el sistema sea de igual año, pues representan un momento.

Al contrario lo que se suele encontrar son fechas muy diversas, con excepción de censos, pero la toma de datos de estos últimos no es universal, depende de cada institución y país. Pese a esta dificultad, de todas maneras es necesario desarrollar los temas, por lo tanto; una medida compensativa es realizar los ejercicios de superposición de las capas de información, buscando a futuro, actualizaciones adecuadas.

Es posible además, es posible observar y estudiar caso a caso las variables y su comportamiento a lo largo del tiempo, buscando su estabilidad, para fundamentar el uso de años diversos en las capas de información y en la elaboración de una carta temática. En este sentido es importante mencionar que hay fuentes de tipo estadística y de cartográfica y en ambos casos se debe contener las características especificadas.

3. Definición de escalas de muestra: es una tarea compleja pues depende del objetivo de cada investigación, como ya se explicó el concepto de escala puede ser considerado de dos maneras, numérica o areal, en el caso de la segunda depende de la región, entendida como área en la cual se desarrolla un fenómeno común, por lo tanto; es una tarea del investigador justificar su escala de análisis. A modo de ejemplo y tomando en cuenta la investigación que se utiliza como modelo, si se quiere comparar realidades pueden ser tres las escalas de análisis:

- a. Mundial: la cual incluye el globo completo.
- b. Hemisférica: conteniendo las tres América y el Caribe.
- c. Nacional: cubre todo el territorio nacional.

Por otro lado, también se pueden comparar comunas, regiones entre sí, entre otras muchas escalas, se debe buscar correspondencia entre estas y los objetivos del estudio, y sobre todo facilitar la definición de los escenarios planificados.

La escala obedece no sólo a una representación a escala de la realidad si no a las interacciones que en el espacio geográfico se desarrollen, de acuerdo a esto y en conjunto con la cantidad de información recabada, la escala debe ajustarse a la realidad de estudio.

### **Conclusiones**

La planificación energética implica una intervención en el territorio y una interacción con los sistemas social, económico y político. Desde el punto de vista territorial destacan dos aspectos: el uso y ocupación de suelo (procesos de generación, distribución y transporte de la energía) y la explotación de recursos naturales (renovables o no) con sus diferentes impactos.

Además del esfuerzo institucional, es necesario avanzar en la investigación y en la difusión de los conocimientos tecnológicos a la sociedad, fomentando así su aceptación y su demanda. La investigación no sólo ha de ser tecnológica, sino también geográfica, ambientalista y socioeconómica, incorporando equipos y herramientas multidisciplinares, como pueden ser los SIG. Los SIG todavía no constituyen una herramienta generalizada en los estudios de este campo pero su potencial es enorme debido a las propias características espaciales de las Fuentes de Energía y a la capacidad de los SIG para analizar las complejas relaciones espaciales que caracterizan a la integración de estas fuentes.

## Bibliografía

- Abarzúa, M. (1985), *Geografía de la energía*, Instituto Geográfico Militar, Santiago.
- Boyler, G. (1996), *Renewable Energy*, Ed. EDIFIR, Florencia.
- Comisión Nacional de Energía -CNE- (2006), *Fuentes Energéticas*, en: [http://www.cne.cl/fuentes\\_energeticas/f\\_energeticas.html](http://www.cne.cl/fuentes_energeticas/f_energeticas.html), Santiago.
- Cortinas, G. (1988) "Tools for energy planning", en AAVV, *Regional energy planning in the European communities. Actas*, Comisión de Comunidades Europeas -CIEMAT-, Madrid.
- Díaz, R. (1989), *Localización y desarrollo territorial: Estudio de interdependencias*, Tesis doctoral, ETSII, Ed. Universidad Politécnica de Madrid.
- Domínguez, F. (2002), *La Integración Económica Y Territorial De Las Energías Renovables y Los Sistemas De Información Geográfica*, Memoria presentada a la Universidad de Complutense de Madrid, para optar al cargo de Doctor, ISBN: 84-669-1976-7, Madrid.
- Estebanez, J. (1982), "Tendencias y problemática actual de la Geografía", *Cuadernos de Estudios N° 1, Serie Geografía*, Ed. Cincel, Madrid.
- Estefanell, G. (1997), *El sector agroalimentario argentino en los 90*, Ilca (Instituto Interamericano para la Cooperación en la Agricultura), Disponible en: <http://www.iica.org.ar/Estudios/libro90/01%20primera%20parte.pdf>, Buenos Aires.
- ESRI, (2007), en: [www.esri.com](http://www.esri.com).
- García, J. (1989), *La energía en la economía mundial y en España*, Ed. AC, Madrid.
- Godelier, M. (1979), *Racionalidad e irracionalidad en economía*, Ed. Siglo XXI, México.
- Gómez, J. (1982), *El pensamiento geográfico. Estudio Interpretativo y antología de textos, de Humbolt a las tendencias radicales*, Alianza Editorial, Madrid.
- González, J. (1983), "Planificación energética versus planificación territorial", en *Estudios Territoriales*, n° 9, Ed. MOPU, Madrid.
- González, R. (1982), *Generación de energía en el medio rural*, Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Ed. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, Madrid.
- Gowdy, J. (2003), "Fronteras Biofísicas de la Explotación de la Naturaleza", publicado en alemán en Walkman, Isodor / Dobkowski, Michael (Editores): *La Edad de la Escasez*, Berna.
- Guerra, (1999), "Evaluación del impacto ambiental de parques eólicos", en *Curso de Técnico en instalaciones fotovoltaicas y eólicas*, UPM, Madrid.
- Gugui, A. (1983), "Bases para una política de ordenación territorial con ahorro de energía", *Estudios Territoriales*, n° 9, Ed. MOPU, Madrid.
- Gutiérrez, J. (2001), "Escalas espaciales, escalas temporales", *Estudios Geográficos. Año LXII, N° 242*, Instituto de Economía y Geografía, Ed. CSIC. ISSN: 0014-1496, Madrid.
- Harvey, D. (2003), "Espacios de Esperanza", *Serie Cuestiones de antagonismo*, Ed. Akal, Madrid.
- Méndez, R. (1994), *Espacios y Sociedades. Introducción a la Geografía Regional del Mundo*, Ed. Ariel, Barcelona.
- Ortega, J. (2000), *Los horizontes de la Geografía, Teoría de la Geografía*, Ed. Ariel, Barcelona.
- Puyol, R. (1995), *Geografía Humana*, 3ª Ed. Cátedra, Madrid.

Randle, H. (1978), *El método de la Geografía, Cuestiones Epistemológicas*, Bs. As, Oikos, Madrid.

Unwin, T. (1992), *El lugar de la Geografía*, Ed. Cátedra, Madrid.

Urbina, V. (1983), *Influencia de las fuentes alternativas de energía en la ordenación del territorio de la comarca de Sanabria, Zamora*, Tesis doctoral, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid.

Valenzuela, C. (2004), "Reflexiones sobre la dialéctica de escalas en el examen de los procesos de desarrollo geográfico regional", *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Universidad de Barcelona, Vol. IX, n° 552. [<http://www.ub.es/geocrit/b3w-552.htm>], [ISSN 1138-9796].

Voivontas, D. (1998), "Evaluation of renewable energy potential using a GIS decision support system", *Renewable Energy, Vol.13, n° 3*, Pergamon Press, Londres.