



DETERMINACIÓN DE ÁREAS ÓPTIMAS PARA INSTALACIONES DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA EN EL CANTÓN QUEVEDO, APLICANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MSc. José Luis Muñoz Marcillo¹,

Docente contratado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales.

Ing. Franklin Fabricio Chávez Fuentes²

Graduado en la Facultad de Ciencias Ambientales.

PhD. Jhon Alejandro Boza Valle³,

Docente titular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Empresariales.

MSc. Laura Eugenia Tachong Alencastro⁴,

Docente contratado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Empresariales.

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

José Luis Muñoz Marcillo, Franklin Fabricio Chávez Fuentes, Jhon Alejandro Boza Valle y Laura Eugenia Tachong Alencastro (2016): “Determinación de áreas óptimas para instalaciones de energía solar y eólica en el Cantón Quevedo, aplicando sistemas de información geográfica”, Revista Caribeña de Ciencias Sociales (agosto 2016). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/08/energia.html>

RESUMEN EJECUTIVO

Este proyecto de investigación consistió en la determinación de áreas óptimas para el establecimiento de instalaciones de energía solar y eólica en el cantón Quevedo, mediante el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (GIS), haciendo uso de criterios de

¹ José Luis Muñoz Marcillo, Ingeniero Forestal de la UTEQ, Diplomado en Geomática de la Pontificia Universidad Católica de Chile – Chile, Especialista en Sistema de Información Geográfica de la UNiversidad de Sevilla – España, Máster en Geografía de la Universidad de Chile, jmunoz@uteq.edu.ec

² Franklin Fabricio Chávez Fuentes, Ingeniero en Gestión Ambiental de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

³ Jhon Alejandro Boza Valle, Economista graduado en la Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador, cuenta con tres diplomados superiores: Gerencia de Marketing, Planeamiento Estratégico de la Administración Financiera y Diseños Pedagógicos Universitarios en Ecuador; dos Especialidades en Elaboración de Proyectos Financieros y Gerencia de Proyectos, en Ecuador; dos Maestrías, en Costos y Administración Financiera y en Dirección de Empresas en Ecuador; Doctor en Ciencias Económicas de la Universidad de La Habana-Cuba, jboza@uteq.edu.ec.

⁴ Laura Eugenia Tachong Alencastro, Ingeniera en Gestión Empresarial Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Máster en Dirección de Empresas en Ecuador en la Universidad Autónoma Regional de Los Andes UNIANDES, ltachong@uteq.edu.ec.

velocidad y dirección del viento, heliofanía, pendiente, y uso del suelo, se procedió a la realización del diagnóstico ambiental sobre la generación energética del cantón, además de identificación de zonas con potencial eólico y solar del territorio, y determinación de costos de instalación para infraestructuras de energía solar y eólica.

La muestra empleada integrada por 383 personas, se aplicó un cuestionario tipo encuesta referentes a la energía solar y eólica, se emplearon los promedios mensuales de 22 años de registros para las variables dirección-velocidad del viento, y heliofanía de siete y ocho estaciones meteorológicas respectivamente, se utilizó información cartográfica preexistente sobre la pendiente y usos del suelo, además se recurrió a la plataforma Calculationsolar.com para el cálculo de las instalaciones solares fotovoltaicas.

Para el procesamiento de datos de la variable dirección y velocidad del viento, y horas de brillo solar (heliofanía) se empleó el software Microsoft Excel 2013, se procedió a la tabulación, para la obtención del promedio multianual por cada estación meteorológica, para ser interpolados en el GIS, modelización espacial de datos, como la producción de mapas temáticos realizados en la plataforma ArcGis 9.3, mediante el empleo de funciones: Natural neighbor, Spatial Analyst, 3D Analyst, Slope, Spatial Analyst Tools, Weighted Sum.

Se determina que el cantón está influenciado por proyectos energéticos importantes, como el Hidroeléctrica Baba y Termoeléctrica Quevedo II, se evidenció que el 69% de encuestados carece de conocimientos de energía renovable, el 31% indicaron que energías renovables guardan íntima relación en lo social, económico y ambiental, el potencial eólico, éste es nulo, a diferencia del solar el mismo que es muy representativo.

Palabras claves: Sistemas de información geográfica, Energía solar y eólica, Áreas óptimas, Energías renovables, Diagnóstico ambiental.

DETERMINATION OF OPTIMAL AREAS FOR ENERGY FACILITIES SOLAR AND WIND IN THE CANTON QUEVEDO, APPLYING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

ABSTRACT

This research project was to determine optimal areas for the establishment of solar and wind energy in the canton Quevedo, through the use of Geographic Information Systems (GIS), using criteria of speed and wind direction, heliophany, slope, and land use, proceeded to the conduct of the environmental assessment of the energy generation of the canton, besides identification of areas with wind and solar potential of the territory, and determination of installation costs for infrastructure for solar and wind .

The employee sample comprised 383 people, a survey type questionnaire concerning solar and wind energy was applied, the monthly average of 22 years of records for variables direction-wind speed, and heliophany seven and eight weather stations were used respectively, existing cartographic information on the slope and land use was used, in addition to the Calculationsolar.com platform was used for calculation of photovoltaic solar installations.

For processing data of variable direction and wind speed and hours of sunshine (heliophany) the Microsoft Excel 2013 software was used, we proceeded to the tabulation for obtaining multi-year average for each weather station, to be interpolated in GIS, spatial data modeling, such as production of thematic maps made in ArcGIS 9.3 platform, by using functions: Natural neighbor, spatial Analyst, 3D Analyst, Slope, spatial Analyst Tools, Weighted Sum.

It is determined that the canton is influenced by major energy projects, such as hydroelectric Baba and Thermoelectric Quevedo II, it was shown that 69% of respondents lack knowledge of renewable energy, 31% indicated that renewable energies are closely related social, economic and environmental, wind potential, this is null, unlike the sun it is very representative.

Keywords: Geographic information systems, solar and wind energy, Optimal areas, Renewable Energy, Environmental diagnosis.

1. Introducción

Las sociedades humanas han venido utilizando la energía como una de sus principales fuentes de subsistencia y desarrollo, es así, que se ha logrado desarrollar una variedad de formas de aprovechamiento de la misma, a fin de poder dar abastecimiento a la demanda existente hoy en día; tomando en cuenta la prioridad de su utilización en necesidades básicas, tales como el alumbrado público, producción industrial, comercio, educación, salud, transporte entre otros (SENER, 2013).

El desarrollo de diversas formas de energía ha representado un aporte significativo para el desarrollo y progreso de los pueblos; sin embargo, el hombre en su afán por dar cobertura a los requerimientos de energía, ha descuidado las implicaciones medioambientales que posee la generación de ciertos tipos de energías. Estas implicaciones sobre el ambiente se resumen en la destrucción de los recursos naturales, afectación a la salud humana y generación de conflicto socio-ambientales (NU. CEPAL, 2013).

El Ecuador por su excelente ubicación geográfica en la que encuentra, se ve favorecido por la presencia de una intensa radiación solar y la presencia considerable de vientos, los cuales pueden ser aprovechados de manera sustentable en la generación de energía amigable con el ambiente, y que reemplace a los otros tipos de energía utilizadas (Cabrera & Figueroa, 2012).

La identificación de emplazamientos terrestres idóneos para el desarrollo de proyectos de energía renovable supone de una planificación acertada dentro de la cual se considere a la totalidad de las variables físicas territoriales participantes y se aplique la modelación del espacio físico por medio de los Sistemas de información geográfica facilitando consecuentemente la correcta ubicación de aquellas áreas con alto potencial energético renovable (Quijano, 2010).

De acuerdo a (CCIRA, 2011) que obtuvo 296.071,6 ha consideradas como áreas potenciales para el desarrollo de proyectos solares mediante tecnologías fotovoltaicas, es importante elaborar mapas territoriales geo referenciados para posteriormente realizar la aplicación de los criterios generales y criterios específicos que permitan filtrar las zonas óptimas para desarrollo de tecnologías solares, en este sentido (Henríquez, 2005) indica que los SIG, al permitir la captura, el ingreso, análisis y el desplazamiento de información

proveniente de sensores remotos así como cartografía digital, facilita la proyección a futuro de los usos y coberturas de suelo.

Tomando en cuenta que el territorio cantonal de Quevedo se encuentra haciendo uso de energía procedente de fuentes no renovables, y además por la presencia de importantes factores climáticos (radiación solar y vientos), se ha considerado importante el desarrollo de la presente investigación a fin de identificar los sitios de interés energético renovables dentro del territorio, los mismos que puedan ser representados mediante cartografía temática, para su posterior análisis y consideración por parte de inversionistas y decisores.

En la actualidad el abastecimiento energético del cantón Quevedo procede de fuentes de energía termoeléctrica e hidroeléctrica, en cuya generación se da lugar a una variedad de implicaciones ambientales, tales como inundaciones, represamiento de los cauces de agua, eutrofización, para el caso de la generación hidroeléctrica; y la emisión de contaminantes atmosféricos (NO^5 , CO^6 , SO_2^7 , MP) y ruido ambiente para las fuentes termoeléctricas; lo cual supone una problemática ambiental de gran importancia que requiere ser tomada en cuenta. A esto se suma la deficiente investigación en cuanto al ámbito energético renovable, la poca capacidad de inversión y la ausencia de una planificación territorial.

2. Metodología

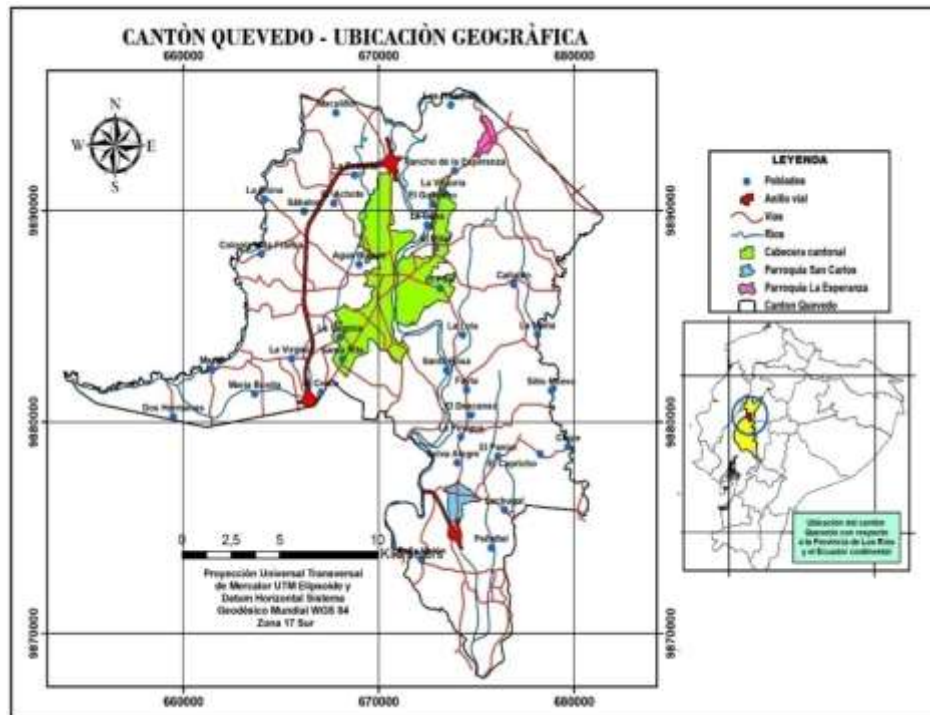
La investigación se realizó en el Cantón Quevedo Provincia de Los Ríos situado en la Región Litoral o Costa parte céntrica del país; y que de acuerdo con el INEC (2010) posee una población de 173.575 habitantes aproximadamente, posee una densidad poblacional de 572,85 hab/km². Limita con los siguientes cantones: Buena Fe y Valencia (Norte), Mocache (Sur), Ventanas y Quinsaloma (Este) y El Empalme-Prov. del Guayas (Oeste). Se encuentra ubicado entre las cotas 50-150 msnm.

Gráfico 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio.

⁵ Óxido de Nitrógeno

⁶ Monóxido de Carbono

⁷ Dióxido de Azufre



Elaborado por: El Autor.

Tabla 1. Condiciones meteorológicas del cantón Quevedo.

Parámetro	Promedio
Latitud	1° 2' 30" S
Longitud	79° 28' 30" O
Temperatura	23-32°C
Precipitación	1750-2500 mm
Población	173.575 habitantes
Densidad poblacional	572,85 hab/km ²
Extensión territorial	288,7 km ²
Altitud	74 msnm

Fuente: GAD Quevedo

La presente investigación se caracteriza por ser de tipo diagnóstica debido a que se consideró la elaboración de un diagnóstico ambiental con el cual se pudo conocer la situación energética que enfrenta el cantón Quevedo seguido de una fase de investigación exploratoria como parte del trabajo de investigación, debido a que la misma permitió identificar las zonas que poseen un alto potencial para la implementación de proyectos de energía solar y eólica; además de la estimación de los costos por concepto de instalación y mantenimiento de las infraestructuras.

Se incluyó también Ésta investigación incluyó una fase de modelización espacial, en las que se procedió a la generación de un modelo espacial para las variables: pendiente, horas

de brillo solar (heliofanía), viento (km/h), y usos del suelo; con lo cual se procedió a la obtención de los mapas temáticos que contengan las zonas óptimas.

Se procedió a la ejecución de un diagnóstico de la situación ambiental del cantón Quevedo con el objetivo de reconocer los aspectos más relevantes de la generación energética del sector, y para lo cual se empleó de fichas de observación y un cuestionario de encuestas; en las cuales se recabó información concerniente a las fuentes de generación energética, los impactos ambientales generados, entre otras características del sector energético local.

Cálculo:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Dónde:

n = Muestra (?)

Z^2 = Confiabilidad (95%)

P = Probabilidad de que ocurra (50%)

Q = Probabilidad de que no ocurra (50%)

N = Población (158694)

e2 = Error de la muestra (5%)

$$n = \frac{1,96^2 \times 0,50 \times 0,50 \times 158694}{0,05^2(158694 - 1) + 1,96^2 \times 0,50 \times 0,50}$$

$$n = \frac{3,84 \times 0,50 \times 0,50 \times 158694}{0,0025 (158693) + 3,84 \times 0,25}$$

$$n = \frac{152410}{397,693}$$

$$n = 383,235$$

$$n = R//:383$$

Para la determinación de las zonas de potencial uso para instalaciones de energía solar y eólica, se realizó la modelización espacial de las variables participantes en el estudio, entre las cuales se incluyeron:

- ✓ El uso del suelo
- ✓ La precipitación (mm)
- ✓ La temperatura (°C)

- ✓ La Heliofania (horas de brillo solar)
- ✓ Velocidad del viento (km/h)
- ✓ La pendiente
- ✓ Ríos
- ✓ Vías
- ✓ Poblados

Una vez generada las capas temáticas para cada una de las variables participantes se procedió a establecer el peso de cada variable para cada caso (energía eólica y solar); con el afán de determinar la variable que es mayormente determinante a la hora del establecimiento de este tipo de instalaciones de energía renovable, para lo cual se aplicó el Método Analytic Hierarchy Process (AHP) según SAATY et al. (1991) que compara de par en par a partir de la construcción de una matriz cuadrada, en donde se evalúa la importancia de una característica sobre otra, para así establecer el criterio que es más determinante en la determinación de áreas potenciales para generación de energía eólica y solar.

El Proceso Analítico Jerárquico consiste en la descomposición de estructuras complejas en sus componentes, ordenando estos componentes en una estructura jerárquica, donde se obtienen valores numéricos para los juicios de preferencia, que luego sintetizados permite determinar la variable de más alta prioridad (Muñoz, 2010)

3. Resultados

En el cantón Quevedo la distribución de la energía eléctrica se la efectúa mediante el empleo cableado y postes, los mismos que transportan el flujo eléctrico que llega a través del Sistema Nacional de Transmisión hasta las dos subestaciones de energía situadas en la parte sur del territorio, específicamente en la parroquia El Guayacán, una de las cuales se encuentra contigua a las instalaciones de la Central Termoeléctrica Quevedo II, la cual es el proyecto de generación energética más importante del cantón y la provincia debido a su capacidad de producción de energía eléctrica y sobre todo por sus frecuentes implicaciones medioambientales. Además de esto el territorio se encuentra influenciado por la presencia de la Central Hidroeléctrica Baba situada en el km 39 de la vía Quevedo-Santo Domingo.

Tabla 2. Procedencia de la energía eléctrica del cantón Quevedo

Procedencia de la energía	Cabecera cantonal	San Carlos	La Esperanza
Red de empresa eléctrica de servicio público	95,17%	91,27%	93,28%
Panel solar	0,07%	0,04%	-
Generador de luz (planta eléctrica)	0,15%	0,20%	0,08%

Otro	1,02%	0,88%	1,26%
No tiene	3,59%	7,61%	5,37%
Total	100%	100%	100%

Fuente: GAD Quevedo (2014).

Opinión ciudadana sobre la energía renovable.

¿Conoce usted lo que es energía renovable?

Tabla 3. Conocimiento sobre energía renovable.			
Ítem	Alternativa	Encuestas	Porcentaje
6	Si	118	31%
	No	265	69%
Total		383	100%

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Quevedo.

Elaborado por: Autores.

El 69% (265) de los habitantes encuestados expresó no tener conocimientos sobre la energía renovable, mientras que el 31% (118) indicó si tener conocimientos básicos al respecto. Este notable desconocimiento por parte de la población quevedeña, se debe básicamente a la poca difusión de la terminología y sobre todo a la inexistencia de proyectos de energía limpia en el territorio. Mientras que el escaso conocimiento que tienen ciertos habitantes, se debe al cambio de la matriz energética que ha experimentado el país, lo cual ha despertado el interés de los mismos por conocer acerca de este recambio en la generación de energía, sobre todo por lo amigable que resulta para el ambiente.

Partiendo de la siguiente premisa: “La energía renovable se la obtiene a partir de fuentes naturales como el sol, fuerza del agua y el viento principalmente; y se caracteriza por ser inagotable y poco contaminante”¿Cuál es su apreciación acerca de la generación de este tipo de energía en el cantón Quevedo?

Tabla 4. Apreciación acerca de la energía renovable.			
Ítem	Alternativa	Encuestas	Porcentaje
7	Amigable con el ambiente	195	51%
	Interesante	105	27%
	Rentable	83	22%
Total		383	100%

Fuente: Encuesta a los habitantes del cantón Quevedo.

Elaborado por: Autores.

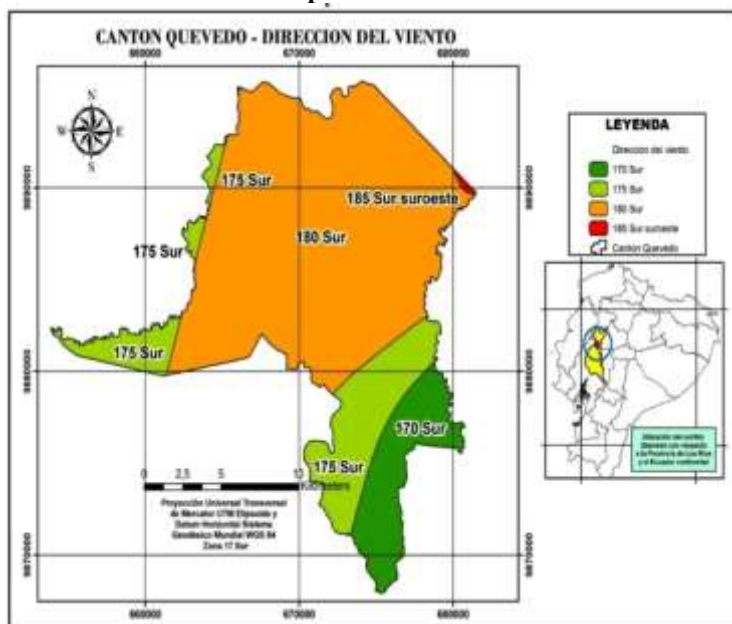
Tomando en cuenta la procedencia y beneficios que presentan las energías renovables, el 51% (195) de los encuestados las catalogo como amigables con el ambiente, mientras que el 27% (105) indico que las mismas son interesantes y el 22% rentables. Esto da a denotar la notable inclinación de la ciudadanía hacia la energía renovable tomando en cuenta el bajo riesgo de contaminación que éstas presentan.

Zonas identificadas con potencial uso para proyectos de energía solar y eólica.

Los criterios empleados para el establecimiento del potencial eólico y solar en el cantón Quevedo, fueron: la dirección del viento, velocidad del viento, heliofanía, pendiente y el uso del suelo, los mismos que se detallan a continuación en los mapas temáticos.

La dirección del viento en el cantón Quevedo corresponde en su gran mayoría a la orientación Sur (180°), la misma que se presencia en la parte céntrica-superior del territorio cantonal, mientras que las orientaciones Sur 170° y 175° se muestran en menor proporción en la zona occidental y austral, también se evidencia una pequeña área con dirección Sur suroeste (185°) en la zona septentrional (Gráfico 2).

Gráfico 2. Mapa de dirección del viento.

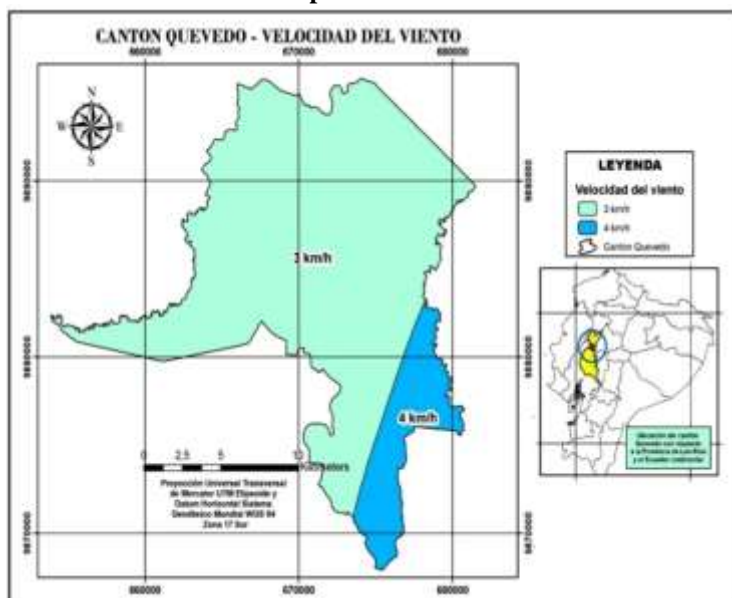


Elaborado por: Autores.

Velocidad del viento.

La velocidad del viento en el cantón Quevedo es relativamente baja, obteniendo así para en la parte norte y céntrica una velocidad mínima de 3km/h, y en la zona sur oriental se evidencias vientos con velocidad máxima de 4km/h (Gráfico 3).

Gráfico 3. Mapa de velocidad del viento



Elaborado por: Autores.

Heliofanía.

Lo valores de heliofanía del cantón Quevedo van desde un mínimo de 80 horas de brillo solar, siendo éste el de mayor predominancia en el territorio y distribuido en la parte sur, céntrica y oriental del mismo; hasta un máximo de 100 horas de brillo solar dentro de la zona occidental del cantón, pero en menor proporción (Gráfico 4).

Gráfico 4. Mapa de heliofanía.

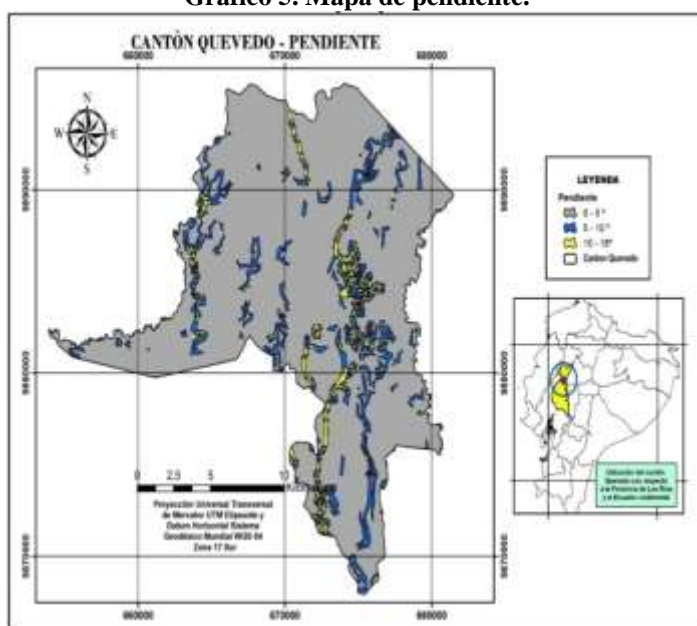


Elaborado por: Autores.

Pendiente.

Con respecto a la pendiente del cantón Quevedo, los valores de la misma van desde un valor mínimo de 0° hasta un máximo de 18°, siendo así que el rango de 0-5° se encuentra distribuidos en mayor proporción dentro del territorio cantonal, mientras que en menor medida se sitúan los rangos de 5-10°, seguido de la pendiente de 10-18° (Gráfico 5).

Gráfico 5. Mapa de pendiente.

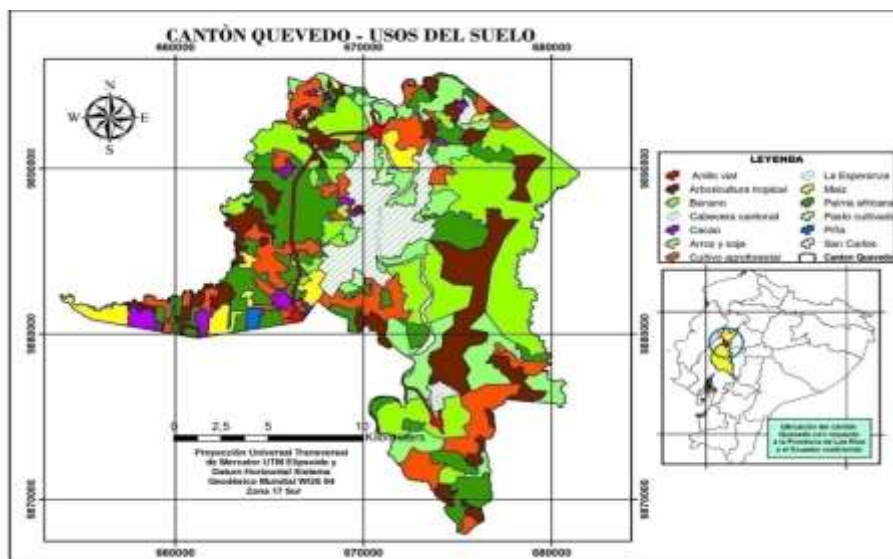


Elaborado por: Autores.

Uso del suelo.

Los usos del suelo que mayormente predominan en el cantón Quevedo, son los vinculados a la actividad productiva del territorio, especialmente aquellos que guardan relación con la agricultura y silvicultura, es así que dentro de esta tipología de usos se identifican los cultivos de arboricultura tropical, banano, arroz-soja, cacao, palma africana, maíz, pasto cultivado, piña y los cultivos agroforestales. También se evidenció la presencia de zonas urbanas y pobladas, tales como la cabecera cantonal y las parroquias Esperanza y San Carlos respectivamente; además se un anillo vial recientemente construido (Gráfico 6).

Gráfico 6. Mapa de los usos del suelo.



Elaborado por: Autores.

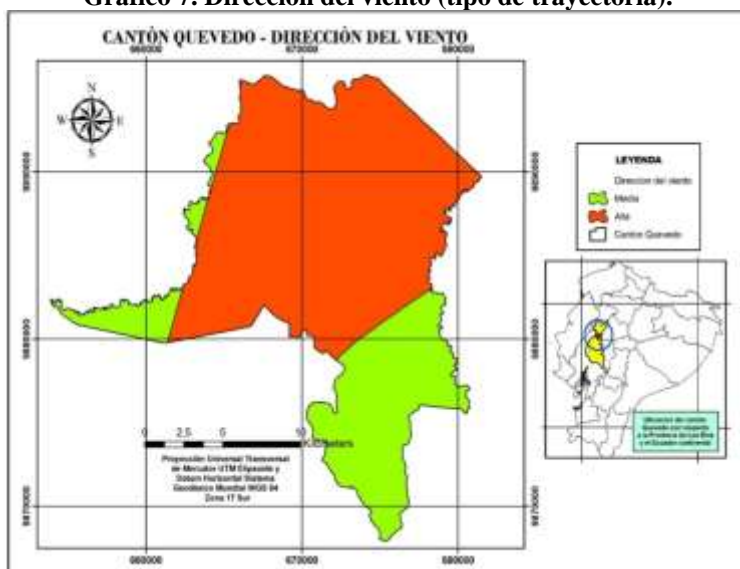
Clasificación de los criterios.

La clasificación de los criterios a emplear consistió en la determinación de las zonas que presentan mayor aptitud con respecto.

Dirección de viento (tipo de trayectoria).

Con relación al tipo de trayectoria del viento en el cantón Quevedo, se muestra la existencia de una trayectoria tipo media (170-175° Sur) correspondiente a 8.916 ha, mientras que la orientación alta (180° Sur – 185° Sur suroeste) recayó sobre una extensión territorial de 21.551 ha (Gráfico 7).

Gráfico 7. Dirección del viento (tipo de trayectoria).



Elaborado por: Autores.

Velocidad del viento (Intensidad).

La intensidad del viento en el cantón Quevedo correspondió en su totalidad a un tipo de intensidad baja, cubriendo una extensión territorial de 30.467 ha, esto se debe a que el promedio de velocidad del viento oscila entre 3-4km/h (Gráfico 8).

Gráfico 8. Velocidad del viento (Intensidad).



Elaborado por: Autores.

Heliofanía (Intensidad del brillo solar).

Con respecto a la intensidad del brillo solar en el cantón Quevedo se obtuvo que todo el territorio cantonal se encuentra influenciado por un tipo de heliofanía media, es decir,

30.467 ha correspondientes a todo el área cantonal, esto se debe a que el rango de horas de brillo solar se encuentran dentro de los 80-100 (Gráfico 9).

Gráfico 9. Heliofanía (Intensidad del brillo solar).

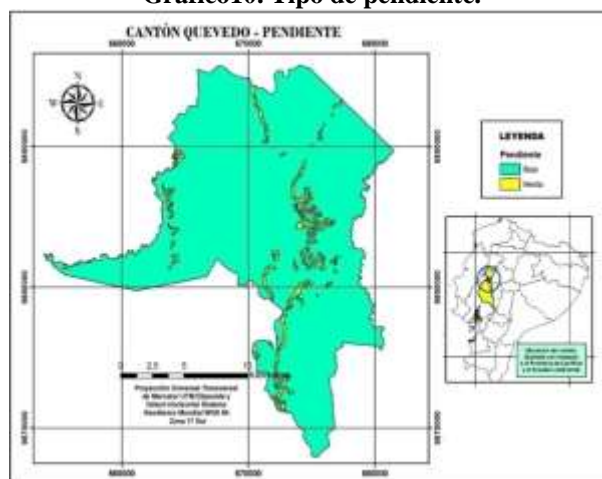


Elaborado por: Autores.

Tipo pendiente.

La pendiente predominante en el cantón Quevedo es de tipo plana (baja) correspondiente a un rango de 0-10°, la mismas que ocupa una extensión territorial de 29.433 ha distribuidos por todo el área cantonal, también se identificó un tipo de pendiente ondulada (media), cuyo valor oscila entre los 10-18°, cubriendo una extensión de 1.034 ha (Gráfico 10).

Gráfico10. Tipo de pendiente.



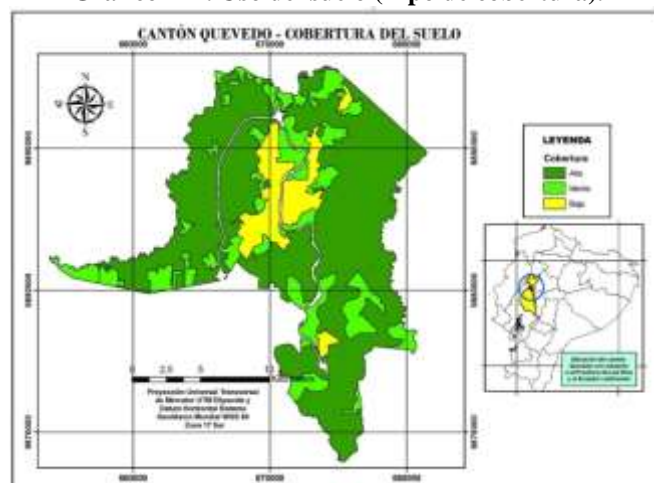
Elaborado por: Autores.

Uso del suelo (Tipo de cobertura).

De acuerdo al uso del suelo existente en el cantón Quevedo, se identificaron tres tipos de cobertura, la primera atañe a un tipo de cobertura alta en la que predominan principalmente los cultivos arbóreos, la misma que cubre una extensión de 20.971 ha; la segunda cobertura es de tipo media en la que prevalece los cultivos de ciclo corto, dispone de un área de

5.843 ha; con respecto a la tercera cobertura, ésta es de tipo baja, correspondiente a la zona urbana y centros poblados, su extensión abarca 2.837 ha (Gráfico 11).

Gráfico 111. Uso del suelo (Tipo de cobertura).



Elaborado por: Autores.

Potencial eólico.

El potencial eólico del cantón Quevedo es nulo en toda la extensión de su territorio, es decir, que los criterios utilizados no contribuyen a la existencia de condiciones óptimas para la instalación y funcionamiento de proyectos de energía eólica, esto se debe en gran medida a que la variable velocidad del viento registró valores muy insignificantes (3-4km/h), y además por el peso otorgado en el cálculo del potencial, el mismo que fue del 41% con respecto al resto de criterios intervinientes (Gráfico 12).

Gráfico 12. Potencial eólico del cantón Quevedo.



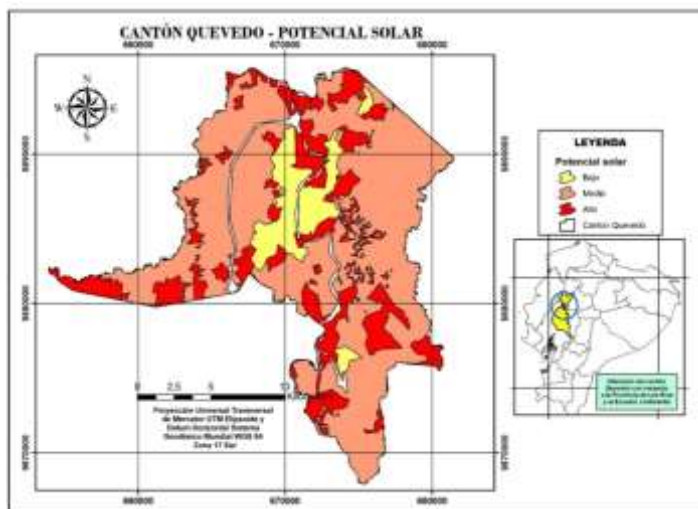
Elaborado por: Autores.

Potencial solar.

Respecto al potencial solar del cantón Quevedo, éste mostro ser muy variable, obteniendo así una extensión de 2.835 ha de potencial bajo, situado mayoritariamente en el área

urbana; también se identificó un potencial medio correspondiente a 20.292 ha; mientras que el potencial alto correspondió a 6.501 ha (Gráfico 13).

Gráfico 13. Potencial solar del cantón Quevedo.



Elaborado por: Autores.

4. Conclusiones

- ✓ De acuerdo al diagnóstico efectuado se identificó que el cantón Quevedo se encuentra influenciado por un proyecto termoeléctrico situado en la parte sur del territorio, el mismo que ha venido ocasionando problemas a la población aledaña y alrededores, por la constante emisión de gases contaminantes a la atmósfera (CO, CO₂, NO_x, SO₄ y material particulado), además de la emisión de un fuerte ruido ambiente.
- ✓ Se corroboró que la población del cantón Quevedo carece de conocimientos básicos con relación a la energía renovable, a pesar de que el 27% de los mismos correspondió a la categoría de estudiantes, lo cual indica que existe poco interés por parte de la ciudadanía con respecto a este tipo de energías, sobre todo en el ámbito ambiental.
- ✓ El potencial eólico identificado para el cantón Quevedo es ineficiente debido a la existencia de una baja velocidad del viento, la misma que no supera los 4km/h, lo que a la vez no permite generar las óptimas condiciones ambientales para el aprovechamiento de la energía eólica.
- ✓ Con respecto al potencial solar, éste mostró ser más eficiente que el eólico, ya que se identificaron un total de 6.501 ha como potencialmente óptimas para el desarrollo de proyectos solares a través de tecnología fotovoltaica, esto a la vez se

sustenta debido a los significativos promedios de horas de brillo solar predominantes en el cantón Quevedo, los mismos que oscilan dentro del rango de los 80-100 horas de brillo solar.

Bibliografía

Cabrera, I., & Figueroa, E. (2012). Situación energética en el Ecuador. Análisis técnico y económico para el uso eficiente de la energía. Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador.

CCIRA-Corporación para la Competitividad e Innovación de la Región de Atacama. (2011). Identificación del potencial de generación de electricidad con algunas de las tecnologías renovables no convencionales. Proyecto de desarrollo, Dirección General, Atacama-Chile.

GAD QUEVEDO. (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2012-2016. Plan, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Quevedo, Dirección de Planificación y gestión municipal, Equipo técnico de acompañamiento-SENPLADES Zona 5, Quevedo-Ecuador.

Henríquez, C. (2005) Modelación, impacto ambiental y sustentabilidad del crecimiento urbano en las ciudades intermedias de Chillán y los Ángeles. Tesis para optar al título de (Doctor en Ciencias Ambientales). Concepción, Chile. Universidad de Concepción, 310 p.

Muñoz J. (2010) Análisis de la degradación morfoedafológica y su relación con la reconversión productiva en el valle del Aconcagua, V Región de Valparaíso. Tesis para optar al título de (Magíster en Geografía mención Recursos Territoriales). Santiago-Chile: Universidad de Chile, 173 p

NU. CEPAL. (2013). Energía: una visión sobre los retos y oportunidades en América Latina y el Caribe. CEPAL, CAF, Corporación Andina de Fomento, Sao Paulo-Brasil.

Quijano, R. (2010). ModerGIS Análisis Multi-criterio con LEAP de la sustentabilidad del sector energético colombiano. Curso internacional, CEPAL, Ciemat, Colombia.

SENER (Secretaría de Energía). (2013). Estrategia Nacional de Energía 2013-2027. Plan Estratégico Nacional, SEMANART, México D.F.

Saaty, T. L. & Kearns, K. (1991) Analytical Planning. The Organization of Systems. The Analytic Hierarchy Process Series Vol. IV. RWS Publications. Pittsburgh, PA, EE.UU, 208 p.

