DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN LINEA COMO APOYO AL DESARROLLO DEL PLAN DE ENERGIZACION RURAL SOSTENIBLE DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

LAURA ISABEL GÓMEZ TORRES

PAULA JESSICA GONZÁLEZ PRIETO

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Facultad de Ingeniería

Proyecto Curricular Ingeniería Catastral y Geodesia

Bogotá D.C.

2017

DESARROLLO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA EN LINEA COMO APOYO AL DESARROLLO DEL PLAN DE ENERGIZACION RURAL SOSTENIBLE DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

LAURA ISABEL GÓMEZ TORRES
PAULA JESSICA GONZÁLEZ PRIETO

Trabajo de grado en modalidad de monografía para optar al título de Ingeniería Catastral y Geodesia.

Director
Ing. Edilberto Suárez Torres

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad de Ingeniería
Proyecto curricular de Ingeniería Catastral y Geodesia
Bogotá D.C.
2017

"Yo creo que no hay nada más excitante para el corazón humano que la emoción sentida por el inventor cuando ve una creación de su mente convirtiéndose en algo exitoso, estas emociones son las que un hombre no olvida como sus sueños, amigos, amor, todo."

– Nikola Tesla

Nota de aceptación:

_____
_____
_____
_____
_____

_____
Firma del presidente del Jurado

_____
Firma del Jurado

_____
Firma del Jurado

Bogotá D.C., _____

Agradecimientos

En primer lugar agradezco a Dios que nos permitió realizar este trabajo de grado y obtener los frutos del tiempo y esfuerzo empleados en él.

Agradezco a nuestro director de tesis, el ingeniero Edilberto Suárez por la ayuda, paciencia y dirección prestada durante la realización de esta tesis, también a la UPME por la oportunidad brindada para hacer parte del proyecto PERS Cundinamarca. También Agradezco a todos los docentes y directivas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y del proyecto curricular de ingeniería Catastral y Geodesia, los cuales aportaron el conocimiento y la formación necesaria para crecer como estudiantes hasta un nivel profesional.

Agradezco y dedico este triunfo a todos las personas que de una u otra manera contribuyeron a que fuera posible culminar esta meta, a mis padres Germán y Angélica, hermano Juan Pablo, tía Nohora, tío Pedro, abuelitas Leonor y Odilia, y demás familia, al Padre Germán Morales, a mi colega y amiga Patricia, a Martha Andrea, por su apoyo incondicional y por siempre creer en mí. A mis amigos y colegas que han hecho de estos años una gran experiencia de vida y me han ayudado a crecer en sabiduría.

Por último y de manera muy especial agradezco a mi colega y compañera de Tesis, Laura Isabel, por su paciencia y perseverancia, por todo este tiempo compartido y porque gracias a ella fue posible culminar este trabajo de grado.

A todos ellos, y a los que me haya podido olvidar, muchas gracias.

– Paula Jessica González Prieto

Todas las etapas de la vida tienen sus propias enseñanzas y momentos, para mi hoy es un honor mostrar los frutos de este esfuerzo con las personas que me han apoyado y ayudado a llegar a él.

Agradezco a Dios por siempre ponerme en el lugar y momento adecuado.

A mis padres Dora y Armando por ser mis bases y darme las herramientas para emprender todas mis metas y sueños. A mis hermanos Angélica, Diego y Jorge porque siempre son mi apoyo y fortaleza para cumplir nuestros propósitos como familia. Y a mis padrinos Rosa y Carlos por estar siempre presentes para ayudarme en todo lo que ha estado a su alcance.

Al Ing. Edilberto Suárez porque desde el inicio de la carrera me alento a dar un poco mas cada día, por su dedicación y compromiso en este trabajo desde el inicio.

A la Universidad Distrital por darme la oportunidad durante este tiempo de conocer algo nuevo cada día.

A Paula Jessica porque logramos hacer un buen equipo y demostrar que con paciencia, compromiso y perseverancia es posible lograr muchas cosas.

– Laura Isabel Gómez Torres

Contenido

1. Resumen 1
2. Abstract 1
3. Introducción 2
4. Descripción del problema 3
5. Justificación 4
6. Objetivos 5
   - Objetivo General 5
   - Objetivos específicos 5
7. Estado del arte y antecedentes 6
8. Marco teórico 8
   - Energía eléctrica 8
   - Sistemas de Información Geográfica 11
   - Geovisor 16
9. Delimitación geográfica del área de estudio 17
10. Proceso de selección de municipios a encuestar 19
11. Diseño de rutas por grupo de trabajo 20
12. Descripción de encuestas realizadas 22
    - Ruta No. 1: 23
    - Ruta No. 2: 24
    - Ruta No. 3: 25
    - Ruta No. 4: 26
13. Selección de componentes espaciales de las encuestas 27
    - Acceso al servicio de Energía Eléctrica 28
    - Consumos de energía Eléctrica 29
    - Consumo básico de subsistencia 30
    - Tipo de comercio o institución 31
14. Información geográfica suministrada 32
    - IGAC 32
    - Gobernación de Cundinamarca: 32

UPME 33
15. Diseño del sistema de información geográfica 37
Modelo Conceptual 38
Modelo Entidad – Relación 40
Modelo Relacional 42
16. Implementación del sistema de información geográfica 43
Creación de la base de datos 43
Implementación del GeoVisor PERS 45
17. Selección de sitios con alto potencial energético. 47
Estudio demanda de energía 48
Selección de sitios con alto potencial energético 49
Punto 1 – Vereda Cerinza. 58
Punto 2 – Vereda Guanguita 59
Punto 3 – Vereda Santa Rosa 60
Punto 4 – Vereda Paramon 61
Punto 5 – Vereda San isidro bajo y Resguardo alto 62
Punto 6 – Vereda Puente Quetame 63
Punto 7 – Vereda vara de caucho 64
18. Análisis de Resultados 65
PROYECTO 1. 67
19. Conclusiones 68
19. Referencias bibliografía 70
ANEXOS 73
Diccionario de Entidades 73
Diccionario de Datos 74
Proyecto PERS 84

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Estructura SIG. Fuente: ArcGIS Resources 13
Ilustración 2. Mapa Físico de Cundinamarca (2012) Fuente: (IGAC, 2012) 18

Ilustración 3. Municipios seleccionados para proceso de encuestas. Elaboración Propia 20
Ilustración 4. Recorrido No. 1 21
Ilustración 5. Recorrido No. 2 21
Ilustración 6. Recorrido No. 3 21
Ilustración 7. Recorrido No. 4 21
Ilustración 8. Esquema de trabajo de campo PERS Cundinamarca 23
Ilustración 9. Encuestas realizadas en la ruta No. 1 24
Ilustración 10. Encuestas realizadas en la ruta No. 2 25
Ilustración 11. Encuestas realizadas en la ruta No. 3 26
Ilustración 12. Encuestas realizadas en la ruta No. 4 26
Ilustración 13. Puntos ubicados por atributo vereda 28
Ilustración 14. Acceso al servicio de energía eléctrica en las viviendas residenciales 29
Ilustración 15. Consumo de energía eléctrica residencial por provincia 29
Ilustración 16. Consumo de energía eléctrica institucional por provincia 30
Ilustración 17. Consumo de energía eléctrica comercial por provincia 30
Ilustración 18. Consumo básico de subsistencia promedio por provincia. 31
Ilustración 19. Tipo de comercio 31
Ilustración 20. Tipo de institución 31
Ilustración 21. Cartografía proporcionada por el IGAC 32
Ilustración 22. Cartografía proporcionada por la Gobernación de Cundinamarca 33
Ilustración 23. Cartografía proporcionada por la UPME 34
Ilustración 24. Sitios UPME entregados para actualización 35
Ilustración 25. Modelo para generar cantidad de encuestas por sitio UPME 36

Ilustración 26. Modelo para añadir radiación, brillo solar y velocidad del viento a capa sitios UPME 36
Ilustración 27. Salida gráfica Sitios UPME 37
Ilustración 28. Modelo Conceptual. Elaboración propia. 39
Ilustración 29. Modelo Entidad – Relación. Elaboración Propia..... 41
Ilustración 30. Modelo Relacional. Elaboración Propia 42
Ilustración 31. Creación base de datos y extensión PostGIS. 43
Ilustración 32. Creación de tablas. 44
Ilustración 33. Inserción de datos. 44
Ilustración 34. Tablas de la base de datos en postgres..... 45
Ilustración 35. Vista del Web Map de PERS Cundinamarca..... 46
Ilustración 36. GeoVisor del Sistema de Información Geográfica 47
Ilustración 37. Modelo del cálculo de la demanda de energía eléctrica en cada sitio UPME. 48
Ilustración 38. Demanda de energía eléctrica por sitio UPME..... 49
Ilustración 39. Salida gráfica de puntos sin energía 50
Ilustración 38. Modelo de selección del Criterio A. 51
Ilustración 40. Potencial eólico en Cundinamarca. 51
Ilustración 41. Puntos de implementación de energía solar teniendo en cuenta la radiación solar. 52
Ilustración 42. Puntos de implementación de energía solar teniendo en cuenta el brillo solar. 52
Ilustración 43. Puntos seleccionados radiación solar..... 52

Ilustración 44. Puntos Seleccionados Brillo solar..... 52
Ilustración 45. Modelo del criterio de selección B. 53
Ilustración 46. Punto de implementación de energía solar teniendo en cuenta la demanda de energía y la radiación solar. 54
Ilustración 47. Puntos seleccionados de radiación solar vs demanda de energía. 53
Ilustración 48. Puntos de implementación de energía solar teniendo en cuenta la demanda de energía, el brillo y la radicación solar. 55
Ilustración 49. Puntos seleccionados con demanda de energía, brillo y radiación solar. . 55
Ilustración 50. Puntos de implementación de energía eólica teniendo en cuenta la demanda de energía. 56
Ilustración 51. Puntos seleccionados energía eólica 57
Ilustración 52. Puntos definitivos de implementación. 57
Ilustración 54. Demanda de energía eléctrica en los puntos de prefactibilidad de proyectos PERS 66
Ilustración 55. Punto de prefactibilidad No. 1 - Vereda Cerinza, Gutiérrez. 58
Ilustración 56. Punto de prefactibilidad No. 2 - Vereda Guanguita, Chocontá. 59
Ilustración 57. Punto de prefactibilidad No. 3 - Vereda Santa Rosa, Guaduas. 60
Ilustración 58. Punto de prefactibilidad No. 4 - Vereda Paramon, Pulí..... 61
Ilustración 59. Punto de prefactibilidad No. 5 - Veredas San Isidro Bajo y Resguardo alto, Machetá. 62
Ilustración 60. Punto de prefactibilidad No. 6 - Vereda Puente Quetame, Quetame. 63
Ilustración 61. Punto de prefactibilidad No. 7 - Vereda Vara de caucho, Yacopí. 64
Ilustración 53. Area de influencia escuelas sin energía 68

Lista de Tablas

Tabla 1. Clasificación Fuentes de energía 8

Tabla 2. Medida de las Entidades 73

Tabla 3. Medida de Atributos - Limite Municipios 74

Tabla 4. Medida de Atributos - Limite Provincias 74

Tabla 5. Medida de Atributos - Veredas 2013 74

Tabla 6. Medida de Atributos - Centros Poblados GDB 75

Tabla 7. Medida de Atributos - Curva Nivel 75

Tabla 8. Medida de Atributos - Curva Nivel - Municipio 75

Tabla 9. Medida de Atributos - Vias 75

Tabla 10. Medida de Atributos - Vias - Municipio 76

Tabla 13. Medida de Atributos - Energéticos Residenciales 76

Tabla 14. Medida de Atributos - Energéticos Comerciales 79

Tabla 15. Medida de Atributos - Energéticos Institucionales 81

Tabla 16. Medida de Atributos - Sitios UPME Encuestas 82

Tabla 17. Medida de Atributos - Brillo Solar 83

Tabla 18. Medida de Atributos - Radiación Solar 83

Tabla 19. Medida de Atributos - Velocidad Viento Anual 83

1. Resumen

Cundinamarca es uno de los departamentos con mayor cobertura de energía eléctrica en el país, a pesar de ello existe un 5% del territorio correspondiente a las zonas rurales que no tiene acceso a este servicio, esto se debe a que presentan condiciones particulares como el relieve y la falta de vías de acceso lo que dificulta la interconexión eléctrica, es por ello que surge la necesidad de desarrollar proyectos de energización rural utilizando fuentes de energías renovables apoyados en el sistema de información geográfica desarrollado en este proyecto, para el cual se desarrolló una base de datos y consultas de análisis geográfico para la determinación de zonas aptas para su implementación.

2. Abstract

Cundinamarca its a department with the greatest electric power coverage in the country, however there is a 5% of the territory that corresponds to rural areas that does not have access to electric power service, this fact is because of the particular conditions as relief and the lack of access routes which makes electrical interconnection hard to do, is why there is a needding to develop rural energization projects using renewable energy sources supported by the geographic information system developed in this project, for which a Database and geographic analysis queries wes developed for the determination of suitable zones of implementation.

3. Introducción

Siempre la energía eléctrica ha sido considerada como un servicio básico indispensable para la producción de alimentos y productos para comercializar. En la vida cotidiana utilizamos la energía eléctrica para casi todo, desde la elaboración de productos básicos, pasando por conservación de alimentos hasta el uso en aparatos electrónicos utilizados para el trabajo y ocio.

Muchas de las economías de las regiones rurales se basan en la agricultura, pesca y ganadería, estas economías se han visto afectadas por la falta de energización rural, ya que muchos productos son perecederos la producción, almacenamiento, transporte y distribución se dificultan y en muchos casos se hacen imposibles sin energía. Esta es una de las razones por la cual las zonas rurales de Cundinamarca requieren la implementación de energía eléctrica. La existencia de este servicio mejorara la calidad de vida de los ciudadanos y aportara al progreso en la economía, educación y salud.

Hasta el momento se están desarrollando en algunos departamentos programas de energización rural sostenible (PERS) como es el caso de Nariño, Choco, Guajira, Tolima y Cundinamarca. Los PERS son proyectos que buscan favorecer el cambio climático teniendo en cuenta las energías renovables y la energización de las zonas rurales, luego de obtener información en campo se han creado sistemas de información geográfica (SIG) que ayudan a la formulación de proyectos sostenibles en cuanto a los aspectos económico, tecnológico, ambiental y social.

Los SIG han ido facilitando las diferentes tareas en el mundo actual, a través de ellos se logra aportar información y en este caso particular será posible identificar el tipo de energía renovable que podría ser implementado en cada región. Es importante considerar la tierra como un recurso limitado que debe ser protegido y conservado. Ya que cada zona cuenta con diferentes características topográficas y climáticas, el tipo de producción de energía más eficiente varía

según sus condiciones, es necesario implementar metodologías que se adapten al territorio y generar una estrategia para dar solución a la falta de energización en las zonas rurales de Cundinamarca, aprovechando los recursos naturales que nos ofrecen los distintos sectores. El proyecto busca aportar información actualizada sobre el área de estudio al PERS de Cundinamarca.

4. Descripción del problema

El departamento de Cundinamarca por estar ubicado en el centro del país presenta una cobertura de energía eléctrica interconectada de 95%, lo que significa que la población para energizar es muy puntual. Estas personas no cuentan con el servicio eléctrico principalmente porque las empresas prestadoras del servicio no les interesa proporcionar el servicio en lugares alejados de la ciudad, ya que hay una menor densidad de conexiones por kilómetro; las personas del campo consumen menos energía respecto a una persona en la ciudad y además los costes de instalación, operación y mantenimiento son mayores por la distancia que existe hasta un punto interconectado, para ellos resulta imposible un retorno de la inversión y además deben garantizar un servicio similar al de la zona urbana corriendo con los gastos extras (Amador, 2000).

Por lo anterior, es necesario buscar otra forma de proporcionar energía eléctrica a las poblaciones con índice de ruralidad alto, el cual combina densidad y distancia a las grandes ciudades. La forma como se pretende proveer el servicio será a partir de fuentes alternativas, para lo cual será necesario realizar análisis espaciales teniendo en cuenta el consumo de energía eléctrica de estas poblaciones, la utilidad que se le dará al servicio y la disponibilidad de estas fuentes; para realizar el análisis planteado es necesario contar con una base de datos que proporcione la ubicación de las zonas que no cuentan con energía y las características de cada una, la opción más apropiada es mediante un sistema de información geográfica ya que permite

relacionar las diferentes variables que determinan la viabilidad de los proyectos como son los sitios sin energía, las condiciones del terreno y las energías alternativas.

5. Justificación

Los servicios públicos domiciliarios han jugado un papel muy importante en el desarrollo humano y en la calidad de vida, ya que al contar con una prestación del servicio de calidad se mejoran dos capacidades esenciales en la vida de las personas, la salud y la educación, lo que es fácil de visualizar al hacer comparaciones de lugares con servicios completos y otros con falta de servicios como por ejemplo la energía eléctrica. (Beatriz Alicia Fuquen, 2004)

Las personas requieren una adecuada prestación del servicio de energía eléctrica para desarrollar múltiples actividades en su hogar, no solo de distracción familiar y subsistencia, como creemos las personas de la ciudad, sino también para sus actividades económicas, como por ejemplo la fabricación y conservación de productos de primera necesidad como panela, leche, derivados lácteos, entre otros.

Según datos proporcionados por la unidad de planeación minero energética el departamento tiene cobertura rural de energía eléctrica superior al 93%, (Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), 2012). Las áreas rurales donde es más difícil la captación, adecuación y control del servicio proponen un problema socioeconómico que al afectar a la población rural dificulta las economías del sector y la conectividad con el resto del departamento.

Además de evaluar el aspecto económico es necesario nombrar algunas ventajas de carácter general que tiene la generación de energías alternativas, como lo es la reducción del impacto ambiental en cuanto a emisiones de CO_2, la reducción en el consumo de combustibles fósiles y el aprovechamiento de la gran diversidad de recursos renovables con los que cuenta el país, ya que

estas instalaciones tienen una vida útil muy larga. Como lo precisa R. Sáenz (como se citó en Domínguez Bravo, 2004) “Las energías renovables presentan ventajas en el ámbito ambiental, social y económico, contribuyendo a diversificar y estabilizar la oferta energética”.

El primer paso para mejorar cobertura de la energía eléctrica consiste en disponer de la información necesaria para identificar espacialmente las poblaciones que no cuentan con el servicio. Esta necesidad de aplicar los conocimientos y tecnologías para el beneficio de la comunidad sugiere una buena aplicación de los sistemas de información geográfica, ya que es importante tener organizada y espacializada la información para una planificación eficiente y ubicación de las áreas donde se desarrollaran los proyectos de energización rural. La UPME al contar con la licencia del software ArcGIS y tener convenio con la Universidad Distrital expresa como requerimiento que el SIG sea visualizado en la plataforma de ArcGIS online.

6. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un Sistema de Información Geográfica en la web para determinar áreas de implementación de proyectos en el marco del Plan de Energización Rural Sostenible (PERS) en el departamento de Cundinamarca.

Objetivos específicos

- Generar los niveles de información partiendo de las encuestas proporcionadas por PERS Cundinamarca para visualizar de manera gráfica la ubicación y características de la muestra seleccionada.

- Identificar las áreas de implementación de los proyectos PERS a través de un análisis espacial por medio de un sistema de información geográfica, teniendo en cuenta características topográficas y climáticas de cada municipio.
- Proporcionar un acceso al SIG desde la web a usuarios finales desde el cual se puedan realizar consultas que contribuyan a las actividades definidas por PERS.

7. Estado del arte y antecedentes

En Colombia se han encontrado algunas iniciativas de implementación de energías renovables, Gómez (2011) afirma que desde el año 1992 el Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas (INEA) y la Comisión Nacional de Energía realizaron un documento titulado *«Bases para la formulación de un plan de fuentes nuevas y renovables para Colombia»* en donde se destaca la importancia de contar con información base para toma de decisiones, siguiendo esta pauta se desarrollaron posteriormente algunos proyectos y productos como *«El censo y evaluación de sistemas solares fotovoltaicos instalados en Colombia»* (INEA, 1996), *«El Atlas de Radiación Solar de Colombia y el Atlas de Viento y de Energía Eólica de Colombia»* (IDEAM & UPME, 2005 y 2006).

Posteriormente, la UPME desarrolló un estudio detallado de las Fuentes No Convencionales de Energías (FNCE) y de su potencial en Colombia, que tuvo como resultado la formulación del «Plan de Desarrollo para las Fuentes No Convencionales de Energía en Colombia» (PDFNCE, 2010), el cual presenta un resumen del diagnóstico y formulación del plan de desarrollo para las FNCE, del marco legal y regulatorio, aspectos ambientales y proyectos desarrollados.

Debido a las consecuencias sociales que la insuficiencia de cobertura energética llega a generar, como "la baja capacidad de generación de ingreso, el uso restringido o ausencia de otros

servicios públicos, los bajos niveles de educación, entre otras" (Oficina de Gestión de Proyectos de Fondos, 2014, p.8), nace PERS – Planes de Energización Rural Sostenible en el año 2012, el primer proyecto se desarrolló en el departamento de Nariño siguiendo con Guajira en 2013, Choco y Tolima en 2014 y Cundinamarca en 2015. De los cuales solo esta culminado en departamento de Nariño.

Fue necesario cuantificar el impacto de la baja cobertura energética prestando más atención a su planeamiento, por lo cual es conveniente cambiar el concepto de Electrificación por el de Energización. La UPME ha diseñado los PERS basado en este concepto como un medio para el desarrollo productivo rural, en los cuales:

Se contempla realizar todo el proceso de planeamiento, es decir, llevar a cabo la caracterización del consumo energético, analizar la oferta energética disponible, identificar los proyectos energéticos y productivos disponibles, evaluar las alternativas energéticas para los proyectos energéticos, asociar los proyectos productivos, conformar proyectos integrales e incorporar los esquemas empresariales que permitan darle la sostenibilidad a los mismos. (UPME, 2013, p. 34)

Un resultado planteado en los PERS se refiere a la elaboración de una herramienta metodológica multiobjetivo para la evaluación de alternativas energéticas y la selección de la mejor, teniendo en cuenta los cinco capitales (Natural, Humano, Social, Físico y Financiero) como factores de decisión para dicha selección, elementos clave para llevar a cabo un planeamiento indicativo en las Zonas no interconectadas (ZNI) que permita promover las soluciones energéticas que más se ajusten a la riqueza natural y dinámica de las comunidades inmersas en dichas zonas. (UPME, 2013)

8. Marco teórico

Energía eléctrica

La energía se puede definir como "la capacidad de producir trabajo. Su medición estará determinada por la cantidad de trabajo realizado. En caso de la energía eléctrica la unidad más común es el Kilovatio-hora (kWh)" (Antonio Hidalgo Nuchera, 1992, p.39); esta "Es causada por el movimiento de las cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) en el interior de materiales conductores" (Twenergy, 2012). La potencia, otro termino clave, "es la energía desarrollada o consumida por unidad de tiempo. La unidad de potencia eléctrica es el kilovatio (kW) y todos sus múltiplos y divisores" (Antonio Hidalgo Nuchera, 1992, p.39)

La conservación de la energía es uno de los conceptos más importantes de la física porque unifica todos los fenómenos y en el tema de energía eléctrica es de gran ayuda para entender su funcionamiento ya que "siguiendo el principio de conservación de la energía en el que se indica que ésta no se crea ni se destruye, sólo se transforma de unas formas en otras, se explica que la energía eléctrica pueda convertirse en energía luminosa, mecánica y térmica" (Twenergy, 2012) , teniendo en cuenta lo anterior como lo menciona Antonio Hidalgo Nuchera (1992)**, "**Es preciso señalar que el suministro de energía eléctrica es absolutamente vital para el conjunto de la Sociedad**"** (p. 37).

Una clasificación de las fuentes de energía se muestra a través del siguiente cuadro:

Tabla 1. Clasificación Fuentes de energía

CRITERIO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Atendiendo a su disponibilidad en la naturaleza y su capacidad de regeneración	Renovables	Fuentes de energías abundantes en la naturaleza e inagotables.
	No renovables	Pueden ser abundantes o no en la naturaleza, pero se agotan al utilizarlas y no se renuevan a corto plazo, dado que necesitan millones de años para volver a formarse. Son las que más se usan en la actualidad.

Atendiendo a su uso cada país	Convencionales	Son las más usadas en los países industrializados, como la energía procedente de los combustibles fósiles; son importantes en la economía de estos países.
	No convencionales o alternativas	Son fuentes alternativas de energía que está empezando su desarrollo tecnológico
Atendiendo a su impacto ambiental	Limpias o no contaminantes	Son fuentes cuya obtención produce un impacto ambiental mínimo; además, no generan subproductos tóxicos a contaminantes
	Contaminantes	Se trata de fuentes que producen efectos negativos en el medio ambiente, algunas por su forma de obtención (minas, construcciones, talas…); otras en el momento de su uso (combustible en general); y algunas producen subproductos altamente contaminantes (residuos nucleares)

Fuente: Antonio González González, 2015, p. 19.

La energía eléctrica es producida en las centrales eléctricas las cuales son:

Instalaciones que, por el empleo de determinadas cantidades de energía primaria, hace girar los álabes de una turbina cuyo eje mueve el rotor de un generador, el cual al girar campos magnéticos inducidos en la proximidad de grandes bobinas estáticas generan la corriente eléctrica. (Antonio Hidalgo Nuchera, 1992, p. 56)

Las centrales eléctricas se clasifican en:

- Centrales Hidroeléctricas
- Centrales Termoeléctricas convencionales
- Centrales Nucleares

"El modelo energético a nivel mundial se caracteriza por un crecimiento elevado de la demanda energética, impulsado por la expansión económica de los países en desarrollo, lo que ha motivado un incremento de las emisiones de CO2 debido al uso creciente de combustibles fósiles para su suministro." (Claudio Daniel Míguez Gómez, 2013, p. 26), esto ha hecho necesaria la

búsqueda de energías renovables como lo son las Fuentes no convencionales de energía renovable (FNCER) las cuales se definen a continuación:

- Energía eólica: es hoy por hoy la fuente moderna de energía renovable de mayor difusión en el mundo, con 318 GW de capacidad instalada a 2013, y la de mayor crecimiento en los últimos 10 años, pasando de 48 GW instalados a finales de 2004 a los 318 GW mencionados para 2013, con una tasa promedio de crecimiento del 21% en los últimos 5años.
- Energía solar FV: hoy en día representa la segunda fuente avanzada de energía renovable de mayor penetración en el mundo, después de la eólica, con una producción que equivale a entre 0,85% y 1% de la demanda mundial de electricidad (IEA, 2014c), lograda a través de una capacidad instalada de 139 GW a 2013.
- Energía de la biomasa: es aún hoy en día, como lo ha sido a lo largo de la historia de la humanidad, la fuente tradicional de energía renovable de mayor participación en la canasta energética mundial, siendo protagonista especialmente en países subdesarrollados y en vía de desarrollo a través del caso de la leña como energético comúnmente utilizado por poblaciones rurales y de escasos recursos para labores como la cocción de alimentos y la iluminación.
- Energía geotérmica: Si bien Colombia no es uno de los países con mayor potencial para el aprovechamiento del recurso geotérmico, sí cuenta con zonas específicas como lo son la zona volcánica del Nevado del Ruiz y la región de influencia de los volcanes Chiles, Cerro Negro y Azufral en la frontera con Ecuador, zonas en las que el recurso puede ser aprovechado para la generación de decenas de MW a muy bajos costos de producción y operación.” (UPME, 2015)

Colombia, por la composición de su industria y su economía, no se caracteriza por ser un desarrollador de tecnologías. Sin embargo, en los últimos 30 años ha logrado acopiar cierta experiencia en lo que a las tecnologías solar fotovoltaica y solar térmica se refiere, al igual que en el aprovechamiento energético de biomasas particulares como el bagazo de caña para efectos de cogeneración, y en el desarrollo de al menos un par de proyectos demostrativos con energía eólica. (UPME, 2015, p. 37)

Sistemas de Información Geográfica

En la actualidad los sistemas de información geográfica se han convertido en una importante herramienta que contribuye al desarrollo y crecimiento de una sociedad, (By et al., 2001) los define como: "sistemas computarizados que facilitan las fases de entrada, análisis y presentación de datos, en especial cuando estamos tratando con datos georreferenciados" (p. 41). Los análisis resultantes siempre son de naturaleza geográfica, ya que en un SIG los estudios se centran en observaciones cuya ubicación es una parte importante del proyecto. Al igual que cualquier sistema de información, un SIG se puede ver como una acumulación organizada de datos y procedimientos que ayudan a las personas a tomar decisiones sobre qué hacer con las cosas u objetos que afectan el sistema (Harmon & Anderson, 2003), todo esto partiendo de las funciones que se definen en los SIG sobre el tipo de sistema de coordenadas y transformaciones entre sistemas de coordenadas, además de que es importante que se puedan hacer combinaciones de colores, símbolos y medidas para la presentación de productos. (By et al., 2001).

"El proceso de diseño e implementación de un SIG comienza con la gente y sus necesidades y termina con aplicaciones en las manos de las personas que hacen el trabajo" (Harmon & Anderson, 2003, p. 15). Los SIG pueden tener diferentes tipos de usuarios dependiendo de las capacidades y conocimiento, uno de ellos espera apoyo del sistema para introducir datos

georreferenciados los cuales busca analizar de diferentes maneras para poder presentar productos diferentes como mapas que representen y permitan interpretar los datos (By et al., 2001).

La fortaleza que presenta un sistema de información geográfica es la facilidad de representar fenómenos y espacializarlos. “Los paquetes SIG hoy en día cuentan con herramientas maravillosas altamente flexibles para la producción de mapas” (By et al., 2001, p. 55), esta es la diferencia que tienen con las bases de datos ya que a pesar de tener la capacidad de almacenar y manipular datos no tienen adaptadas operaciones de naturaleza geográfica, mientras los sistemas de información geográfica pueden combinar las dos funciones, “los paquetes de SIG permiten almacenar datos en una base de datos y extraerlos cuando sean necesarios para alguna operación del SIG” (By et al., 2001, p. 55).

Gracias al avance acelerado en los últimos 25 años de la tecnología los datos espaciales se han recogido en forma digital a una velocidad cada vez mayor, y se almacenan en diversas bases de datos por parte de los productores individuales, esto ha producido un nuevo sector en el mercado, ya que los datos pueden ser utilizados para su propio uso y para fines comerciales, cada conjunto de datos tienen un mercado muy específico. Este desarrollo ha permitido una mayor precisión y exactitud en el análisis y presentación de los datos lo cual ha sido de gran ayuda para la toma de decisiones. A pesar de que los procesos de adquisición de datos espaciales son bastante costosos y consume mucho tiempo, la producción de manera eficiente es de una alta prioridad (By et al., 2001, p. 431).

Los sistemas de información geográfica se representan y administran mediante tres estructuras de datos las cuales son: entidades, atributos y capas de información de tipo raster o vectorial, como función principal un SIG permite que estos datos se puedan intersectar, agrupar entre otros tipos de acciones para generar análisis espaciales determinados.

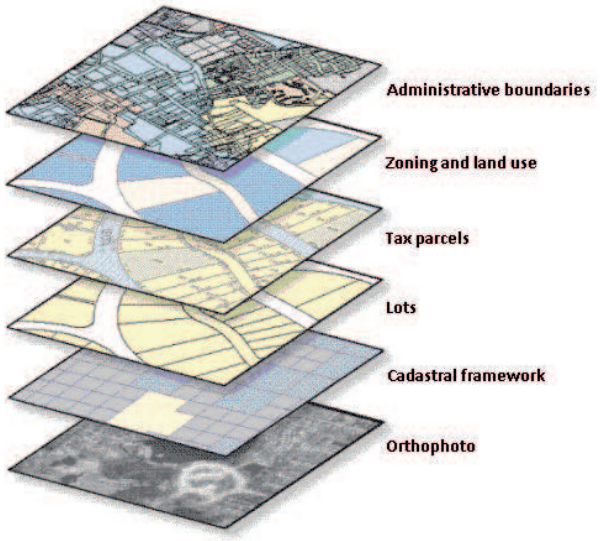


Ilustración 1. Estructura SIG. Fuente: ArcGIS Resources

Componentes:

Los componentes de un Sistema de información geográfica que plantean (Harmon & Anderson, 2003) en el libro The design and implementation of geografic Information Systems son:

- Las personas o usuarios del sistema
- Aplicaciones de los procesos y programas que utilizan para realizar su trabajo
- Datos de información necesaria para apoyar estas aplicaciones
- Software, el núcleo del software GIS
- Hardware, los componentes físicos en los que se ejecuta el sistema

Etapas:

Existen factores importantes previos a la implementación de un sistema de información geográfica algunos son mencionados por (Harmon & Anderson, 2003):

- Conocer al equipo de trabajo, deben ser las personas adecuadas.
- Educar los usuarios
- Adquirir el compromiso de los administradores en la implementación.
- Tener expectativas realistas para los usuarios y el administrador.

- Comprender las necesidades y requerimientos de los usuarios.
- Evaluar los datos geográficos existentes que se pueden usar.
- Evaluar los costos y beneficios de la implementación.
- Diseñar un plan estratégico para la implementación.

Luego de evaluar estos factores de planificación se encuentran las etapas que especifican el trabajo con datos geográficos que se debe seguir según (By et al., 2001, p. 33).

Preparación y entrada de los datos: etapa temprana en la cual se recolectan y se preparan los datos acerca del fenómeno para introducirlos en el sistema.

Análisis de Datos: Etapa intermedia en la que los datos recogidos se revisan con cuidado y se intenta encontrar patrones.

Presentación de los Datos: Etapa final en la que los resultados del análisis anterior son presentados de una forma adecuada.

Aplicaciones de los SIG

Las aplicaciones de un sistema de información geográfica son extensas desde estudios de diversos fenómenos naturales hasta la planificación urbana. Cada uno de estos estudios necesitará obtener datos acerca del fenómeno en los que se incluyan mediciones reales, estadísticas, entre otros. Estos datos deben ser procesados para luego ser analizados e interpretados.

By et al. (2001) hacen una clasificación para las distintas aplicaciones SIG de estudio de fenómenos geográficos que son artificiales o naturales. La creación de un sistema de información catastral o el uso del SIG para planificación urbana implican un estudio de cosas artificiales como parcelas, calles, aceras, de las cuales se conoce claramente sus límites. Por otro lado están los ecologistas, científicos y geomorfólogos que a menudo estudian fenómenos que se definen con objetos naturales, ellos miran la formación de las rocas, placas tectónicas, distribución de la

vegetación y unidades de suelo. Estas entidades generalmente no cuentan con limites claramente definidos y en muchas ocasiones se presentan zonas donde por un momento un tipo de vegetación es remplazado gradualmente por otro. Esta clasificación no significa que no existan aplicaciones en donde se involucren ambas entidades, en efecto existen y un ejemplo concreto son los estudios de los efectos que pueden causar las actividades humanas al ambiente.

Otra clasificación que presentan los autores es la división teniendo en cuenta los objetivos y fines para los cuales se implemente el SIG "Los proyectos suelen definir la duración y los estudios que se deben llevar a cabo para lograr sus objetivos como por ejemplo modelos de erosión o estudios de simulación" (By et al., 2001, p. 43).

Software, hardware y arquitectura del SIG

Los paquetes de software del SIG poseen funciones de análisis que proporciona medidas que derivaran nueva geo-información desde información espacial existente y atributos. Un SIG debe proporcionar cuatro capacidades para manejar los datos georreferenciados:

- Entradas
- Gestión de datos
- Manipulación y análisis
- Salida.

Esto significa que un sistema de información geográfica en el más amplio sentido consiste en un software, datos, personas y una organización en la que funcione, ellos consideran un SIG como un software para lo cual se discute su arquitectura y los componentes funcionales. Los SIG siempre están compuestos de modelos con entradas, almacenamiento, análisis, interfaz y salida de datos espaciales. (By et al., 2001, p. 147)

Geovisor

Un Geovisor es un sistema utilizado para visualizar, capturar, operar, constituir, espacializar y analizar datos en línea de manera que no sea necesario adquirir un software de escritorio especializado en SIG. “Se puede definir como cualquier SIG que utiliza tecnología web para la comunicación entre un servidor y un cliente.” (ArcGis for Server, s. f.). Los elementos importantes para SIG web que define ArcGis for Server son:

- El servidor tiene una URL de manera que los clientes puedan encontrarla en la web.
- El cliente se basa en las especificaciones HTTP para enviar solicitudes al servidor.
- El servidor realiza las operaciones SIG solicitadas y envía respuestas al cliente por medio de HTTP.
- El formato de la respuesta enviada al cliente puede ser en muchos formatos, como HTML, imagen binaria, XML (Lenguaje de marcado extensible) o JSON (notación de objeto JavaScript).

Utilizando un SIG web es posible lograr un alcance global mejorando la accesibilidad a todos los usuarios ya que es compatible con dispositivos móviles y equipos tradicionales, además es posible trabajar en equipo ya que varios usuarios pueden acceder al mismo tiempo al sistema. A diferencia de los SIG de escritorio estos no requieren una licencia ni de actualización individual lo cual facilita la cooperación entre usuarios, reduce costos y permite entregar información en tiempo real. Al ser de uso público es necesario que su plataforma y funcionamiento sea de fácil manejo incluso para los usuarios que no son profesionales (ArcGis for Server, s. f.).

9. Delimitación geográfica del área de estudio

El sistema de información geográfica tiene como enfoque el departamento de Cundinamarca el cual es uno de los más importantes del país, cuenta con una superficie de 24.210 Km^2 para el caso particular se deja excluida la capital Bogotá D.C. y algunas zonas urbanas por no aportar información relevante en el estudio de la energización rural del departamento. Los límites territoriales son:

Norte: Departamento de Boyacá

Sur: Departamentos de Meta, Huila y Tolima

Oriente: Departamentos de Boyacá y Meta

Occidente: Rio Magdalena que delimita con Tolima y Caldas

El departamento se divide en 116 municipios, los cuales se encuentran en 15 provincias y el Distrito capital de Bogotá. Según la Gobernación de Cundinamarca, Secretaria de salud de Cundinamarca (2013) "Las provincias se forman por características sociales, espaciales y de proximidad consideradas homogéneas" (p. 15).



Ilustración 2. Mapa Físico de Cundinamarca (2012) Fuente: *(IGAC, 2012)*

El territorio presenta relieves bajos, planos y montañosos todos pertenecientes a la cordillera oriental. Se pueden clasificar cuatro regiones fisiográficas denominadas flanco occidental, altiplano de Bogotá, flanco oriental y el piedemonte llanero, lo que nos define una gran variedad de pisos térmicos donde las condiciones de demanda de energía son muy cambiantes dependiendo de la comunidad. Cundinamarca presenta innumerables atractivos turísticos desde el punto de vista natural, cultural y científico, en la sabana principalmente se da el 70% de la producción de flores tipo exportación. (Gobernación de Cundinamarca, 2017).

10. Proceso de selección de municipios a encuestar

Desde el área de estadística del proyecto PERS se definió la muestra a encuestar teniendo en cuenta aspectos como ruralidad, número de viviendas y consumo de energía por municipio, fue importante que todas las provincias tuvieran por lo menos un municipio encuestado y que estos municipios fueran catalogados con una ruralidad alta. Aunque por cuestiones de tiempo limitado y presupuesto establecido no se realizó un censo en el que se pudieran observar todos los elementos del universo, se estudió la homogeneidad de la población para poder así garantizar que todos los miembros de la misma tengan igual probabilidad de ser seleccionados, generando así una muestra representativa que logra una buena aproximación del conjunto de datos estudiados (PERS Cundinamarca, 2015).

Como resultado de este análisis el equipo PERS selecciono 46 municipios para desarrollar en ellos un total de 1645 encuestas de tipo residencial, comercial e institucional teniendo como meta llegar a los lugares más alejados de las cabeceras municipales donde se espera que el acceso de servicios sea limitado.

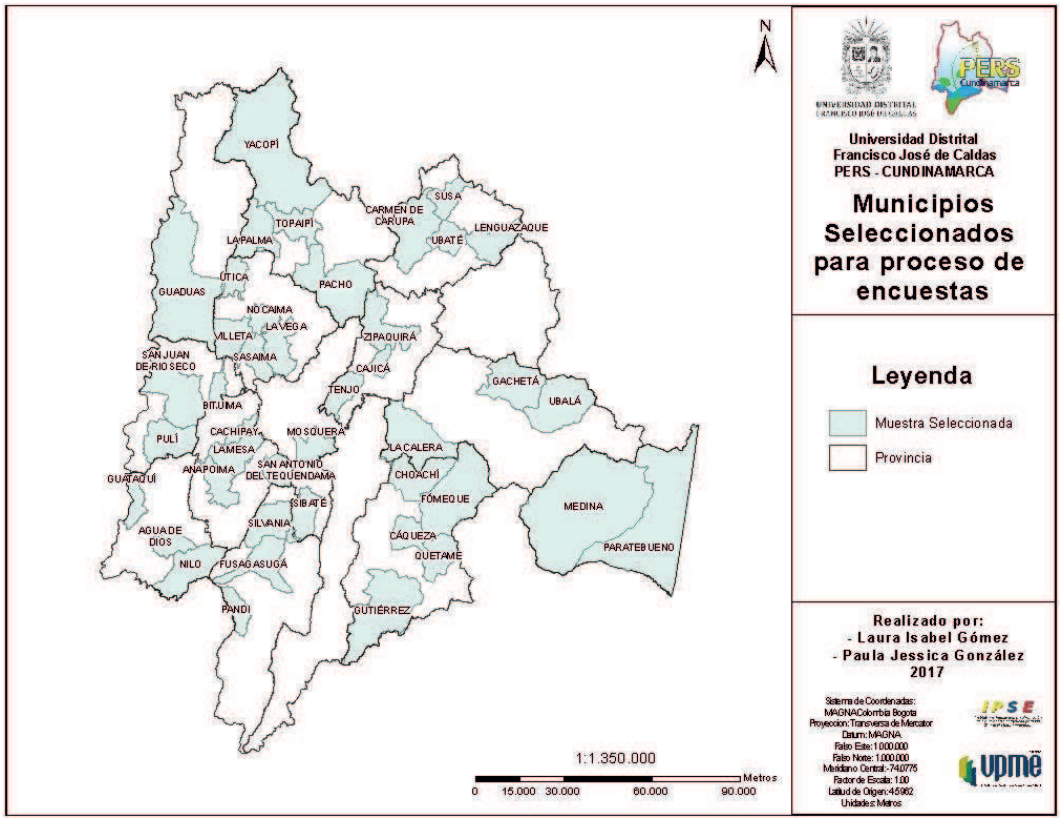


Ilustración 3. Municipios seleccionados para proceso de encuestas. Elaboración Propia

11. Diseño de rutas por grupo de trabajo

Después definir los lugares a encuestar se determinó la mejor ruta para llegar a ellos para tal fin se analizan las características de las vías, los tiempos de desplazamiento y la cercanía entre municipios. El equipo PERS asigno a cuatro equipos de trabajo donde habían dos coordinadores y ocho encuestadores, de forma preliminar cada coordinador tuvo como misión corroborar la información suministrada de las rutas y gestionar todo el proceso técnico de las encuestas desde la alcaldía de cada municipio, después de esta visita previa se modificaron las rutas que estuvieron erradas y se entregó a cada grupo de trabajo la información corregida para que se diera inicio al proceso de encuestas. A continuación se encuentran las rutas tomadas para llevar a cabo dicha acción.

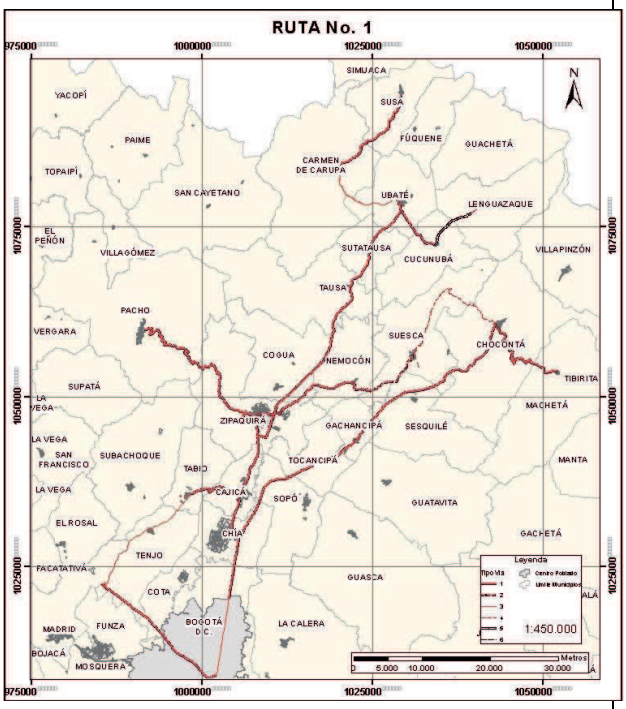


Ilustración 4. Recorrido No. 1

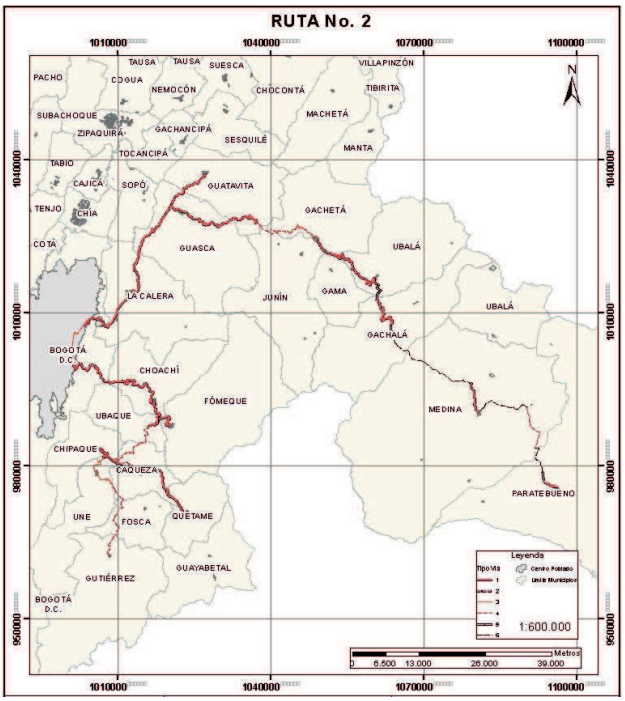


Ilustración 5. Recorrido No. 2

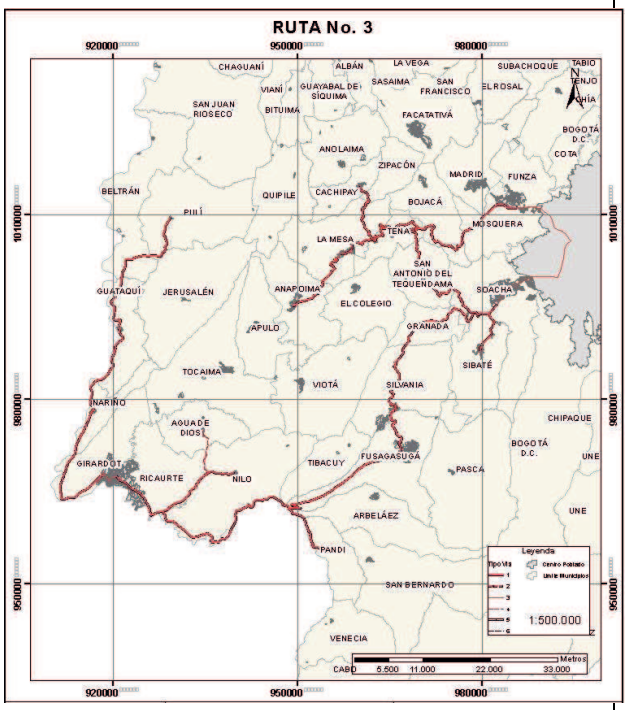


Ilustración 6. Recorrido No. 3

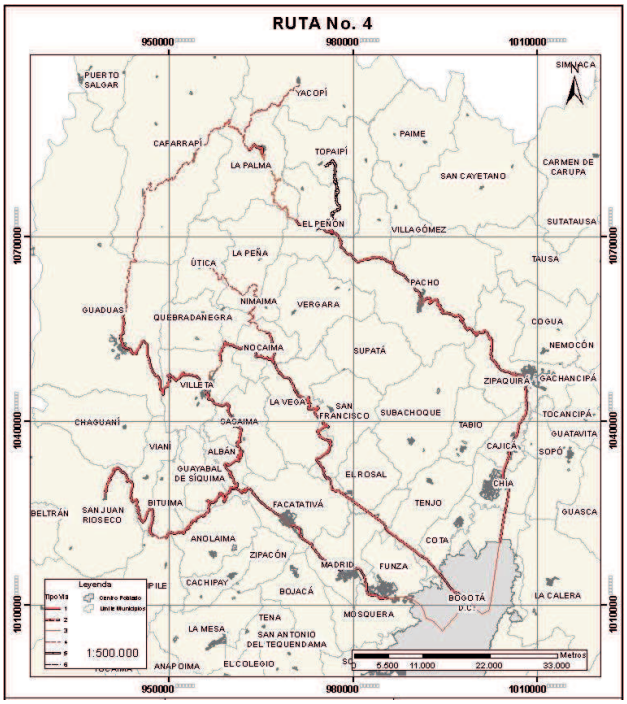


Ilustración 7. Recorrido No. 4

12. Descripción de encuestas realizadas

Para el Pers Cundinamarca fue importante contar con las coordenadas latitud, longitud y altura; se observó que en anteriores proyectos no se tuvo en cuenta la altura y esto impedía que los resultados tuvieran una buena aproximación a la realidad porque el consumo de energía depende en gran medida de esta variable, en alturas sobre el nivel del mar más bajas se incrementa el consumo por adecuación de ambiente como ventiladores o aires acondicionados además de que es indispensable tener un sistema de refrigeración para conservación de alimentos.

A cada encuestador se le suministró una Tablet con una aplicación para recolectar la información de las encuestas residenciales y formatos de encuestas comerciales e institucionales las cuales se diligenciaron de forma manual, cada encuestador debía diariamente subir las encuestas a la nube de manera que los analistas de datos pudieran revisarlas, corregirlas y evitar futuras equivocaciones; Los analistas informaban al director del proceso que a su vez transmitía el mensaje a los coordinadores para que ellos se comunicaran con los encuestadores a su cargo. Fue necesario por otro lado llevar un informe físico de cada encuesta realizada que diera soporte a la base de datos. En la siguiente ilustración se muestra la forma como se estructuro el proceso.

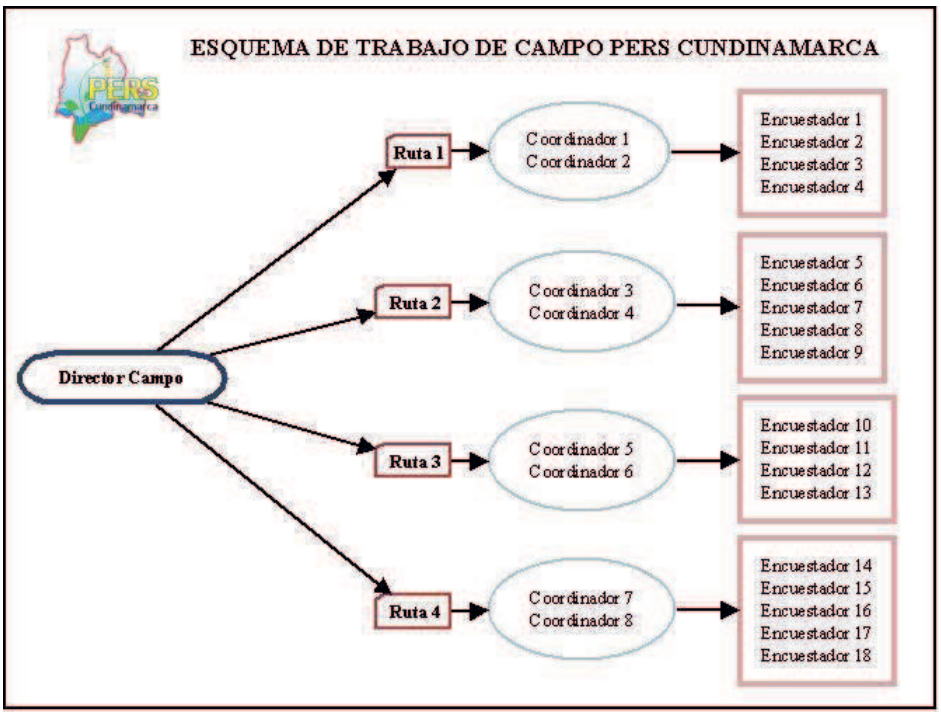


Ilustración 8. Esquema de trabajo de campo PERS Cundinamarca

Ruta No. 1:

Se visitaron 11 municipios ubicados en las provincias de Almeidas, Ubaté y Sabana Centro teniendo como meta realizar 380 encuestas en total, al finalizar se realizaron en total 389 encuestas. En el momento de realizar las encuestas en el municipio de Cajicá se observó que los datos eran atípicos en comparación con los demás municipios ya que no existe ninguna vereda perteneciente a Cajicá que sea totalmente rural, por lo cual se reemplazó dicho municipio por Cogua que tiene un comportamiento acorde con la muestra inicialmente seleccionada y se encuentra ubicado cerca de Cajicá.

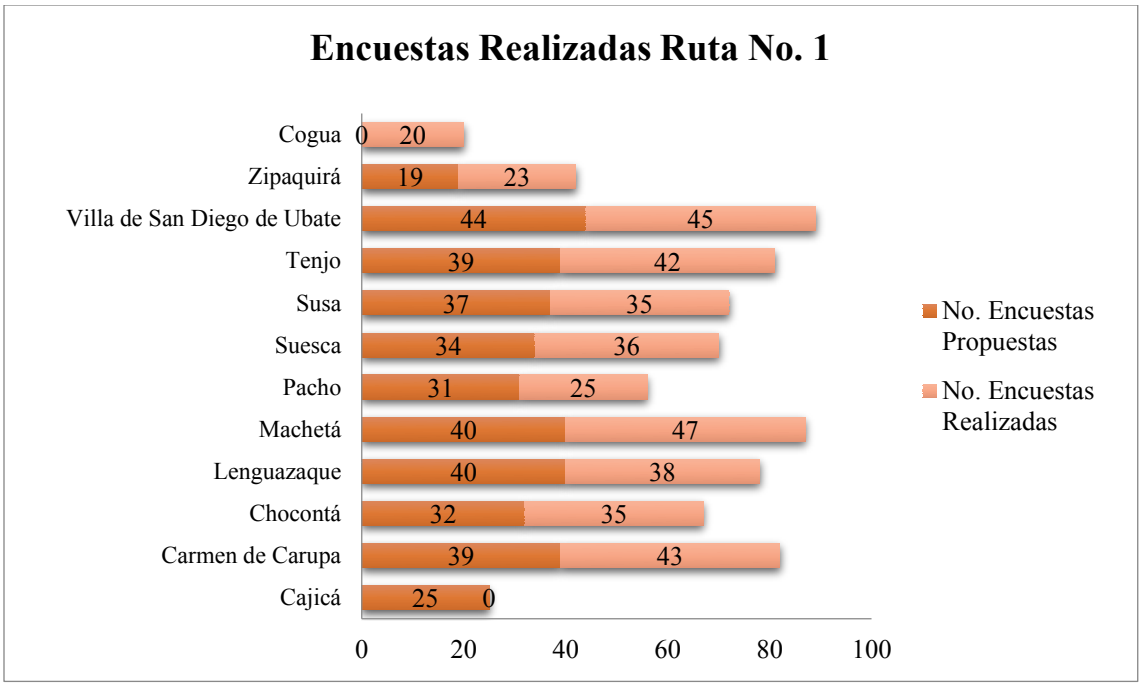


Ilustración 9. Encuestas realizadas en la ruta No. 1

Ruta No. 2:

Se estimó realizar 419 encuestas en los municipios de las provincias de Oriente, Guavio y Medina este equipo de encuestadores tiene un mayor número de personas porque los desplazamientos son más largos en comparación con las otras rutas y además dentro de esta ruta se encuentran los municipios de Gutiérrez, Ubalá, Medina y Paratebueno que tienen la mayor ruralidad del departamento, al finalizar se realizaron 434 encuestas ya que se encontraron lugares muy alejados de las cabeceras municipales sin electrificar que fueron tomados dentro de la muestra.

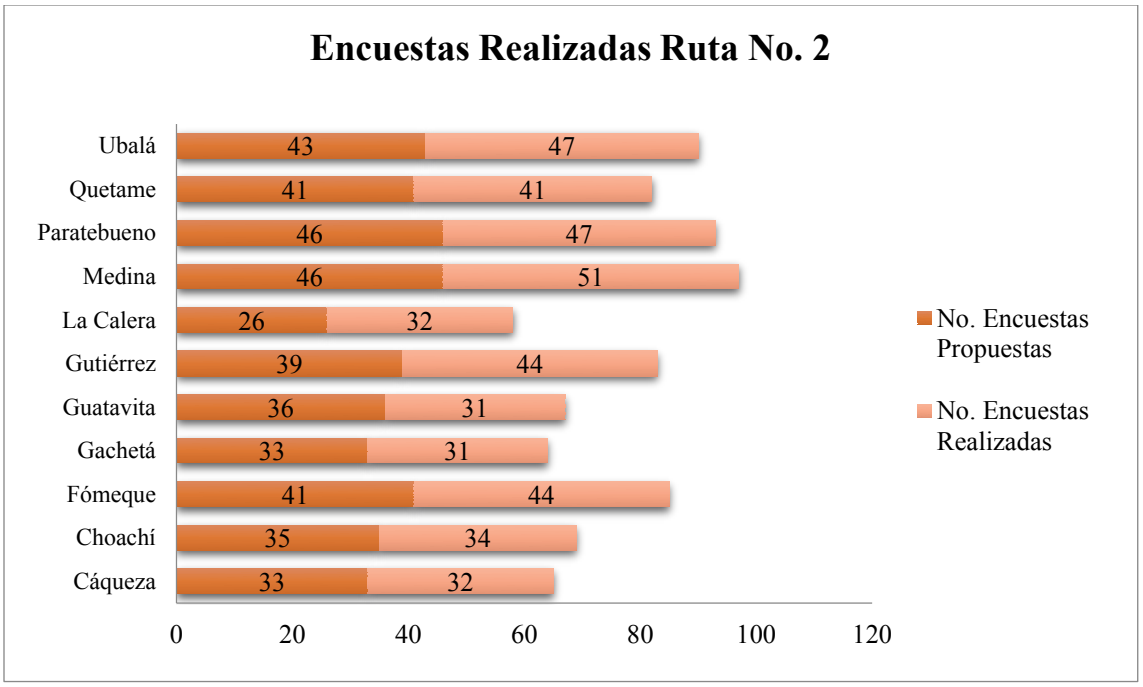


Ilustración 10. Encuestas realizadas en la ruta No. 2

Ruta No. 3:

Esta es la ruta con más municipios ya no distan mucho unos de otros y las vías para acceder a cada uno de ellos se conectan con la vía nacional, se propuso visitar 13 municipios distribuidos en las provincias de Soacha, Sumapaz, Girardot, Tequendama, Sabana Occidente con la intención de realizar 418 encuestas. Se presentaron condiciones similares a las de la ruta uno por lo que se cambia San Antonio de Tequendama por Tena realizando un total de 448 encuestas.

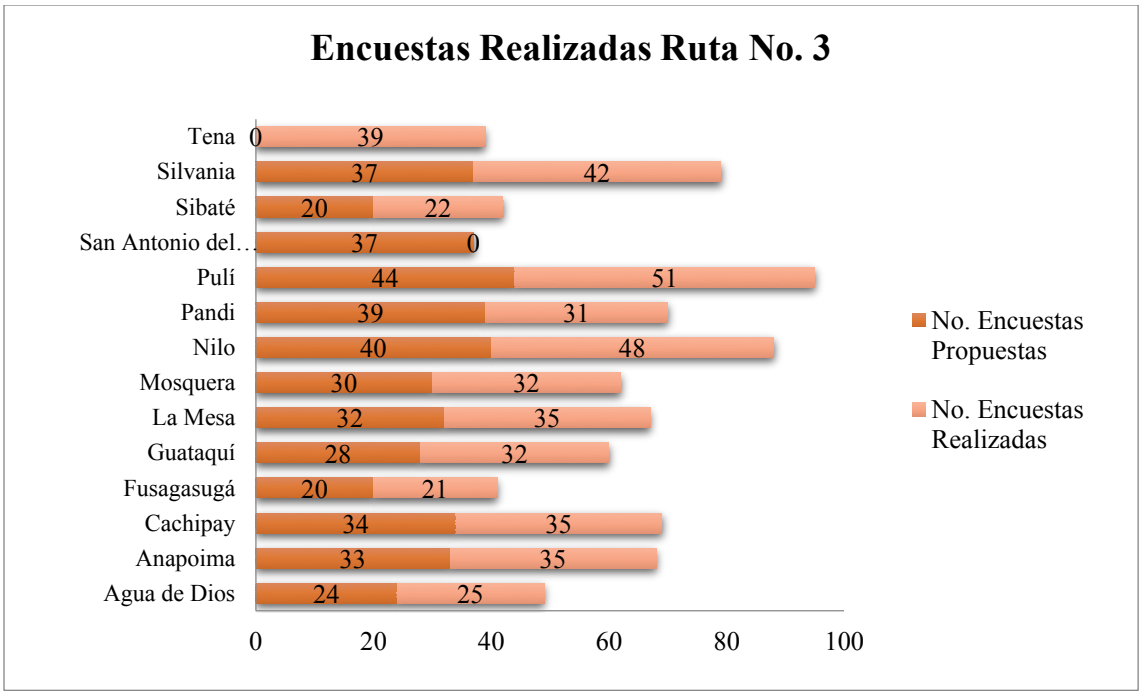


Ilustración 11. Encuestas realizadas en la ruta No. 3

Ruta No. 4:

Ruta compuesta por 11 municipios dentro de las provincias de Sabana Occidente, Gualivá, Magdalena centro, Bajo Magdalena, Rionegro. Se había planeado realizar 428 encuestas se presentó un reporte de 491 registros.

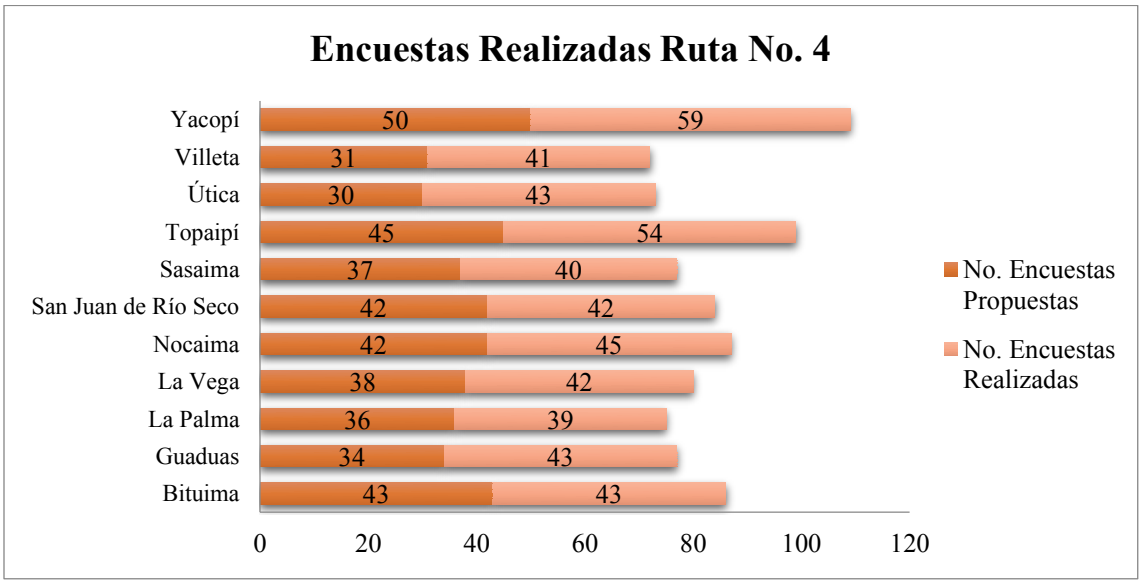


Ilustración 12. Encuestas realizadas en la ruta No. 4

13. Selección de componentes espaciales de las encuestas

Las encuestas brindan información relacionadas con características de la vivienda, acceso de servicios públicos, uso de energía eléctrica, disponibilidad a pagar energía eléctrica, disponibilidad a pagar energías renovables, consumos en iluminación, refrigeración, cocción, aparatos eléctricos y electrónicos, personas que componen el hogar, aspectos ambientales de la zona y economía del hogar, entre otros; en las encuestas comerciales e institucionales se añade información referente al establecimiento o institución. Las bases de datos finales fueron revisadas por analistas de datos los cuales debían entregar la información en una sola unidad de medida y libre de errores de tipo humanos o datos fuera de contexto, además de generar los consumos de todos los tipos de energía.

Fue necesario ubicar espacialmente todos los puntos de las encuestas y verificar que se encontraran en la ubicación que había proporcionado el encuestado, en este proceso surgieron algunos puntos que por precisión o error de digitación se encontraban fuera de esta localización, por lo cual se reubicaron teniendo en cuenta los atributos de vereda y municipio al que pertenecían además de la ubicación respecto a los otros puntos pertenecientes a la misma vereda. En total se reubicaron 34 puntos residenciales, 21 puntos comerciales y 10 puntos institucionales, se encontró un mayor error en las encuestas comerciales e institucionales ya que estas encuestas no fueron realizadas con Tablet lo cual dificultó la toma del punto exacto.

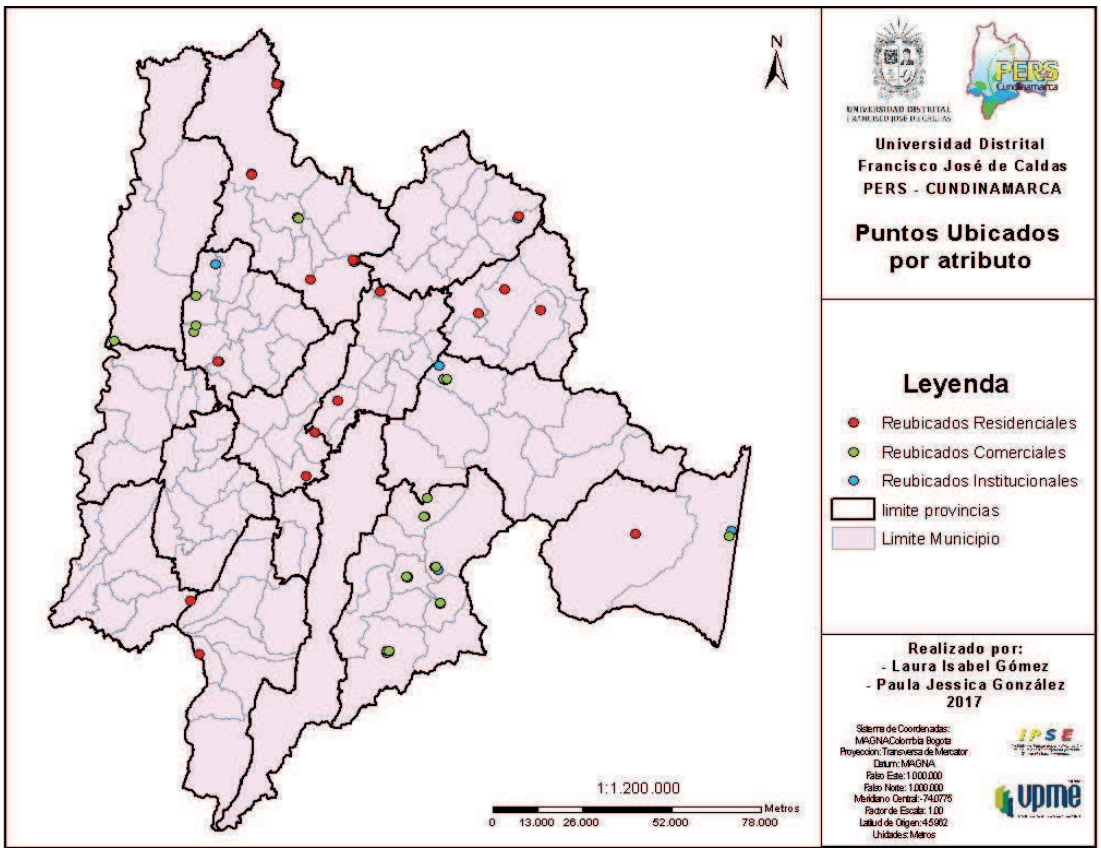


Ilustración 13. Puntos ubicados por atributo vereda

La selección de los componentes de las encuestas que conformaron el SIG se realizó teniendo en cuentas las recomendaciones de la UPME, los objetivos del proyecto y aspectos importantes para análisis posteriores.

Acceso al servicio de Energía Eléctrica

Esta información es muy importante para todo el desarrollo del proyecto PERS ya que uno de sus objetivos es encontrar lugares sin energía eléctrica, en las encuestas residenciales se encontró que el 5% de los encuestados no tiene acceso a la red interconectada, por otro lado en las encuestas comerciales e institucionales solo se encontró un establecimiento sin energía en cada categoría.

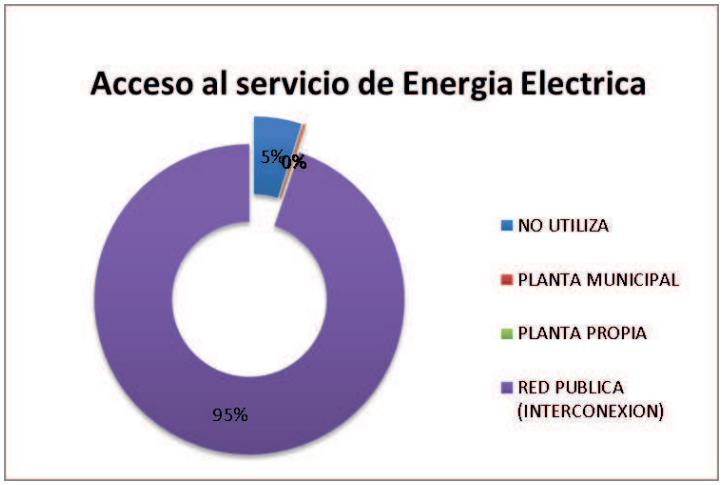


Ilustración 14. Acceso al servicio de energía eléctrica en las viviendas residenciales

Consumos de energía Eléctrica

Se totalizaron los consumos de energía en 5 grupos, los consumos de refrigeración que en su mayoría representan el mayor consumo de la vivienda, el consumo de iluminación donde se incluyen todas las clases de bombillos presentes en la casa, consumo de ambiente que se refiere a aire acondicionado o ventiladores, calentamiento de agua como el consumo que genera una ducha eléctrica o un calentador y el consumo de aparatos donde están todos los eléctricos y electrónicos de la vivienda.

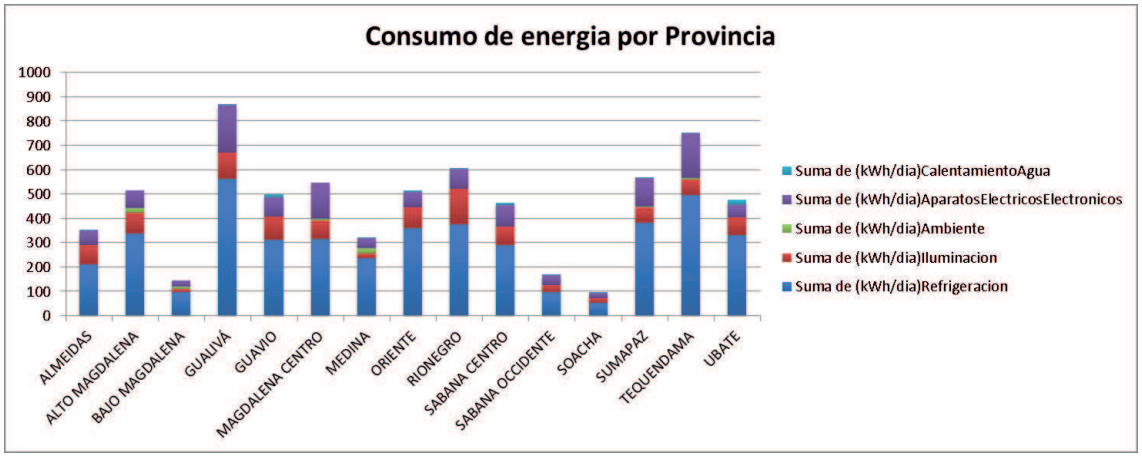


Ilustración 15. Consumo de energía eléctrica residencial por provincia

En los sectores comercial e institucional el consumo de aparatos eléctricos y electrónicos prevalece sobre los demás.

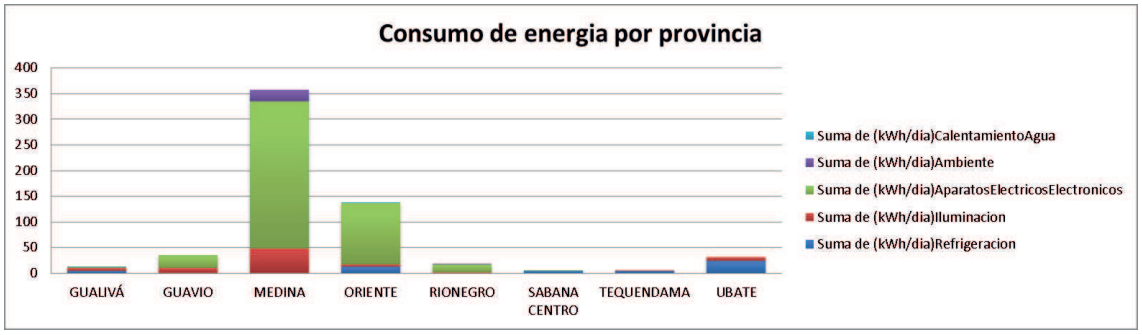


Ilustración 16. Consumo de energía eléctrica institucional por provincia

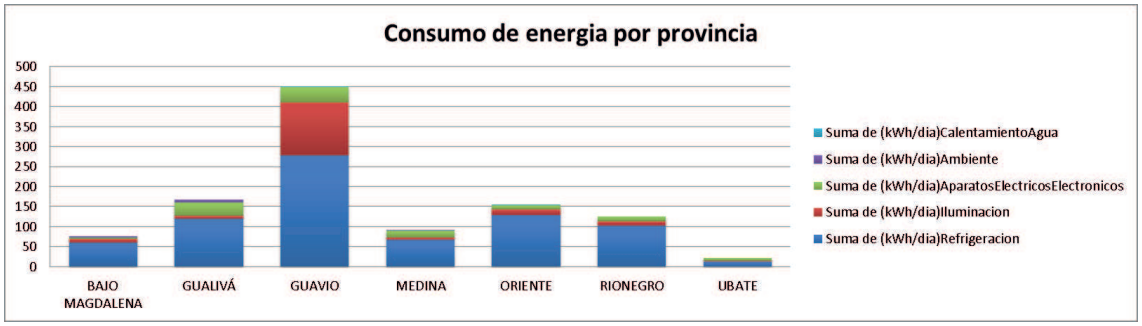


Ilustración 17. Consumo de energía eléctrica comercial por provincia

Consumo básico de subsistencia

Para la UPME el consumo básico de subsistencia es un dato importante en el que se evalúa cuanto seria lo mínimo que consume una vivienda para tener una calidad de vida media que se compone del consumo de refrigeración, iluminación, televisores, radio y licuadora. En la ilustración 18 vemos el consumo básico de subsistencia promedio de una vivienda por provincia.

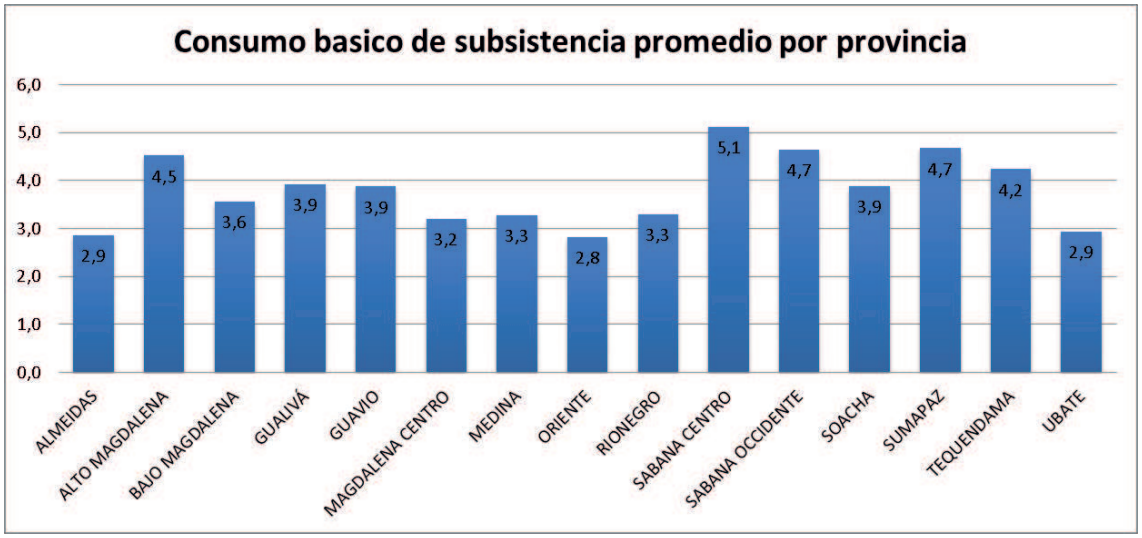


Ilustración 18. Consumo básico de subsistencia promedio por provincia.

Tipo de comercio o institución

Es de gran importancia tener en cuenta el tipo de comercio o institución ya que de acuerdo a la actividad que realicen será su consumo de energía eléctrica, como se puede apreciar en la ilustración el tipo de comercio en ventas y las instituciones educativas son las que demandan mayor energía eléctrica.

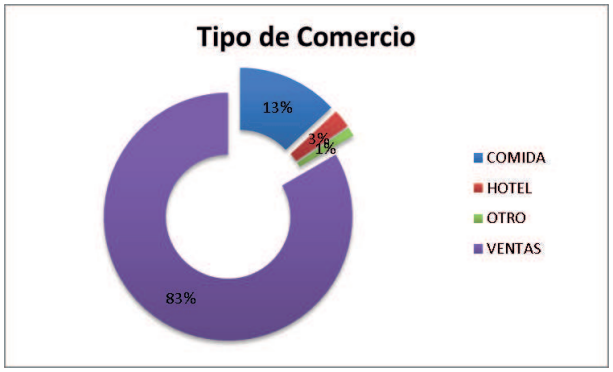


Ilustración 19. Tipo de comercio

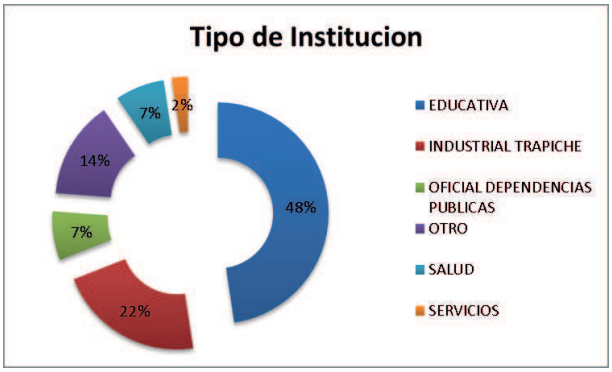


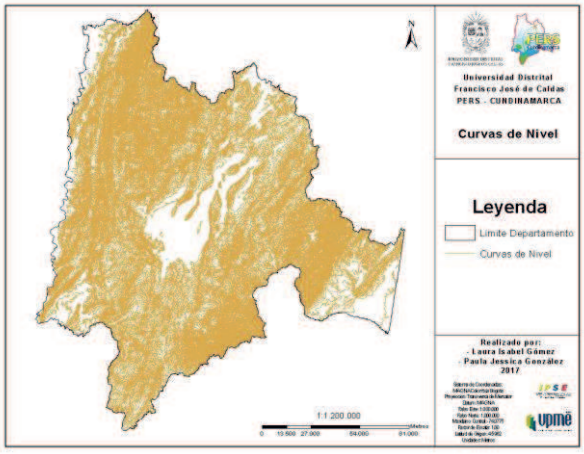
Ilustración 20. Tipo de institución

14. Información geográfica suministrada

Es necesario conocer de antemano la información con la que se cuenta antes de pensar en la estructura que tendrá el sistema de información geográfica por eso se recolecto información de diferentes instituciones nacionales como el IGAC, la gobernación de Cundinamarca y la UPME, gracias a los convenios con los que cuenta el proyecto PERS.

IGAC

En la página web es posible descargar alguna información de carácter público, para el desarrollo del sistema de información geográfica se utilizó las capas de curvas de nivel y vías de las cuales se da más información en la siguiente ilustración.



Escala: 1:100.000	**Escala:** 1:100.000
Fecha: 30 de junio de 2016	**Fecha:** 30 de junio de 2016

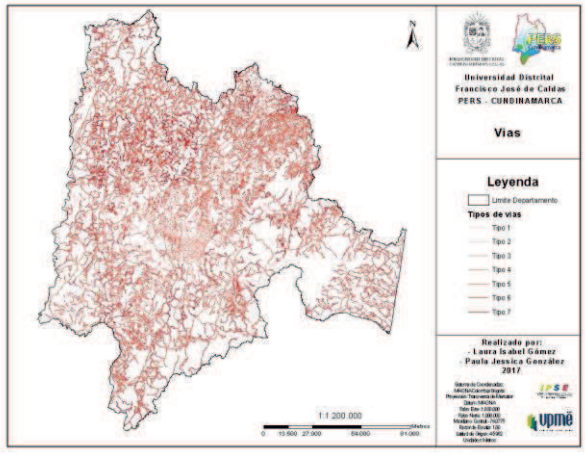


Ilustración 21. Cartografía proporcionada por el IGAC

Gobernación de Cundinamarca:

La información suministrada por la Gobernación fue: limite departamental, limite municipal, centros poblados, Límite provincias y limite veredal. Esta fue proporcionada bajo un contrato de licencia de uso, de manera que no es posible modificar la información y solo se podrá utilizar en el proyecto PERS.

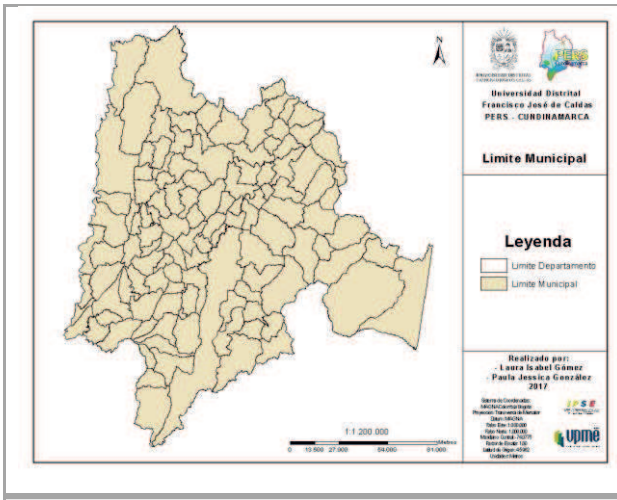
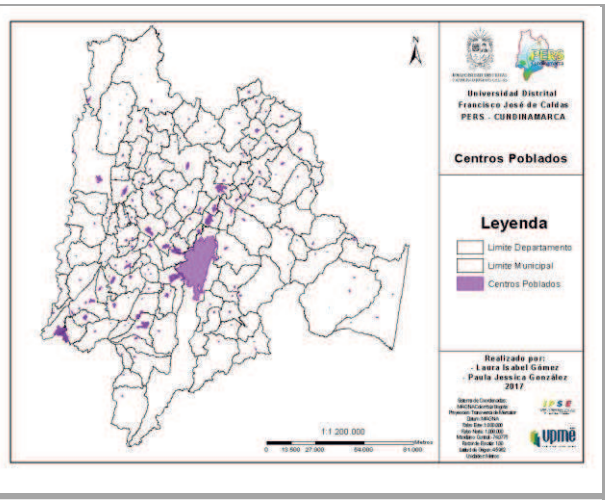
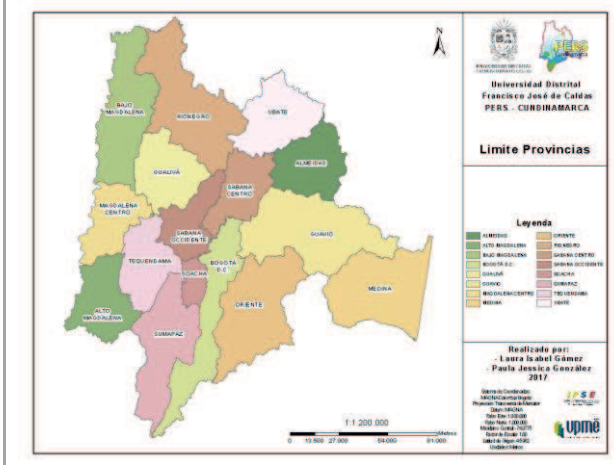
	
Fuente: IGAC	**Fuente:** IGAC
Escala: 1:25.000	**Escala:** 1:25.000
Fecha: No proporcionada	**Fecha:** No proporcionada
	
Fuente: Gobernación	**Fuente:** Gobernación
Escala: 1:25.000	**Escala:** 1:25.000
Fecha: No proporcionada	**Fecha:** 2013

Ilustración 22. Cartografía proporcionada por la Gobernación de Cundinamarca

UPME

La oficina de planeación minero energética proporcionó las capas temáticas de brillo solar, radiación solar y velocidad del viento, para el posterior análisis de oferta energética en el departamento de Cundinamarca.

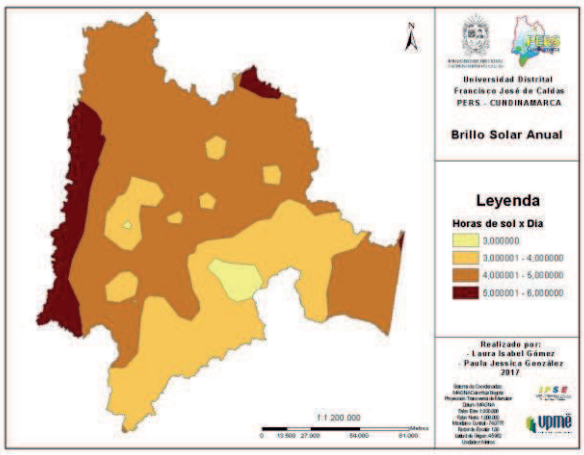
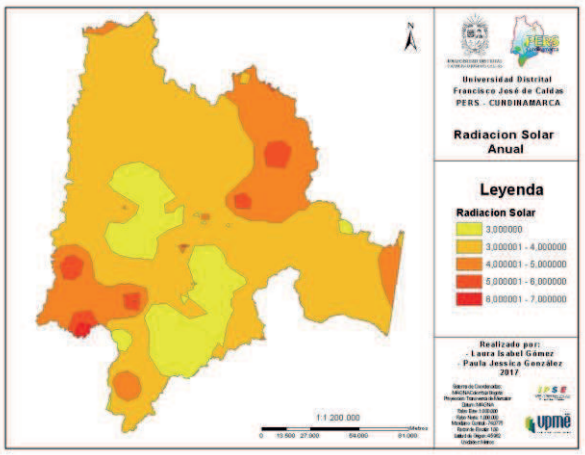
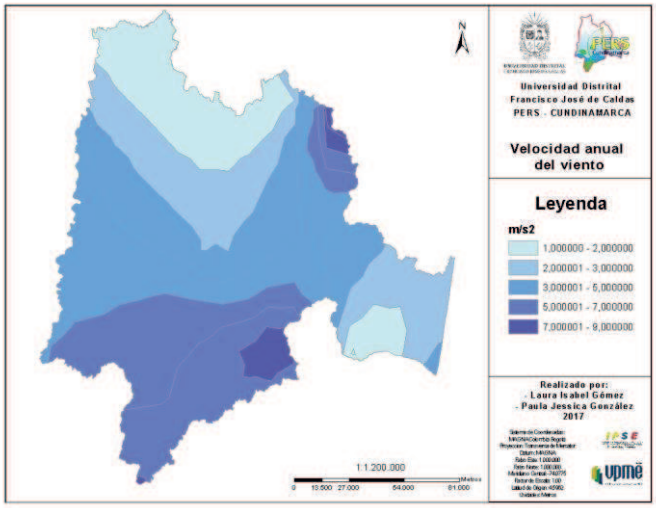
<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>Escala: No proporcionada</td><td>Escala: No proporcionada</td></tr>
<tr><td>Fecha: 2003</td><td>Fecha: 2003</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Escala: No proporcionada</td></tr>
<tr><td colspan="2">Fecha: 2003</td></tr>
</table>

Ilustración 23. Cartografía proporcionada por la UPME

Otra capa proporcionada por la UPME fue la capa de sitios la cual fue modificada teniendo en cuenta la localización de las encuestas realizadas, de manera que los sitios ubicados en veredas donde no se realizaron encuestas fueron eliminados y en las veredas donde se realizaron se crearon nuevos sitios, todo esto con el fin de relacionar las encuestas residenciales, Comerciales e Institucionales tomadas cerca al punto y obtener un total de encuestas. La capa original contaba

con 1.006 puntos en todos los municipios del departamento como se puede observar a continuación:

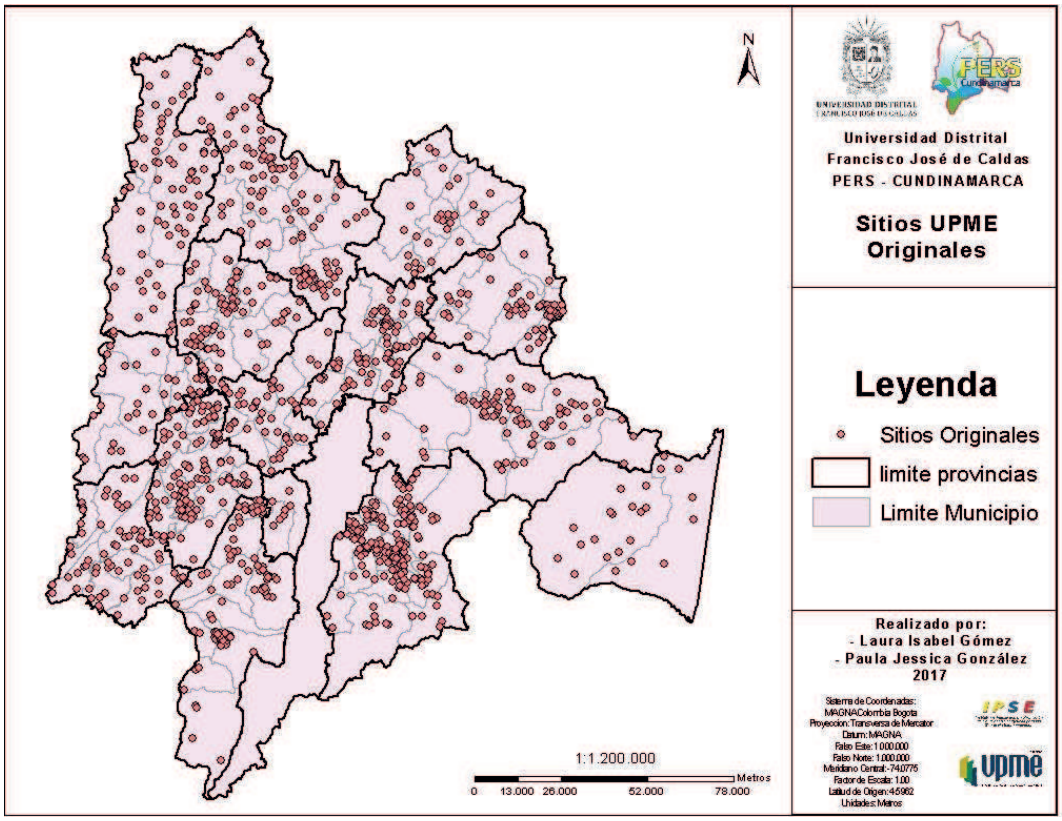


Ilustración 24. Sitios UPME entregados para actualización

Inicialmente se realizó un conteo de las encuestas teniendo como condición el nombre del municipio y nombre de la ubicación, que es el mismo nombre de la vereda; luego esta columna de suma de encuestas residenciales, comerciales e institucionales se agregó a los atributos de la capa sitios relacionando el nombre del sitio con el nombre de la vereda, con estos últimos atributos se pudo calcular el total de encuestas pertenecientes al sitio.

En la capa final se agregaron 73 puntos y se modificaron 16, para ello se utilizó en siguiente modelo:

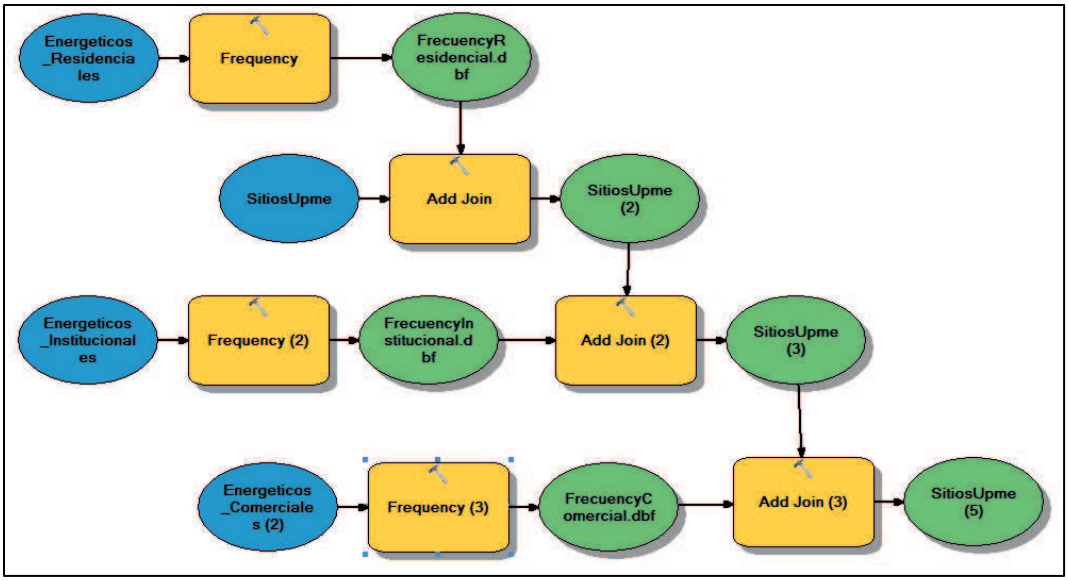


Ilustración 25. Modelo para generar cantidad de encuestas por sitio UPME

Para la creación de la base de datos fue necesario añadir la información de brillo solar, radiación solar y velocidad del viento a cada uno de los sitios de la capa modificada, para lo cual se utilizó la función intersect de ArcGIS como se ve en el siguiente modelo:

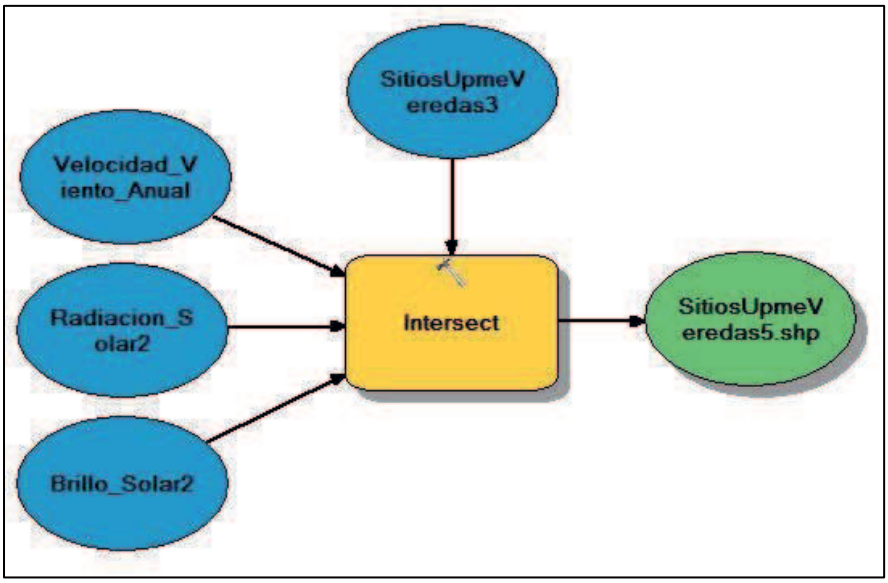


Ilustración 26. Modelo para añadir radiación, brillo solar y velocidad del viento a capa sitios UPME

A continuación se muestra la capa sitios UPME resultante:

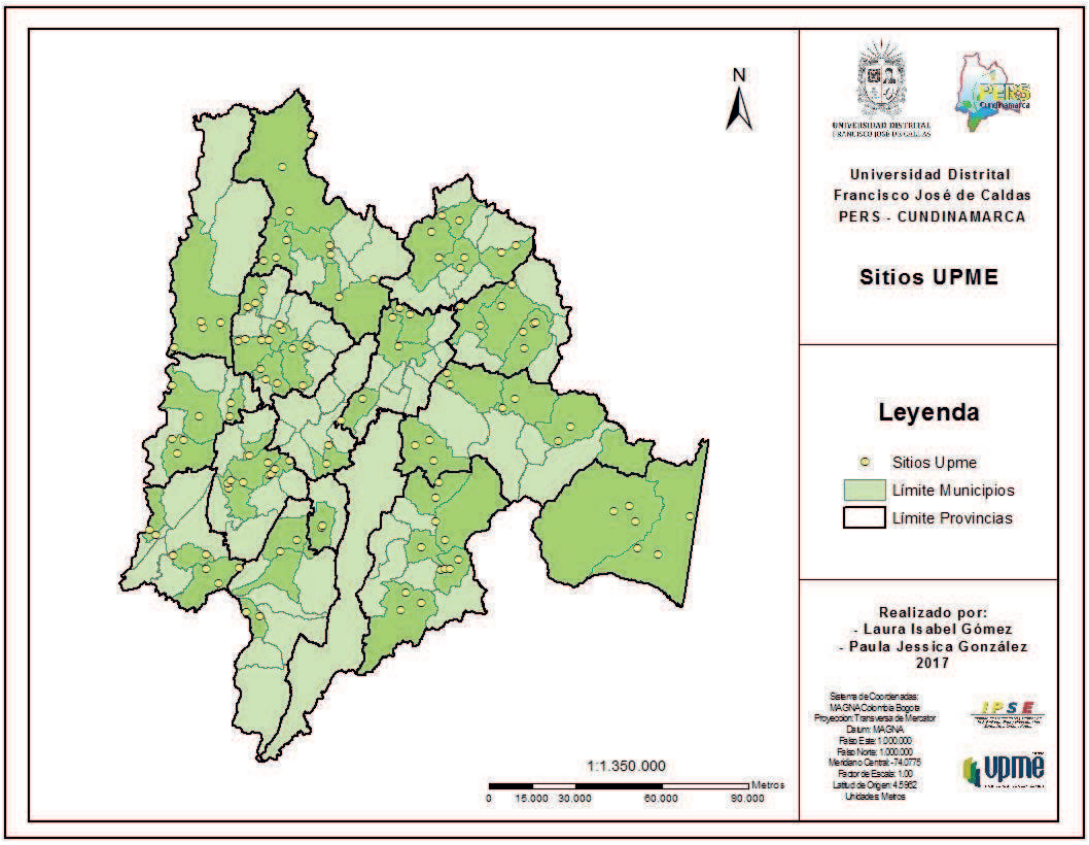


Ilustración 27. Salida gráfica Sitios UPME

15. Diseño del sistema de información geográfica

Partiendo de la identificación de las necesidades de los usuarios que utilizaran el SIG se diseñó una herramienta que permite integrar la información geográfica y alfanumérica inicial, donde es posible realizar selección de datos relevantes y visualizar lo que se considere necesario para el análisis. A continuación se definirán las reglas del sistema partiendo de un estudio de la naturaleza y origen de los datos, la forma más sencilla de visualizar estas reglas es mediante modelos que van de las especificaciones generales a las particulares como lo son el Modelo conceptual, Entidad – Relación y Relacional.

Modelo Conceptual

Al tener mucha información sobre una temática es difícil organizarla con exactitud porque no se tiene un control de los datos. Con el fin de facilitar la interpretación de la información surgen los modelos como instrumentos que ayudan a conectar los datos con su significado o representación. Para Flory (Como lo cito Piattinni) "Modelar consiste en definir un mundo abstracto y teórico tal que las conclusiones que se puedan sacar de él coincidan con las manifestaciones aparentes del mundo real".

Teniendo en cuenta el análisis inicial de selección de componentes espaciales y cartografía base se creó el modelo conceptual con las diferentes entidades que harán parte de la base de datos, se tuvieron en cuenta las características principales, las relaciones, las posibles soluciones y análisis al problema planteado inicialmente:

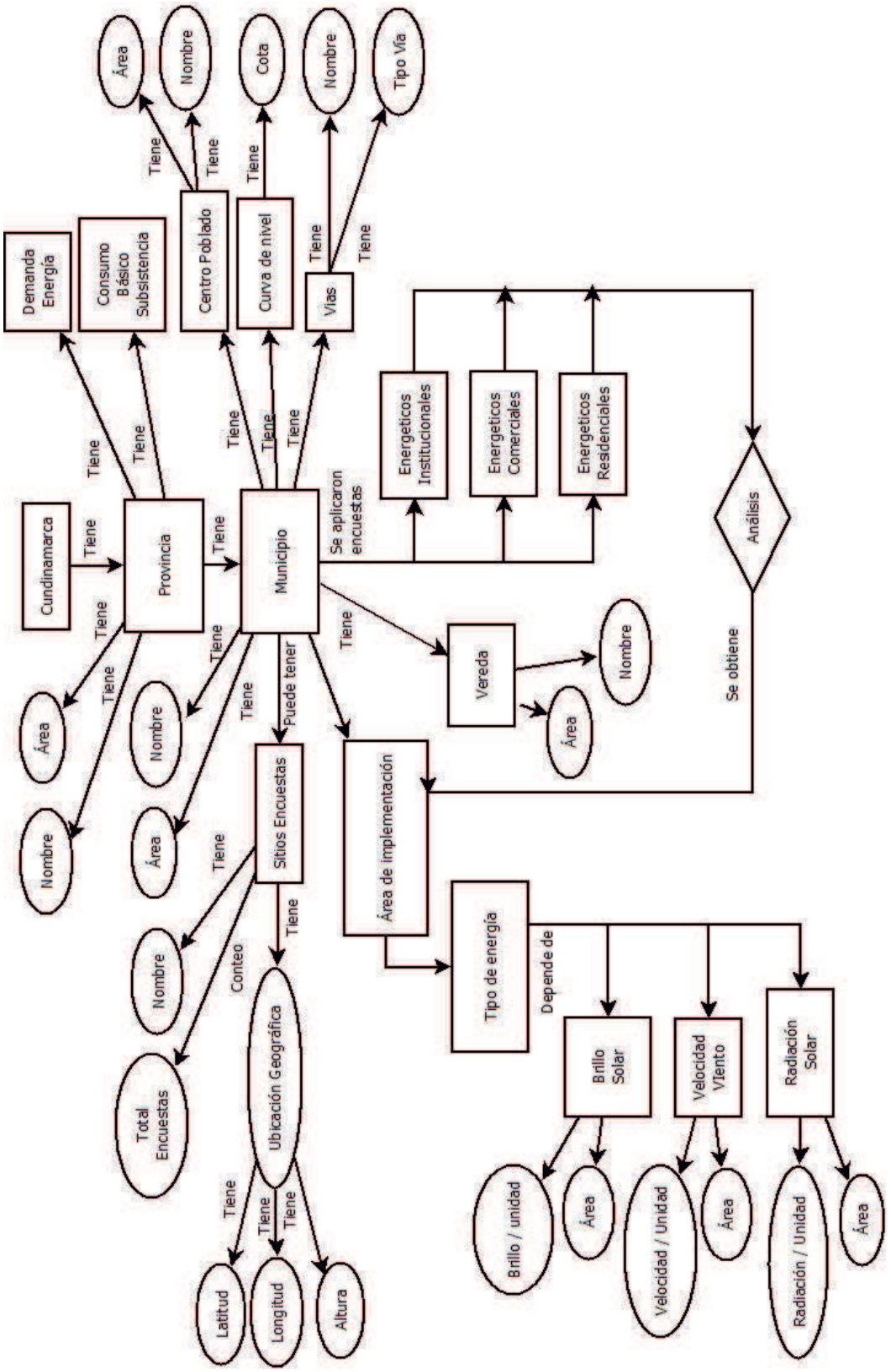


Ilustración 28. Modelo Conceptual. Elaboración propia.

Modelo Entidad – Relación

Partiendo del modelo conceptual se tiene claridad de las entidades que componen el sistema pero no mucho de las relaciones entre ellas ya que no ofrece la suficiente abstracción para entender la semántica del mundo real, como solución a este problema surge el modelo Entidad – Relación que según Peter P. Chen (1976) "puede ser usado como una base para una vista unificada de los datos", adoptando "el enfoque más natural del mundo real que consiste en entidades e interrelaciones"(Piattini Velthuis, Marcos Martinez, & Castaño, 2000).

A partir del modelo conceptual fue posible crear el modelo entidad – relación que describe la estructura de la base de datos, define claramente el tipo de relación entre las entidades principales y por medio de un análisis normaliza la información evitando múltiples valores, redundancia de datos, problemas de actualización de datos y permitiendo integridad de la información utilizada de manera que se cumplan las formas normales; se han definido también las llaves primarias y foráneas.

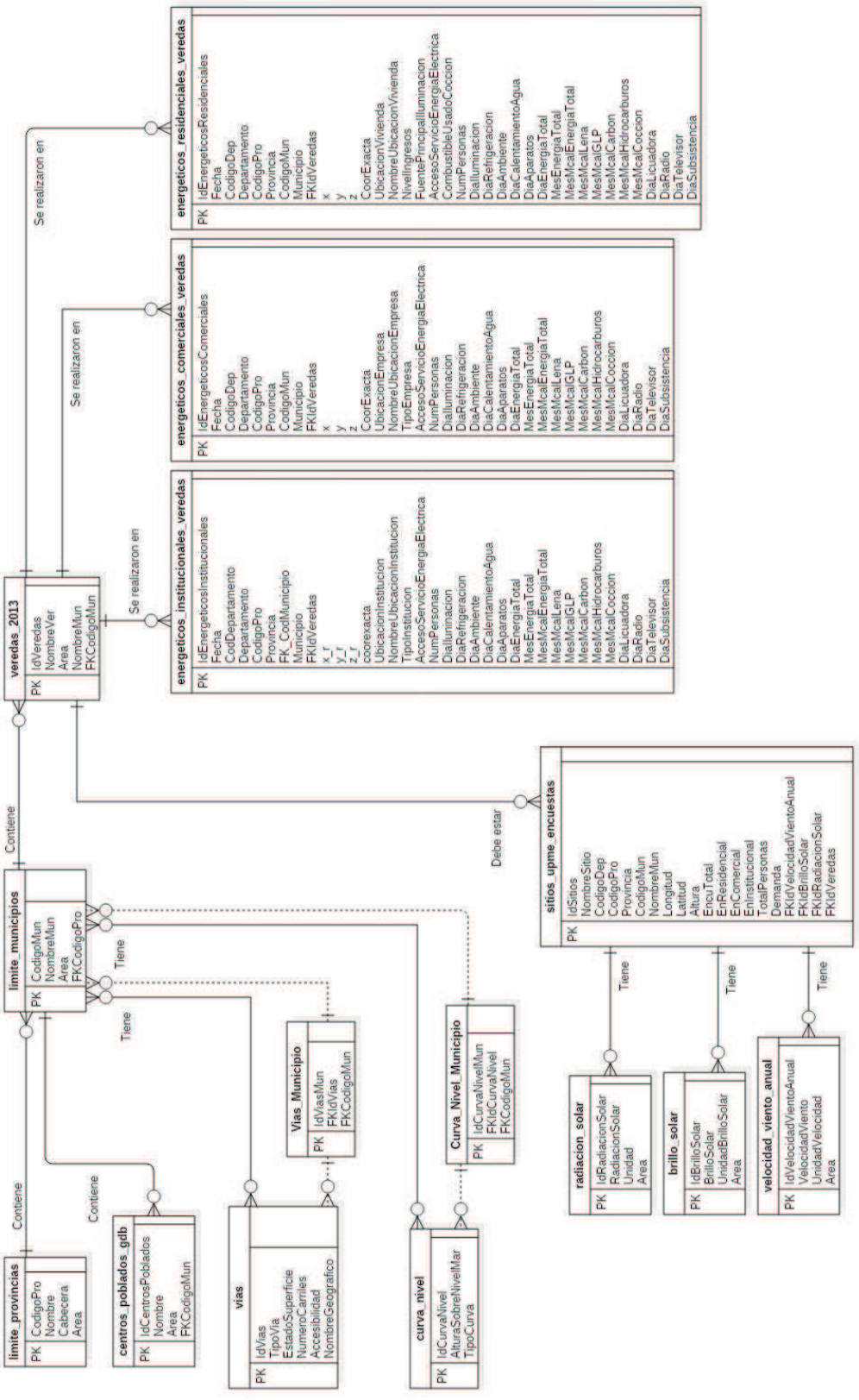


Ilustración 29. Modelo Entidad – Relación. Elaboración Propia

Modelo Relacional

El modelo Entidad – Relación en un principio cumple las expectativas esperadas y funciona muy bien pero empieza a presentar problemas porque con este tipo de modelos se tiene un panorama más general de la realidad y es necesario definir dentro del modelo la unicidad, la nulidad y los tipos de dato de cada atributo, a partir del modelo relacional se entiende de forma completa el sentido y las reglas que se deben cumplir. El modelo relacional fue presentado por Codd en 1970 al querer aterrizar la realidad en un diseño de bases de datos estructurado en forma de relaciones.

A partir del modelo entidad – relación se creó el modelo Relacional en donde además de representarse las relaciones entre entidades se muestran los atributos y sus características, se identifican plenamente las llaves primarias y foráneas de cada campo además de la obligatoriedad.

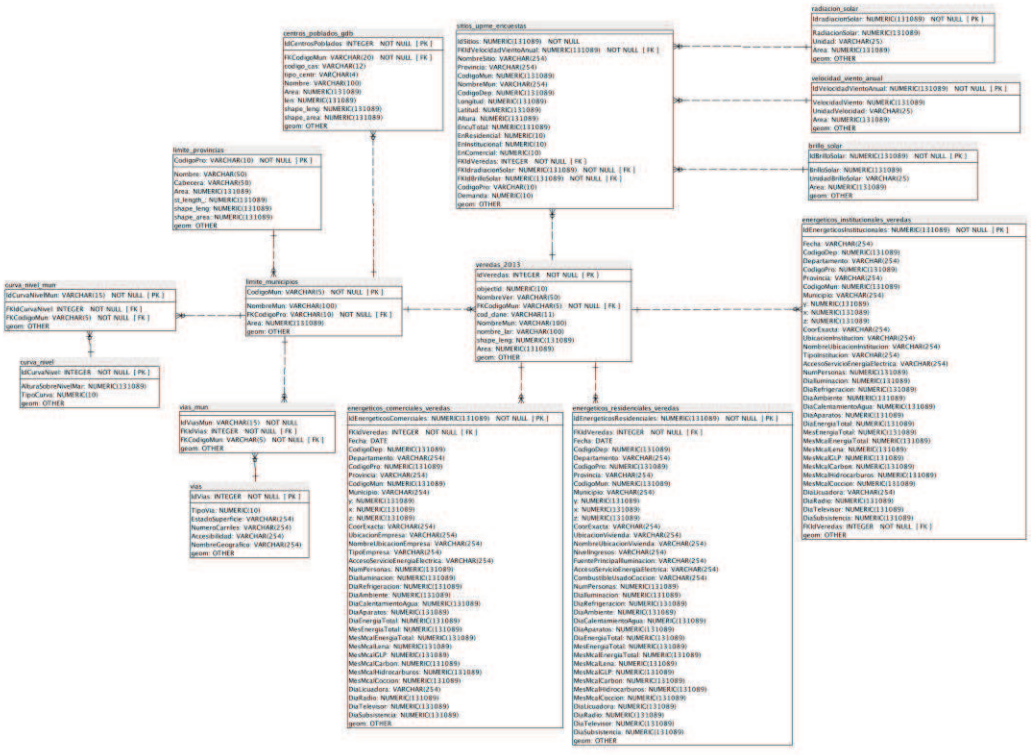


Ilustración 30. Modelo Relacional. Elaboración Propia

16. Implementación del sistema de información geográfica

Creación de la base de datos

Luego de los modelos realizados anteriormente se estructuró la base de datos mediante el Software PostgresSQL versión 9.5 y con ayuda de la extensión PostGIS 2.2.2 se dio soporte para manejar los objetos geográficos. PostgresSQL es uno de los sistemas de bases de datos que permite manejar volúmenes grandes de información interrelacionada y realizar análisis prácticos en corto tiempo.

La base de datos final cuenta con 15 tablas principales de las cuales 2 son tablas de paso que permiten que dependencias multivaluadas independientes se relacionen de manera correcta. Cada conexión entre tablas esta especificada en el modelo físico presentado anteriormente.

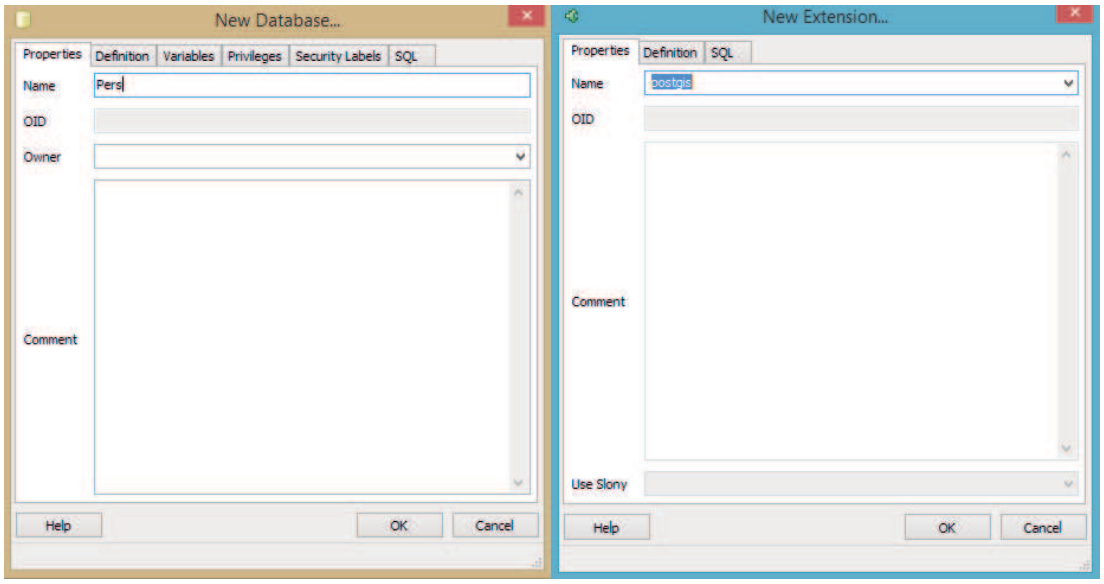


Ilustración 31. Creación base de datos y extensión PostGIS.

A continuación se muestran algunas de las sentencias SQL que permitieron la creación y organización de la base de datos:

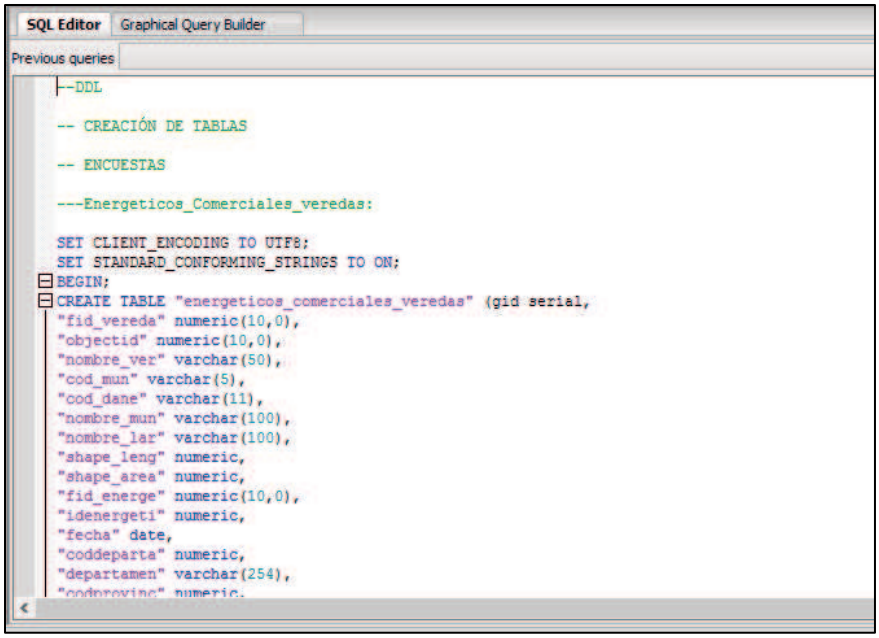


Ilustración 32. Creación de tablas.

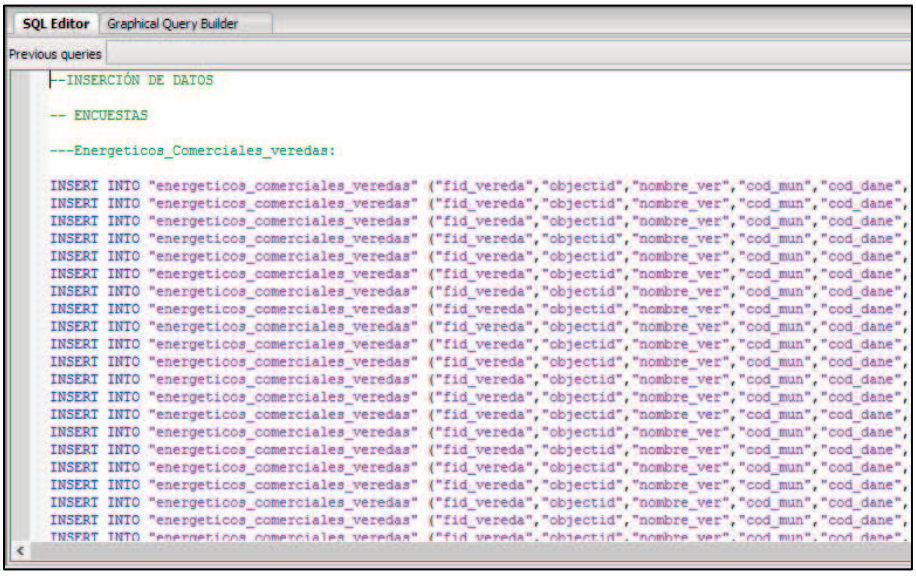


Ilustración 33. Inserción de datos.

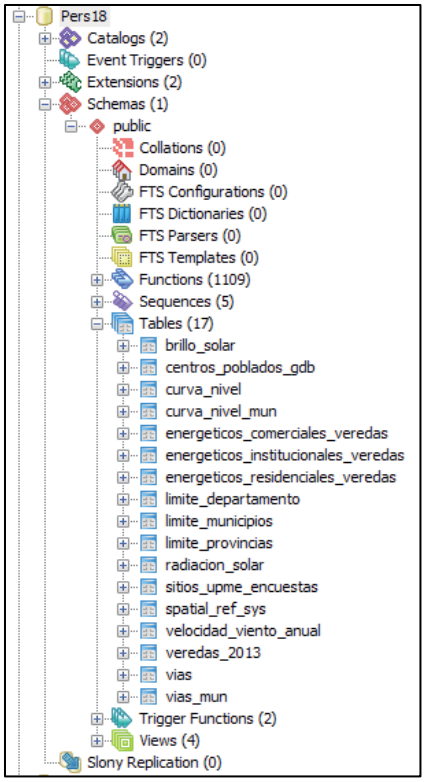


Ilustración 34. Tablas de la base de datos en postgres

Para mayor detalle se anexan el backup de la base de datos y las sentencias SQL.

Implementación del GeoVisor PERS.

A partir de la herramienta Web Mapping Application disponible para usuarios de ArcGis online se creó un aplicativo de mapeo web al que se le llamara GeoVisor PERS, como primer paso es necesario conectar la versión desktop con la versión online utilizando la opción Sign Out para lo que es necesario contar con un rol de publicador y tener la infromacion que se desea publicar en la misma carpeta del ordenador, con ayuda de la opción Share As se elige publicar un servicio web todo esto desde ArcGis Desktop.

Es posible publicar un servicio en el que se define los componentes que tendrá o sobre escribir uno ya definido previamente en el que solo se reemplazara la información contenida en él,

como se utiliza el usuario de una organización la conexión será la de la Universidad Distrital, se coloca un nombre que será referente para buscar después en la plataforma online. Se configura el servicio de acuerdo a las características de la base de datos, para el caso particular en capabilities se escoge la opción feature Access y se definen las operaciones create, delete, query, sync, Update y a continuación se deberá hacer un resumen, unas palabras claves y una descripción del producto. Finalmente se publica el servicio y se espera mientras se empaquetan las capas de información y se empiece a transferir la información a la web.

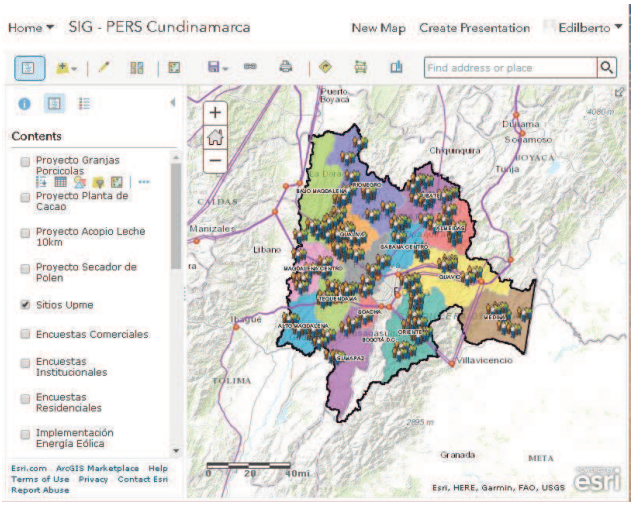


Ilustración 35. Vista del Web Map de PERS Cundinamarca

Posteriormente se accede desde el navegador a ArcGis Online y se carga el servicio generado en un Web Map en el cual se define el nivel de detalle en el que se activan las capas de cartografía básica, la simbología la cual se refiere a los colores según el valor de un atributo o según su clase y las etiquetas identificadoras de cada capa de información.

Después de tener organizada y selecciona la información que estará activa por defecto y la que está incluida pero con las capas apagadas para que los usuarios finales puedan consultar, se utiliza la herramienta Web AppBuilder para crear el GeoVisor final, desde la aplicación se define la apariencia que tendrán, los títulos, colores y logos que se verán en la pantalla.

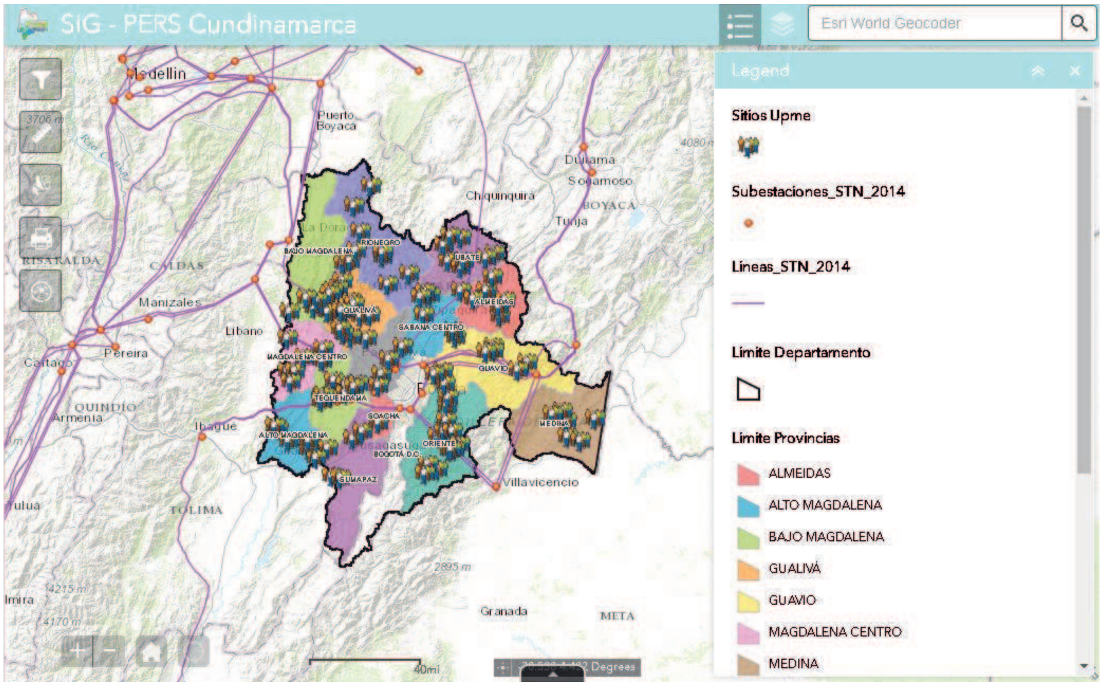


Ilustración 36. GeoVisor del Sistema de Información Geográfica

Por último se añadieron algunas herramientas útiles que permiten crear filtros, medir polígonos o distancias, seleccionar atributos, imprimir la imagen actual de la pantalla y realizar análisis geoespaciales sencillos. El Servicio se encuentra disponible en la URL:

http://udistritalfjc.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=3fca3816d32b4b32a10501a2f0133302

17. Selección de sitios con alto potencial energético.

Es importante tener en cuenta dos factores los cuales son la demanda de energía de los sitios conocidos y la oferta energética de los mismos. A continuación se analiza la demanda de energía para posteriormente hacer el proceso de selección de sitios utilizando dos criterios de decisión.

Estudio demanda de energía

Para el estudio de la demanda de energía se utilizó el siguiente modelo donde se modifica la capa base de sitios Upme.

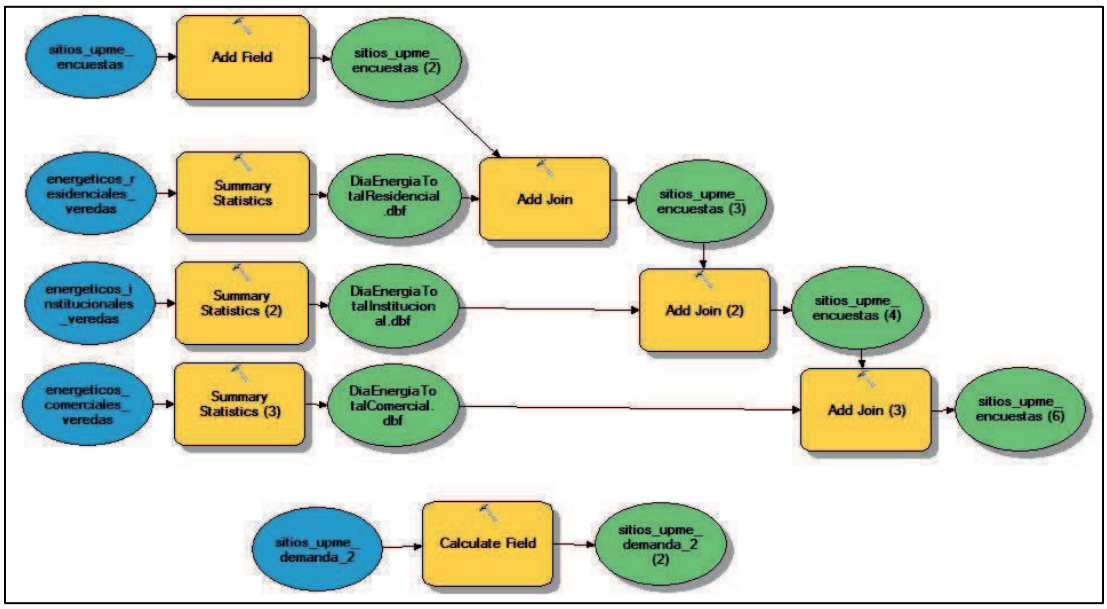


Ilustración 37. Modelo del cálculo de la demanda de energía eléctrica en cada sitio UPME.

Se crea una nueva columna llamada Demanda en la capa de información de sitios Upme donde se encuentra la sumatoria de los consumos al día de energía eléctrica en kWh, de las encuestas pertenecientes al sitio Upme como se muestra a continuación

	IdSitios numeric	NombreSitio character varying(254)	NombreMun character varying(254)	EncuTotal numeric	Demanda numeric(10,0)
105	25394047.0000	ENFADOSA	LA PALMA	14.000000000000000	78
106	25823118.0000	MAMERCHA	TOPAIPI	9.000000000000000	25
107	25823099.0000	SAN ANTONIO DE AGUILERA	TOPAIPI	35.000000000000000	138
108	25394048.0000	TAUCURI	LA PALMA	11.000000000000000	36
109	25885109.0000	SAN JERONIMO	YACOPI	25.000000000000000	118
110	25885108.0000	LLANO MATEO	YACOPI	23.000000000000000	167
111	25885107.0000	VARA DE CAUCHO	YACOPI	21.000000000000000	0

En la ilustración 38 se puede ver que a mayor demanda el sitio presenta un mayor tamaño, el dato de la demanda es muy importante ya que a partir de él se trabaja el criterio de selección B.

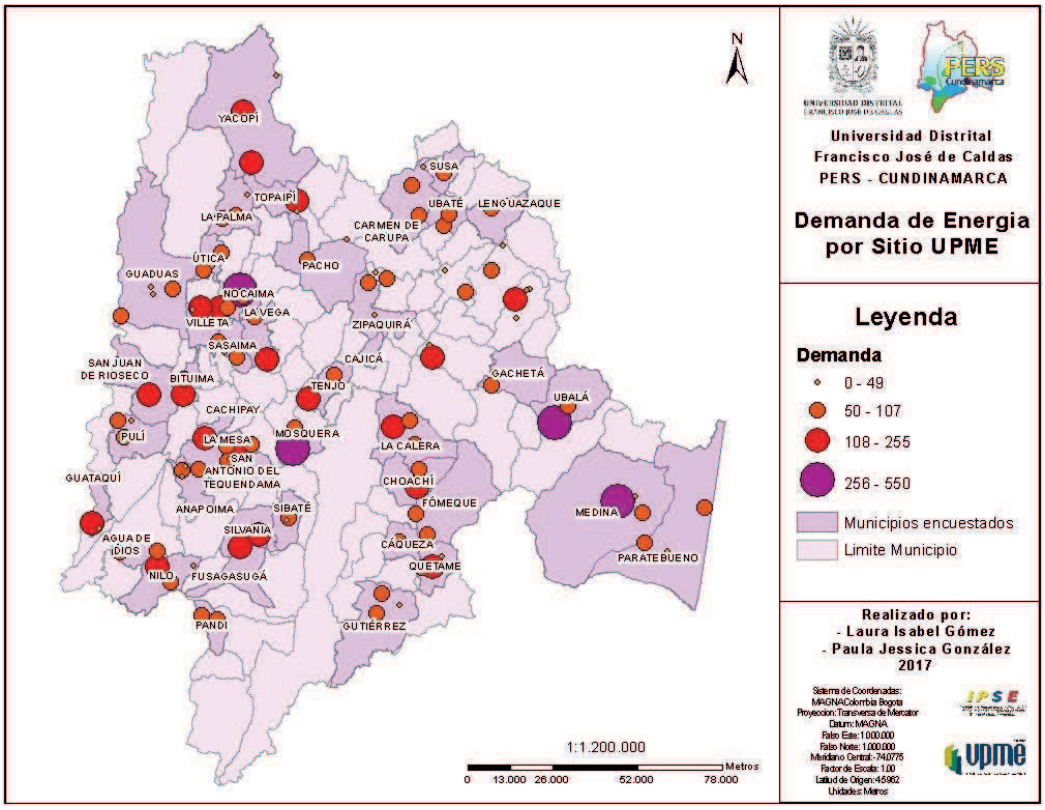


Ilustración 38. Demanda de energía eléctrica por sitio UPME

Selección de sitios con alto potencial energético

Para determinar las áreas que tienen un alto potencial de energías eólica y/o solar se tuvieron en cuenta dos criterios. Inicialmente se identificaron las áreas del departamento que cuentan con un potencial mayor para la ejecución de los proyectos de energización sostenible, de manera que el tipo de energía que se implemente pueda abastecer la población que no cuenta con el servicio desde una interconexión a la red pública de energía eléctrica.

Existen 82 viviendas, una institución y un establecimiento comercial que no poseen energía, su localización se muestra a continuación:

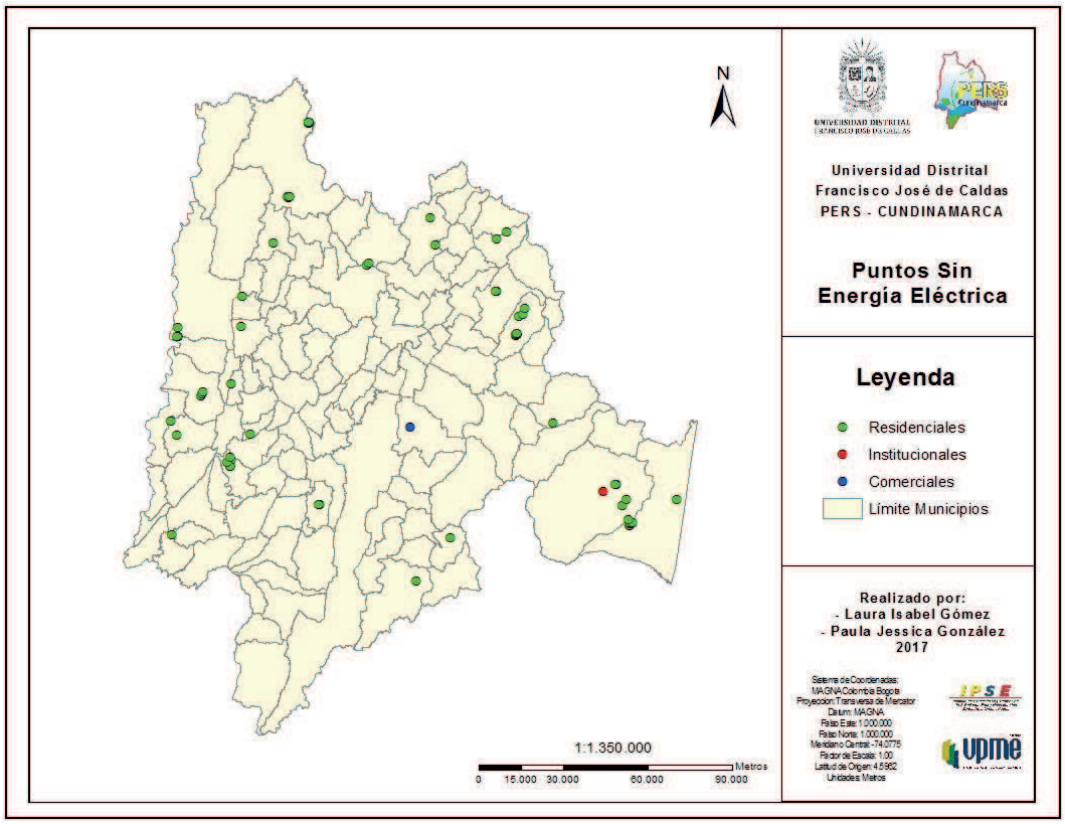


Ilustración 39. Salida gráfica de puntos sin energía

Criterio de Selección A:

Para el primer criterio de selección se tuvieron en cuenta las encuestas en donde se registró que la vivienda, institución o establecimiento no contaba con el servicio de energía eléctrica, en estos puntos además se evaluaron las condiciones de oferta energética como son la radiación solar, el brillo solar y la velocidad del viento. En el siguiente modelo se describe gráficamente el proceso:

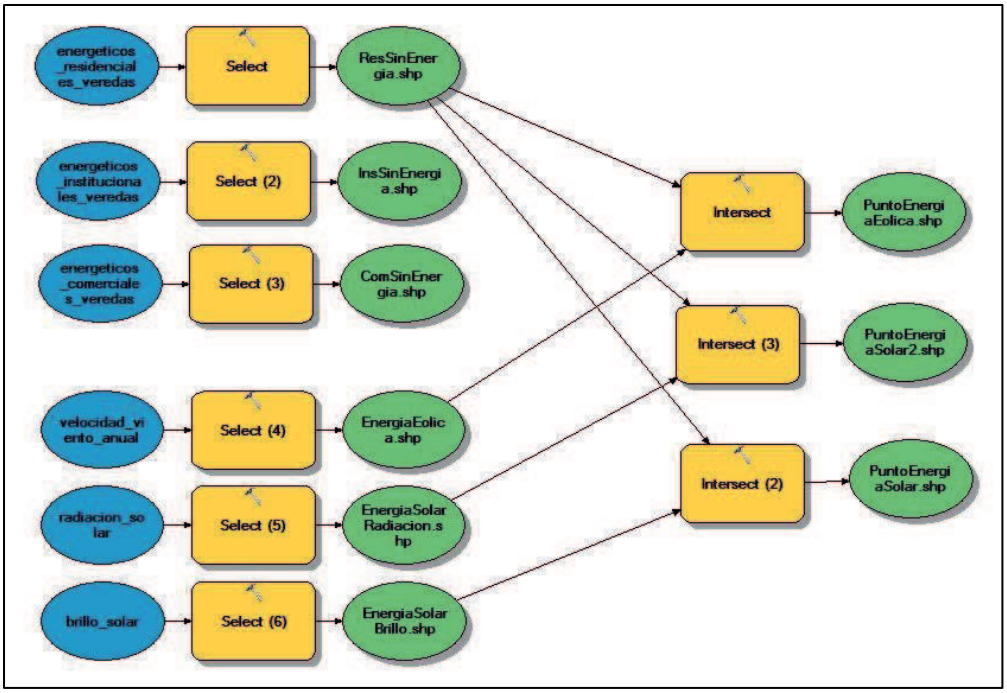


Ilustración 40. Modelo de selección del Criterio A.

El mayor potencial eólico se encuentra en la zona sur del departamento contando con velocidades de viento superiores a los 5 metros por segundo debido a los cambios de presión, en esta zona se encontraron 8 puntos con potencial eólico:

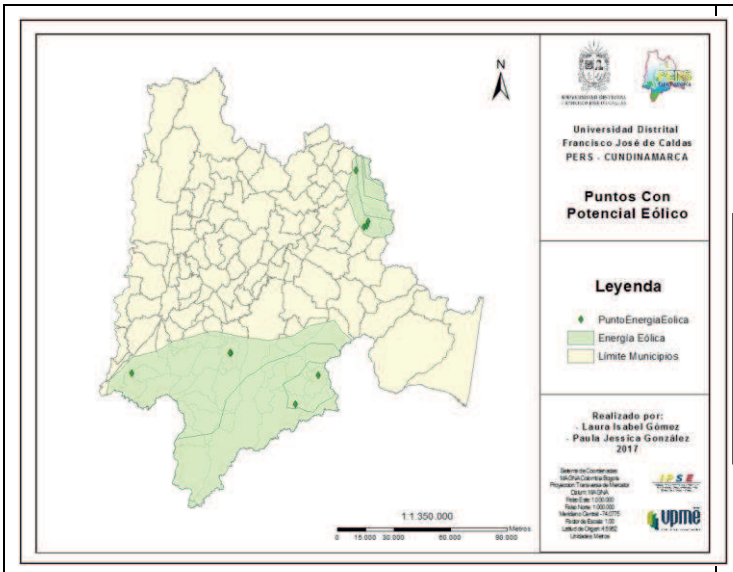


Ilustración 41. Potencial eólico en Cundinamarca.

	idvelocidad numeric	VelocidadViento numeric	UnidadVelocidad character varying(25)
1	177.00000000	9.00000000	m/s
2	178.00000000	8.00000000	m/s
3	181.00000000	7.00000000	m/s
4	182.00000000	6.00000000	m/s
5	199.00000000	8.00000000	m/s
6	209.00000000	8.00000000	m/s
7	210.00000000	7.00000000	m/s
8	212.00000000	6.00000000	m/s

Existen varias áreas que cuentan con una radiación mayor a los 5 kWh/m^2, ya que las ondas ultravioletas no son absorbidas en su totalidad por los gases que se encuentran en la atmosfera y alcanzan la superficie terrestre. El mayor potencial solar se encuentra en la zona occidental del departamento ya que está constituido por valles donde existe una baja nubosidad y un clima cálido, estos factores determinan un brillo solar superior a las 5 horas por día. Con estas consideraciones se determinaron los puntos con potencial solar:

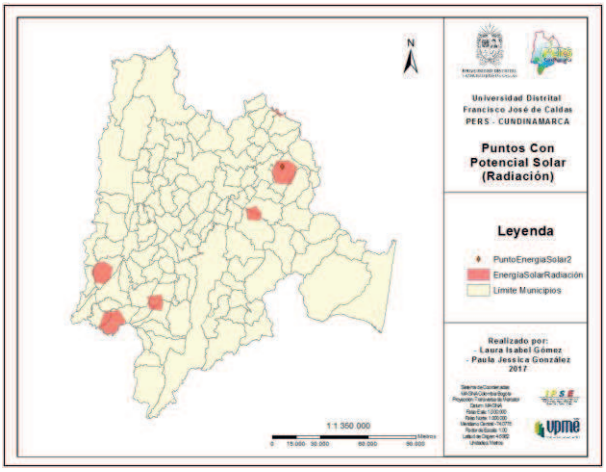


Ilustración 42. Puntos de implementación de energía solar teniendo en cuenta la radiación solar.

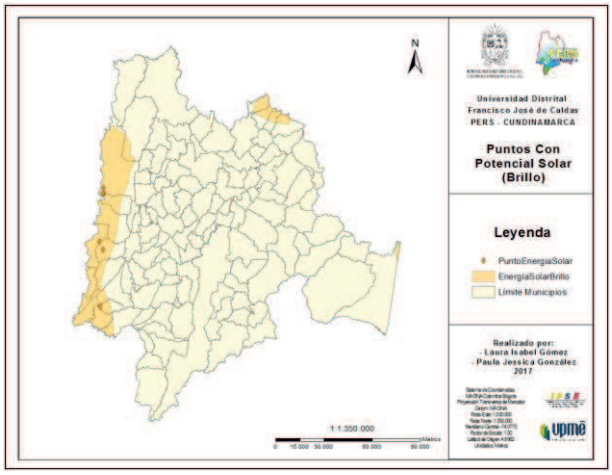


Ilustración 43. Puntos de implementación de energía solar teniendo en cuenta el brillo solar.

	RadiacionSolar numeric	Municipio character varying(254)	UbicacionVivienda character varying(254)	NombreUbicacionVivienda character varying(254)
1	6.00000000	CHOCONTA	VEREDA	PUEBLO VIEJO
2	6.00000000	CHOCONTA	VEREDA	PUEBLO VIEJO

Ilustración 44. Puntos seleccionados radiación solar

	BrilloSolar numeric	Municipio character varying(254)	UbicacionVivienda character varying(254)	NombreUbicacionVivienda character varying(254)
1	6.00000000	AGUA DE DIOS	VEREDA	MANUEL NORTE
2	6.00000000	PULI	VEREDA	EL CAPIAL
3	6.00000000	PULI	VEREDA	LA OCANDA
4	6.00000000	GUADUAS	VEREDA	SAN JUAN DE REMOLINO
5	6.00000000	GUADUAS	VEREDA	SAN JUAN DE REMOLINO
6	6.00000000	GUADUAS	VEREDA	SAN JUAN DE REMOLINO
7	6.00000000	GUADUAS	VEREDA	SAN JUAN DE REMOLINO
8	6.00000000	GUADUAS	VEREDA	SAN JUAN DE REMOLINO

Ilustración 45. Puntos Seleccionados Brillo solar

Criterio de Selección B:

Para el segundo criterio se tomó en cuenta la demanda y oferta energética en los sitios Upme actualizados, como se muestra en la ilustración 43. Inicialmente se unieron los campos de

radiación, brillo y velocidad del viento a la capa de sitios de manera que se pudieran seleccionar los puntos en donde la energía demandada fuera menor a la oferta energética lo cual permite que la implementación de un proyecto sea viable.

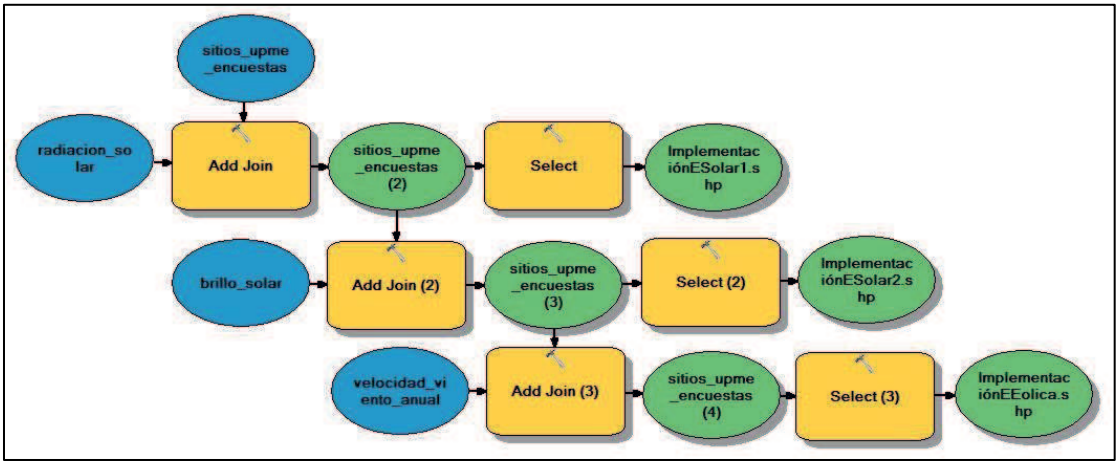


Ilustración 46. Modelo del criterio de selección B.

En la primera selección se tuvieron en cuenta los puntos donde la radiación solar (kWh/m^2) fuera mayor que el consumo de energía registrado en las encuestas realizadas cerca del sitio, comprobando así que el proyecto de energización cubra las necesidades de la población encuestada.

	IdSitios numeric	NombreSitio character varying(254)	NombreMun character varying(254)	EncuTotal numeric	Demanda numeric(10,0)	DemandaHora numeric	RadiacionSolar numeric	Unidad character varying(25)
70	25407053.0000	TAITIVA	LENGUAZAQUE	23.000000000000000	76	3.1666666666666667	5.00000000	kWh/m2
71	25407052.0000	GACHANECA	LENGUAZAQUE	15.000000000000000	26	1.0833333333333333	5.00000000	kWh/m2
72	25154017.0000	NAZARETH	CARMEN DE CARUPA	20.000000000000000	61	2.5416666666666667	5.00000000	kWh/m2
73	25779091.0000	APOSENTOS	SUSA	25.000000000000000	80	3.3333333333333333	5.00000000	kWh/m2
74	25779092.0000	NUTRIAS	SUSA	10.000000000000000	43	1.7916666666666667	5.00000000	kWh/m2
75	25513069.0000	CAPITAN	PACHO	20.000000000000000	85	3.5416666666666667	4.00000000	kWh/m2
76	25513068.0000	EL CABRERO	PACHO	16.000000000000000	49	2.0416666666666667	4.00000000	kWh/m2
77	25394046.0000	EL HATO	LA PALMA	14.000000000000000	59	2.4583333333333333	4.00000000	kWh/m2
78	25394047.0000	ENFADOSA	LA PALMA	14.000000000000000	78	3.2500000000000000	4.00000000	kWh/m2
79	25823118.0000	MAMERCHA	TOPAIPI	9.000000000000000	25	1.0416666666666667	4.00000000	kWh/m2
80	25394048.0000	TAUCURI	LA PALMA	11.000000000000000	36	1.5000000000000000	4.00000000	kWh/m2
81	25885107.0000	VARA DE CAUCHO	YACOPI	21.000000000000000	0	0.0000000000000000000	4.00000000	kWh/m2

Ilustración 47. Puntos seleccionados de radiación solar vs demanda de energía.

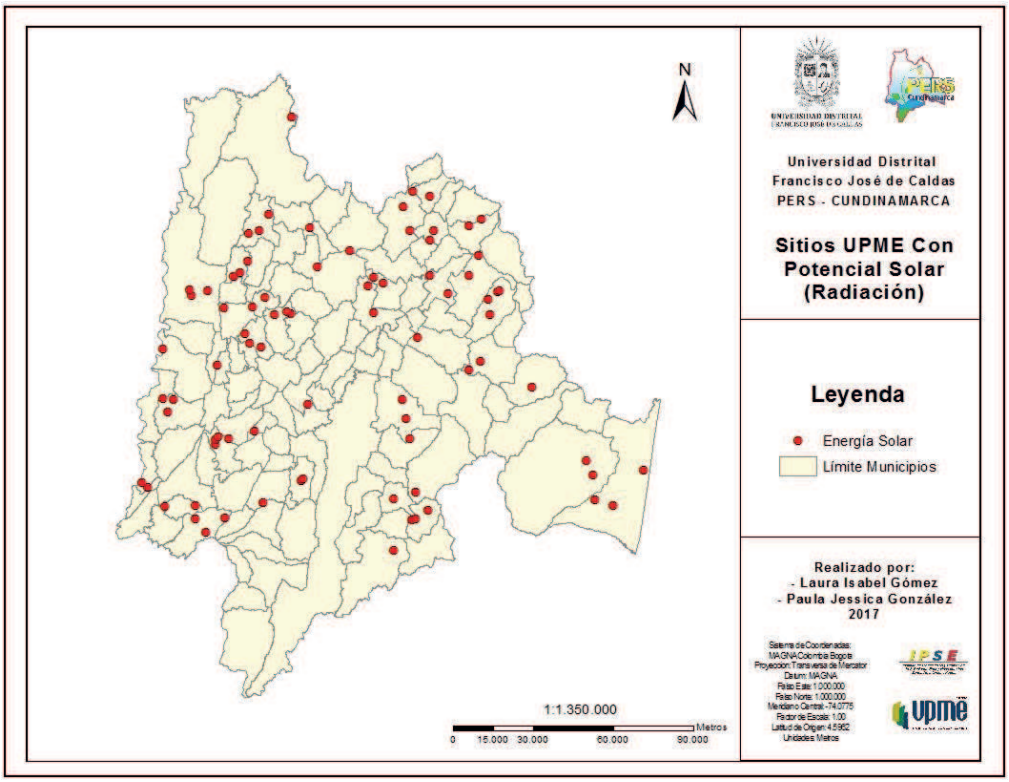


Ilustración 48. Punto de implementación de energía solar teniendo en cuenta la demanda de energía y la radiación solar.

Teniendo en cuenta que la radiación solar es un promedio anual partiendo de datos mensuales, un criterio más rígido se planteó tomando únicamente las horas de brillo solar al día con las que cuenta el área de Cundinamarca por lo cual los puntos en los que se podría establecer un centro de abastecimiento de energía solar disminuyó en gran medida:

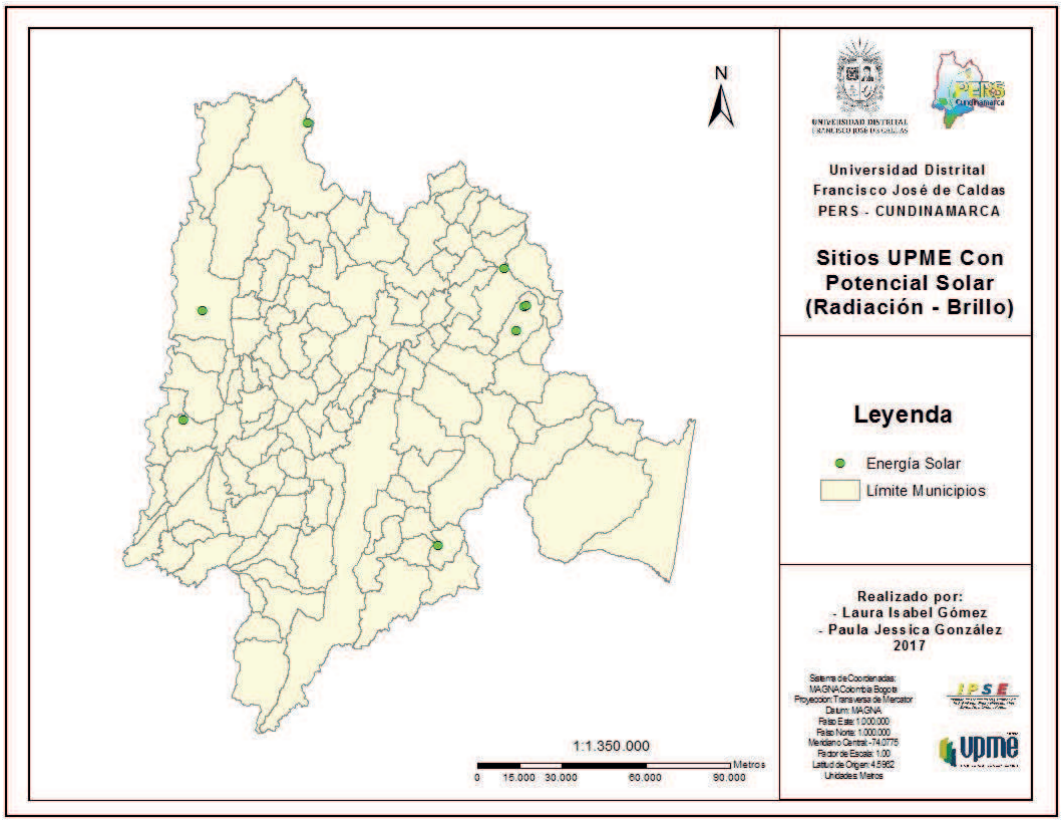


Ilustración 49. Puntos de implementación de energía solar teniendo en cuenta la demanda de energía, el brillo y la radicación solar.

	IdSitios numeric	NombreSitio character varying(254)	NombreMun character varying(254)	EncuTotal numeric	RadBrillo numeric	Demanda numeric(10,0)
1	25594081.0000	PUENTE QUETAME	QUETAME	2.000000000000000	16.0000000000000000	6
2	25580076.0000	PARAMON	PULI	3.000000000000000	24.0000000000000000	13
3	25426055.0000	SAN ISIDRO BAJO	MACHETA	12.000000000000000	25.0000000000000000	7
4	25426054.0000	RESGUARDO ALTO	MACHETA	3.000000000000000	25.0000000000000000	6
5	25426115.0000	SAN BERNABE	MACHETA	2.000000000000000	25.0000000000000000	9
6	25183021.0000	GUANGUITA	CHOCONTA	12.000000000000000	25.0000000000000000	14
7	25320113.0000	SANTA ROSA	GUADUAS	4.000000000000000	24.0000000000000000	17
8	25885107.0000	VARA DE CAUCHO	YACOPI	21.000000000000000	20.0000000000000000	0

Ilustración 50. Puntos seleccionados con demanda de energía, brillo y radiación solar.

Para los proyectos de energía eólica se tuvo en cuenta que la energía producida por la velocidad del viento en el sitio UPME no fuera menor al total de la demanda registrada en las encuestas cercanas al sitio, para ello fue necesario calcular la potencia eléctrica que es una transferencia de energía por unidad de tiempo y suele medirse en vatios (W), la ecuación utilizada fue (Asociación danesa de la industria eólica, 2003a):

$$P = \frac{1}{2}\rho v^3 \pi r^2$$

Dónde:

P: Potencia en Vatios (W)

ρ: Densidad del aire seco = 1,225 Kg/m^3

v: Velocidad del viento (m/s)

r: radio del rotor (m), como ejemplo se tomó igual a un metro.

Esta potencia nominal indica que producirá ciertos kilovatios-hora (kWh) de energía por hora de funcionamiento, pero como los aerogeneradores estarán girando aproximadamente durante el 75 por ciento de las horas de año se tomó como ejemplo 18 horas por día (Asociación danesa de la industria eólica, 2003b). De manera que la energía producida en kWh por las horas de funcionamiento al día estaría dada por:

$$E = \frac{1}{2}(\,1{,}225)v^3\pi(0{,}001)(18)$$

Con el criterio anterior se encontraron 4 puntos de implementación:

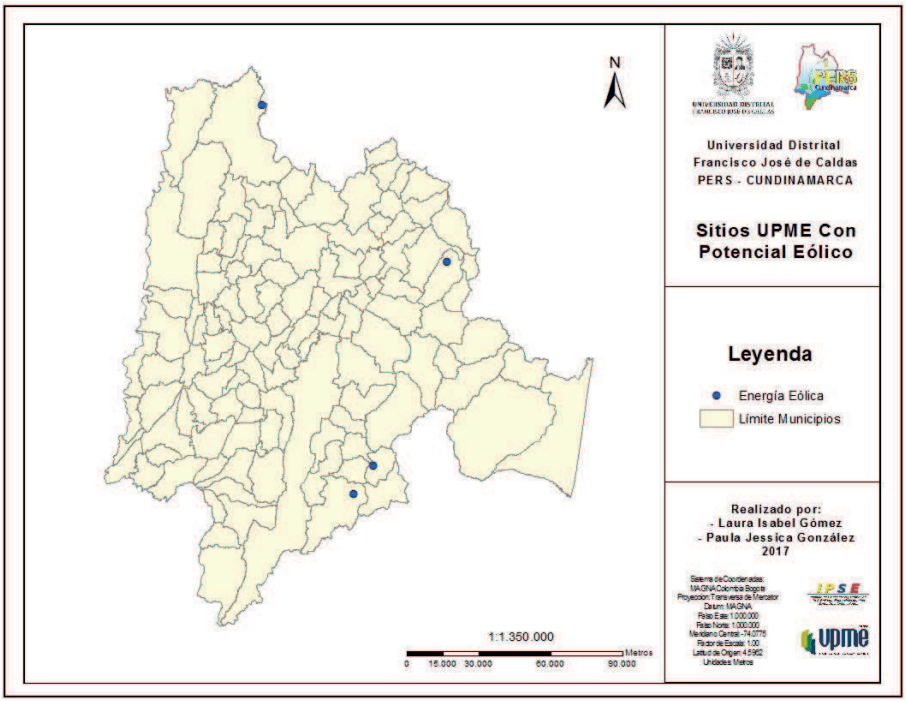


Ilustración 51. Puntos de implementación de energía eólica teniendo en cuenta la demanda de energía.

	IdSitios numeric	NombreSitio character varying(254)	NombreMun character varying(254)	EncuTotal numeric	VelocidadViento numeric	PotenciaVientoW double precision	PotenciaVientoKWdia double precision	Demanda numeric(10,0)
1	25339038.0000	CERINZA	GUTIERREZ	8.000000000000000	8.00000000	985.203456165759	17.7336622109837	17
2	25594081.0000	PUENTE QUETAME	QUETAME	2.000000000000000	8.00000000	985.203456165759	17.7336622109837	6
3	25426054.0000	RESGUARDO ALTO	MACHETA	3.000000000000000	6.00000000	415.63270806993	7.48138874525873	6
4	25685107.0000	VARA DE CAUCHO	YACOPI	21.00000000000000	2.00000000	15.39380400259	0.27708847204662	0

Ilustración 52. Puntos seleccionados energía eólica

Como selección final se sugieren 8 puntos de implementación de los cuales 3 tienen recursos de tipo eólico y solar, vale la pena aclarar que los proyectos de energización se deben realizar en un área y no en un punto por lo que las veredas donde estén los puntos seleccionados serán las áreas de alto potencial energético.

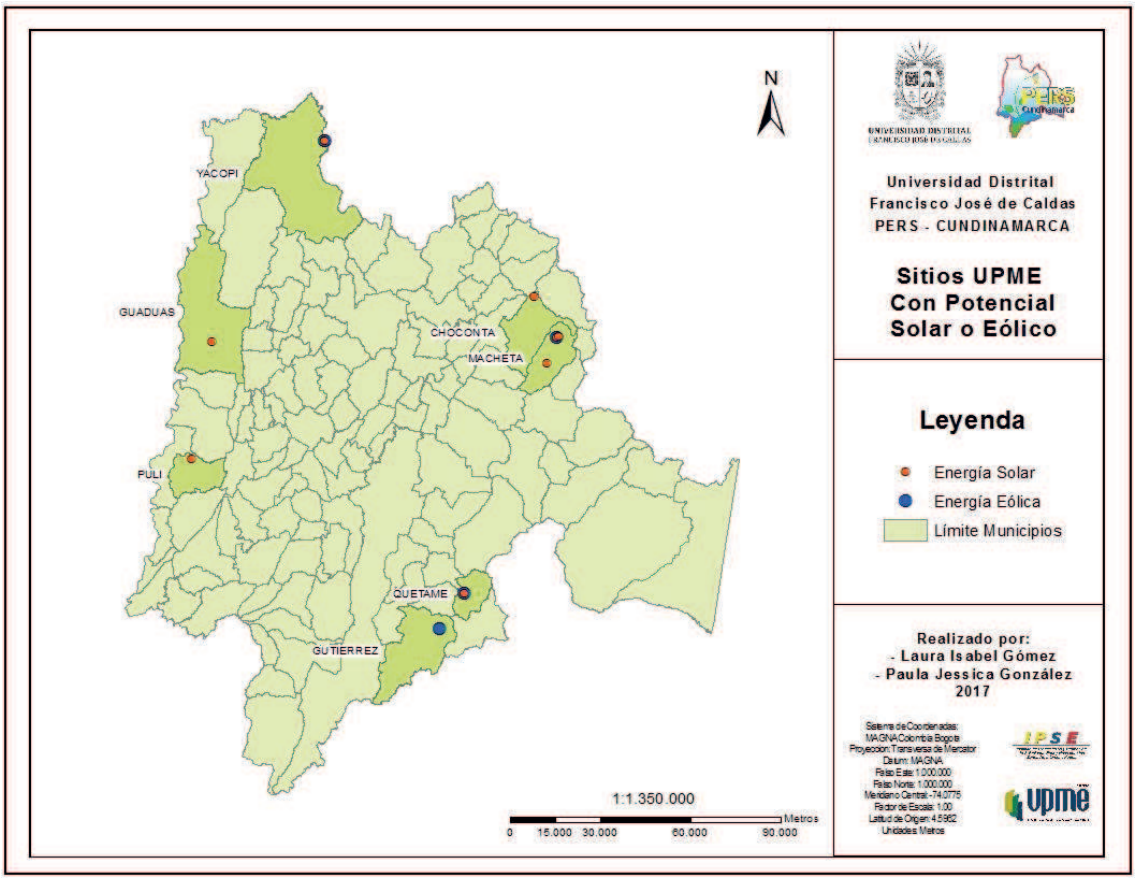


Ilustración 53. Puntos definitivos de implementación.

Los puntos de prefactibilidad de proyectos PERS planteados mediante el análisis espacial cumplen con el criterio de selección por fuentes renovables y buscan mejorar el nivel de vida de la población, las condiciones económicas y sociales de la vereda a la que pertenezca ya que bajo

este criterio la demanda de energía de la vereda es menor a la capacidad que puede producir la energía seleccionada. Algunas de las características de la localización de las veredas que contienen los puntos de alto potencial energético son:

Punto 1 – Vereda Cerinza.

La vereda Cerinza ubicada en el municipio Gutiérrez se encuentra a 2100 msnm aproximadamente y cuenta con un alto potencial eólico para la generación de energía, ya que la velocidad promedio del viento es de 8 m/s y la potencia en kWh por las horas de funcionamiento al día es de 17,733662 es posible cubrir las necesidades energéticas de los habitantes de esta vereda.

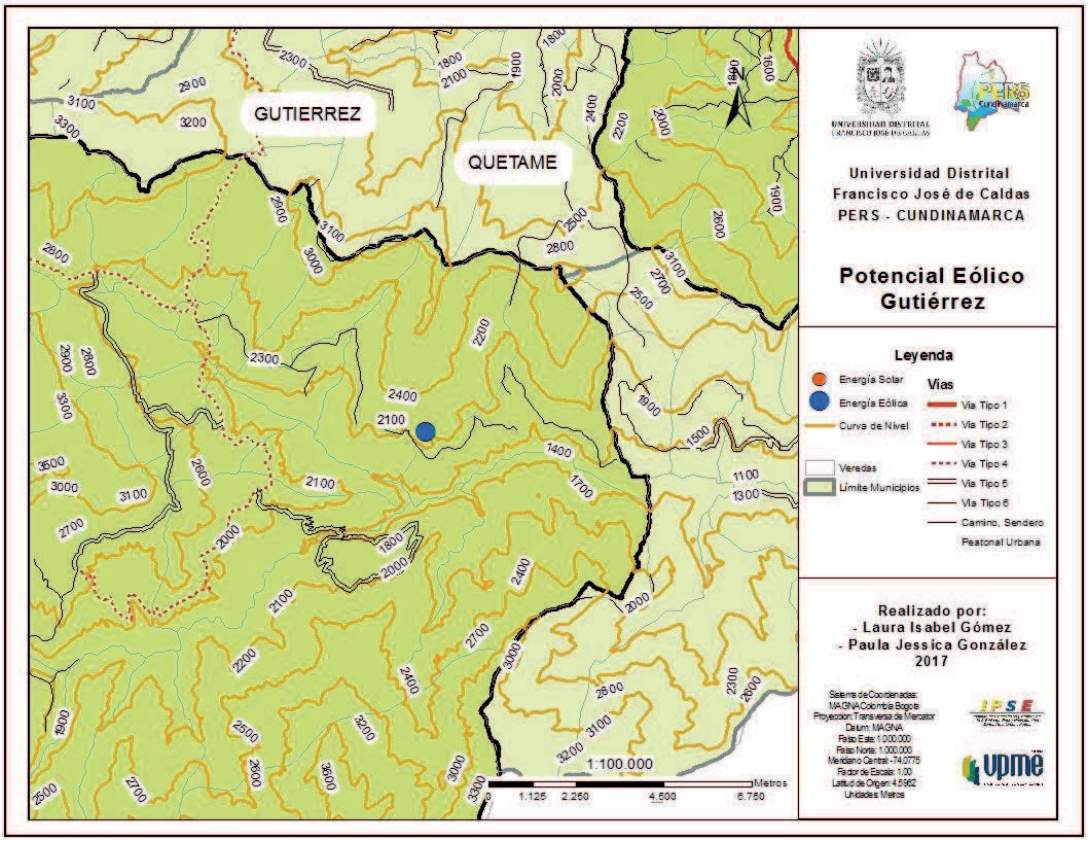


Ilustración 54. Punto de prefactibilidad No. 1 - Vereda Cerinza, Gutiérrez.

Punto 2 – Vereda Guanguita

La vereda Guanguita ubicada en el municipio Chocontá se encuentra a 3000 msnm aproximadamente y cuenta con un alto potencial solar para la generación de energía, ya que la radiación solar obtenida en un día es de 25 kWh/día es posible cubrir las necesidades energéticas de sus habitantes.

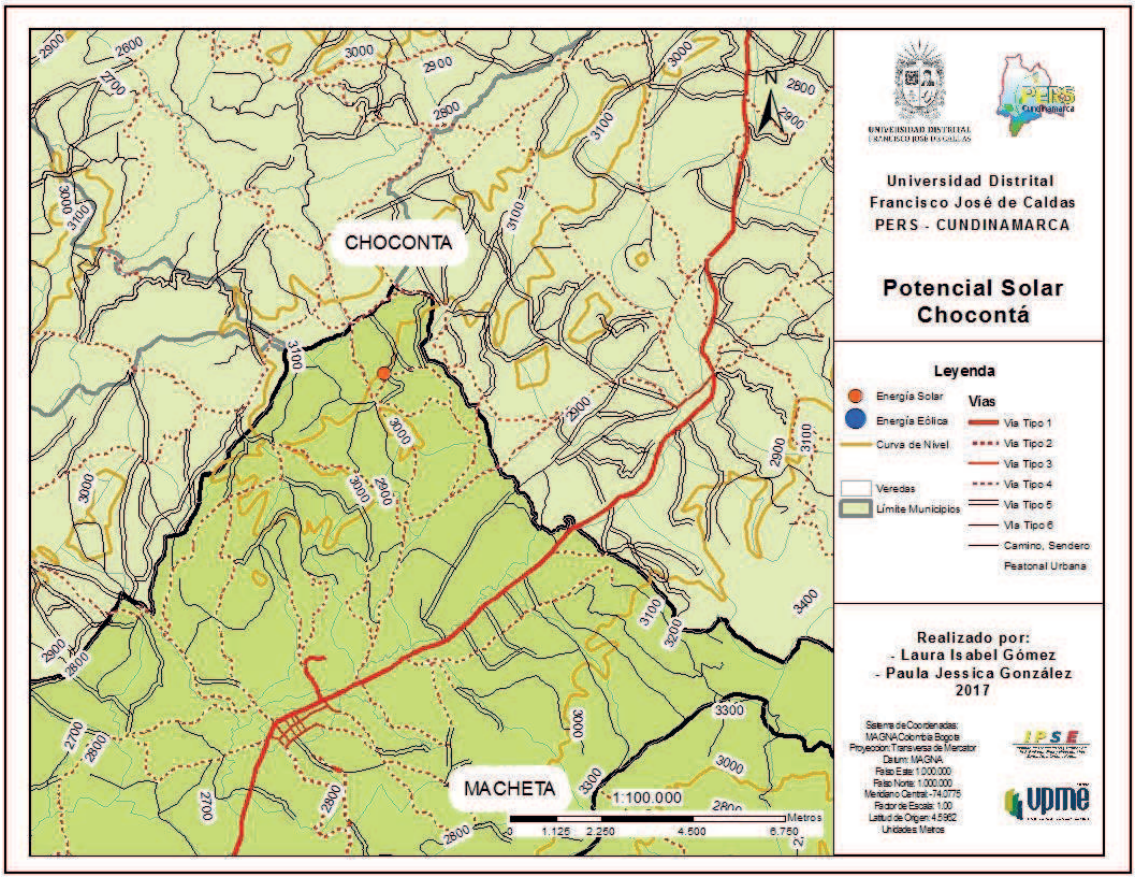


Ilustración 55. Punto de prefactibilidad No. 2 - Vereda Guanguita, Chocontá.

Punto 3 – Vereda Santa Rosa

La vereda Santa Rosa ubicada en el municipio Guaduas se encuentra a 1300 msnm aproximadamente y cuenta con un alto potencial solar para la generación de energía, ya que la radiación solar obtenida en un día es de 24 kWh/día es posible cubrir las necesidades energéticas de los habitantes de esta vereda.

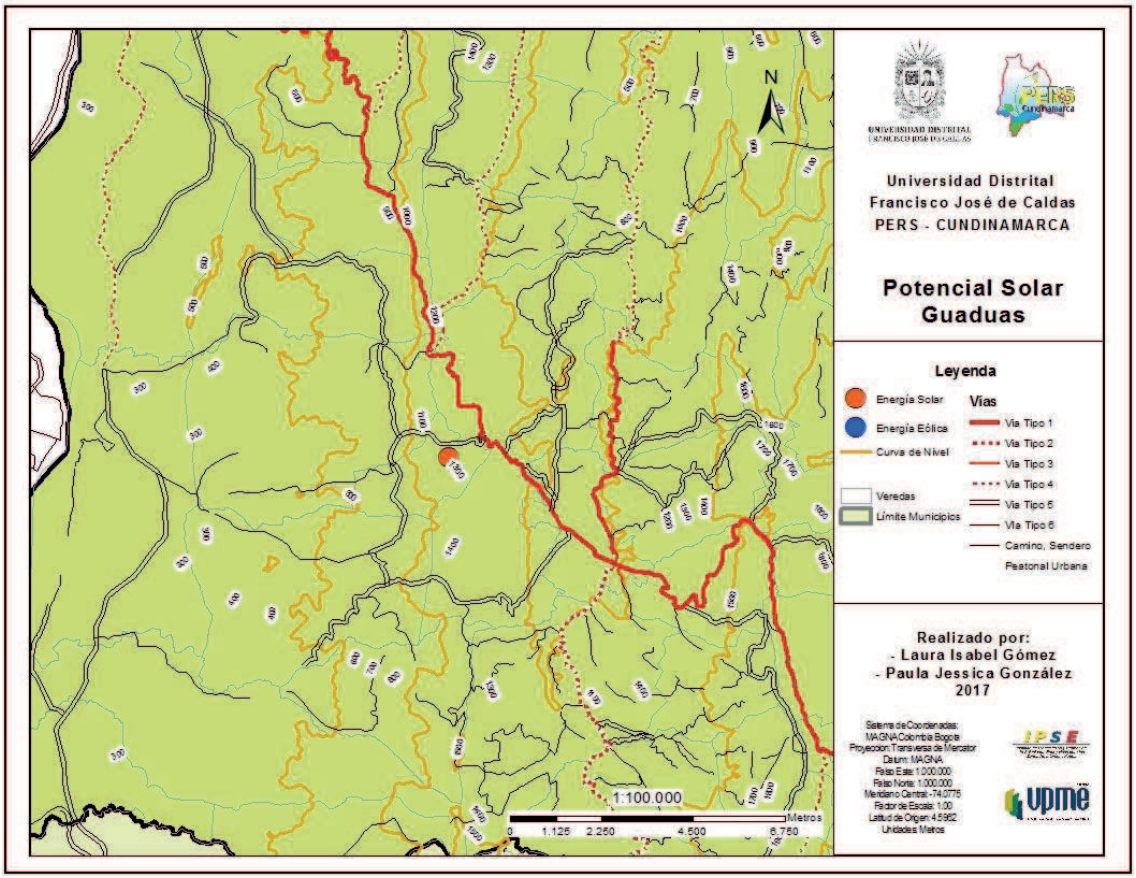


Ilustración 56. Punto de prefactibilidad No. 3 - Vereda Santa Rosa, Guaduas.

Punto 4 – Vereda Paramon

La vereda Paramon ubicada en el municipio Pulí se encuentra a 1500 msnm aproximadamente y cuenta con un alto potencial solar para la generación de energía, ya que la radiación solar obtenida en un día es de 24 kWh/día es posible cubrir las necesidades energéticas en esa vereda.

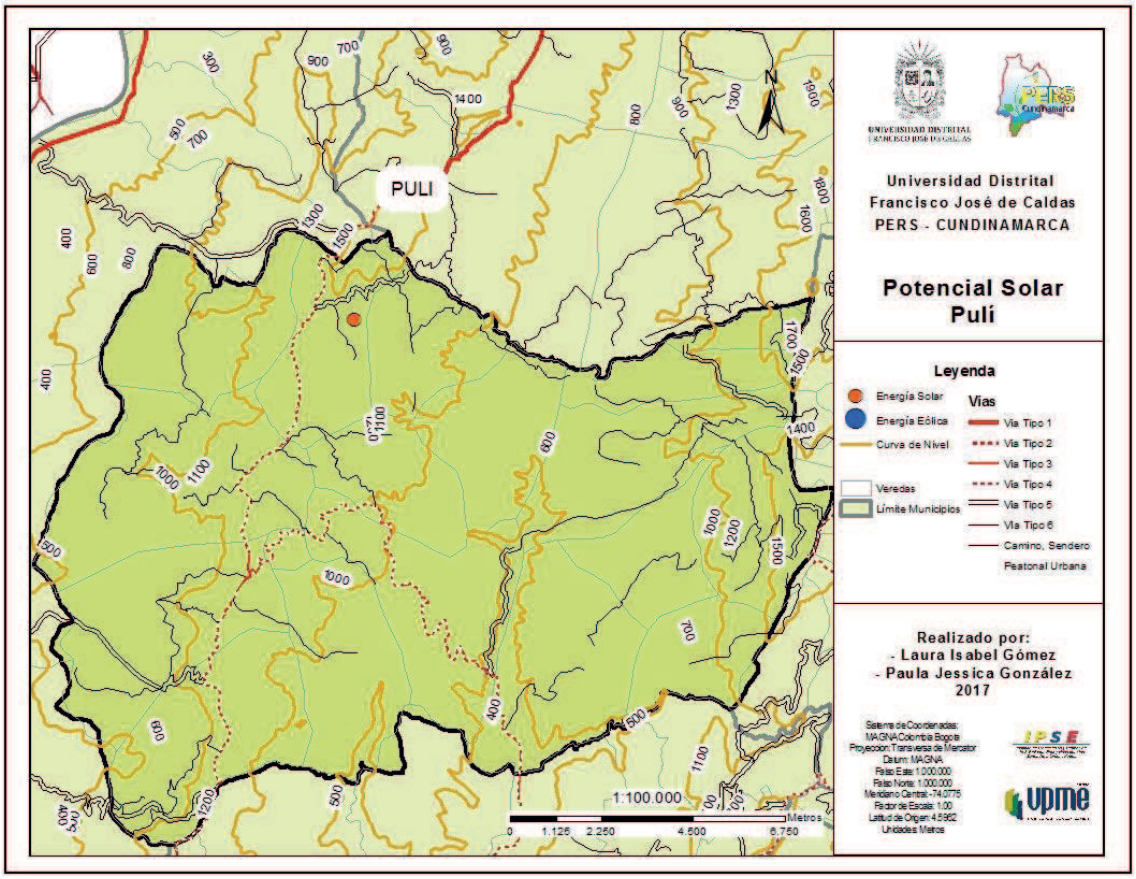


Ilustración 57. Punto de prefactibilidad No. 4 - Vereda Paramon, Pulí.

Punto 5 – Vereda San isidro bajo y Resguardo alto

Las veredas San Isidro Bajo y Resguardo Alto ubicadas en el municipio Machetá se encuentran a unos 2400 msnm y cuentan con un alto potencial solar para la generación de energía, ya que la radiación solar obtenida en un día es de 25 kWh/día es posible cubrir las necesidades energéticas en esa vereda, además la vereda Resguardo Alto cuenta también con un alto potencial eólico para la generación de energía, ya que la velocidad promedio del viento es de 6 m/s y la potencia en kWh por las horas de funcionamiento al día es de 7,481389.

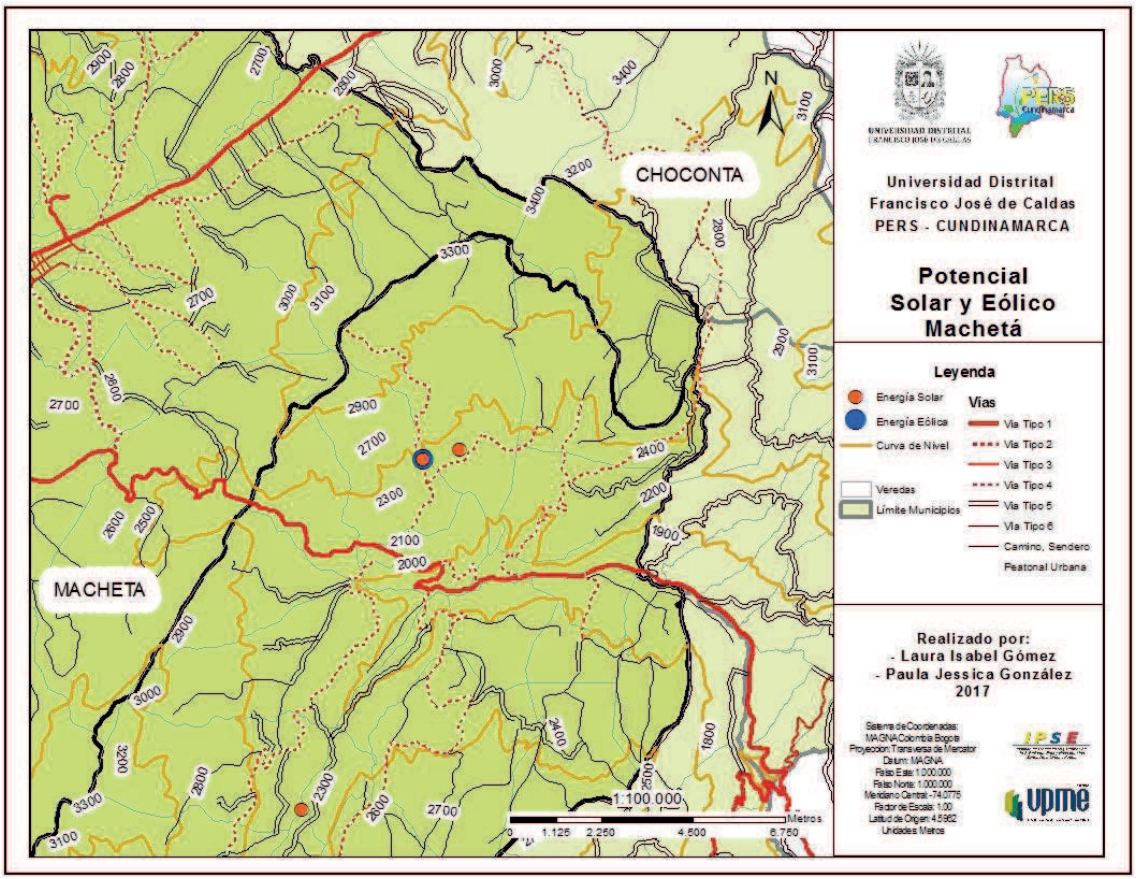


Ilustración 58. Punto de prefactibilidad No. 5 - Veredas San Isidro Bajo y Resguardo alto, Machetá.

Punto 6 – Vereda Puente Quetame

La vereda Puente Quetame ubicada en el municipio Quetame se encuentra a unos 1500 msnm y cuenta con un alto potencial solar para la generación de energía, ya que la radiación solar obtenida en un día es de 16 kWh/día es posible cubrir las necesidades energéticas en esa vereda, además cuenta también con un alto potencial eólico para la generación de energía, ya que la velocidad promedio del viento es de 8 m/s y la potencia en kWh por las horas de funcionamiento al día es de 17,733662.

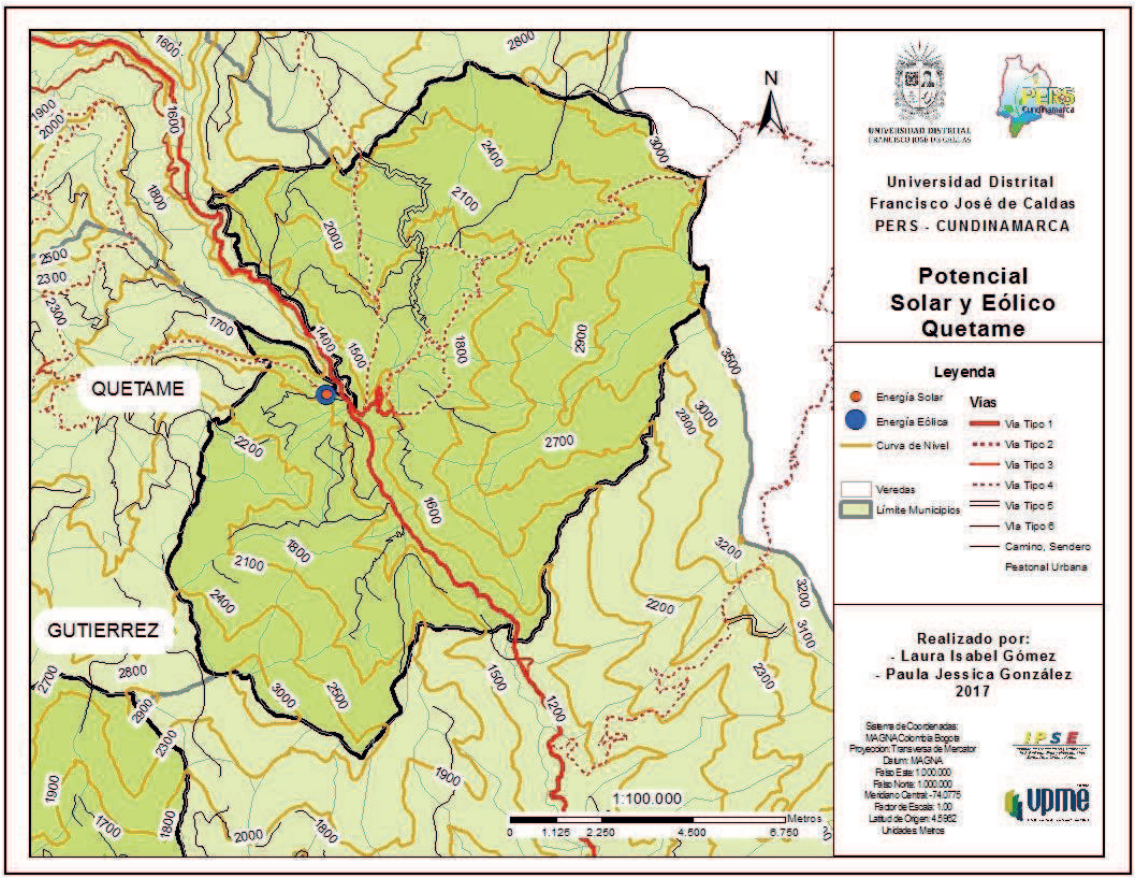


Ilustración 59. Punto de prefactibilidad No. 6 - Vereda Puente Quetame, Quetame.

Punto 7 – Vereda vara de caucho

La vereda Vara De Caucho ubicada en el municipio Yacopí se encuentra a unos 1200 msnm y cuenta con un alto potencial solar para la generación de energía, ya que la radiación solar obtenida en un día es de 20 kWh/día es posible cubrir las necesidades energéticas en esa vereda, a pesar de que con el análisis espacial parece contar también con un alto potencial eólico para la generación de energía, la velocidad promedio del viento en este sitio es muy baja, de 2 m/s y la potencia en kWh por las horas de funcionamiento al día es de 0,277088, este resultado es debido a que la demanda registra cero ya que no hay energía eléctrica en este lugar lo cual hace este punto un sitio con una alta necesidad de implementación de algún proyecto de energización.

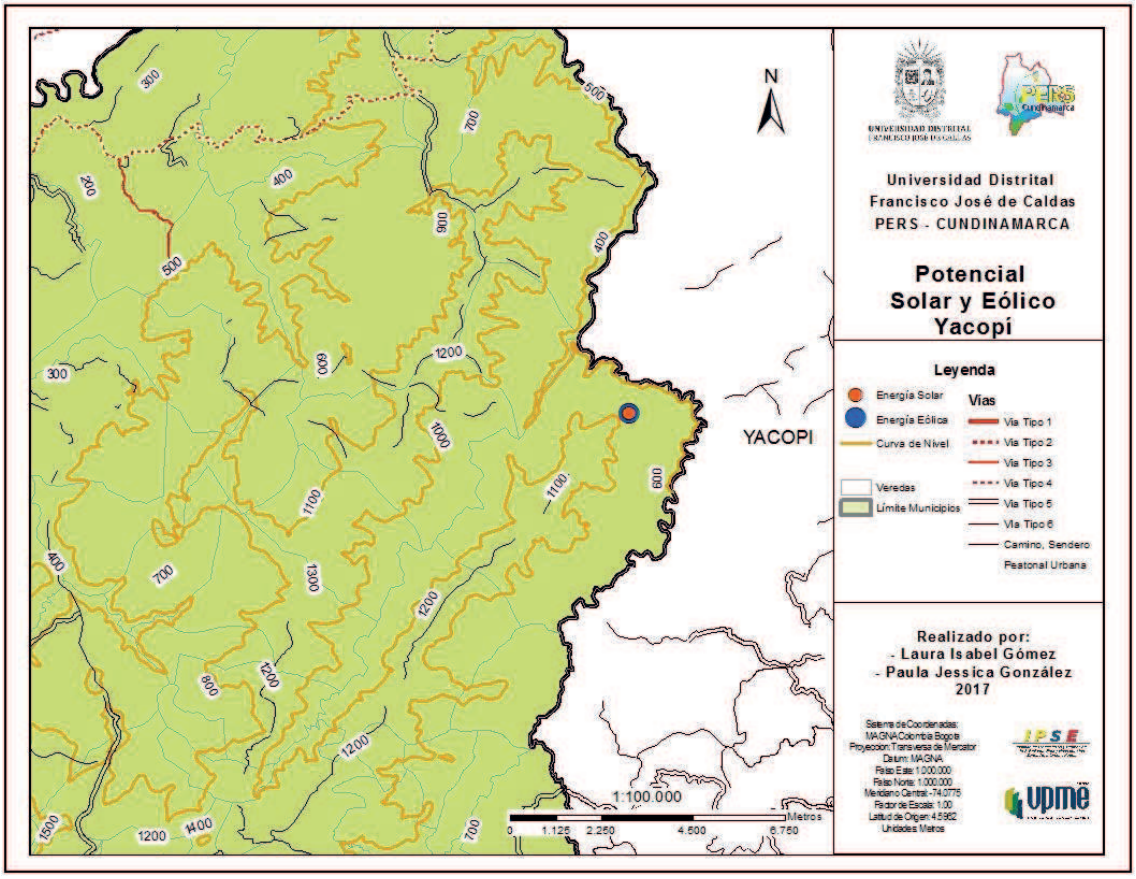


Ilustración 60. Punto de prefactibilidad No. 7 - Vereda Vara de caucho, Yacopí.

Por medio del visor geográfico se hará público el análisis realizado exponiendo la información cartográfica básica y temática utilizada.

18. Análisis de Resultados

Inicialmente por medio de la cartografía se dio soporte a la metodología para el levantamiento de información primaria con la creación y/o representación de las rutas establecidas, luego con la organización y posterior selección de componentes espaciales relevantes fue posible cumplir el principal objetivo del presente proyecto de grado, el cual era generar los niveles de información donde fuera posible visualizar la ubicación de las encuestas y las características de las mismas, este primer objetivo sirvió como insumo en la creación del sistema de información geográfica donde se encuentra la demanda de energía en las veredas encuestadas, la caracterización de oferta energética del departamento y la cartografía básica sobre la cual se ubica la información temática anterior.

Se abarco la dimensión ambiental y social de los PERS ya que por medio de la información suministrada por la UPME se pudo analizar los consumos de energía, los ingresos de las familias y la capacidad de oferta energética en cada vereda, a continuación se muestra la demanda de energía eléctrica en las veredas donde se realizaron las encuestas:

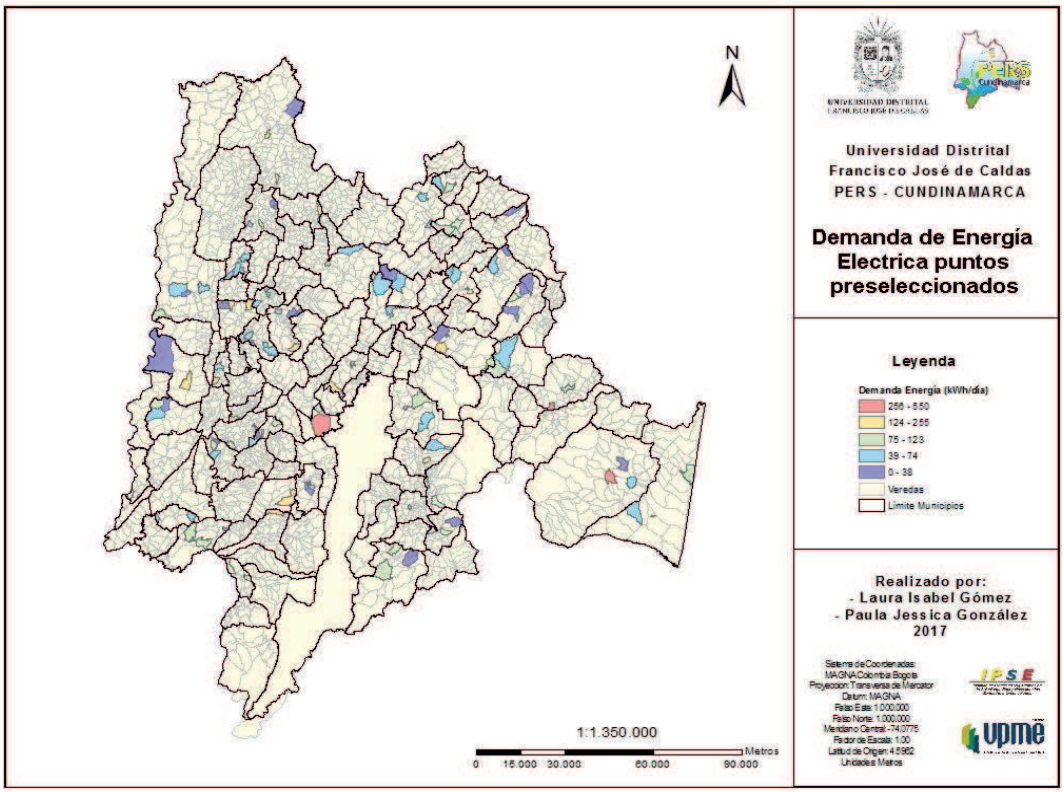


Ilustración 61. Demanda de energía eléctrica en los puntos de prefactibilidad de proyectos PERS

Para cumplir el segundo objetivo del presente proyecto de grado es necesario crear el sistema de información geográfica ya que las consultas que se deben realizar requieren una conexión entre las diferentes capas de información con las que se cuentan; se puede inferir que el SIG es la mejor forma de solucionar el problema ya que al georreferenciar y agrupar la información de las encuestas resulta sencillo sobreponer las capas de oferta energética y comparar la cantidad de energía que se podría generar con la que se consume actualmente por los habitantes de la vereda.

Es posible realizar múltiples consultas utilizando el sistema de información geográfica a partir de código SQL o utilizando la herramienta Model Builder de ArcGis, para un usuario común será mucho más complicado utilizar de forma adecuada el SIG al no contar con el conocimiento necesario para manejarlo, con la creación del GeoVisor PERS se logró acercar mucho más estas

herramientas a los usuarios públicos ya que desde la web es posible crear de forma sencilla y fácil consultas con cruces de capas de información.

En el proyecto PERS hay un equipo especializado para proponer los proyectos que se llevaran a cabo en las diferentes zonas del departamento, estos proyectos están hasta ahora en proceso de formulación por lo que no contamos con esta información. A continuación se presenta la descripción del primer proyecto formulado el cual no se encuentra dentro de las áreas con alto potencial energético definidas por el SIG porque la base de este proyecto es información de siete (7) escuelas sin energía eléctrica del departamento y no un análisis espacial del territorio.

PROYECTO 1.

Generación solar fotovoltaica en 7 escuelas rurales que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, en el sector oriental y occidental del departamento de Cundinamarca.

Consiste en la electrificación de siete (7) escuelas rurales con soluciones energéticas basadas en un sistema fotovoltaico de 900 Wp, junto a un sistema de monitoreo para cada una de las instituciones educativas con ausencia del servicio de energía en el departamento de Cundinamarca. Esta condición implica incomodidad térmica, iluminación deficiente, una limitación para el acceso a las tecnologías de la información y la refrigeración de alimentos tanto para los estudiantes como para los docentes. Esto puede promover la deserción escolar y dificultar los procesos de aprendizaje, con la inclusión de energía solar se pretende cubrir una necesidad básica insatisfecha, contribuyendo a la mejora de la calidad de la educación.

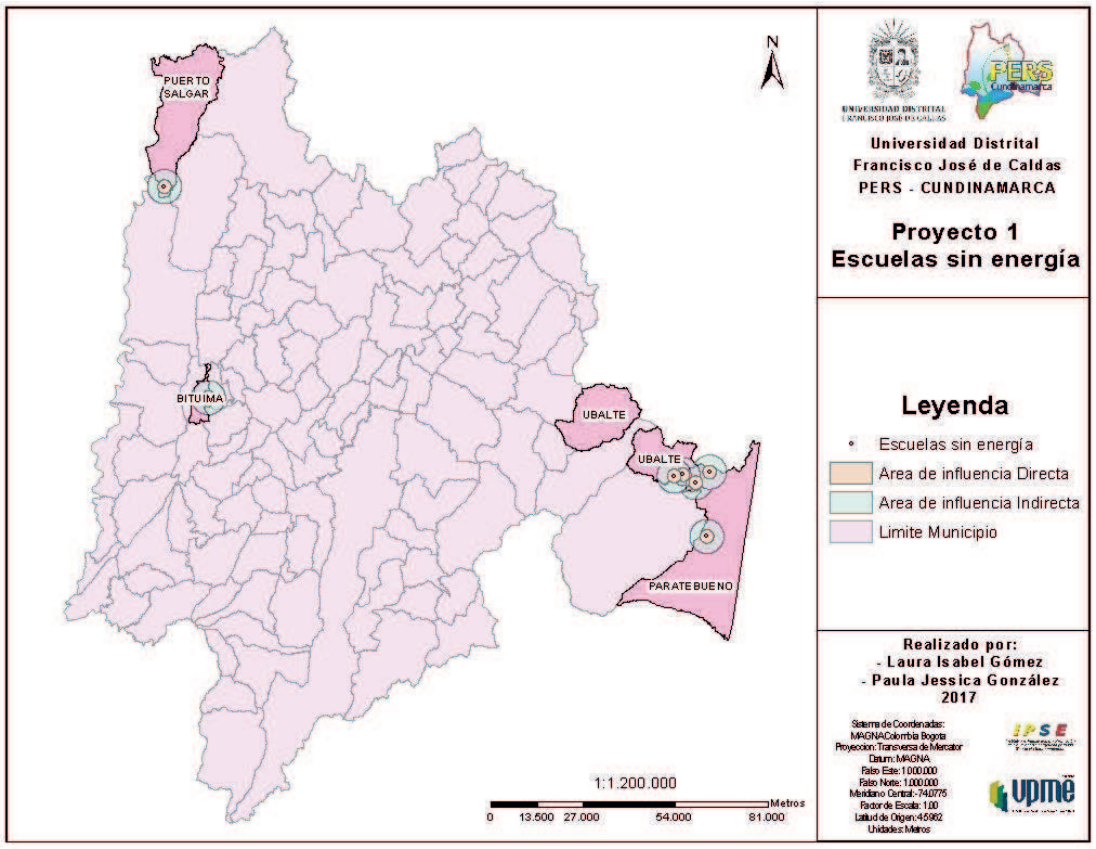


Ilustración 62. Area de influencia escuelas sin energía

Desde el SIG se generaron buffers de 5 km y 2 km que corresponden a las áreas de influencias directas e indirectas que generaría la energización de estas escuelas y la población beneficiada con el proyecto.

19. Conclusiones

Estas soluciones sustentables contribuirían a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero que son producidas por la combustión de hidrocarburos y otras fuentes de energía utilizadas actualmente.

Teniendo en cuenta varios criterios se pudo determinar zonas en donde las energías renovables serían una solución viable a las necesidades energéticas de la población ubicada

en lugares de difícil acceso que al contar con un índice de ruralidad alto no poseen la infraestructura necesaria para la interconexión con la red pública de energía eléctrica.

Tres de los puntos seleccionados poseen mayor capacidad de utilización de recursos sostenibles por lo cual tienen capacidad para desarrollar cualquiera de las dos alternativas de generación de energía presentadas en este proyecto.

Gracias al avance en las tecnologías ha sido posible la administración de datos geográficos en un tiempo menor y con mayor facilidad, de manera que a través de ellas se puedan resolver problemas de la vida real que afectan al ser humano y por medio de consultas espaciales visualizar y comprender mejor nuestro entorno para una toma de decisiones responsable.

Con ayuda de la construcción del SIG PERS es posible identificar cuáles son las zonas que carecen de interconexión al servicio de energía eléctrica y cuáles son las áreas donde existe una mayor oferta energética teniendo en cuenta la información suministrada sobre recursos solares y eólicos del departamento.

Los datos y capas suministradas por la UPME, el IGAC y la Gobernación de Cundinamarca contaban con escalas diferentes lo cual dificulto el proceso de unificación de la información para su posterior análisis, además que la información temática fue recolectada en diferentes años por lo que se presentan inconsistencias debido a que las condiciones climáticas varían en el tiempo, lo cual limita el número de variables consideradas en la preselección de los lugares para desarrollar los proyectos de energización.

La información recolectada por el equipo de Pers Cundinamarca al tener un carácter primario da lugar a errores e inconsistencias de digitación y manejo de los datos por lo cual fue necesario la unificación y depuración de la misma especialmente a la hora de tomar la

ubicación de las encuestas, se pudo corroborar que algunas mediciones estaban fuera de las veredas o municipios donde fueron realizadas por lo cual fue necesaria una corrección de algunas coordenadas teniendo en cuenta la información suministrada por el encuestado referente a ubicación.

Partiendo de información cartográfica y alfanumérica el SIG creado sirvió de apoyo en la identificación de las zonas idóneas para desarrollar proyectos de energización rural sostenible los cuales serán formulados en una etapa posterior del PERS y tendrán como objetivo incrementar la calidad de vida de las regiones más apartadas.

19. Referencias bibliografía

Amador, G. J. (2000). Análisis de los parámetros técnicos en la aplicación de los sistemas de información geográfica a la integración regional de las energías renovables en la producción descentralizada de electricidad. Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado a partir de http://dialnet.unirioja.es.bdigital.udistrital.edu.co:8080/servlet/tesis?codigo=2436

Antonio González González. (2015, septiembre 16). Cuaderno de trabajo de Tecnología de 3º ESO. Recuperado a partir de https://aprendemostecnologia.org/2015/09/16/cuaderno-de-trabajo-de-tecnologias-de-3o-eso/

Antonio Hidalgo Nuchera. (1992). Análisis prospectivo comparado del impacto del mercado único comunitario en el sector de la energía eléctrica: Los casos de España, Francia y Portugal. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

ArcGIS for Server. (s. f.). Acerca de SIG web—Documentación (10.3 y 10.3.1) | ArcGIS for Server. Recuperado 28 de julio de 2016, a partir de

http://server.arcgis.com/es/server/latest/create-web-apps/windows/about-web-gis.htm#GUID-A9860F01-FC2A-4058-8710-BD98133BB8C4

Asociación danesa de la industria eólica. (2003a, mayo 6). La potencia del viento: cubo de la velocidad del viento. Recuperado 28 de febrero de 2017, a partir de http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/enrspeed.htm

Asociación danesa de la industria eólica. (2003b, agosto 12). Definiciones de energía y de potencia. Recuperado 28 de febrero de 2017, a partir de http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/stat/unitsene.htm

Beatriz Alicia Fuquen, M. C. M. (2004). LOS SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS POTENCIALIZADO RES DE LA CALIDAD DE VIDA Y EL DESARROLLO EN COLOMBIA. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga.

By, R. A., Knippers, R. A., Sun, Y., Ellis, M. C., Kraak, M.-J., Weir, M. J. C., … Sides, E. J. (2001). Principles of Geographic Information Systems. The Netherlands.

Claudio Daniel Míguez Gómez. (2013). La eficiencia energética en el uso de la biomasa para la generación de energía eléctrica: Optimización energética y exergética. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Domínguez Bravo, F. J. (2004). La integración económica y territorial de las energías renovables y los sistemas de información geográfica (info:eu-repo/semantics/doctoralThesis). Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones, Madrid. Recuperado a partir de http://eprints.ucm.es/tesis/ghi/ucm-t26315.pdf

Gobernación de Cundinamarca. (2017, febrero). Cundinamarca Unidos podemos más. Recuperado 22 de febrero de 2017, a partir de http://www.cundinamarca.gov.co/wps/portal/Home/inicio.gob

Gobernación de Cundinamarca, Secretaria de salud de Cundinamarca. (2013). Análisis de situación de salud con el modelo de los determinantes sociales de salud - 2013.

Gómez, N. (2011). Energización de las zonas no interconectadas a partir de las energías renovables solar y eólica. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

Harmon, J. E., & Anderson, S. J. (2003). The Design and Implementation of Geographic Information Systems. New Jersey.

IGAC. (2012). Listado de servicios web geográficos IGAC. Recuperado 25 de febrero de 2017, a partir de http://www.igac.gov.co/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/Descargas

Oficina de Gestión de Proyectos de Fondos, U. (2014, julio). Planes de energización rural sostenible -PERS- La energía: un medio para el desarrollo productivo rural.

Piattini Velthuis, M., Marcos Martinez, E., & Castaño, A. de M. (2000). Diseño de Bases de Datos Relacionales. México: Alfaomega Grupo Editorial S.A.

Twenergy. (2012, febrero 1). ¿Qué es la energía eléctrica? - Twenergy. Recuperado 31 de enero de 2016, a partir de http://twenergy.com/a/que-es-la-energia-electrica-381

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2012). Cobertura Rural de Energía Eléctrica. Cundinamarca, Colombia.

UPME. (2013). Plan Indicativo de Expansión de Cobertura de Energía Eléctrica 2013-2017.

UPME. (2015). Integración de las energías renovables no convencionales en Colombia. Bogotá, Colombia.

UPME. (s. f.). Atlas de Radiación Solar de Colombia. Recuperado a partir de http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/1-atlas_radiacion_solar.pdf

ANEXOS

Diccionario de Entidades

Tabla 2. Medida de las Entidades

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Limite_Municipios	Municipios que pertenecen al departamento de Cundinamarca
Limite_Provincias	Provincias que pertenecen al departamento de Cundinamarca
veredas_2013	Veredas que pertenecen al departamento de Cundinamarca
Centros_poblados_GDB	Centros poblados del departamento de Cundinamarca
Curva_Nivel	Relieve del departamento de Cundinamarca

Curva_Nivel_mun	Tabla de paso entre curva de nivel y los municipios de Cundinamarca
Vias	Vías principales del departamento de Cundinamarca
Vias_Mun	Tabla de paso entre las vías y los municipios de Cundinamarca
Energeticos_Residenciales_Veredas	Encuestas realizadas en predios de uso residencial
Energeticos_Comerciales_Veredas	Encuestas realizadas en predios de uso comercial
Energeticos_Institucionales_Veredas	Encuestas realizadas en predios de uso institucional
Sitios_Upme_Encuestas	Encuestas Residenciales, Comerciales e institucionales agrupadas por sitios UPME.
Brillo_Solar	División del territorio por la cantidad de horas de sol al día.
Radiacion_Solar	División del territorio por cantidad de kWh/m^2 producido por el sol.
Velocidad_Viento_Anual	Velocidad del viento por determinado territorio medido en m/s.

Diccionario de Datos

Por medio del diccionario de datos se definen los atributos de cada entidad y sus características principales como son el tipo, la longitud y su nulidad:

Tabla 3. Medida de Atributos - Limite Municipios

Limite_Municipios			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
CodigoMun	Varchar (5)	No	Identificador del municipio
NombreMun	Varchar (100)	No	Nombre del municipio
Area	Numeric	No	Área del municipio en unidades de km^2
FKCodigoPro	Varchar (10)	No	Identificador de la provincia a la que pertenece el municipio

Tabla 4. Medida de Atributos - Limite Provincias

Limite_Provincias			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
CodigoPro	Varchar (10)	No	Identificador de la provincia
Nombre	Varchar (50)	No	Nombre de la provincia
Cabecera	Varchar (50)	No	Cabecera de la provincia
Area	Numeric	No	Área oficial de la provincia

Tabla 5. Medida de Atributos - Veredas 2013

veredas_2013			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION

IdVeredas	Integer	No	Identificador de la vereda
NombreVer	Varchar (50)	No	Nombre de la vereda
Area	Numeric	No	Área de la vereda
Cod_dane	Varchar (11)	No	Identificador del DANE para las veredas
Nombre_lar	Varchar (100)	No	Nombre completo de la vereda
FKCodigoMun	Varchar (5)	No	Identificador del municipio al que pertenece la vereda
NombreMun	Varchar (100)	No	Nombre del municipio al que pertenece la vereda

Tabla 6. Medida de Atributos - Centros Poblados GDB

Centros_poblados_GDB			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdCentrosPoblados	Integer	No	Identificador del centro poblado
Código_cas	Varchar (12)	No	Codigo identificador
Tipo_centr	Varchar (4)	No	Tipo de centro poblado
Nombre	Varchar (100)	No	Nombre del centro poblado
Área	Numeric	No	Área del centro poblado
FKCodigoMun	Varchar	No	Identificador del municipio al que pertenece el centro poblado

Tabla 7. Medida de Atributos - Curva Nivel

Curva_Nivel			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdCurvaNivel	Numeric	No	Identificador de las curvas de nivel
AlturaSobreNivelMar	Numeric	No	Altura sobre el nivel del mar que representa la curva
TipoCurva	Long	No	Tipo de curva de nivel

Tabla 8. Medida de Atributos - Curva Nivel - Municipio

Curva_Nivel_Mun			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdCurvaNivelMun	Varchar	No	Identificador de las curvas de nivel por municipio
FKIdCurvaNivel	Numeric	No	Identificador de las curvas de nivel
FKCodigoMun	Varchar	No	Identificador del municipio

Tabla 9. Medida de Atributos - Vias

Vias			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdVias	Integer	No	Identificador de las vías
TipoVia	Numeric	Si	Tipo de vía

EstadoSuperficie	Varchar (54)	Si	Estado de la superficie de las vías
NumeroCarriles	Varchar (54)	Si	Número de carriles
Accesibilidad	Varchar (54)	Si	Accesibilidad a la vía
NombreGeografico	Varchar (54)	Si	Nombre de la Vía

Tabla 10. Medida de Atributos - Vias - Municipio

Vias_Mun			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdViasMun	Varchar (5)	No	Identificador de las vías por municipio
FKIdVias	Integer	No	Identificador de las vías
FKCodigoMun	Varchar	No	Identificador del municipio

Tabla 11. Medida de Atributos - Energéticos Residenciales

Energeticos_Residenciales_Veredas			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdEnergeticosResidenciales	Numeric	No	Identificador de las encuestas residenciales realizadas
FKIdVeredas	Integer	No	Identificador de la vereda en la que está la encuesta
fecha	Date	No	Fecha promedio de la realización de encuestas
CodigoDep	Numeric	No	Identificador del departamento
Departamento	Varchar (254)	No	Nombre del departamento
CodigoPro	Numeric	No	Identificador de la provincia
Provincia	Varchar (55)	No	Nombre de la provincia donde fue realizada la encuesta
CodigoMun	Numeric	No	Identificador del municipio
Municipio	Varchar (254)	No	Nombre del municipio donde fue realizada la encuesta
x	Numeric	No	Coordenada geográfica (Longitud) de la vivienda donde se realizó la encuesta
y	Numeric	No	Coordenada geográfica (Latitud) del predio donde se realizó la encuesta
z	Numeric	No	Coordenada geográfica (Altura) del predio donde se realizó la encuesta

CoorExacta	Varchar	No	Las coordenadas tomadas correctamente en campo reciben un valor de 1 y las corregidas en oficina reciben un valor de 2
UbicacionVivienda	Varchar (55)	No	Localización de la encuesta, puede ser cabecera, corregimiento, caserío, inspección, centro poblado o vereda
NombreUbicacionVivienda	Varchar (55)	Si	Nombre de la Localización de la encuesta
NivelIngresos	Varchar (55)	Si	Nivel de ingresos divididos en los siguientes rangos: - N/A - Hasta 100000 - Entre 100001 y 150000 - Entre 150001 y 200000 - Entre 200001 y 250000 - Entre 250001 y 500000 - Entre 500001 y 750000 - Entre 750001 y 1000000 - Entre 1000001 y 1500000 - Entre 1500001 y 2000000 - Entre 2000001 y 3000000 - Entre 3000001 y 5000000 - Más de 5000000
FuentePrincipalIluminacion	Varchar (55)	Si	Fuente de iluminación puede ser: - Energía eléctrica - Lámpara gas - Lámpara kerosene - Lámpara gasolina - Velas - Pilas

AccesoServicioEnergiaElectrica	Varchar (55)	Si	Acceso al servicio de energía eléctrica puede ser: - No utiliza EE - Sí red pública - Sí planta Municipal - Sí planta propia - Si planta compartida
CombustibleUsadoCoccion	Varchar (55)	Si	Combustible principal usado para cocinar puede ser: - Gas propano - Energía Eléctrica - Carbón - Leña comprada - Leña autopropiada - Otro - N/A
NumPersonas	Numeric	Si	Número de personas que habitan la vivienda
DiaIlluminacion	Numeric	Si	Consumo de energía para fuentes de iluminación en kWh
DiaRefrigeracion	Numeric	Si	Consumo energía para conservar los alimentos en kWh
DiaAmbiente	Numeric	Si	Consumo de energía para adecuación de ambiente en kWh
DiaCalentamientoAgua	Numeric	Si	Consumo de energía para calentamiento de agua en kWh
DiaAparatos	Numeric	Si	Consumo de energía para utilización de aparatos eléctricos y electrónicos en kWh
DiaEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en kWh/Día
MesEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en kWh/Mes
MesMcalEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en Mcal/Mes
MesMcalLena	Numeric	Si	Consumo total de leña en Mcal/Mes
MesMcalGLP	Numeric	Si	Consumo total de GLP en Mcal/Mes
MesMcalCarbon	Numeric	Si	Consumo total de Carbón en Mcal/Mes

MesMcalHidrocarburos	Numeric	Si	Consumo total de gasolina y ACPM en Mcal/Mes
MesMcalCoccion	Numeric	Si	Consumo total de energía para la cocción de alimentos en Mcal/Mes
DiaLicuadora	Numeric	Si	Consumo básico de Licuadora en kWh
DiaRadio	Numeric	Si	Consumo básico de Radio en kWh
DiaTelevisor	Numeric	Si	Consumo básico de Televisor en kWh
DiaSubsistencia	Numeric	Si	Consumo básico total para subsistencia en kWh

Tabla 12. Medida de Atributos - Energéticos Comerciales

Energeticos_Comerciales_Veredas			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdEnergeticosComerciales	Numeric	No	Identificador de las encuestas comerciales realizadas
FKIdVeredas	Integer	No	Identificador de vereda a la que pertenece la encuesta
Fecha	Date	No	Fecha promedio de la realización de encuestas
CodigoDep	Numeric	No	Identificador del departamento
Departamento	Varchar (55)	No	Nombre del departamento
CodigoPro	Varchar	No	Identificador de la provincia
Provincia	Varchar (55)	No	Nombre de la provincia donde fue realizada la encuesta
CodigoMun	Varchar	No	Identificador del municipio
Municipio	Varchar (55)	No	Nombre del municipio donde fue realizada la encuesta
x	Numeric	No	Coordenada geográfica (Longitud) de la vivienda donde se realizó la encuesta
y	Numeric	No	Coordenada geográfica (Latitud) del predio donde se realizó la encuesta
z	Numeric	No	Coordenada geográfica (Altura) del predio donde se realizó la encuesta
CoorExacta	Varchar (55)	No	Las coordenadas tomadas correctamente en campo reciben un valor de 1 y las corregidas en oficina reciben un valor de 2
UbicacionEmpresa	Varchar (55)	Si	Localización de la encuesta, puede ser cabecera, corregimiento,

			caserío, inspección, centro poblado o vereda
NombreUbicacionEmpresa	Varchar (55)	Si	Nombre de la Localización de la encuesta
TipoEmpresa	Varchar (55)	Si	Tipo de empresa puede ser: - Hotel - Ventas - Comida
AccesoServicioEnergiaElectrica	Varchar (55)	Si	Acceso al servicio de energía eléctrica puede ser: - No utiliza EE - Sí red pública - Sí planta Municipal - Sí planta propia - Si planta compartida
NumPersonas	Numeric	Si	Número de personas que habitan la vivienda
DiaIlluminacion	Numeric	Si	Consumo de energía para fuentes de iluminación en kWh
DiaRefrigeracion	Numeric	Si	Consumo energía para conservar los alimentos en kWh
DiaAmbiente	Numeric	Si	Consumo de energía para adecuación de ambiente en kWh
DiaCalentamientoAgua	Numeric	Si	Consumo de energía para calentamiento de agua en kWh
DiaAparatos	Numeric	Si	Consumo de energía para utilización de aparatos eléctricos y electrónicos en kWh
DiaEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en kWh/Día
MesEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en kWh/Mes
MesMcalEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en Mcal/Mes
MesMcalLena	Numeric	Si	Consumo total de leña en Mcal/Mes
MesMcalGLP	Numeric	Si	Consumo total de GLP en Mcal/Mes
MesMcalCarbon	Numeric	Si	Consumo total de Carbón en Mcal/Mes
MesMcalHidrocarburos	Numeric	Si	Consumo total de gasolina y ACPM en Mcal/Mes
MesMcalCoccion	Numeric	Si	Consumo total de energía para la cocción de alimentos en Mcal/Mes
DiaLicuadora	Numeric	Si	Consumo básico de Licuadora en kWh
DiaRadio	Numeric	Si	Consumo básico de Radio en kWh
DiaTelevisor	Numeric	Si	Consumo básico de Televisor en kWh
DiaSubsistencia	Numeric	Si	Consumo básico total para subsistencia en kWh

Tabla 13. Medida de Atributos - Energéticos Institucionales

Energeticos_Institucionales_Veredas			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdEnergeticosInstitucionales	Numeric	No	Identificador de las encuestas institucionales realizadas
Fecha	Date	No	Fecha promedio de la realización de encuestas
CodigoDep	Numeric	No	Identificador del departamento
Departamento	Varchar (55)	No	Nombre del departamento
CodigoPro	Varchar	No	Identificador de la provincia
Provincia	Varchar (55)	No	Nombre de la provincia donde fue realizada la encuesta
CodigoMun	Varchar	No	Identificador del municipio
Municipio	Varchar (55)	No	Nombre del municipio donde fue realizada la encuesta
x	Numeric	No	Coordenada geográfica (Longitud) de la vivienda donde se realizó la encuesta
y	Numeric	No	Coordenada geográfica (Latitud) del predio donde se realizó la encuesta
z	Numeric	No	Coordenada geográfica (Altura) del predio donde se realizó la encuesta
CoorExacta	Varchar (55)	No	Las coordenadas tomadas correctamente en campo reciben un valor de 1 y las corregidas en oficina reciben un valor de 2
UbicacionInstitucion	Varchar (55)	No	Localización de la encuesta, puede ser cabecera, corregimiento, caserío, inspección, centro poblado o vereda
NombreUbicacionInstitucion	Varchar (55)	No	Nombre de la Localización de la encuesta
TipoInstitucion	Varchar (55)	No	Tipo de institución puede ser: - Industrial Trapiche - Educativa - Salud - Oficial dependencias p - Otro
AccesoServicioEnergiaElectrica	Varchar (55)	No	Acceso al servicio de energía eléctrica puede ser: - No utiliza EE - Sí red pública - Sí planta Municipal - Sí planta propia - Si planta compartida
NumPersonas	Numeric	Si	Número de personas que habitan la vivienda

DiaIluminacion	Numeric	Si	Consumo de energía para fuentes de iluminación en kWh
DiaRefrigeracion	Numeric	Si	Consumo energía para conservar los alimentos en kWh
DiaAmbiente	Numeric	Si	Consumo de energía para adecuación de ambiente en kWh
DiaCalentamientoAgua	Numeric	Si	Consumo de energía para calentamiento de agua en kWh
DiaAparatos	Numeric	Si	Consumo de energía para utilización de aparatos eléctricos y electrónicos en kWh
DiaEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en kWh/Día
MesEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en kWh/Mes
MesMcalEnergiaTotal	Numeric	Si	Consumo total de energía en Mcal/Mes
MesMcalLena	Numeric	Si	Consumo total de leña en Mcal/Mes
MesMcalGLP	Numeric	Si	Consumo total de GLP en Mcal/Mes
MesMcalCarbon	Numeric	Si	Consumo total de Carbón en Mcal/Mes
MesMcalHidrocarburos	Numeric	Si	Consumo total de gasolina y ACPM en Mcal/Mes
MesMcalCoccion	Numeric	Si	Consumo total de energía para la cocción de alimentos en Mcal/Mes
DiaLicuadora	Numeric	Si	Consumo básico de Licuadora en kWh
DiaRadio	Numeric	Si	Consumo básico de Radio en kWh
DiaTelevisor	Numeric	Si	Consumo básico de Televisor en kWh
DiaSubsistencia	Numeric	Si	Consumo básico total para subsistencia en kWh
FKIdVeredas	Integer	No	Identificador de la vereda en la que se encuentra la encuesta

Tabla 14. Medida de Atributos - Sitios UPME Encuestas

Sitios_Upme_Encuestas			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdSitios	Numeric	No	Identificador de los sitios donde se combina el departamento, municipio e identificador de sitio
FKIdVelocidadVientoAnual	Numeric	No	Identificador de la velocidad del viento anual en la zona
NombreSitio	Varchar (55)	No	Nombre por el cual popularmente se conoce el sitio
Provincia	Varchar (55)	No	Provincia a la que pertenece el sitio
CodigoMun	Numeric	No	Identificador del municipio
NombreMun	Varchar (55)	No	Nombre del departamento al que pertenece el sitio

CodigoDep	Numeric	No	Código del departamento
Longitud	Numeric	No	Coordenada longitud
Latitud	Numeric	No	Coordenada latitud
Altura	Numeric	No	Coordenada altura
EncuTotal	Numeric	No	Suma de las encuestas realizadas en el sitio
EnResidencial	Numeric	No	Numero de encuestas residenciales realizadas
EnComercial	Numeric	No	Numero de encuestas comerciales realizadas
EnInstitucional	Numeric	No	Numero de encuestas institucionales realizadas
FKIdVeredas	Integer	No	Identificador de la vereda
FKIdradiacionSolar	Numeric	No	Identificador de Radiacion Solar
FKIdBrilloSolar	Numeric	No	Identificador de brillo solar
CodigoPro	Varchar	No	Identificador de provincia
Demanda	Numeric	No	Cantidad de energía que consumen los habitantes del sitio.

Tabla 15. Medida de Atributos - Brillo Solar

Brillo_Solar			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdBrilloSolar	Integer	No	Identificador de las áreas con igual brillo solar en Cundinamarca
BrilloSolar	Numeric	No	Valor de horas de brillo solar
UnidadBrilloSolar	Varchar (5)	No	Unidades en que se midió la variable. Horas por día
Area	Numeric	No	Área con igual número de horas de brillo solar al día

Tabla 16. Medida de Atributos - Radiación Solar

Radiacion_Solar			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdradiacionSolar	Integer	No	Identificador de las áreas con igual radiación solar en Cundinamarca
Unidad	Varchar	No	Unidad de los datos sobre radiación solar
RadiacionSolar	Numeric	No	Valor de radiación solar
Area	Numeric	No	Área con igual número de horas de brillo solar al día

Tabla 17. Medida de Atributos - Velocidad Viento Anual

Velocidad_Viento_Anual			
NOMBRE	ESTRUCTURA	OPCIONAL	DESCRIPCION
IdVelocidadVientoAnual	Integer	No	Identificador de las áreas con velocidad del viento en Cundinamarca

VelocidadViento	Numeric	No	Valor de velocidad del viento anual
UnidadVelocidad	Varchar (5)	No	Unidades en que se midió la variable. Metros por segundo
Area	Numeric	No	Área en la que se presenta la misma velocidad del viento anual

Proyecto PERS

FICHA TECNICA PROYECTO 1.
NOMBRE DEL PROYECTO: Implementación de sistemas de generación solar fotovoltaica en 7 escuelas rurales que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, en el sector oriental y occidental del departamento de Cundinamarca.
NOMBRE DE LA VEREDA: La garita, INPS. El engaño, las lajas, Buena vista, San Antonio, Gazajujo, Santa teresita – San pedro de Jagua.
QUIEN EJECUTA EL PROYECTO: Secretaria de integración regional y secretaria de educación
NUMERO DE BENEFICIADOS POR CENTRO POBLADO: 95 Estudiantes.
CAPACIDAD A INSTALAR EN kW: 6,3 kW
COBERTURA O POBLACIÓN OBJETIVO: La zona donde se encuentran ubicadas cada una de las 7 escuelas rurales del departamento de Cundinamarca que no cuentan con energía eléctrica, las cuales se localizan en los municipios de: Bituima, Paratebueno, Puerto Salgar y Ubalá.
DESCRIPCION DEL PROYECTO: Consiste en la electrificación de siete (7) escuelas rurales con soluciones energéticas basadas en un sistema fotovoltaico de 900 Wp, junto a un sistema de monitoreo para cada una de las instituciones educativas con ausencia del servicio de energía en el departamento de Cundinamarca. Esta condición implica incomodidad térmica, iluminación deficiente, una limitación para el acceso a las tecnologías de la información y la refrigeración de alimentos tanto para los estudiantes como para los docentes. Esto puede promover la deserción escolar y dificultar los procesos de aprendizaje, con la inclusión de energía solar se pretende cubrir una necesidad básica insatisfecha, contribuyendo a la mejora de la calidad de la educación.
SECTOR DEL PROYECTO: Energía

SUBSECTOR DEL PROYECTO: Rural
TIPO DEL PROYECTO: Energético
ESTADO DEL PROYECTO: En Revisión
FASE DEL PROYECTO: Prefactibilidad.
FUENTE ENERGÉTICA DEL PROYECTO: Solar.
FUENTE DE FINANCIACIÓN DEL PROYECTO: FAZNI.
VALOR ESTIMADO PROYECTO: $ 244.862.631
VALOR SOLICITADO A FINANCIAR: $ 244.862.631