

Mapa digital de centrales de generación eléctrica de Colombia

José David Ibáñez Yemail, Diana Teresa Gómez Forero
Universidad Pontificia Bolivariana
Bucaramanga, Colombia
jose.ibanez.2015@upb.edu.co
diana.gomez@upb.edu.co

Resumen – El presente artículo muestra un mapa digital de centrales eléctricas de Colombia. Este mapa se alimenta con los informes de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). Localiza sobre coordenadas geográficas las diferentes centrales de generación eléctrica (de origen hidráulico, termoelectrico, eólico, etc.) y muestra información detallada de cada una, como la empresa a la cual pertenece y la capacidad efectiva de generación. Este mapa permite al usuario seleccionar las centrales de acuerdo con el tipo de recurso y el departamento en el que se encuentran localizadas, totalizando para cada categoría la capacidad efectiva de generación. Esto facilita la comprensión sobre la riqueza y variedad de la canasta energética del país para no expertos en el área de la energía.

Los resultados muestran cómo herramientas tecnológicas puestas sobre un entorno web, transforman información tabular en información visual que es asimilada por el usuario en forma más inmediata. Muchas ideas se compactan a través de una visualización. Desde la academia pueden proponerse iniciativas que promuevan el entendimiento de temas de interés colectivo a la ciudadanía en general. Es importante encontrar los medios más didácticos y al alcance de todos.

Abstract – This paper describes a digital map of power stations in Colombia. The application processes information about the energy sector that is collected and published by Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). It locates the power stations (hydroelectric plants, thermoelectric, wind farms, biomass, etc) based on geographical coordinates and displays detailed information about each one, such as the companies to which they belong and their generation capacity. The user can select power stations according to the type of energy resource and the department in which they are located. This application calculates total capacity of the energy sector in Colombia, and the percentage of the power stations subset. This facilitates the understanding of the richness and variety of the energy sector of the country. It is aimed at non-experts on the energy sector.

The results show how technological tools placed on a web site, can transform tabular information into visual information that the user can assimilate immediately. Many ideas are compacted into a single image. The academy can propose initiatives that promote the understanding of issues of collective interest to the general public. It is important to find teaching aids that are accessible to anyone.

I. INTRODUCCIÓN

El tema de los asuntos energéticos cobra cada día más importancia para todas las naciones. Dependemos completamente de los recursos energéticos para sostener el modelo de vida moderno: los hospitales, industria, transporte, etc. Para poder exigir acceso a la energía, los ciudadanos debemos estar informados acerca de cómo está conformada la canasta energética, es decir, qué centrales de generación de energía eléctrica posee el país y con qué tipo de recurso energético se abastecen (hidroeléctricas, carbón, petróleo, eólica, biomasa, etc.), cuál es su capacidad de generación de energía, en qué departamentos se ubican estas fuentes, y muchos otros datos que son apenas el punto de partida para dimensionar nuestra riqueza energética, la inversión realizada por los gobiernos de turno, y el uso racional que debemos hacer de ella.

Dentro de los muchos temas que forman parte de la energía, se encuentra la cuantificación de los recursos naturales con los que cuenta un país y la infraestructura que tiene a su disposición para explotarlos. Los gobiernos cuentan con estadísticas de la canasta energética, pero el acceso a ellas es limitado o desconocido para la mayoría de los ciudadanos; y la comprensión de esta información demanda conocimientos especializados que solo poseen profesionales relacionados con el área.

¿Cómo facilitar un mejor entendimiento de la canasta energética de Colombia a los ciudadanos del común? Si esta información puede ser representada en Internet, de una manera gráfica y flexible cuyo análisis pueda descomponerse en varias categorías, permitirá que el público general lo incorpore o lo apropie más a su conocimiento. Es por ello que se torna importante presentar herramientas accesibles por Internet que de una manera muy ágil y simplificada permitan visualizar o condensar toda esa información que es por ahora del conocimiento de expertos en el tema.

En la web se han encontrado antecedentes de mapas energéticos para otros países. Es el caso del mapa desarrollado por EIA (Energy Information Administration) [2] en Estados Unidos, el

cual permite visualizar gran cantidad de información energética, así como presentarla desde diferentes perspectivas. Los autores han indagado por mapas de características similares para Colombia, en los sitios web de las organizaciones relacionadas con el sector energético en nuestro país como el Ministerio de Minas y Energía [3], Ecopetrol [4], SIEL (Sistema de Información Eléctrico Colombiano) [5] y no cuentan con mapas similares al mencionado que sea del acceso del público general. El sitio web de la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) [6] aunque tampoco dispone de un mapa dinámico como el de EIA, sí ofrece un conjunto de mapas estáticos [7]; debido a la naturaleza estática de dichos mapas, los datos que se pueden mostrar son limitados. Como existen más de 200 centrales generadoras de energía registradas en la UPME [8], no es viable incorporar información detallada de cada una de ellas en uno de los mapas estáticos. Es por ello que desde el Semillero en Prospectiva Energética de Colombia [9] así como desde la facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga [10] se ha propuesto desarrollar un mapa que reúna los datos de las centrales de generación eléctrica del país y los presente de manera compacta y flexible para la consulta de tal forma que pueda ser comprendido por el público general. Esta aplicación se encuentra en el enlace <http://energia.upbga.edu.co/content/app-mapa> [10].

II. CENTRALES ELÉCTRICAS EN COLOMBIA

Colombia cuenta con una red de centrales encargadas de generar la energía eléctrica que necesita el país. Estas centrales pertenecen a diferentes empresas y se encuentran ubicadas estratégicamente a lo largo del país; su objetivo principal es aprovechar al máximo los recursos naturales disponibles para generar la mayor cantidad de energía eléctrica. Es por ello que antes de construir una central eléctrica se realizan estudios para determinar su capacidad de generación de energía. Si los recursos naturales disponibles en el área donde se ubica la central tienen el potencial de generar más energía, que la capacidad de generación instalada entonces se desaprovecharían recursos; por otro lado, si la capacidad instalada es mayor que la energía que pueden generar los recursos naturales entonces se desaprovecharía parte de la infraestructura [11].

La UPME es la entidad encargada de “planear de manera integral el desarrollo minero energético, apoyar la formulación de política pública y coordinar la información sectorial con los agentes y partes interesadas” [12]. Las estadísticas y los informes oficiales que publica la UPME acerca de la canasta energética contribuyen en la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones del gobierno. Sin embargo, esta información podría no ser de fácil entendimiento para el público general ya que requieren ser observadas y analizadas con detenimiento para aproximarse a su comprensión. Es por ello que los autores de este proyecto hemos propuesto un mapa digital con el fin de presentar información, de una manera

didáctica, accesible al público general a través de internet, donde se puede agrupar las diferentes centrales de energía según su departamento o el tipo de energético que utilizan para la generación y calcular su nivel de participación en la canasta energética del país. Esta visualización intenta hacer apropiación desde las TIC para una mejor comprensión de la generación de energía del país.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Transformación de los datos

La figura No. 1 esquematiza la transformación de los datos. Un conjunto de aproximadamente 200 registros exportados de la UPME [8] en formato Excel (Estado 1), cada uno fue complementado con las coordenadas geográficas, ya que esta información no estaba disponible y era necesaria para ubicar las centrales en el mapa digital (Estado 2). Luego, transformado a formato CSV es procesado con un programa en lenguaje Python el cual unifica en forma automática el estilo y algunos detalles tipográficos (Estado 3). Para poder incorporar este conjunto de datos en el entorno web fue necesario hacerlo legible desde el lenguaje JavaScript, esto por medio de la notación JSON (JavaScript Object Notation) haciendo factible trabajar las centrales eléctricas como objetos (Estado 4).



Figura No. 1 Transformación de los datos.
Fuente: El autor a partir de [13].

B. Diseño de la interfaz gráfica

En la figura No. 2 se muestra la interfaz gráfica de la aplicación. Esta interfaz incluye el mapa generado a partir de Google y un menú para realizar consultas.

El mapa puede presentar una visualización del conjunto completo de centrales eléctricas del país pero también permite discriminarlo de acuerdo a los departamentos en los cuales están ubicadas dichas centrales. También permite seleccionar de acuerdo con el tipo de recurso natural que genera energía en cada central. Por ello, el menú cuenta con dos elementos, uno para seleccionar un departamento y otro para el tipo de recurso. También cuenta con un botón para mostrar las centrales en el mapa y otro para ocultarlas.

Cada central está ubicada sobre el mapa con su correspondiente latitud y longitud. Sobre cada central se da una información básica haciendo clic en el marcador en forma de globo. Se muestra la empresa a la cual pertenece, el municipio donde está

ubicada, la capacidad efectiva de generación instalada y el tipo de recurso natural que utiliza.

Cada tipo de recurso energético está representado con un color particular que puede ser más oscuro si la capacidad de la central es alta, o más claro si la capacidad es baja; y por cada subconjunto de datos o consulta seleccionada se calcula el porcentaje que este representa respecto al total de la capacidad que posee el país.

Por las funcionalidades de Google Maps, es posible ajustar el zoom para facilitar la visualización de centrales que están geográficamente muy cerca.

La interfaz se implementó en lenguaje HTML5, se importaron herramientas de Bootstrap para crear el menú y se configuró el estilo a partir de librerías CSS [14] [15].



Figura No. 2 Interfaz gráfica.

C. Arquitectura de la aplicación

El mapa digital se desarrolló en entorno web, utilizando los lenguajes de programación HTML, CSS y JavaScript. Se recurrió también a otras herramientas como Bootstrap, Google Maps JavaScript API V3 y Python [16] [17].

Técnicamente, la visualización de los datos en el mapa puede describirse como un ciclo de pasos que inicia con la consulta del usuario y finaliza con la representación de la información consultada. Ver figura No. 2.

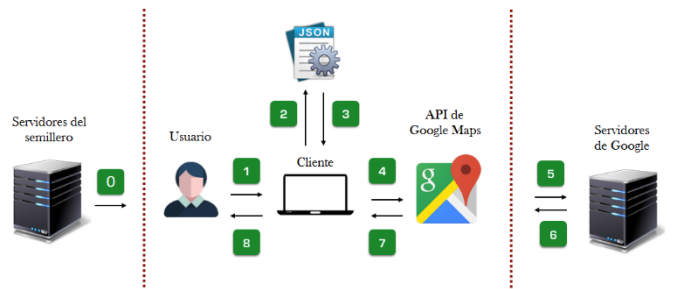


Figura No. 3 Proceso interno de consulta de los datos en la aplicación.
Fuente: El autor a partir de [13].

Los datos de las centrales eléctricas se encuentran alojados en los servidores del Semillero en Prospectiva Energética de Colombia, y son llevados al lado cliente en el paso cero. El usuario inicialmente visualiza desde el lado cliente una interfaz del mapa de Colombia y unos selectores por departamento y por tipo de recurso energético. Él arma la consulta de su preferencia, es decir, elige un departamento o la totalidad de ellos y los combina con el tipo de energético sobre el cual desea realizar la consulta de las centrales eléctricas instaladas (Paso 1). El segundo paso consiste en seleccionar desde la estructura de archivo JSON residente en el cliente, las centrales eléctricas que cumplen con los requisitos establecidos en la consulta. El tercer paso es retornar la latitud y la longitud de cada central para su posterior procesamiento. En el cuarto paso se envía esa información a la API de Google Maps, quien a su vez transmite la solicitud a los servidores de Google (quinto paso). Luego, en el paso seis, se recibe la información de los servidores de Google. En el séptimo paso se ejecutan los procesos para generar el mapa con los marcadores correspondientes. En el último paso, sobre el lado cliente se despliega al usuario el mapa con las centrales consultadas señalizadas por marcadores de colores que pueden desplegar la información detallada de cada central como se detalló en la Sección III-B [13].

IV. CONCLUSIONES

Herramientas tecnológicas puestas sobre un entorno web, transforman información tabular en información visual que es asimilada por el usuario en forma más inmediata. Muchas ideas se compactan a través de una visualización.

Para el caso de estudio propuesto, asimilar la composición de la canasta energética colombiana requiere un estudio a profundidad. Sin embargo, con una visualización sobre un mapa como la presentada desde esta aplicación, en la cual de manera flexible y a gusto del usuario la información se puede individualizar o agrupar, con lo cual se facilita que el usuario se aproxime al complejo universo energético de Colombia.

La ingeniería de sistemas e informática brinda herramientas y conocimiento que permiten acercar la información a todos los públicos, y los ingenieros debemos encontrar espacios para reducir brechas mediante la tecnología.

El modelo de consulta desarrollado para el mapa de centrales eléctricas resultó eficaz ya que no hubo mayor impacto sobre el tiempo de respuesta a las peticiones del usuario, y el modelamiento de los datos se simplificó gracias a una estructura de texto flexible como fue JSON.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Semillero en Prospectiva Energética de Colombia, «App Mapa | Semillero en Prospectiva Energética de Colombia,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/fqNFsV>. [Último acceso: 20 Julio 2016].
- [2] Energy Information Administration, «U.S. States - Maps - U.S. Energy Information Administration (EIA),» [En línea]. Available: <http://goo.gl/dpK6jD>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [3] Ministerio de Minas y Energía, «INICIO - Minminas,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/TtTnmX>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [4] Ecopetrol, «Ecopetrol - Energía para el Futuro,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/0AyVGZ>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [5] Sistema de Información Eléctrico Colombiano, «Sistema de Información Eléctrico Colombiano > Inicio,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/hdg3zV>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [6] Unidad de Planeación Minero Energética, «UPME | ¡UPME, 20 años planeando el sector minero energético de la nación!,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/5wGkaT>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [7] Unidad de Planeación Minero Energética, «Mapas - UPME,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/WrqmBY>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [8] Unidad de Planeación Minero Energética, «Capacidad Efectiva de Generación,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/5JajCD>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [9] Semillero en Prospectiva Energética de Colombia, «Semillero en Prospectiva Energética de Colombia,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/7w4zc4>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [10] Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, «Ingeniería de Sistemas e Informática,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/tPfiMV>. [Último acceso: 29 Junio 2016].
- [11] Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, [En línea]. Available: <http://goo.gl/966tCq>. [Último acceso: 1 Julio 2016].
- [12] UPME, «Quiénes Somos | UPME,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/Kz26qO>. [Último acceso: 28 Julio 2016].
- [13] J. Amaya, «Informe mensual para el Semillero en Prospectiva Energética de Colombia - Mapa de Centrales Eléctricas,» Bucaramanga, 2016.

- [14] N. Gallagher y J. Neal, «Normalize.css: Make browsers render all elements more consistently.,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/ErVsKe>. [Último acceso: 1 Julio 2016].
- [15] D. Eden, «Animate.css,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/1KDSUA>. [Último acceso: 1 Julio 2016].
- [16] Mozilla, «JavaScript | MDN,» [En línea]. Available: <https://goo.gl/gzlNBn>. [Último acceso: 1 Julio 2016].
- [17] Bootstrap, «Bootstrap · The world's most popular mobile-first and responsive front-end framework.,» [En línea]. Available: <http://goo.gl/Wy5RDI>. [Último acceso: 1 Julio 2016].

VIII. RECONOCIMIENTOS

Al Semillero en Prospectiva Energética de Colombia y los directivos de Ecopetrol que lo apoyan; a la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga por generar espacios para la investigación formativa. Al estudiante Julián Amaya y al ingeniero Óscar Ortiz por su colaboración en la implementación del mapa al sitio web del semillero.

IX. BIOGRAFÍA



José David Ibáñez Yemail

Estudiante de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. Miembro colaborador del Semillero en Prospectiva Energética de Colombia para el desarrollo del sitio web. Tiene entre sus motivaciones el desarrollo de software.



Diana Teresa Gómez Forero

Docente de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Líder investigadora del semillero en prospectiva energética para el desarrollo del sitio web. Tiene entre sus motivaciones la investigación formativa.