

CÁLCULO DE DEMANDA EN ZONAS ELÉCTRICAMENTE NO INTERCONECTADAS

**ANDRÉS MAURICIO ACOSTA CONTRERAS
EDWIN JAVIER MARTINEZ VILLABONA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2015

**CÁLCULO DE DEMANDA EN ZONAS ELÉCTRICAMENTE NO
INTERCONECTADAS**

**ANDRÉS MAURICIO ACOSTA CONTRERAS
EDWIN JAVIER MARTINEZ VILLABONA**

Proyecto de investigación para optar al título de Ingeniero Electricista

**Director:
GERARDO LATORRE BAYONA
Ingeniero Electricista, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA**

2015

DEDICATORIA

A Dios quien me guio por el buen camino, y me acompañó en los todos los momentos.

A mi familia: Mis padres Solmarina y Antonio, de quienes siempre tendré el apoyo, amor, consejos, entrega y fortaleza para apoyarme para el cumplimiento de mis sueños y metas.

A mi hermano Sergio, quien siempre me ha acompañado en todo momento brindándome su apoyo e incondicionalidad para lograr las metas propuestas.

A mis amigos César, David, Diego, Edwin, Erick, Hency, Henry, Jaime, Jhon Edicson, Leydy, Magaly, Wilmar, Wilson y a todos por los momentos vividos, buenos y malos, quienes me prestaron su tiempo y apoyo para superar los distintos obstáculos que se presentaron a lo largo de este camino.

Les quiero dedicar este momento de éxito y alegría.

Andrés Mauricio Acosta Contreras

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradecemos a Dios y a todos nuestros familiares, quienes siempre nos dieron su apoyo incondicional.

A la Universidad Industrial de Santander, por brindarnos los espacios y las herramientas para nuestra formación profesional y personal, en particular a la E³T.

Un agradecimiento especial al Profesor Gerardo Latorre Bayona, por la oportunidad de realizar este trabajo, su apoyo, consejos, acompañamiento, valiosa colaboración, guía del desarrollo del trabajo y ser parte importante de nuestro crecimiento profesional.

Al ingeniero Gilberto Caballero, por su colaboración y consejos para la realización del trabajo.

A la alcaldesa del municipio de La Belleza, Doctora Letty Azucena Rojas Téllez, a su hermana Sandra, y al señor Henry Téllez, por la colaboración prestada para la logística de la visita a campo.

Al señor Obed Suaterna Mateus, a su hermana Patricia y a todos los habitantes de las veredas Los Valles y La Tipa, por su valiosa colaboración para la realización y culminación de este trabajo de grado.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	16
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
2. JUSTIFICACIÓN.....	19
3. OBJETIVOS	20
3.1 OBJETIVO GENERAL	20
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4. ETAPAS DEL PROYECTO.....	21
4.1 ETAPAS DEL PROYECTO.....	21
4.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	21
4.3 DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	22
4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	22
5. MARCO TEORICO.	23
6. SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN.	30
6.1 SITUACIÓN ACTUAL.	31
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	36
7.1 RESULTADOS SEGÚN NORMATIVA Y DOCUMENTOS EXISTENTES.	36
7.1.1 Demanda energética poblacional según la CREG	36
7.1.2 Demanda Energética según la ESSA:.....	37
7.1.3 Demanda espacial aplicando metodología estadística	37
7.1.4 Proyección de demanda.	40
7.2 EXPECTATIVAS DE DEMANDA ENERGÉTICA DE LAS POBLACIONES DE MUESTRA.....	42
7.2.1 Expectativas de demanda: Vereda La Tipa.....	42

7.2.2 Expectativas de demanda: Vereda Los Valles.	45
8. CONCLUSIONES.....	50
9. RECOMENDACIONES.....	51
CITAS.....	52
BIBLIOGRAFIA.....	54
ANEXOS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas del proyecto.....	21
Figura 2. Ubicación geográfica de las ZNI.....	23
Figura 3. Mapa división política de Santander.....	31
Figura 4. Usuarios Vereda Los Valles	32
Figura 5. Mapa división política del municipio de La Belleza.....	33
Figura 6. Curva proyección de demanda, vereda Los Valles.	41
Figura 7. Curva proyección de demanda, vereda La Tipa.	41
Figura 8. Expectativa vs. Proyección ESSA	44
Figura 9. Porcentaje de demanda cubierto según proyección de la ESSA.....	45
Figura 10. Expectativa de consumo usuarios Los Valles	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Número de localidades ZNI por departamento.	24
Tabla 2.	Factor de capacidad y horas de servicio.	25
Tabla 3.	Factores de carga para las ZNI	25
Tabla 4.	Número de horas de servicio según capacidad en kW por usuario	26
Tabla 5.	Aforos de carga.	26
Tabla 6.	Cálculo y diseño de sistemas de distribución de la electrificadora de Santander S.A ESP	27
Tabla 7.	Resultados proyección de demanda para las veredas de estudio.....	40
Tabla 8.	Demanda total esperada por la población de La Tipa	43
Tabla 9.	Demanda energética vereda Los Valles	46
Tabla 10.	Expectativas de consumo, usuarios Los Valles.	47
Tabla 11.	Contraste de las metodologías propuestas.....	49

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS EJERCICIO DE ENCUESTA	55
---	----

RESUMEN

TÍTULO: *CÁLCULO DE DEMANDA EN ZONAS ELÉCTRICAMENTE NO INTERCONECTADAS**

AUTOR: ANDRÉS MAURICIO ACOSTA CONTRERAS
EDWIN JAVIER MARTÍNEZ VILLABONA **

PALABRAS CLAVES:

Capacidad, demanda, encuesta, normatividad, zona no interconectada.

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo recopila la metodología existente en Colombia respecto al cálculo de demanda en Zonas No Interconectadas. Entre la información recopilada, se encuentran documentadas las metodologías establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), por la Electrificadora de Santander S.A. (ESSA), publicaciones y tesis de grado que tienen como finalidad calcular de manera eficiente el valor de demanda energética.

En la etapa de selección de la población de muestra, se escoge una zona que se encuentra sin el servicio de energía eléctrica en el departamento de Santander (Colombia). Se escogen las veredas La Tipa y Los Valles, ubicadas en el Municipio de La Belleza (Santander). Se realiza una visita a dichas zonas, con el fin de realizar un ejercicio de encuesta para determinar el valor de demanda esperado por los lugareños. En el caso de la vereda Los Valles, se realiza dicho ejercicio, para obtener de primera mano, la información de la calidad de energía de dicha vereda. En el caso de la vereda La Tipa, se pregunta los electrodomésticos y herramientas, que les gustaría tener si tuviesen el servicio de energía.

Con los datos obtenidos en el ejercicio de encuesta, se procede a hacer un contraste con los resultados obtenidos con las metodologías establecidas. A partir de los resultados contrastados, se hacen las respectivas conclusiones y recomendaciones, para calcular la demanda energética poblacional.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónicas y Telecomunicaciones. Director: PhD. Gerardo Latorre Bayona

ABSTRACT

TITLE: CALCULATION OF DEMAND IN AREAS NOT ELECTRICALLY INTERCONNECTED*

AUTHOR: ANDRÉS MAURICIO ACOSTA CONTRERAS
EDWIN JAVIER MARTÍNEZ VILLABONA **

KEYWORDS:

Capacity, demand, survey, regulations, not interconnected area.

DESCRIPTION:

This work collects the existing methodology in Colombia regarding the demand calculation of non-interconnected areas. Among the information gathered, there are documented procedures established by the Energy and Gas Regulation Commission (CREG) for the Electrificadora de Santander S.A (ESSA), publications and thesis that aim to efficiently calculate the value of demand of energy.

At the selection stage of the sample population, an area that is without electricity service in the department of Santander (Colombia) is chosen. The villages of La Tipa and the Valleys, located in the municipality of La Belleza (Santander) are chosen. A visit to these areas, in order to perform an exercise of inquiry to determine the value of expected demand by locals is performed. In the case of the village of Los Valles, this exercise is performed, to obtain first hand information on the quality of energy that from that path. In the case of the village of La Tipa, appliances and tools are asked, that they would like to have if they would had the power service.

With the data obtained in the course of survey, we proceed to make a contrast with the results obtained with established methodologies. Based on the assay results, the respective conclusions and recommendations are made to calculate the population energy demand.

* Degree Work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications.
Director: PhD. Gerardo Latorre Bayona

INTRODUCCIÓN

Eléctricamente el territorio colombiano se encuentra dividido en dos sectores: Las zonas interconectadas y las zonas no interconectadas; Las zonas interconectadas hacen referencia a aquellas zonas que se encuentran interconectadas al sistema interconectado nacional (SIN). Las zonas no interconectadas (ZNI) son aquellas áreas que no están interconectadas al SIN, debido a las dificultades de acceso causadas por las condiciones geográficas.

Las zonas no interconectadas equivalen aproximadamente al 52% del territorio nacional, ubicadas en las ZNI se encuentran el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Leticia en el Amazonas, Capurganá en el Chocó, Puerto Carreño en el Vichada y Mitú en el Vaupés. Actualmente, la prestación del servicio en dichas zonas, se hace mediante generación diésel, paneles solares y pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH).

Debido a las dificultades geográficas para ser interconectadas al SIN, se busca satisfacer las necesidades energéticas de los habitantes de las ZNI empleando fuentes alternativas de energía renovable, como energía solar o eólica. Para su correcto dimensionamiento, se requiere conocer la demanda eléctrica de los usuarios que serán atendidos con esos parques de generación.

En el caso del departamento de Santander, a pesar de que gran parte de su territorio cuenta con el servicio de energía eléctrica, y está interconectado eléctricamente, algunas veredas no cuentan con el servicio de energía eléctrica por ser zonas de difícil acceso o por ser zonas muy lejanas del casco urbano del respectivo municipio. Se realiza el estudio de zonas rurales del departamento, teniendo en cuenta la normativa de la Electrificadora de Santander S.A. E.S.P, para comparar con las expectativas de demanda energética de la población.

En ese marco de referencia, este trabajo está orientado hacia la documentación de la normativa existente en Colombia, para el cálculo de la demanda en ZNI; teniendo en cuenta cargas típicas para usuarios tipo residencial.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el territorio colombiano se han realizado proyectos para aumentar la cobertura del Sistema de Interconexión Nacional (SIN). En el plan de expansión de referencia, propuesto por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), se contempla la opción de reforzar el SIN; pero no aparece la integración de las poblaciones ubicadas en las ZNI. Esas zonas están divididas en 12 sectores, entre las que se cuentan: la Orinoquía, la alta Guajira y parte del litoral Pacífico.

Para las poblaciones ubicadas en las ZNI la opción está en los proyectos que contemplan el uso de fuentes alternativas. Para el correcto dimensionamiento de esos proyectos, es necesario conocer la demanda eléctrica, esta debe ser calculada atendiendo la normativa existente en Colombia. Sin embargo, esa normativa no es ampliamente conocida, y además la información existente es escasa, razón por la cual, se están desarrollando trabajos en las escuelas de Ingeniería Química [10] y de Ingeniería Industrial [11], que encuentran dificultades para la determinación de la demanda a atender.

2. JUSTIFICACIÓN

El servicio de energía eléctrica es un servicio básico para toda la población, por esta razón, es obligación del estado garantizar el servicio de fluido eléctrico para toda la población nacional. Debido a dicha situación, mediante el artículo 74.1 de la ley 142 de 1994, el gobierno nacional otorga competencia a la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para regular el servicio de energía eléctrica. Teniendo en cuenta que las Zonas No Interconectadas son aproximadamente el 52% del territorio nacional [1], se definen como no interconectadas por ser zonas de difícil acceso para lograr la interconexión. Para energizar estas zonas, se están gestionando proyectos de generación mediante fuentes de energía renovable. Pero debido al poco conocimiento del cálculo de demanda, se han encontrado dificultades para el correcto dimensionamiento de estos parques de generación. En este trabajo se realiza la documentación necesaria para calcular la demanda energética en las zonas no interconectadas, teniendo en cuenta la normativa existente, tesis de grado y publicaciones relacionadas para este fin.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Documentar la normativa que existe en Colombia para calcular, acorde a la norma y con criterios de calidad energética, la demanda eléctrica en Zonas No Interconectadas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para dar cumplimiento al objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos:

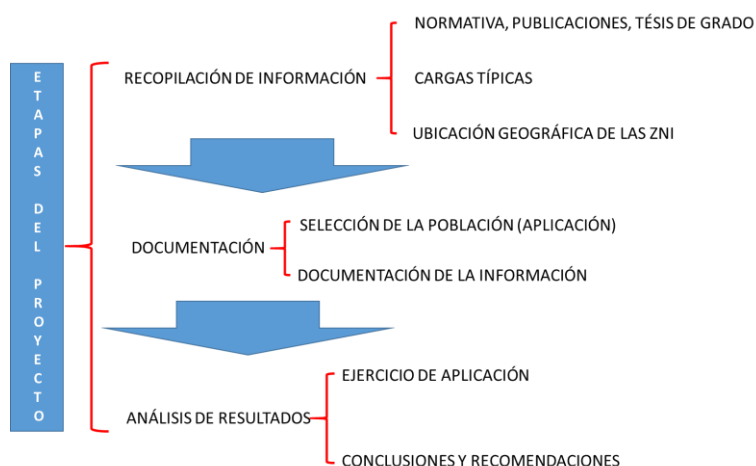
- Documentar la información recopilada para el cálculo de la demanda eléctrica en ZNI.
- Identificar cargas típicas de usuarios en ZNI, para caracterizarlas de acuerdo a la resolución CREG 004 de 2014.
- Calcular la demanda para usuarios tipo residencial, en una zona de Santander.

4. ETAPAS DEL PROYECTO

4.1 ETAPAS DEL PROYECTO

Para la realización de este trabajo, se desarrollaron tres etapas o pasos que son: Recopilación de la información, documentación y análisis de resultados. Como se muestra de manera gráfica en la figura 1.

Figura 1. Etapas del proyecto.



4.2 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la etapa de recopilación de la información, se realiza la búsqueda de la normativa existente, resoluciones CREG, tesis de grado y publicaciones relacionadas con el cálculo de la demanda en las ZNI, para posteriormente ser documentada en la etapa siguiente (documentación), con el fin de generar un documento informativo.

4.3 DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

En la etapa de documentación de la información, se procede a documentar la información relacionada con el cálculo de demanda en las ZNI. Además, se muestra la ubicación geográfica de las zonas no interconectadas en Colombia.

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la etapa de análisis, se hace el estudio de los resultados obtenidos, por cada uno de los métodos establecidos por las normas y las tesis de grado. En base a esos resultados, se hacen conclusiones y recomendaciones.

Tabla 1. Número de localidades ZNI por departamento.

Departamento	Localidades
Amazonas	61
Antioquia	43
Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	2
Bolívar	2
Caquetá	47
Casanare	3
Cauca	128
Chocó	307
Guainía	73
Guaviare	34
La Guajira	2
Meta	36
Nariño	552
Putumayo	35
Valle del Cauca	33
Vaupés	54
Vichada	36
Total	1448

Fuente: IPSE. Soluciones energéticas para ZNI [1].

Resolución 182138 de 2007 del Ministerio de Minas y Energía

Se expide el procedimiento para otorgar subsidios del sector eléctrico en las zonas no interconectadas. El artículo 6 establece que el consumo de electricidad en las ZNI para usuarios de estratos 1, 2 y 3, en localidades con menos de 300 usuarios, son objetos de subsidio, el cual será calculado con la demanda por capacidad, como aparece en la tabla 2, calculada sobre el factor de capacidad determinado, se define como la relación de la carga promedio en un intervalo de tiempo a la carga pico durante ese periodo. Indica el grado con el cual se sostiene la carga pico en el intervalo, el número de usuarios y las horas de servicio.

Tabla 2. Factor de capacidad y horas de servicio.

Número de usuarios		Horas al día de servicio	Factor capacidad	Demanda por capacidad kWh/mes – usuario
0	50	4	0,28	33,6
51	150	5	0,3	45
151	300	8	0,32	76,8

Fuente: Marco regulatorio para las zonas no interconectadas [2].

Se propone para las localidades con menos de 300 usuarios, una prestación del servicio de 4, 5 y 8 horas.

Con base en las curvas de carga diaria típicas para diferentes cabeceras y centros poblados en las ZNI, y considerando las horas de servicio propuestas anteriormente, la CREG considera los factores de carga mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Factores de carga para las ZNI

Horas de servicio	24	18	12	8	6	4
Factores de carga	0,52	0,56	0,58	0,68	0,72	0,83

Fuente: Marco regulatorio para las zonas no interconectadas [2].

Cuando las horas de prestación servicio no coincidan con las propuestas en la tabla 3, el factor de carga debe aproximarse al valor de número de horas inmediatamente mayor.

La tabla 4 se usa para el cálculo del circuito típico y se adicionan las localidades con 24 horas de prestación del servicio. Esta adición se subdivide en las localidades que tienen de 301 a 1000 usuarios y las que tienen más de 1000 usuarios. Además, se observa el tipo de localidad según el número de usuarios.

Localidad tipo 1: Centros poblados con más de 301 usuarios.

Localidad tipo 2: Centros poblados entre 151 y 300 usuarios.

Localidad tipo 3: Centros poblados que tienen entre 51 y 150 usuarios.

Localidad tipo 4: Centros poblados con menos de 50 usuarios.

Tabla 4. Número de horas de servicio según capacidad en kW por usuario

Localidad tipo	Cantidad localidades	Número de usuarios		Horas al día de servicio	Capacidad kW /usuario
4	1272	0	50	4	0,28
3		51	150	5	0,3
2	93	151	300	8	0,32
1	77	301	1000	24	0,5
		> 1001		24	0,5

Fuente: Marco regulatorio para las zonas no interconectadas [2].

Resolución CREG 004 de 2014

Establece la metodología para remunerar las actividades de generación, distribución y comercialización del servicio de energía eléctrica en las zonas no interconectadas. En el artículo 27, para realizar los aforos de carga cuando los usuarios no dispongan de medidor individual, se utilizan los valores de la tabla 3.

Tabla 5. Aforos de carga.

Aparato	Potencia (W)
Iluminación	
Bombillo	20-100
Conservación y preparación de alimentos	
Nevera	250
Licuada	200
Estufa	1200 (Por cada parrilla)
Comodidades	
Televisor	100
Equipo de Sonido	150
Grabadora	50
VHS o DVD	50
Ventilador	160
Plancha	1200

Fuente: Resolución CREG 004 de 2014 [3].

Cálculo y diseños de sistemas de distribución de la Electrificadora de Santander S. A. ESP

Establece los criterios técnicos para las instalaciones eléctricas rurales, acorde a lo dispuesto en el artículo 38.4 de la resolución 90708 del RETIE. Los valores de demanda diversificada utilizados, se ven en la tabla 4.

Tabla 6. Cálculo y diseño de sistemas de distribución de la electrificadora de Santander S.A ESP.

DEMANDA RURAL				
Usuarios	KVA/ usuario	KVA total	KVA trafo	% Carga
1	0,80	0,80	3	27%
2	0,70	1,40	3	47%
3	0,60	1,80	3	60%
4	0,60	2,40	3	80%
5	0,60	3,00	3	100%
6	0,55	3,30	5	66%
7	0,55	3,85	5	77%
8	0,55	4,40	5	88%
9	0,50	4,50	5	90%
10	0,50	5,00	5	100%
11	0,50	5,50	10	55%
12	0,50	6,00	10	60%
13	0,50	6,50	10	65%
14	0,50	7,00	10	70%
15	0,50	7,50	10	75%
16	0,50	8,00	10	80%
17	0,50	8,50	10	85%
18	0,50	9,00	10	90%
19	0,50	9,50	10	95%
20	0,50	10,00	10	100%

Fuente: ESSA. Cálculo y diseños de sistemas de distribución rural [4].

Modelo de demanda energética

En la tesis de grado: POTENCIAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON SISTEMAS HÍBRIDOS FOTOVOLTAICOEÓLICO EN ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA [8], se presenta un modelo basado en la estimación del consumo total de la zona, teniendo en cuenta el número de habitantes y el número de casas en las respectivas zonas, como lo indican los siguientes pasos:

- a. Se toman como datos de entrada el número total de habitantes y la demanda energética anual de la zona. En caso de no contar con el número exacto de habitantes, se realiza una extrapolación teniendo como dato de entrada la densidad de habitantes/km² (este es un dato estadístico), multiplicándolo por el área total de la zona.
- b. Se calcula la demanda anual por habitantes de la zona, mediante la siguiente fórmula:

$$Demanda\ anual\ por\ habitante = \frac{Demanda\ total\ anual}{Número\ total\ de\ habitantes} \left[\frac{kWh}{año * habitante} \right]$$

- c. Se define un promedio de habitantes por casa, y se obtiene la demanda por casa, por hora [w/h*casa]:

$$Demanda\ por\ casa, = Demanda\ anual\ por\ hab * promedio\ de\ habi \left[\frac{kWh}{año * casa} \right] * \left[\frac{año}{8750\ horas} \right]$$

- d. Se multiplica por 24 horas, para obtener la demanda diaria por casa, y se multiplica por el número total de casas, para obtener la demanda total.

Proyección de demanda en la población.

Cuando hay escasez de valores de datos estadísticos confiables, que permitan calcular el crecimiento de la demanda, para permitir la aplicación de criterios de extrapolación, se requiere determinar una tasa de crecimiento geométrico, teniendo en cuenta los siguientes factores [9]:

- El crecimiento demográfico.
 - El aumento por consumo para el mejoramiento de la calidad de vida.
-
- Los desarrollos industriales, comerciales, turísticos, agropecuarios entre otros previsible.
 - El represamiento del valor de la demanda debido al mal servicio prestado con anterioridad.

Normas para cálculo y diseño de sistemas de distribución ESSA

En esta norma se encuentra gráficamente y mediante fórmula matemática la aplicación del factor de diversidad para estratos 1, 2, 3 y 4. Se define como factor de diversidad la relación entre la suma de las demandas máximas individuales a la demanda máxima coincidente. Se aplica la siguiente fórmula:

$$F_{div} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-N}{6}\right)}}$$

Donde N corresponde al número de usuarios.

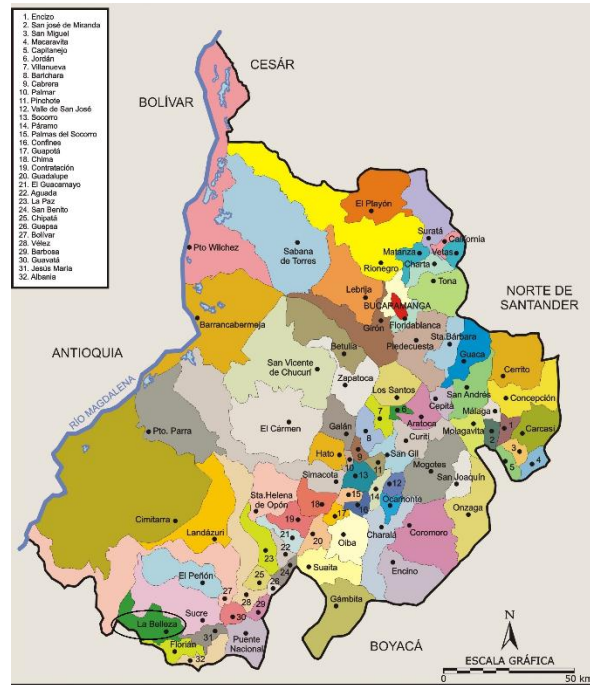
6. SELECCIÓN DE LA POBLACIÓN.

En esta etapa, se procede a seleccionar las poblaciones de muestra, para realizar el ejercicio de aplicación de la normativa documentada. Debido a que el departamento de Santander, es uno de los departamentos con mayor grado de interconexión eléctrica, no aparece dentro del mapa general de zonas no interconectadas [1]. Aun así, el departamento de Santander, dentro de sus municipios tiene veredas que aún no han sido interconectadas eléctricamente, y que son de gran interés para el gobierno y para las empresas prestadoras del servicio eléctrico.

En este momento se están realizando proyectos de expansión eléctrica para estas localidades. Dentro de este marco, se encuentran reportados 23 municipios sin cobertura total de energía, equivalentes al 26% de los municipios santandereanos [5].

Es por tal motivo, que las poblaciones seleccionadas para la realización del ejemplo de aplicación, son las veredas La Tipa y Los Valles, ubicadas en el municipio de La Belleza (Santander), que en total tiene 18 veredas. Dicho municipio se encuentra ubicado a 271 km y a 8 horas de Bucaramanga por vía terrestre, hacia el sur del departamento de Santander. La ubicación geopolítica del municipio, se puede observar en la figura 3. Estas veredas están catalogadas como zonas no interconectadas.

Figura 3. Mapa división política de Santander.



Fuente: SOGEOCOL [6]. Modificado por los autores

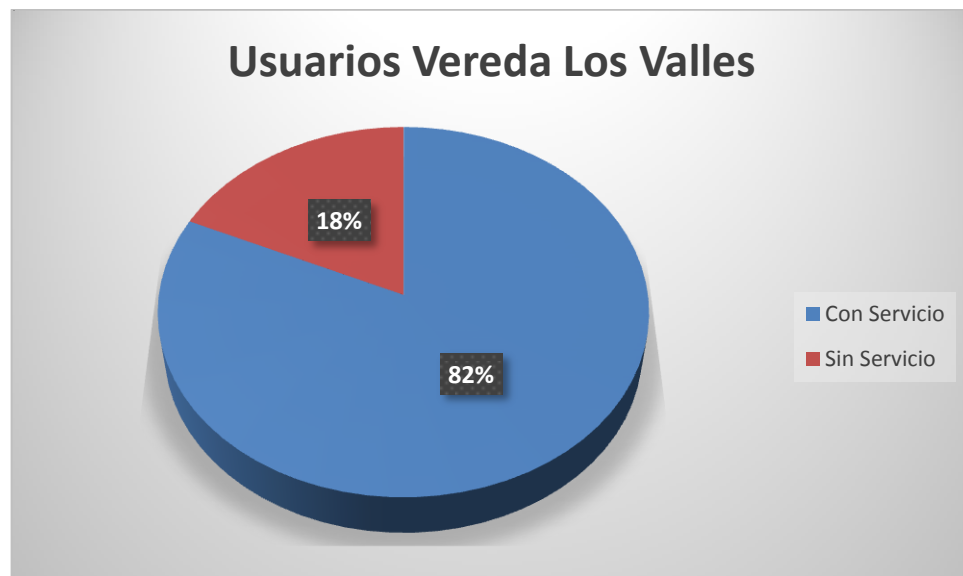
6.1 SITUACIÓN ACTUAL.

Vereda Los Valles

La vereda Los Valles, se encuentra a 3 horas por tierra del casco urbano municipal de La Belleza. Para ello, cuenta con una vía de acceso, la cual es destapada y con ruta de transporte público, partiendo desde el municipio de Barbosa (Santander). La principal actividad económica de sus habitantes es la agricultura; Entre sus cultivos, se encuentran la producción de cacao, café, plátano y yuca. Además de la ganadería tipo vacuna y porcina. Los Valles cuenta con 28 usuarios. En dicha vereda, 18 usuarios cuentan con el servicio de energía eléctrica, equivalente al 82% de los usuarios totales. La empresa que presta el servicio es la Electrificadora de Santander S. A. E. S. P. Los habitantes que tienen el servicio no están satisfechos con el servicio prestado, ya que no satisface la demanda que requieren, teniendo en cuenta que el valor de demanda calculado por la

electrificadora es de 0.8 kWh por usuario [4]. La disposición del servicio de energía eléctrica en Los Valles, se puede observar en la figura 4:

Figura 4. Usuarios Vereda Los Valles



El 18% restante, equivalente a 4 usuarios, no cuentan con el servicio de energía eléctrica debido a las condiciones geográficas de la zona y por ser lugares apartados del caserío de Los Valles. Por lo tanto, esperan que el servicio de energía, llene las expectativas de demanda energética de los mismos.

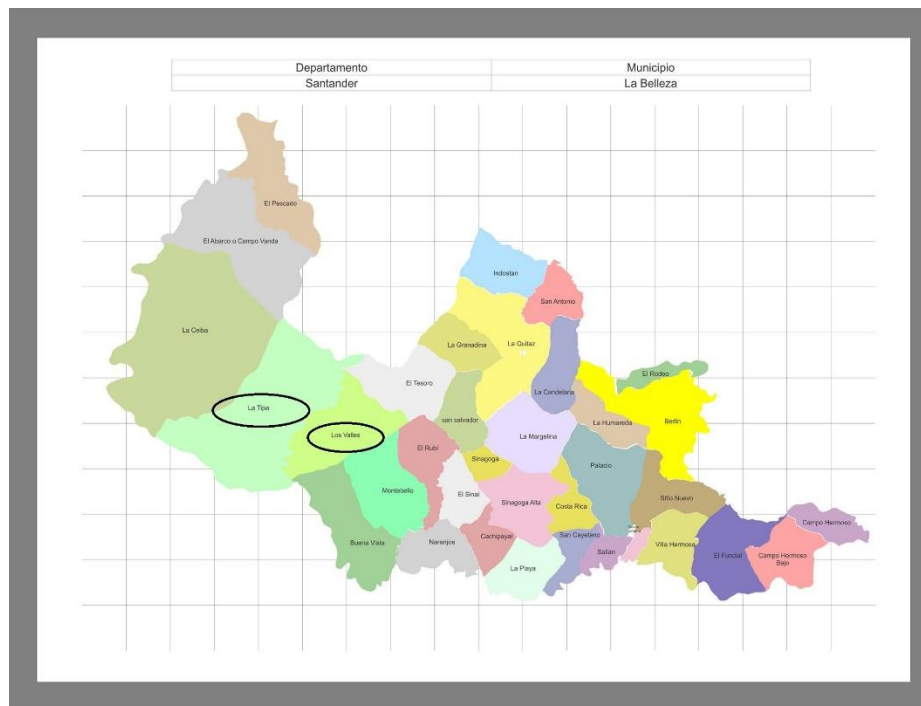
Vereda La Tipa

La vereda La Tipa, se encuentra a dos horas a pie de la vereda Los Valles. Para ello cuentan con una vía de acceso, destapada; dicha zona se encuentra declarada como reserva forestal. Las principales actividades de sus habitantes son la agricultura y la ganadería. Entre sus cultivos, se destacan la producción de café, cacao, plátano y yuca. Además de la crianza de gallinas, ganado vacuno y porcino. La Tipa cuenta con 25 usuarios.

Dichos usuarios no cuentan con el servicio de energía eléctrica, debido a las dificultades presentadas en el terreno, y por ser lugares muy apartados. Las necesidades energéticas de sus habitantes consisten básicamente en poder conectar motores eléctricos para cercado de su ganado, la conexión de maquinaria para moler el café cosechado, y vivir con comodidad en sus propiedades.

La ubicación geográfica de estas veredas, se puede observar en la figura 5.

Figura 5. Mapa división política del municipio de La Belleza.



Fuente: Municipio de La Belleza (Santander) [7]. Modificado por los autores

El nivel calidad de vida de los habitantes de las veredas La Tipa y Los Valles, es muy humilde, por tanto el desarrollo económico y social de estas poblaciones, es mínimo, viéndose reflejado en la no asistencia de créditos de libre inversión, y del desarrollo personal de sus habitantes.

La condición socioeconómica de los habitantes se ve disminuida, puesto que esta localidad es de suma importancia, las herramientas y elementos de uso maderero, para construir sus propios hogares y demás herramientas para su desempeño laboral. En particular, aserraderos y cortes madereros; además ellos no tienen lugares de esparcimiento, y no pueden departir con sus vecinos, ya que en las noches, cuando ya terminan su jornada laboral y tendrían tiempo para reuniones, la calidad o niveles de luminancia del alumbrado público es deficiente.

La falta de energía eléctrica, hace que las personas tengan que desplazarse de su lugar habitual de trabajo y residencia, a otros lugares donde si hay energía eléctrica para poder acceder a las necesidades básicas que requiere. De esta situación se requiere que tengan que gastar tiempo y transporte, pudiéndose ser empleado dentro de la jornada laboral, obteniendo mayores ingresos.

De igual forma se ve afectado el desarrollo sostenible de las localidades puesto que el suministro energético con el que no cuentan, deben ser suplidos por mayores costos en otras fuentes de energía, comúnmente gasolina, diésel, leña y parafina. Todas estas fuentes de energía alterna, por unidad de consumo, son hasta 70% más costosas, que la unidad de energía eléctrica [kWh]. El asentamiento poblacional en su desarrollo y expansión territorial, tiene una curva de crecimiento casi constante, puesto que las zonas habitables y de trabajo o producción, no cuentan con la interconexión eléctrica necesaria para ser habitables.

La falta de información requerida por la población para la gestión de carácter de consumo eléctrico y puesta de puntos, hace que algunos lugareños que requieren de manera importante, el uso de la energía eléctrica, pongan en riesgo sus vidas al realizar acometidas no avaladas por la empresa prestadora del servicio, desprendiéndose de esta situación que la capacidad de despacho energético sea aún más deficiente, puesto que la demanda es aún mayor; estos usuarios no

formales para la empresa, son un gasto adicional que son pagados por los usuarios formales en sus respectivos consumos de áreas comunes.

Al momento de realizar la visita de campo, se observa que el transformador que alimenta a los usuarios es de 45 kVA, como el valor de potencia suministrado por la empresa es insuficiente para suplir las necesidades energéticas de la población, y además el consumo real de los lugareños a veces sobrepasa el valor de potencia del transformador, hace que se disparen las protecciones y por lo tanto se interrumpe el servicio de energía. Además, la reconexión del servicio es demorada, ya que las zonas de estudio son muy alejadas y presentan dificultades geográficas para llegar a las veredas.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

7.1 RESULTADOS SEGÚN NORMATIVA Y DOCUMENTOS EXISTENTES.

Dentro de los resultados obtenidos, se visualiza el consumo por unidad de vivienda en la actualidad, y el esperado por la comunidad cuando se normalice la deficiencia o falta de servicio eléctrico, de las comunidades de La Tipa, Los Valles y del municipio de La Belleza en general, como es observada en los anexos al final. Contrastando esos valores con los dispuestos por la CREG y por la normatividad que la Electrificadora de Santander que dispone para las zonas rurales, el método de la demanda espacial, se hará un análisis de la forma en que es más conveniente calcular la demanda energética poblacional en esos territorios rurales.

7.1.1 Demanda energética poblacional según la CREG

- Vereda Los Valles:

Se selecciona el valor de 0.28 [kWh/usuario] según la tabla 4, donde la CREG para zonas no interconectadas, propone este valor de demanda por usuario a una población de menos de 50 usuarios, y cuatro horas diarias de servicio.

$$Demanda = \#de\ usuarios * capacidad \left[\frac{kWh}{usuario} \right]$$

$$Demanda = 28 * 0.28 = 7.84 [kWh]$$

- Vereda La Tipa:

Se selecciona el valor de 0.28 [kWh/usuario] según la tabla 4, donde la CREG para zonas no interconectadas, propone este valor de demanda por usuario a una población de menos de 50 usuarios, y cuatro horas diarias de servicio.

$$Demanda = \#de\ usuarios * capacidad \left[\frac{kWh}{usuario} \right]$$

$$Demanda = 25 * 0.28 = 7 [kWh]$$

7.1.2 Demanda Energética según la ESSA. Para los cálculos y diseños de redes eléctricas rurales, la ESSA se basa en la tabla 4, para obtener el valor de demanda eléctrica por usuario, y dicho valor de demanda es de 0.8 [kVAh/usuario]; a diferencia del método establecido por la CREG, se presta por 24 horas el servicio de energía eléctrica.

- Vereda Los Valles:

$$Demanda = \#de\ usuarios * capacidad \left[\frac{kWh}{usuario} \right]$$

$$Demanda = 28 * 0.8 \left[\frac{kWh}{usuario} \right] = 22.4 [kWh]$$

- Vereda La Tipa:

$$Demanda = \#de\ usuarios * capacidad \left[\frac{kWh}{usuario} \right]$$

$$Demanda = 25 * 0.8 \left[\frac{kWh}{usuario} \right] = 20[kWh]$$

7.1.3 Demanda espacial aplicando metodología estadística. A continuación, se calcula la demanda energética poblacional, teniendo en cuenta el estudio realizado en la tesis de grado: POTENCIAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON SISTEMAS HÍBRIDOS FOTOVOLTAICOEÓLICO EN ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA, donde se presenta una metodología para el cálculo de demanda espacial [8]:

Se parte del valor establecido por la ESSA, de 0.8 kWh por usuario:

$$Demanda\ anual\ por\ usuario = 0.8 \left[\frac{kW}{h} \right] * 365 \left[\frac{dias}{año} \right] * 24 \left[\frac{horas}{dia} \right] = 7,008 \left[\frac{MW}{año} \right]$$

- Vereda Los Valles

Como datos de entrada, se toman el número de habitantes y la demanda anual total de la población. Para realizar el cálculo estadístico del número de habitantes, se multiplica la densidad poblacional (habitantes/km²) por el área total de la zona. En este caso, no es necesario puesto que el dato del número de habitantes, se obtuvo directamente en la zona al momento de realizar la encuesta.

Número total de habitantes: 81.

Demanda anual de la población: 7,008*18= 126,144 MW/año.

Este valor de demanda, se toma teniendo en cuenta los habitantes que tienen en la actualidad el servicio de energía.

- Se calcula la demanda anual por habitantes de la zona, mediante la siguiente fórmula:

$$Demanda\ anual\ por\ habitante = \frac{Demanda\ total\ anual}{Número\ total\ de\ habitantes} \left[\frac{kWh}{año * habitante} \right]$$

$$Demanda\ anual\ por\ habitante = \frac{126144}{81} = 1557,33 \left[\frac{kWh}{año * habitante} \right]$$

- Se define un promedio de habitantes por casa de 4 habitantes, y se obtiene la demanda por casa, por hora [w/h*casa]:

$$Demanda\ por\ casa, = Demanda\ anual\ por\ hab * promedio\ de\ habi \left[\frac{kWh}{año * casa} \right] * \left[\frac{año}{8760\ horas} \right]$$

$$Demanda\ por\ casa = \frac{1557,33 * 4}{8760} = 0,711 \left[\frac{kwh}{casa} \right]$$

- Se multiplica por el número total de casas, para obtener la demanda total.

$$Demanda\ total = 0,711 * 22 = 15,644\ [kwh]$$

- Vereda La Tipa.

Como datos de entrada, se toman el número de habitantes total y la demanda total de la zona. Para realizar el cálculo estadístico del número de habitantes, se multiplica la densidad poblacional (habitantes/km²) por el área total de la zona. En este caso, no es necesario puesto que el dato del número de habitantes, se obtuvo directamente en la zona al momento de realizar la encuesta. Además, se parte de que el consumo por usuario de 0,8 [kWh/usuario], definido por la ESSA.

Número total de habitantes: 74.

Demanda anual de la población: 7,008*19= 133,152 MW/año.

Este valor de demanda, se toma teniendo en cuenta los habitantes que tienen en la actualidad el servicio de energía.

- Se calcula la demanda anual por habitantes de la zona, mediante la siguiente fórmula:

$$Demanda\ anual\ por\ habitante = \frac{Demanda\ total\ anual}{Número\ total\ de\ habitantes} \left[\frac{kWh}{año * habitante} \right]$$

$$Demanda\ anual\ por\ habitante = \frac{133152}{74} = 1799,35 \left[\frac{kWh}{año * habitante} \right]$$

- Se define un promedio de habitantes por casa de 4 habitantes, y se obtiene la demanda por casa, por hora [w/h*casa]:

$$Demanda\ por\ casa, = Demanda\ anual\ por\ hab * promedio\ de\ habi \left[\frac{kWh}{año * casa} \right] * \left[\frac{año}{8760\ horas} \right]$$

$$Demanda\ por\ casa = \frac{1799,35 * 4}{8760} = 0.822 \left[\frac{kwh}{casa} \right]$$

- Se multiplica por el número total de casas, para obtener la demanda total.

$$\text{Demanda total} = 0.822 * 25 = 20,540 \text{ [kwh]}$$

7.1.4 Proyección de demanda. Para realizar la proyección de demanda para las zonas de estudio, se requiere tener como dato de entrada, la tasa de crecimiento demográfico. Para el caso del municipio de La Belleza, se obtiene este valor mediante el censo realizado por el DANE, que calculada da un valor de crecimiento demográfico en las veredas del municipio de 1.3%. Este valor se puede constatar observando el documento anexo 1. El crecimiento de la población, se puede observar en el anexo 2: proyección de población La Belleza 2005 2010.PDF.

Tabla 7. Resultados proyección de demanda para las veredas de estudio.

Vereda	Demanda anual [MWh] 2005	Demanda anual [MWh] 2010	Demanda anual [MWh] 2015	Demanda anual [MWh] 2020
Los Valles	0	196,224	255,589	332,914
La Tipa	0	0	27,623	35,980

Los datos de entrada de demanda energética, para el caso de la vereda Los Valles, se toma el valor de demanda por usuario de 0.8 [kWh], en el caso de la vereda La Tipa, se toma el valor de demanda por usuario basado en la proyección de consumo esperado por los habitantes de la población. Se resalta que para el año 2005, ninguna vereda contaba con el servicio de energía eléctrica.

Figura 6. Curva proyección de demanda, vereda Los Valles.

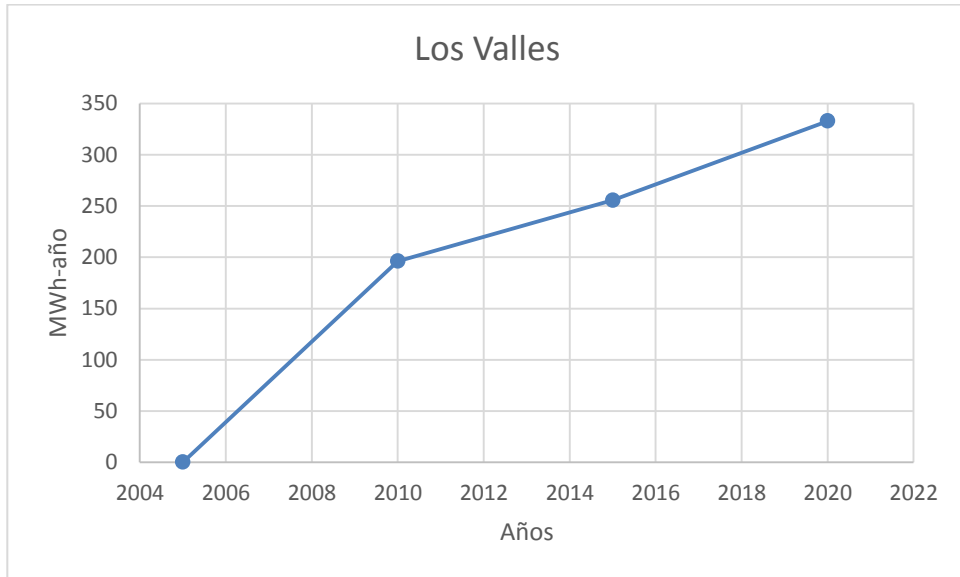
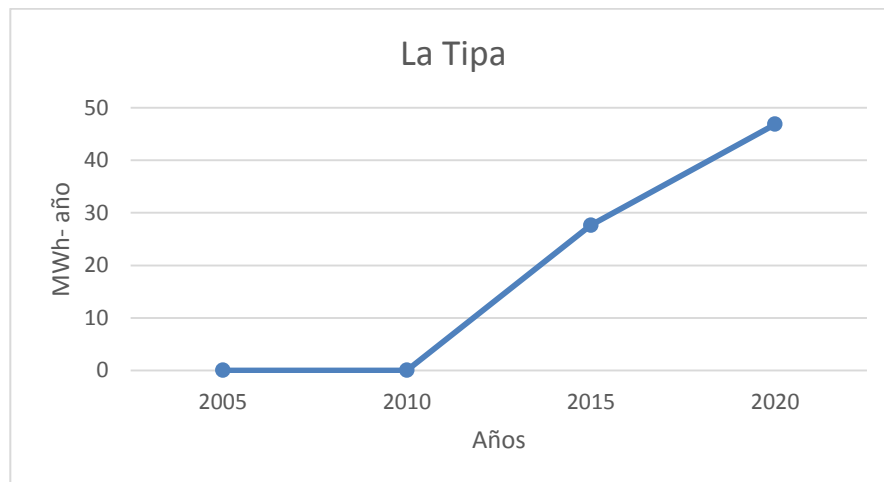


Figura 7. Curva proyección de demanda, vereda La Tipa.



7.2 EXPECTATIVAS DE DEMANDA ENERGÉTICA DE LAS POBLACIONES DE MUESTRA

En la visita a campo realizada en las veredas La Tipa y Los Valles del municipio de La Belleza, se realizó un trabajo de encuesta a los habitantes propietarios de las zonas de muestra. En dicha encuesta, se preguntó entre otras cosas, las expectativas de demanda energética que tienen los habitantes de la zona de estudio si tuviesen la posibilidad de acceso al servicio de energía eléctrica. Además en la realización de la encuesta, se pregunta el grado de satisfacción de los lugareños con el servicio de energía, donde se da a conocer que el servicio es deficiente, como se presenta anteriormente en este documento. Los valores de potencia de los equipos con que se calculan las expectativas de los habitantes, son tomados de la resolución CREG 004 de 2014 [3]. Estos resultados se observan detalladamente en el documento anexo: recopilación de datos muestrales.xlsx

7.2.1 Expectativas de demanda: Vereda La Tipa. Los resultados obtenidos mediante la encuesta realizada a los habitantes de la población, los cuales se presentan en los anexos, se observa el valor de demanda esperado por los habitantes, según sus necesidades energéticas. Los valores totales de demanda esperados por los habitantes se muestran en la tabla 5:

Tabla 8. Demanda total esperada por la población de La Tipa

Total electrodomésticos		Potencia [W]	Total [W]
Bombillos	127	100	12700
Televisores	29	100	2900
Radios	21	50	1050
Equipos de sonido	19	150	2850
Licadoras	18	200	3600
Lavadoras	19	450	8550
Planchas	18	1200	21600
Neveras	19	250	4750
Ventiladores	28	160	4480
Cocina Eléctrica	11	1200	13200
Expectativa Total Población			75680
Demanda Población según ESSA			20000
Promedio usuario			4204,444

Al valor de demanda esperado por la población de La Tipa, se le aplica el factor de diversidad correspondiente:

$$F_{div} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-25}{6}\right)}} = 4,66$$

El valor total de demanda calculado mediante la encuesta, se divide sobre este factor:

$$D_{max} = \frac{75680}{4,66} = 16,245 [kWh]$$

Se observa que para el consumo doméstico, la ESSA satisficaría el valor de demanda esperado por los habitantes, siempre y cuando estos no utilicen ningún tipo de herramienta de trabajo que requiera acometida trifásica o gran consumo de potencia.

El análisis se realiza para el valor de demanda obtenido sin diversificar, ya que este valor representa la condición más desfavorable. Comparando con los resultados obtenidos, se observa que el valor de demanda propuesto por la

ESSA, sólo satisface en un 26% del valor de la demanda total esperado por los habitantes de la vereda, como se ve en las figuras 6 y 7. Además, se evidenciarían falencias en la calidad del servicio de energía eléctrica, ya que el promedio de demanda por usuario es de 4.204 [kWh].

Figura 8. Expectativa vs. Proyección ESSA

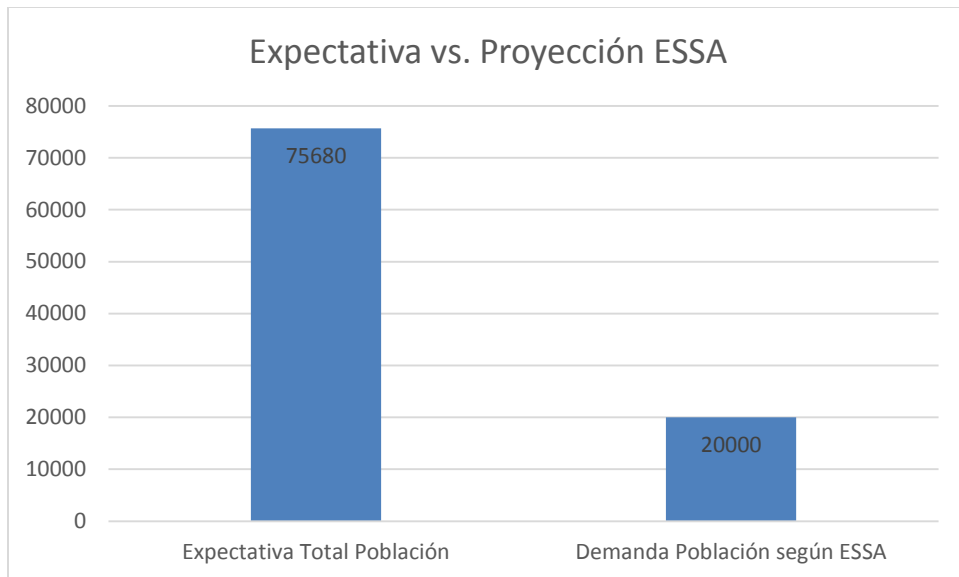
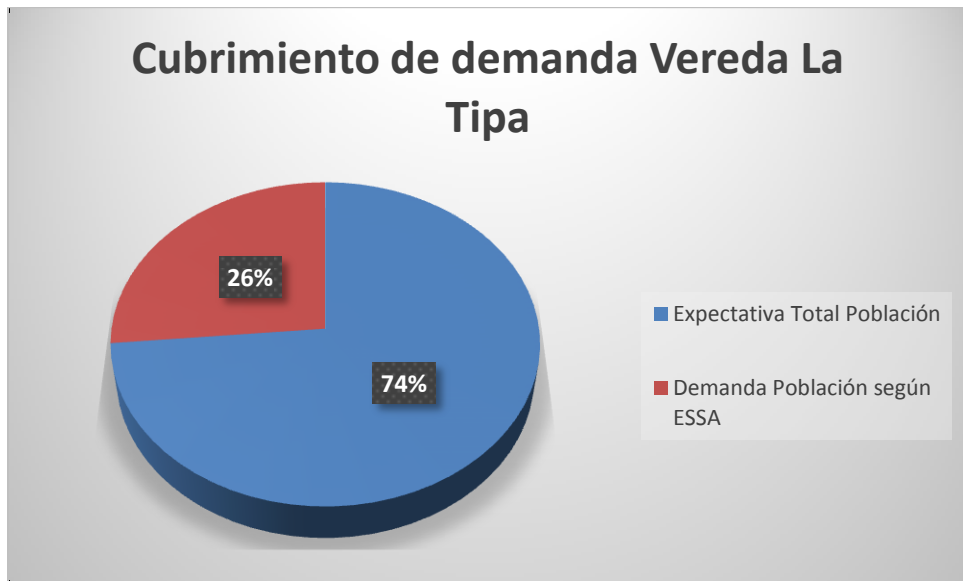


Figura 9. Porcentaje de demanda cubierto según proyección de la ESSA.



7.2.2 Expectativas de demanda: Vereda Los Valles.

Es de resaltar, que el 80% de los habitantes de la vereda Los Valles, en la actualidad cuentan con el servicio de energía eléctrica; en el ejercicio de encuesta realizado en la vereda, evidencia que los lugareños no se encuentran satisfechos con la calidad del servicio, como se muestra en la tabla 6. Los resultados mostrados en esta tabla, demuestra que los habitantes no tienen el valor de demanda suficiente, comparado el valor estimado de la ESSA.

Tabla 9. Demanda energética vereda Los Valles

Total electrodomésticos		Potencia [W]	Total [W]
Bombillos	68	100	6800
Televisores	14	100	1400
Radios	8	50	400
Equipos de sonido	10	150	1500
Licadoras	13	200	2600
Lavadoras	9	450	4050
Planchas	10	1200	12000
Neveras	11	250	2750
Ventiladores	6	160	960
Expectativa Total Población			32460
Demanda Población según ESSA			22400
Promedio usuario			1803,333

Al valor de demanda esperado por la población de La Tipa, se le aplica el factor de diversidad correspondiente:

$$F_{div} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-18}{6}\right)}} = 4,05$$

El valor total de demanda calculado mediante la encuesta, se divide sobre este factor:

$$D_{max} = \frac{32,460}{4,04} = 8,019 [kWh]$$

Con el valor de demanda diversificado, se observa que el valor de demanda es muy ajustado comparándolo con el estimado por la ESSA. Para el análisis de resultados, se utiliza el valor de demanda sin diversificar, ya que este valor representa la condición más desfavorable.

Además se evidencia que al necesitar más energía, el transformador da abasto, pero se presentan problemas de regulación en el sector. Al momento de realizar la visita, se observa que la tensión es muy baja, por lo tanto el nivel de alumbrado

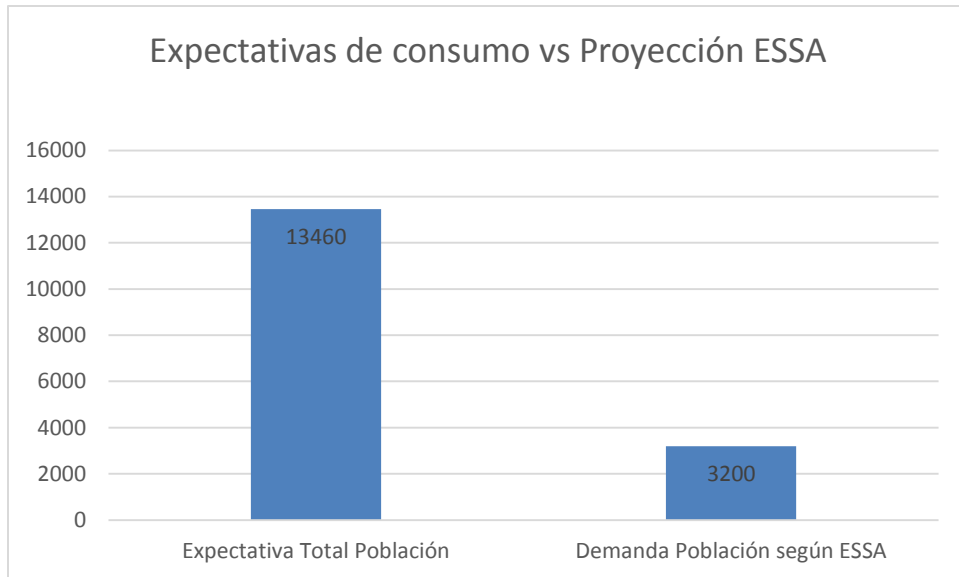
público disminuye su luminancia. Se deduce de la tabla, que el valor de 0.8 kWh por usuario, es insuficiente y satisface sólo el 69% del valor de demanda requerido.

Respecto a los usuarios que no cuentan con el servicio de energía, se observa en la tabla 7 que el valor de demanda estimado por la ESSA es insuficiente, satisface el 24 % de la demanda esperada por esta población.

Tabla 10. Expectativas de consumo, usuarios Los Valles.

Total electrodomésticos		Potencia [W]	Total [W]
Bombillos	27	100	2700
Televisores	6	100	600
Radios	4	50	200
Equipos de sonido	4	150	600
Licadoras	4	200	800
Lavadoras	4	450	1800
Planchas	4	1200	4800
Neveras	4	250	1000
Ventiladores	6	160	960
Cocina eléctrica	4	4800	19200
Expectativa Total Población			13460
Demanda Población según ESSA			3200
Promedio usuario			3365

Figura 10. Expectativa de consumo usuarios Los Valles



Al valor de demanda esperado por la población de La Tipa, se le aplica el factor de diversidad correspondiente:

$$F_{div} = \frac{1}{0,2 + 0,8 * e^{\left(\frac{1-4}{6}\right)}} = 1,46$$

El valor total de demanda calculado mediante la encuesta, se divide sobre este factor:

$$D_{max} = \frac{13460}{1,46} = 9,223 [kWh]$$

Comparando el valor de demanda diversificado, se observa que para el caso de la ESSA, no satisface el valor de demanda esperado y diversificado. Se concluye que cuando hay menor cantidad de usuarios, la potencia ofrecida por la empresa prestadora del servicio, es insuficiente.

En la tabla 11, se hace el contraste entre las metodologías utilizadas y el valor obtenido mediante la encuesta realizada.

Tabla 11. Contraste de las metodologías propuestas.

Metodología	Demanda Vereda Los Valles [kWh]	Demanda Vereda La Tipa [kWh]
MinMinas*	7.84	7.00
ESSA	22.40	20.00
Método Estadístico	15.64	20.54
Encuesta	45.92	75.68

*El valor de demanda estipulado por el Ministerio de Minas y Energía, está orientado hacia la prestación de 4 horas del servicio, lo cual es inviable para las zonas de estudio, ya que no satisficará las necesidades energéticas de los lugareños. Teniendo en cuenta que la situación actual el servicio que presta la ESSA, es insuficiente, el valor estimado por el Ministerio de Minas, es mucho más insuficiente.

El valor estimado por la ESSA, es insuficiente para suplir las necesidades de los lugareños de la zona, ya que en el caso de la vereda Los Valles, no pueden conectar equipos de consumo alto como una plancha, sin quedar prácticamente sin iluminación en las casas.

El valor de demanda calculado a partir de la encuesta, es fiel reflejo de las necesidades energéticas de la población. Como es sabido, los métodos estadísticos y de las diferentes empresas prestadoras de servicio, son aproximaciones al consumo energético de la población en general y no particular. La información que la empresa prestadora del servicio obtiene mediante la encuesta, es de primera mano y puede ser aplicada en conjunto con el método estadístico, ya que el método estadístico, puede partir de un valor real de demanda.

Se propone el uso del método estadístico del cálculo de demanda, partiendo de un valor de demanda anual de una población con condiciones similares en el número de habitantes o condición socioeconómica, para obtener un valor de demanda más aproximado a las necesidades energéticas de la población.

8. CONCLUSIONES

Los valores estimados de demanda por parte de la CREG y la ESSA, son insuficientes para satisfacer la demanda energética en Zonas No Interconectadas y/o zonas rurales. Al momento de diversificar la demanda obtenida, se observa que cuanto menor sea el número de usuarios, menor es la probabilidad de satisfacción energética por parte de la empresa.

Es necesario realizar estudios acerca del consumo de demanda energética en estas zonas, para satisfacer las necesidades de la población. Para ello, el uso de fuentes de energía renovables para una mayor potencia y así, satisfacer la demanda.

Se requiere el uso de encuestas para analizar las posibilidades de demanda, sin afectar el valor de las redes eléctricas existentes. Realizar análisis de esas encuestas, creando redes eléctricas económicamente viables y eficientes.

9. RECOMENDACIONES

Es necesario tener en cuenta información socio-económica de primera mano y actualizada de las zonas pobladas no interconectadas, por cuanto de esta forma se va a tener una proyección de demanda lo más cercana a la realidad y necesidad de la población.

Apoyarse en la aplicación de los métodos estadísticos propuestos anteriormente. Utilizar la información de demanda energética obtenida en zonas con condiciones similares a la zona de estudio, en cuanto al número de habitantes, actividad socioeconómica o cercana, es una buena herramienta para determinar de manera muy aproximada el consumo energético de la zona.

Cabe anotar que la empresa prestadora del servicio energético mejoraría el servicio si pudiera establecer un cronograma de visitas a estas poblaciones, con el fin de capacitar a los usuarios en los temas de uso racional de energía, (URE), concientizando a la población de la forma en que mejor pueden aprovechar la energía tanto en el uso hogareño como en sus actividades laborales.

Además sería de gran importancia prestar la mayor atención a los usuarios no legales que requieren el servicio y que de forma artesanal adquieren el suministro energético desconociendo los efectos económicos y de calidad que estas acometidas tienen en la comunidad.

CITAS

[1]. SOLUCIONES ENERGÉTICAS PARA ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA. IPSE. Disponible en <http://www.minminas.gov.co/minminas/downloads/UseFiles/File/Grupo%20de%20Participacion%20Ciudadana/AudienciaPublica2014/09C-SolucionesEnergeticasZNI-IPSE.pdf>

[2]. Marco regulatorio servicio de energía en las zonas no interconectadas. Disponible en <http://www.ccep.co/index.php/es/noticias-info/archivo/category/24-politica-y-legislacion%3Fdownload%3D52:marco-regulatorio-prestacion-servicio-de-energia-electrica-en-zonas-zni>

[3]. Resolución 004 de 2014. Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). Disponible en <http://www.ipse.gov.co/ipse/comunicaciones-ipse/noticias-ipse/899-resolucion-004-de-2014-de-la-creg>

[4]. CÁLCULO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A ESP. Criterios técnicos para las instalaciones eléctricas rurales. Electrificadora de Santander S. A. Disponible en <https://www.essa.com.co/site/Portals/14/Docs/Norma%20tecnica/Adenda%20Rural/Norma%20Essa%20Rural%202014.pdf>

[5]. UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA (UPME). Panel de energización rural. Dr. Óscar Uriel Imitola Acero, Director General. http://www.ipse.gov.co/ipse/contratacion-ipse/normatividad/doc_download/800-panel-energizacion-rural

[6]. MAPA DIVISIÓN POLÍTICA DE SANTANDER. Disponible en http://www.sogeocol.edu.co/dptos/santander_05_division.jpg

[7]. MAPA DIVISIÓN POLÍTICA DEL MUNICIPIO DE LA BELLEZA. Disponible en <http://labelleza-santander.gov.co/apc-aa-files/63663530383033383136386263363737/mapa-politico-de-la-belleza.jpg>

[8]. TESIS DE GRADO. POTENCIAL DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON SISTEMAS HÍBRIDOS FOTOVOLTAICOEÓLICO EN ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA. Julian David Pulgarín García. Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín. Disponible en <http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1545/1/TESIS%20COMPLETA.pdf>

[9]. TESIS DE GRADO. PLANEACIÓN DE LA EXPANSIÓN EN GENERACIÓN DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA: CASO DE APLICACIÓN A ZONAS NO INTERCONECTADAS EN COLOMBIA. Henry Leonardo Arteaga Medina y Cristian Leonardo Manrique Pérez. Universidad Industrial de Santander. Disponible en Biblioteca UIS.

[10]. TRABAJO DE MAESTRÍA: SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN EN GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A PARTIR DE TÉCNICAS DE OPTIMIZACIÓN MULTIOBJETIVO Y MULTICRITERIO. MARIANTONIETA MOLINA MANTILLA. Universidad Industrial de Santander; Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; Maestría en Ingeniería Industrial; 2013.

[11]. TESIS DE DOCTORADO: DISEÑO Y APLICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN LÓGICA DIFUSA, PARA LA SELECCIÓN DE SOLUCIONES TECNOLÓGICAS SOSTENIBLES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN ZONAS NO INTERCONECTADAS DE COLOMBIA. ANA MARÍA ROSSO CERÓN. Universidad Industrial de Santander; Escuela de Ingeniería Química; 2014.

BIBLIOGRAFIA

ARTEAGA MEDINA, Henry Leonardo Y MANRIQUE PÉREZ, Cristian Leonardo. Planeación de la expansión en generación de la energía eléctrica: caso de aplicación a zonas no interconectadas en Colombia. Tesis de grado Ingeniero Electricista. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2014

COLOMBIA. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Resolución 004 (Enero 23 de 2014) Por la cual se hace público un proyecto de resolución “Por la cual se establece la formula tarifaria y las metodologías generales para remunerar las actividades de generación, distribución y comercialización del servicio de energía eléctrica en zonas no interconectadas. Artículo 27, aforos de carga. Bogotá: CREG, 2014.

COLOMBIA. COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS. Documento CREG 002 (Enero 23 de 2014) Metodología para remunerar las actividades de generación, transmisión y distribución del servicio de energía eléctrica en zonas no interconectadas. Sección 2.3. Cargos regulados para la remuneración de la actividad de distribución de energía eléctrica en las ZNI. Bogotá: CREG, 2014.

ELECTRIFICADORA DE SANTANDER S.A. E.S.P. (Febrero de 2014) Criterios técnicos para las instalaciones eléctricas rurales. Bucaramanga: ESSA, 2014

PULGARÍN GARCÍA, Julián David. Potencial de generación eléctrica con sistemas híbridos fotovoltaico eólico en zonas no interconectadas de Colombia. Tesis de

grado Master en Ingeniería con Énfasis en Sistemas Energéticos. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería Mecánica. 2014

ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS EJERCICIO DE ENCUESTA

1. RESULTADOS EJERCICIO DE ENCUESTA.

Los resultados arrojados por la encuesta, se pueden observar con más detalle en el documento adjunto: recopilación de datos muestrales.xlsx

1.1. Vereda Los Valles

El modelo de encuesta se encuentra en el documento anexo: ENCUESTA DEMANDA ENERGETICA, basado en el modelo de encuesta desarrollado por el Centro de Investigación Para el Desarrollo Sostenible en Industria y Energía CIDES. En el ejercicio de aplicación realizado en las poblaciones de muestra, mediante el método de encuesta, se realizan preguntas acerca del servicio de energía prestado por la Electrificadora de Santander S.A. Como se observa en la tabla 1, la mayor parte de la población encuestada, indica que el servicio de energía prestado es deficiente, y además, que no pueden usar electrodomésticos de potencia mayor a 800 W, como una plancha, sin que se vaya la luz del hogar. Lo mencionado anteriormente, es la situación en la vereda Los Valles.

Algunos de los habitantes de la zona, indican que además de la mejora del servicio, desean trabajar en ebanistería, por lo tanto requieren de una acometida trifásica para poder desarrollar esa labor. El número de habitantes de la vereda los valles es de 81 personas, donde la principal actividad económica de los usuarios cabeza de familia es la agricultura.

En el estudio realizado en la vereda Los Valles, se preguntó los electrodomésticos que tienen en la actualidad en sus hogares, y también el tiempo de uso.

Observando los datos de análisis, se concluye que el valor de demanda por usuario que calcula la ESSA, no es suficiente para suplir las necesidades de los usuarios. Por esta razón, los habitantes encuestados dicen no estar satisfechos con el servicio. Además, también presentan quejas sobre los apagones o suspensión del servicio; resaltan que duran semanas sin el servicio de energía, y por ser una zona de difícil acceso, no tienen acompañamiento para presentar dichas quejas e inquietudes.

Respecto a los usuarios que no tienen el servicio de energía eléctrica, Ellos esperan que para cuando tengan un punto de luz, el servicio supla sus necesidades energéticas.

Tabla 1. Resultados usuarios sin servicio de energía en Los Valles.

propietario	vereda	numero de habitantes	si tuviera energia electrica cuantos bombillos utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos televisores utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos radios utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos equipos de sonido utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos licuadoras utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos lavadoras utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos planchas utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos neveras utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos ventiladores utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos cocina electrica utilizaria
Pedro Julio Escala	los valles	5	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gerardo Ballen	los valles	4	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Enrque Danilo Escala	los valles	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Joaquin Amado	los valles	3	7	3	1	1	1	1	1	1	3	1

Como se muestra en los resultados, con los electrodomésticos que los usuarios adquiriesen con el tiempo, si se diseñan las redes con el valor de 800 W por usuario, este valor sería insuficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios de esta zona. Además, esperan no tener los mismos inconvenientes antes expuestos en este documento.

En el ejercicio de la encuesta, se muestran el valor del consumo mensual de energía eléctrica, esto contrastándolos con el uso de fuentes de iluminación, tales como baterías, lámparas de combustible y leña, donde se caracteriza el valor del consumo mensual de estos elementos, comparándolos con el valor del consumo del servicio de energía.

Tabla 2. Consumo mensual de energía vs. Consumo fuentes alternas.

propietario	cuanto vale el consumo mensual	utiliza leña para cocinar[carga/mes]	costo unitario carga/mes de leña	utiliza gasolina para cocinar[bot/mes]	costo unitario [botella/mes]	cuantas [libras/mes] de vela utiliza cuando no hay energía eléctrica	costo unitario de vela [libra]	en que utiliza la vela	cuantos pares de baterías al mes compra	costo unitario de batería [par]
Jose Benito Escala	10000	1m	30000	0	0					
Jhon Edison Escala										
Leon Ramiro Tellez	10000	1m	30000							
Eladio Escala	11000	8m	12500			4	4000			
Abelardo Garcia Q	50000									
Luz Miriam Fandiño	19000									
Pedro Julio Escala	10000	4m	30000			4	4000		4	3000
Rito Celio Ruiz		4	30000							
Hector Alirio Tellez		4	30000							
Tulio Rodriguez Lopez	5000									
Gerardo Ballen	15000	6	30000							
Pedro Alonso Santamaria	15000									
Obed Suaterna Mateus	20000									
Erasmus Delgado	16000									
Enrque Danilo Escala	2000					4	4000			4
Jose Benito Escala	5000	1m	30000	5	2600	1	4000			
Arnaldo Rojas		2m	35000			3	4000			
Serafin Rojas	5000	4	30000	5	2600		4	4000	4	3000
Joaquin Amado	18000									
Epimenio Rojas	8000	4	70000	10	2500		2	4000	2	3000
Fredy Ferney Gutierrez		1m	30000	20	2250		2	4000		
Jaime Diaz Ariza		4	30000	10	1250		1	4000		

Como se observa en la tabla 2, el costo de estas fuentes alternas de iluminación como combustible o velas, es más costoso este gasto que el servicio de energía eléctrica. Algunos usuarios destacan que no volvieron a pagar el consumo de energía, por las deficiencias que presenta o por falta de dinero. Algunos lugareños hacen uso de acometidas ilegales para tener energía en sus hogares, lo cual también afecta la calidad del servicio en las poblaciones.

1.2. Vereda La Tipa.

La vereda la tipa se encuentra a dos horas a pie desde la vereda Los Valles. Se resalta que gran parte de los habitantes de Los Valles, tienen predios en la vereda La Tipa. Como en el caso de la vereda Los Valles, los habitantes de este sector, desean tener un punto de luz para suplir sus necesidades, entre ellas se resaltan el deseo de tener cercado eléctrico. Los lugareños esperan que al momento de tener acceso al servicio de energía eléctrica, no tener los inconvenientes que se presentan en Los Valles, ya descritos con anterioridad en el presente documento.

Se muestran los resultados de la encuesta realizada a los usuarios propietarios de la vereda La Tipa, respecto a las expectativas que tienen respecto al consumo que harían si tuviesen energía eléctrica

Tabla 3. Usuarios vereda La Tipa

propietario	si tuviera energia electrica cuantos bombillos utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos televisores utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos radios utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos equipos de sonido utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos licuadoras utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos lavadoras utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos planchas utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos neveras utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos ventiladores utilizaria	si tuviera energia electrica cuantos cocina electrica utilizaria
Pedro Alonso Santamaria	6	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Elvar Martínez Escala	2	1	1	1		1	1	1	1	0
Jose Serafin Rojas Forero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Carlos Alberto Fandiño	5	2	3	1	1	1	1	1	2	0
Miguel Ballen	8	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Tulio Rodriguez Lopez	6	1	1	1	1	1	1	1	2	1
Obed Suaterna Mateus	5	2	1	2	1	1	1	1	3	1
Abelardo Garcia Q	6	2	1	1	1	1	0	1	3	1
Leon Ramiro Tellez	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Epimenio Rojas	4	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Luz Miriam Fandiño	6	3	1	1	1	1	1	1	2	1
Feisar Alex Escala	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hector Alirio Tellez	10	3	1	1	1	1	1	1	1	1
Arnaldo Rojas	10	2	1	1	1	1	1	1	3	1
Benito Escala	10	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Wilson Javier Suaterna	12	2	1	1	1	1	1	1	1	1
Eladio Escala	6	1	1		1	1	1	1	1	1
Enrique Danilo Escala	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Obed Suaterna Mateus	6	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Total	127	29	21	19	18	19	18	19	28	11

Con los resultados presentados en el presente documento, se observa que las expectativas de consumo por parte de los lugareños de La Tipa, serían insuficientes con los valores de la ESSA y de la CREG.