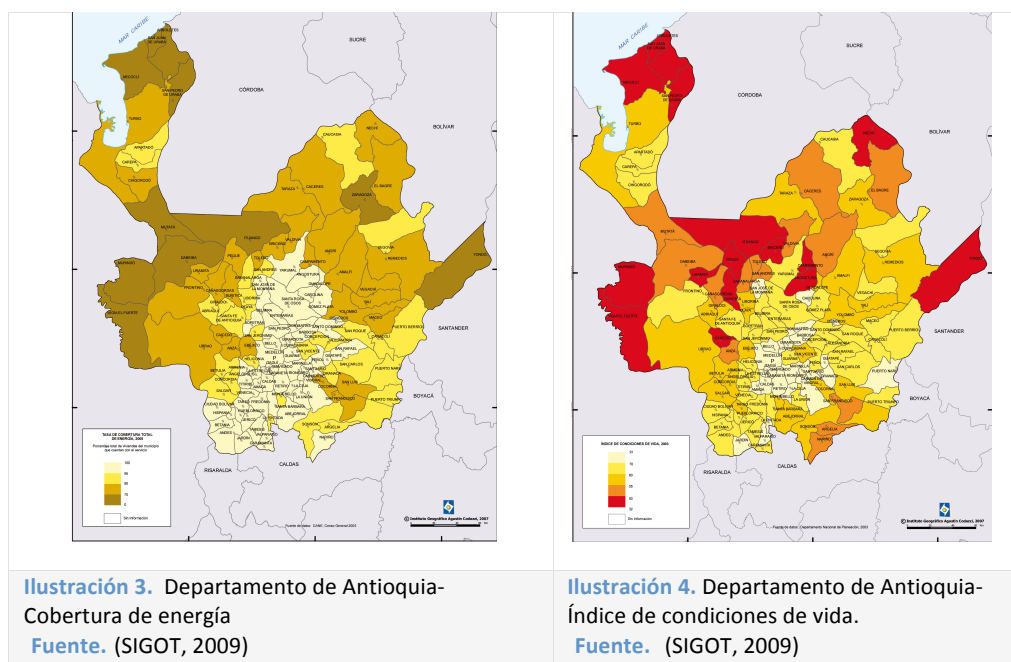
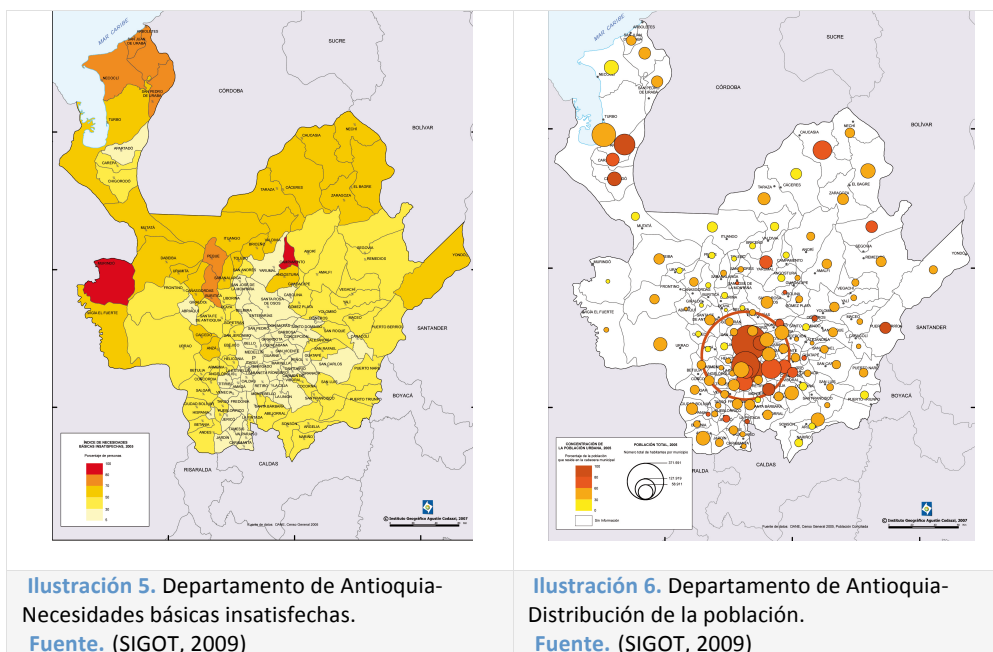


Por otro lado, a los factores socioeconómicos, de los datos obtenidos por parte del Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial SIGOT, podría ser prudente concluir lo siguiente:

- La mayoría de la población esta concentrada en las zonas de alto relieve, mientras que en las zonas no montañosas hay baja densidad de la población (Ver Ilustración 6).
- Se presenta menor cobertura de energía en las zonas no montañosas. (Ver Ilustración 3)
- Los índices de condiciones de vida son menores en las zonas no montañosas (Ver Ilustración 4)
- Los menores índices de necesidades básicas insatisfechas se presentan, en general, en las zonas no montañosas (Ver Ilustración 5)





Con base la información recopilada, y con el fin de identificar municipios o zonas en las que se presenten necesidades de energía eléctrica, se contruyó una tabla en donde se presentan las condiciones más críticas (Ver Tabla 1. **Municipios y Subregiones de Antioquia con menor cobertura de energía eléctrica.** Tabla 1)

**Tabla 1.** Municipios y Subregiones de Antioquia con menor cobertura de energía eléctrica.

Subregión	Bajo Cauca		Norte		Occidente		Magdalena Medio		Urabá			
Municipio	Nechi	Zaragoza	Ituango	Dabeiba	Yondó	Vigia del Fuerte	Murindó	Necoclí	San Juan	San Pedro	Arboletes	Mutatá
Cobertura de Energía	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Indice de condiciones de vida	50	60	50	55	50	50	50	50	50	50	50	55
Necesidades básicas insatisfechas NBI	70%	70%	70%	70%	70%	70%	100%	80%	80%	80%	80%	70%
Distribución Poblacion (% en cabecera municipal)	60%	60%	60%	60%	60%	60%	30%	30%	60%	60%	60%	30%

**Fuente.** Elaboración Propia. Datos tomados de: Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial SIG-OT.

Estos municipios tienen en común una densidad poblacional baja, distribuida irregularmente en pequeños caseríos, ubicados en zonas planas cerca de los ríos o quebradas, siendo el flujo hídrico un recurso natural empleado para satisfacer necesidades de alimentación y aseo, así como fuente de trabajo para las familias. Por otro lado, la escasez o falta de cobertura de servicios presenta un apalancamiento negativo para el desarrollo de la comunidad en términos de educación y salud.

### 1.1.1 Conclusiones del contexto seleccionado

Las zonas con bajos relieves del departamento de Antioquia son las que presentan menores índices de calidad de vida y cobertura de energía. Sus condiciones socioeconómicas y geográficas hacen que éstas sean un contexto adecuado para un sistema de generación que aproveche la energía de los ríos, que a pesar de ser lugares en donde no es posible encontrar caídas de agua significativas, están cercanos a ríos o flujos de agua permanente. De esta manera, las personas ubicadas en estas zonas, podrían aprovechar los recursos hídricos como una posible solución para su situación de no interconexión.

## 1.2 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Identificar la interacción de los usuarios ubicados en determinado contexto y los productos utilizados actualmente para satisfacer las necesidades de energía, es indispensable para el desarrollo del proyecto, para esto se realizó una Investigación de campo, la cual consistió en una visita a la vereda “El Dos” en el municipio de Santa Fé de Antioquia que cumplía con las características planteadas en la situación de diseño. Las herramientas empleadas durante esta investigación de campo fueron: Guía de observación y Collage.

### 1.2.1 Guía de observación

Se realizó una guía que fuera útil para resumir las conversaciones que se pensaba tener con personas que cumplen con las características de usuario del producto a desarrollar. Luego de la visita se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2. *Visita 1. Señor Mario Cuartas, Santa fe de Antioquia.*

Grupos de Personas	Aspectos	LUGAR # 1 Preguntas o aspectos para tener en cuenta
	Ubicación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es una zona sin conexión eléctrica?</li></ul> La vereda tiene conexión hasta el kilómetro 2, pero a partir del Km 3 no hay instalación eléctrica
		<ul style="list-style-type: none"><li>• En qué región está ubicada?</li></ul> Antioquia/Santa fe de Antioquia/Vereda el 2
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Qué acceso tiene la zona?</li></ul> Se puede acceder a la zona mediante carro, bus o moto-taxi que es el medio de transporte usado en esta zona
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Clima de la zona</li></ul> Clima calido.
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Cual es el río más cercano?</li></ul> Río Tonusco
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Cuantas personas habitan o permanecen?</li></ul> 4 personas/2 adultos y 2 niños.

<b>Características físicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Que actividades realizan al interior?</b></li> </ul>
	Cocinar, dormir
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Cuanto tiempo del día permanece al interior?</b></li> </ul>
	Todo el día permanecen en la casa pero la mayoría del día permanecen en el exterior realizando tareas domesticas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Como es la distribución actual?</b></li> </ul>
	La casa posee dos habitaciones (pero todos duermen en una y la otra es una sala), y un cuarto aparte donde se ubica la cocina y el baño.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Que tan grande es la casa?</b></li> </ul>
	8.4m x 4,8m
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hace uso de algún tipo de energía?</b></li> </ul>
	Utiliza baterías (pilas para una linterna y antes tenían una batería de carro para un televisor pequeño)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Como prepara y conserva los alimentos?</b></li> </ul>
	Con leña
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Posee acueducto? En caso negativo cómo soluciona las necesidades de agua?</b></li> </ul>
	No del servicio publico, pero tienen un poso séptico para aguas negras y desvían agua de la quebrada para una manguera para una canilla en la cocina y un pozo en el exterior.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Que utiliza para iluminar?</b></li> </ul>
	Linterna y velas(no muy frecuente)
<b>Necesidades, Gustos y Preferencias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hay inseguridad en la zona? Como protege la casa?</b></li> </ul>
	No, aunque hay guerrilla en las veredas mas lejanas al pueblo,
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Que actividades realizan para entretenerse?</b></li> </ul>
	Les gusta ver televisión cuando es posible/escuchar la radio (noticias)/ir al pueblo/recibir turistas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Que medio de comunicación utilizan o saben utilizar?</b></li> </ul>
	Celular
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>En caso de haber niños como realizan sus actividades académicas?</b></li> </ul>
	Los niños todavía no estudian, sin embargo tienen cuadernos y se ven muy entusiastas para usarlos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Que aspiraciones futuras tiene?</b></li> </ul>
	Tener un televisor/agua potable/recibir mas dinero/Conseguir una casa propia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que aparatos eléctrico y electrónicos utiliza normalmente? Con que frecuencia?</li> </ul>
	Radio linterna, equipo de sonido, televisor de 8 pulg. (baterías)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que actividades realiza cada uno de los habitantes de la casa?</li> </ul>
	Ana Lisdenia (21): ayuda en las labores del hogar (barrer, cocinar y esta mas tiempo con los niños) Mario(32): Labores pesadas en campo (adecuación de la casa, vigilancia en las noches, extracción de arena y piedra, cortar guadua(fabrica muebles),cuida los animales, pesca en el río) Andrea(4): juegan en el terreno, acompaña a sus padres en las labores, le gusta escribir y dibujar. Manuel(2): esta todo el tiempo con su mama.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quien realiza las labores domesticas?</li> </ul>
	Principalmente la mamá
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué nivel de educación tienen?</li> </ul>
<b>Estilo de vida</b>	Mario estudio hasta séptimo de bachillerato y Ana hasta sexto
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que tareas pueden calificarse como particularmente importantes?</li> </ul>
	Barrer, lo que el dueño de la casa ordene para el momento, vigilar el río
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como solucionan la falta o mala calidad de energía?</li> </ul>
	Compran baterías (pila tipo D2 y batería de carro), cargan sus celulares en las casa de amigos y pagan por ello (1000 pesos)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuáles son los puntos críticos de esta condición?</li> </ul>
	Pocos ingresos/Condiciones del terreno están en una zona de alto riesgo ya que se encuentran muy cerca al río/falta de entretenimiento y comunicación
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que perjuicios para el usuario pueden ser causados por esta condición?</li> </ul>
	Baja calidad de vida (riesgos al enfermarse, días mas cortos, limitaciones para leer y estudiar, protección contra animales)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que preferirían tener en la casa si contaran con energía eléctrica?</li> </ul>
	Un televisor y una nevera.
<b>Usuario (Uso y ergonomía)</b>	

Tabla 3. *Visita 2. Joven John Kennedy Restrepo, Santa fe de Antioquia.*

Aspectos	LUGAR # 2 Preguntas o aspectos para tener en cuenta
Ubicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es una zona sin conexión eléctrica?</li> </ul>
	La vereda tiene conexión eléctrica
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En qué región está ubicada?</li> </ul>
	Antioquia/Santa fe de Antioquia/Vereda el 2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué acceso tiene la zona?</li> </ul>
	Se puede acceder a la zona mediante carro, bus o moto-taxi que es el medio de transporte usado en esta zona
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clima de la zona</li> </ul>
	Clima calido.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cual es el río más cercano?</li> </ul>
	Río Tonusco
Grupo de Personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantas personas habitan o permanecen?</li> </ul>
	5 personas/3 adultos y 2 niños.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que actividades realizan al interior?</li> </ul>
	Cocinar, dormir
Características físicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuanto tiempo del dia permanece al interior?</li> </ul>
	Solo en la mañana y en la noche, pues se van a trabajar.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como es la distribución actual ?</li> </ul>
	La casa posee tres habitaciones (dos dormitorios y la otra es una cocina-sala)
Necesidades, Gustos y Preferencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que tan grande es la casa?</li> </ul>
	6m x 4,8m
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hace uso de algún tipo de energía?</li> </ul>
	Utiliza baterías (radio)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como prepara y conserva los alimentos?</li> </ul>
	Con leña
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posee acueducto? En caso negativo cómo soluciona las necesidades de agua?</li> </ul>
	No poseen acueducto, usan el río para sus necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que utiliza para iluminar?</li> </ul>
	Velas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay inseguridad en la zona? Como protege la casa?</li> </ul>
	No, aunque hay guerrilla en las veredas mas lejanas al pueblo,
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que actividades realizan para entretenerse?</li> </ul>
	Les gusta ver televisión cuando es posible/escuchar la radio (noticias)/ir al pueblo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que medio de comunicación utilizan o saben utilizar?</li> </ul>
	Celular
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de haber niños como realizan sus actividades académicas?</li> </ul>
	Los niños estudian en la escuela de la vereda y realizan sus tareas allá.
Estilo de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que aspiraciones futuras tiene?</li> </ul>
	Tener un televisor/recibir mas dinero
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que aparatos eléctrico y electrónicos utiliza normalmente? Con que frecuencia?</li> </ul>
	Radio
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que actividades realiza cada uno de los habitantes de la casa?</li> </ul>
	Loa adultos trabajan y los niños estudian la mayoría del tiempo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quien realiza las labores domesticas?</li> </ul>
	Principalmente la mamá
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué nivel de educación tienen?</li> </ul>

Usuario (Uso y ergonomía)	NS
	• Que tareas pueden calificarse como particularmente importantes?
	Trabajar
	• Como solucionan la falta o mala calidad de energía?
	Compran baterías (pila tipo D2), cargan sus celulares en las casa de amigos y pagan por ello
	• Cuáles son los puntos críticos de esta condición?
	Pocos ingresos/falta de entretenimiento y comunicación
	• Que perjuicios para el usuario pueden ser causados por esta condición?
	Baja calidad de vida (riesgos al enfermarse, días mas cortos, limitaciones para leer y estudiar, protección contra animales)
	• Que preferirían tener en la casa si contaran con energía eléctrica?
	Un televisor y una nevera.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 1.2.2 Collage contexto.

Se realizó una visita al municipio de Santa Fé de Antioquia, específicamente a las veredas del kilómetro 2 y 3, considerado como posible contexto de diseño, dado que en dichas veredas algunos de sus habitantes se encuentran desconectados de la red eléctrica.

Se realizaron diferentes collages con el objetivo de ilustrar las diferentes situaciones en la que se encuentran las personas en este contexto.

#### 1.2.2.1 Collage 1 : *personas desconectadas.*

Estas personas se encuentran cerca al río Tonusco, y la red eléctrica no llega hasta su hogar. En sus casas se observaron aparatos como radio de pilas, televisor de 12 voltios (que se encienden con una batería de carro), un horno que se usa como alacena, entre otros.

Como conclusión para estas personas, la energía es importante principalmente para satisfacer la necesidad de entretenimiento y de estudio. Ya que durante el día se encuentran realizando las tareas del hogar, pero en la noche no tienen la posibilidad de realizar otra actividad.



### 1.2.2.2 Collage 2

En este contexto las personas pueden tener acceso a la red, es decir, pueden estar conectadas, pero debido no tienen dinero para cancelar las cuentas de energía y prefieren vivir sin energía.

Se observó en sus hogares muy malas condiciones de vida, alumbran con velas y cocinan con leña, en algunas ocasiones cuando tienen trabajo, las personas solo van a sus casas en la noche. Se observaron radios de pila como principal aparato electrónico

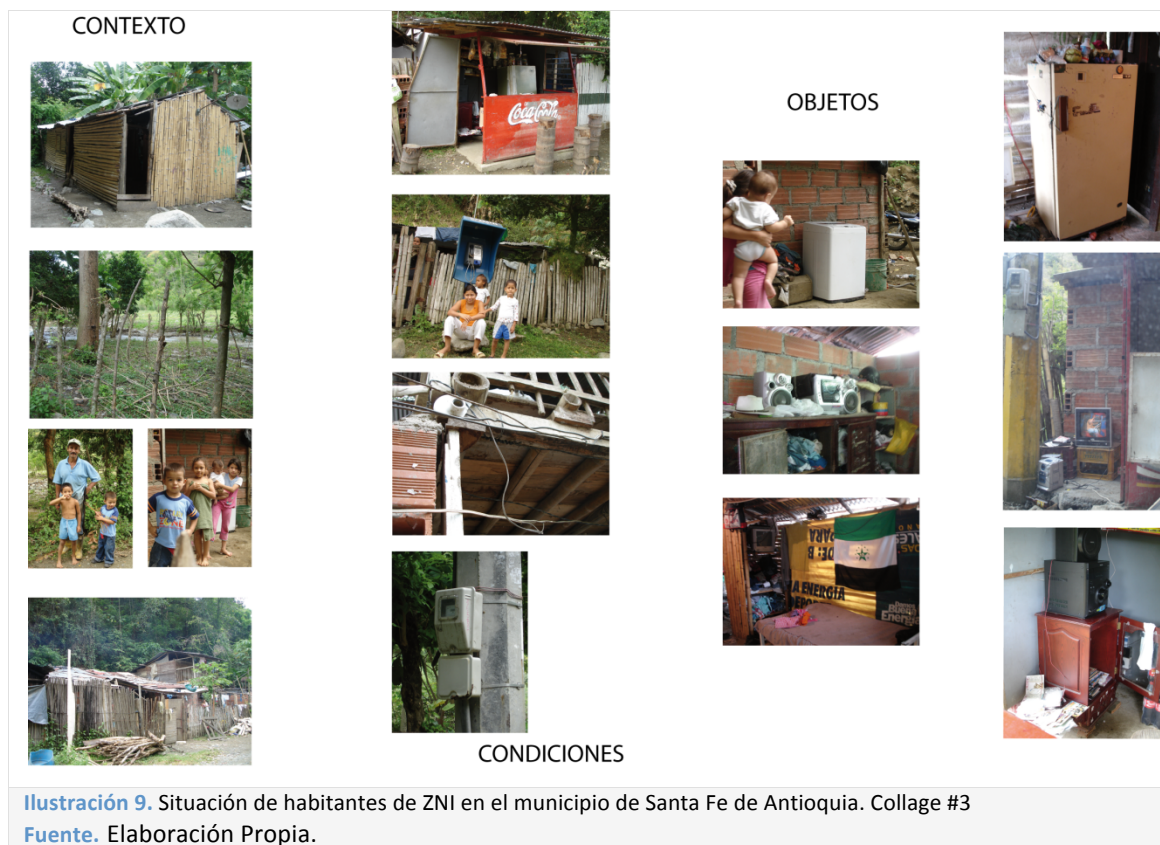


### 1.2.2.3 Collage 3

En esta situación las personas tienen acceso a la energía y la usan para encender algunos bombillos, televisor, nevera y equipo de sonido. (se observó un caso donde tenían una lavadora).

En estas viviendas el nivel de vida es un poco mayor, además se observan en la zona, personas con locales propios donde se vende gaseosa, empanadas, entre otros.

Para resaltar, se encontró que los propietarios de la vivienda son los encargados de hacer la instalación eléctrica en cada hogar, y se observan cables enredados y expuestos, que podrían estar a la mano de los niños.



### 1.3 DEMANDA ENERGÉTICA

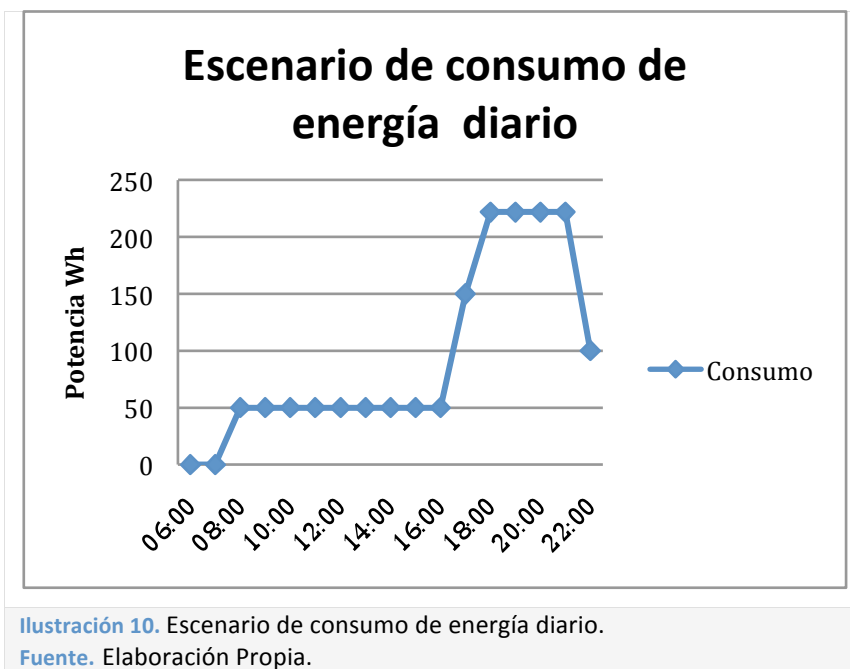
Se realizó una estimación aproximada de lo que sería la demanda de energía promedio de un hogar ubicado en el contexto seleccionado. Con base en la información recopilada en visitas a hogares, se estableció un escenario de consumo de energía básico (Ver Tabla 4 ), indicando el tiempo de uso diario de electrodomésticos con más posibilidad de ser usados, para satisfacer las necesidades de comunicación, información y entretenimiento, tal como lo sugirieron personas ubicadas en zonas no interconectadas. Finalmente una vez estimado el tiempo y la potencia de cada aparato, se proyectó la demanda básica mensual, como punto de referencia para el sistema por diseñar (Ver Tabla 5)

**Tabla 4.** Escenario de consumo de energía en las horas del día.

Hora Aparato	06:00 - 08:00	08:00 - 10:00	10:00 - 12:00	12:00 - 14:00	14:00 - 16:00	16:00 - 18:00	18:00 - 20:00	20:00 - 22:00
TV						100	100	100
Radio		50	50	50	50	50		
Bombillo							60	60
Bombillo							60	60
Celular							2	2
Consumo (Wh)	0	50	50	50	50	150	222	222

**Fuente.** Elaboración Propia.

En el escenario de consumo se identifica un consumo aleatorio de los aparatos: en el día se utiliza el radio y en la noche se presenta mayor demanda al utilizar los demás aparatos al mismo tiempo alcanzando 222 Wh (Ver Ilustración 10)



Teniendo claro el escenario de consumo diario, es posible estimar la demanda energética diaria y mensual de un hogar (Ver Tabla 5). Por otro lado es posible identificar la demanda máxima, como el caso en que todos los aparatos estén conectados, equivalente a 272 W.

**Tabla 5.** Demanda energética.

Aparato	Consumo en potencia (W)	Tiempo de consumo (h)	Wh/día	kWh/día	kWh/mes
TV	100	6	600	0,6	18
Radio	50	10	500	0,5	15
2 Bombillos	120	4	480	0,48	14,4
Celular	2	4	8	0,008	0,24
Total	272		1588	1,588	47,64

**Fuente.** Elaboración Propia.

Con el fin de asociar la demanda energética a la potencia que debe entregar el sistema se asume un consumo mensual de 47,64 kWh , el cual el sistema puede satisfacer en función del tiempo de operación que tenga, al permitir la acumulación de energía en baterías. Es decir, entre más horas pueda operar el sistema menor puede ser su potencia entregada por hora. Y dado la naturaleza del recurso es posible considerar su operación permanente hasta de 24 horas (Ver Tabla 6)

**Tabla 6.** Potencia en Wh que debe entregar el sistema.

Tiempo de Operación (h)	Wh/día
4	397,0
6	264,7
8	198,5
10	158,8
12	132,3
14	113,4
18	88,2
20	79,4
24	66,2

**Fuente.** Elaboración Propia.

Para efectos prácticos, y considerando que a mayor tiempo de operación mayor desgaste puede sufrir el sistema, se establece una potencia de diseño (Wh) equivalente a la demanda máxima (272 Wh), dado que no se depende del tiempo de operación para satisfacer la demanda. Sin embargo se consideran los demás valores expuestos en la Tabla 6 como rangos de potencia útiles que podría alcanzar el sistema, los cuales pueden satisfacer la demanda por medio de acumulación y más horas de operación.

### 1.3.1 Estado hidrológico de algunos ríos de Antioquia

A continuación se presenta un resumen de la información suministrada de los aforos que ha hecho la corporación de Antioquia (Corantioquia)<sup>1</sup> en los ríos: Aurra, San Juan, Amaga y la quebrada Piedras Blancas. Dicha información comprende las características de ubicación, velocidad, profundidad y caudal de las áreas más relevantes para el proyecto.

**Tabla 7.** Estado hidrológico de algunos ríos de Antioquia

Nombre	Ubicación	Velocidad (m/s)	Profundidad (cm)
<b>Río Aurra</b>			
<b>Estación 5</b>	Aguas abajo confluencia con la Quebrada La Muñoz	1,43	70
<b>Río Amaga</b>			
<b>Sitio A21</b>	Quebrada La Horcona, antes de la confluencia con la quebrada La Herradurita	1,32	60
<b>Sitio A24</b>	Quebrada La Horcona, aguas arriba de la confluencia con el Río Amagá	1.027	21cm
<b>Sitio A26</b>	Río Amagá, aguas arriba de la confluencia con el Río Cauca	1,25	36cm
<b>Quebrada piedras blancas</b>			
<b>Desembocadura de la quebrada piedras blancas</b>	Ubicado en el zona urbana del Municipio de Copacabana en el sector Villanueva Baja	1,35	45cm

**Fuente.** Elaboración Propia. Datos suministrados por Corantioquia.

De los datos se anteriores se asumen dos principales características del recurso disponible: una profundidad útil del río inferior a 70 cm y una velocidad del fluido mayor a 1 m/s.

<sup>1</sup> CORANTIOQUIA empresa dedicada a la ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos naturales renovables de una parte de Antioquia.

