

La Industria Extractiva en la Sierra Norte de Puebla: Metodología del Trabajo Cartográfico

Mayeli Sánchez-Martínez

4 julio 2014

Uno de los objetivos dentro del proyecto "La Industria Extractiva en la Sierra Norte de Puebla" fue la visualización y análisis de la información obtenida dentro de un Sistema de Información Geográfico. A continuación se describe de manera general el proceso.

1. Método

Con el objetivo de poder visualizar y analizar características de la industria extractiva (minería, gasoductos, plantas hidroeléctricas, campos y pozos petroleros) en la Sierra Norte de Puebla, se decidió generar un sistema de Información Geográfico que constara de la información sobre la ubicación de los proyectos, datos de división municipal y capas de aspectos ambientales. A partir de ello se generó un infográfico para complementar el análisis empresarial realizado dentro del mismo proyecto.

2. Datos

Los datos vectoriales sobre la ubicación geográfica de los proyectos de la industria extractiva se obtuvieron a partir de las Manifestaciones de Impacto Ambiental (MIAs) presentadas y de reportes locales de pobladores en cuyas comunidades se han iniciado obras para este tipo de proyectos y de los cuales no habíamos encontrado información oficial. En el caso de minería, recibimos una base de datos de fuente desconocida por parte del Consejo Tiyat-Tlali con los datos de punto de partida, rumbos y distancias de las concesiones mineras. Para corroborar la fiabilidad de la información se eligieron algunos títulos de concesión y se compararon con los datos del archivo oficial que nos fue proporcionado en la Dirección General de Minas (DGM). Las coordenadas de 14 concesiones que no se encontraban en la mencionada base de datos se consiguieron por medio de la revisión de los archivos de dichos títulos en las instalaciones de la DGM. El resto de la información se obtuvo del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del Consejo Nacional para la Biodiversidad (CONABIO).

Las imágenes ráster usadas provinieron del satélite LandSat8.

3. Programas empleados

El trabajo se realizó en su totalidad con software libre usando:

- R (programa de análisis matemático y estadístico)
- Geotranz (transformador de coordenadas)
- GRASS (sistema de procesamiento de imágenes ráster y vector, de producción gráfica y análisis SIG)

Adicionalmente, para la creación infográfica, se uso:

- Inkscape
- GIMP

4. Capas finales empleadas

De manera sintética, el producto final empleó las siguientes capas:

- capa de concesiones mineras por empresa matriz

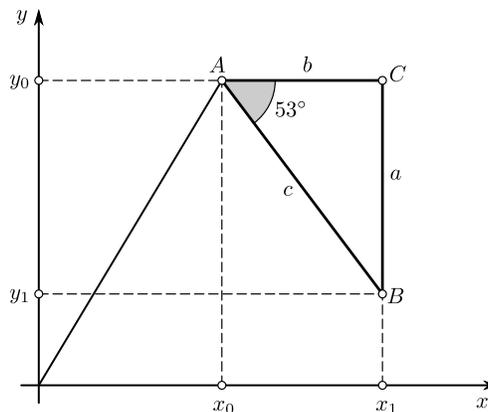
- capa de proyectos hidroeléctricos
- capa de campos y pozos petroleros
- capa de gasoductos
- capa de ríos principales
- capa de localidades rurales
- capa de imágenes LandSat8 para la región

5. Coordenadas de concesiones mineras

Uno de los aspectos del trabajo más relevantes fue obtener la capa de concesiones mineras para la Sierra Norte de Puebla. El archivo recibido del Consejo Tiyat-Tlali y los datos obtenidos de la DGM contenían puntos de partida, rumbos y distancias. Algunas veces estaban como coordenadas x,y y en otras en latitud, longitud, grados, minutos y segundos. Para poner todo como UTM 14 wgs84, se usó el programa Geotranz y la librería gdal. Para lograr el polígono en coordenadas x,y , se siguieron reglas trigonométricas que se exponen a detalle a continuación.

5.1 Coordenadas y triángulo rectángulo

De acuerdo a la siguiente figura,



se definen las variables de la siguiente forma:

- Coordenadas iniciales $(x_0, y_0) \rightarrow (600\ 421,656, 2\ 208\ 458,548)$.
- El ángulo A es el ángulo opuesto al lado a del triángulo rectángulo. Lo mismo aplica para los ángulos B y C .
- El ángulo $A = -53^\circ$ tiene como vértice el punto (x_0, y_0) . Este ángulo es negativo pues es común que los ángulos positivos se midan en *sentido contrario* a las manecillas del reloj. Al ser A al sureste, se dirige en el *mismo sentido* que las manecillas del reloj, y entonces es negativo.

- Se buscan las coordenadas del punto (x_1, y_1) que es el vértice del ángulo B . De acuerdo a la figura los valores de estas coordenadas son:

$$x_1 = x_0 + b \quad (1)$$

$$y_1 = y_0 + a \quad (2)$$

con lo cual, lo que se busca son los valores de a y b .

- Los ángulos restantes del triángulo rectángulo son

$$C = 90^\circ$$

$$\begin{aligned} B &= 180^\circ - A - C \\ &= 180^\circ - 53^\circ - 90^\circ \\ &= 37^\circ \end{aligned}$$

Aquí se toma el valor del ángulo A como positivo sólo para el triángulo rectángulo, como si no tuviera sistema de coordenadas. Así, por la propiedad de los triángulos de que la suma de sus ángulos internos debe ser 180° , se obtiene el valor del ángulo B , el cual es irrelevante para este problema, pues con conocer A es suficiente.

A partir de la definición de las funciones trigonométricas en un triángulo rectángulo:

$$\text{sen } A = \frac{\text{cateto opuesto a } A}{\text{hipotenusa}} = \frac{a}{c}$$

de donde se tiene que una vez despejando a :

$$\begin{aligned} a &= c \text{ sen } A \\ &= 410,15 \text{ sen}(-53^\circ) \\ &= -327,560 \end{aligned} \quad (3)$$

de donde al despejar b , se obtiene:

$$\begin{aligned} b &= c \text{ cos } A \\ &= 410,15 \text{ cos}(-53^\circ) \\ &= 246,834 \end{aligned} \quad (4)$$

Por otro lado, para el coseno se tiene lo siguiente:

$$\text{cos } A = \frac{\text{cateto adyacente a } A}{\text{hipotenusa}} = \frac{b}{c}$$



Finalmente, el siguiente punto sería utilizar las ecuaciones (1) y (3) para obtener el valor de x_1 y las ecuaciones (2) y (4) para calcular el valor de y_1 :

$$\begin{aligned}x_1 &= x_0 + b \\ &= 600\,421,656 + 246,834 \\ &= 600\,668,490 \\ y_1 &= y_0 + a \\ &= 2\,208\,458,548 - 327,560 \\ &= 2\,208\,130,988\end{aligned}$$

De la misma forma, partiendo del punto nuevo como origen, y además que $A = -53^\circ$ y $c = 589,850$, tenemos:

$$\begin{aligned}x_2 &= x_1 + b \\ &= x_1 + c \cos A & (5) \\ &= 600\,668,490 + 589,850 \cos(-53^\circ) \\ &= 600\,668,490 + 354,981 \\ &= 601\,023,471\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}y_2 &= y_1 + a \\ &= y_1 + c \operatorname{sen} A & (6) \\ &= 2\,208\,130,988 + 589,850 \operatorname{sen}(-53^\circ) \\ &= 2\,208\,130,988 - 471,075 \\ &= 2\,207\,659,913\end{aligned}$$

Es de notar que de las ecuaciones (5) y (6) se obtiene la general. Es decir, dados un par de coordenadas (x_n, y_n) , la distancia c y el ángulo A , el siguiente punto (x_{n+1}, y_{n+1}) se obtiene como:

$$\begin{aligned}x_{n+1} &= x_n + c \cos A \\ y_{n+1} &= y_n + c \operatorname{sen} A\end{aligned}$$