



Universidad de Nariño

INGEN^{ERÍA}
ELECTRÓNICA



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

IPSE

Instituto de planificación y promoción
de Soluciones Energéticas para las
zonas no interconectadas

REGISTRO, ANÁLISIS DE DATOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA



pers
Nariño

Plan de Energización Rural Sostenible

REGISTRO, ANÁLISIS DE DATOS Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

AUTOR:

Javier Revelo F.

Ing. Electrónico, Ph.D. en Ingeniería
Docente Departamento de Electrónica
Universidad de Nariño

PLAN DE ENERGIZACIÓN RURAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO

PERS-Nariño

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

UPME

USAID

IPSE

San Juan de Pasto – Nariño

Colombia

2013



Universidad de **Nariño**

INGENIERÍA
ELECTRÓNICA



Unidad de Planeación Minero-Energética



IPSE

Instituto de planificación y promoción
de Situaciones Energéticas para las
zonas No Interconectadas

Contenido

1. Registro y análisis de datos.....	3
1.1 Especificaciones técnicas de los equipos de medida	3
1.2 Metodología para mediciones representativas del consumo eléctrico en hogares	6
1.3 Curvas de demanda promedio por municipio o subregión.....	9
1.4 Protocolos para toma de datos en transformadores veredales.	20
1.5 Esquemas básicos de los sistemas eléctricos estudiados en cada subregión	24
1.6 Reportes de mediciones realizadas con el analizador de redes en los sistemas eléctricos locales de los municipios por subregión.	28
1.7 Evaluación de la calidad y continuidad en el servicio de energía eléctrica de las poblaciones analizadas.	34
1.8 Falencias identificadas más frecuentes en las instalaciones eléctricas a nivel de cada una de las actividades y del usuario final de los sistemas eléctricos de las comunidades estudiadas.....	37
1.9 Recomendaciones planteadas que garantizan que dichas instalaciones sean seguras y confiables.	39
2. Eficiencia energética.....	40
2.1 Potencial de ahorro de energía en los sectores de estudio y metas estratégicas	40
2.2 Identificación de medidas de uso racional y eficiente de energía y posibilidades de uso de FNCE en cada uno de los sectores.....	42
2.3 Propuesta de programas o estrategias de eficiencia energética.	43

1. Registro y análisis de datos

1.1 Especificaciones técnicas de los equipos de medida

Para realizar los registros de consumo y calidad de energía eléctrica se utilizaron dos tipos de analizadores de redes: a) Analizador de redes Hioki 3197, y b) Analizador de redes Fluke 434.

a) Analizador de Redes Hioki 3197:



Figura 1. Analizador de redes Hioki 3197

En la Figura 1 se muestra el analizador de redes eléctricas que tiene las siguientes características:

- Medida y grabación de voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, energía activa y reactiva, demanda, cambios en las cargas, frecuencia, armónicos hasta el orden 50 (Con indicación de voltaje, corriente, potencia, ángulos de fase, THD), factor K, valores pico de voltaje y corriente,
- Sistemas monofásicos de 2 y 3 hilos, y trifásicos de 3 y 4 hilos
- Monitoreo de corrientes de oleada, elevaciones y caídas de voltaje, transientes de sobre voltaje e interrupciones
- Intervalos de muestreo: AUTO / 1 / 5 / 10 / 15 / 30 / 60 minutos
- Memoria interna de 4 MB
- Interface con computadora tipo USB
- Voltaje máx.: 600 V AC CAT III
- Corriente máx: Incluye 3 sondas de 1000 A
- Rango de frecuencia: 45 Hz a 66 Hz

- Pantalla LCD a color de 4.7 pulgadas
- Idioma preferido: Inglés.
- Tamaño compacto
- Alimentación con adaptador de voltaje y batería recargable.

b) Analizador de Redes Fluke 434:



Figura 2. Analizador de redes Fluke 434

En la Figura 2 se muestra el analizador de redes eléctricas y está compuesto del equipo central de análisis, 4 pinzas de corriente, 5 pinzas de tensión, 1 interfaz óptica y el cargador de batería. Este analizador de redes tiene las siguientes características:

- Calculadora de pérdida de energía: Las mediciones clásicas de potencia activa y reactiva, desequilibrios y armónicos se cuantifican para poner de manifiesto el costo de las pérdidas de energía.
- Resolución de problemas en tiempo real: Permite analizar las tendencias utilizando cursores y la función zoom.
- La clasificación de seguridad más alta de la industria: Clasificación de CAT IV a 600 V y CAT III a 1000 V para su uso en la entrada de servicio.
- Permite medir las tres fases y el neutro: Con cuatro puntas de prueba.
- Tendencia automática: Todas las mediciones se registran siempre automáticamente, sin necesidad de configuración alguna.
- Monitor del sistema: Diez parámetros de calidad de potencia en una sola pantalla, de acuerdo con la norma de calidad de potencia eléctrica EN50160.
- Función de registrador: Configurado para cualquier condición de prueba con memoria de hasta 600 parámetros a intervalos definidos por el usuario.
- Visualización de gráficos y generación de informes: Con el software de análisis incluido.
- Vida útil de la pila: Siete horas de tiempo de funcionamiento por carga en un pack de baterías de ión litio.

Para realizar un registro de medida es necesario configurar: La fecha, la hora, el esquema de conexión, establecer el voltaje nominal de 120V, establecer el rango y escala para medida de corriente, tiempo monitoreo desde 2 horas hasta 7 días, periodo de muestreo de 10 minutos, generar los archivos en formato *.csv y *.fvf, generar registros gráficos en formato *.fvf y *.bmp.

Para realizar el registro de señales de tensión y corriente se utilizó el **Datalogger Extech DL160** que se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Datalogger Extech DL 160

Tiene las siguientes características:

- Dos canales: Puede medir simultáneamente 2 voltajes, 2 corrientes, ó 1 voltaje y 1 corriente True RMS
- Tiempo de muestreo configurable entre 1 segundo y 24 horas
- Almacena hasta 256.000 medidas
- Pantalla LCD que indica las medidas actuales, hora y fecha, y valores máximo y mínimo
- Interface USB y software de descarga de datos
- Rangos de corriente AC: pinza CH1: 500mA a 20A y pinza CH2: 10 A a 200 A
- Rangos de voltaje AC: 10 V a 600 V
- Resolución: 0.1 A, 0.1 V
- Exactitud: $\pm(2\% \text{ rdg. } \pm 1A)$, $\pm(2\% \text{ rdg. } \pm 1V)$
- Alimentación: 4 baterías 1.5 V AAA y 1 CR2032 de 3 V, ó adaptador de voltaje

1.2 Metodología para mediciones representativas del consumo eléctrico en hogares

La metodología utilizada para medir el consumo de energía eléctrica de las diferentes unidades residenciales, comerciales e institucionales de las 13 subregiones del departamento de Nariño, consta de 3 etapas: i) Configuración e Instalación de Equipo, ii) Procesamiento de información, y iii) análisis de resultados.

i). Configuración e Instalación de Equipo:

El equipo seleccionado para este proceso es el Datalogger Extech DL 160 y para el manejo del equipo se capacitó al personal que realizó las encuestas, explicándoles las siguientes características a tener en cuenta:

- a) Tiene 2 canales de entrada de señal con tipo de medida True RMS (CH1 y CH2) , con los cuales permite registrar: a) 2 Tensiones, b) 2 corrientes, c) 1 Tensión y 1 Corriente
- b) La configuración del equipo se realiza conectado al PC vía USB, por medio del software DL160 Datalogger se puede configurar el tiempo de muestreo, la fecha, la hora, descargar los datos y borrar la memoria.
- c) Para grabar los datos se debe mantener presionado durante 4 segundos la tecla start/stop. El mismo proceso se realiza para detener la grabación.
- d) Después de cada registro se debe descargar los datos para tomar un nuevo registro. Lo anterior es una medida de seguridad para proteger los datos registrados previamente.

Teniendo en cuenta las anteriores características se establecieron las siguientes convenciones para generalizar el registro de datos:

- 1) El CH1 dedicado para la pinza de corriente y el CH2 para la pinza de tensión.
- 2) El tiempo de muestreo de 10 segundos.
- 3) Tiempo de registro de datos de 4 días.
- 4) El supervisor de la subregión descarga los datos y genera los archivos en formato *.stdata y *.xls, para posterior análisis.

Una vez realizada la configuración del equipo con las convenciones establecidas, se procede a la instalación en la acometida de algunas viviendas rurales que fueron encuestadas. La forma de selección fue aleatoria dentro de la muestra, y la instalación la realizaron los encuestadores que fueron previamente capacitados. En la Figura 4 y Figura 5 se muestra el Datalogger instalado en las acometidas de las viviendas rurales de la subregión de Abades.

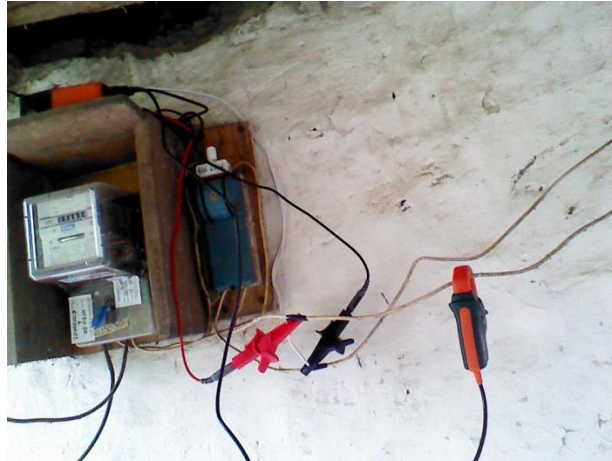


Figura 4. Datalogger instalado vivienda 1



Figura 5. Datalogger instalado vivienda 2

Los registros descargados por el supervisor de la subregión se organizaron en una carpeta junto con un formato de relación de archivos denominado “control de registros de datos del Datalogger Extech”. En este formato se consigna: la fecha de registro, la ubicación, el código de la encuesta, el punto GPS, código de encuestador, el número de registro, el tipo de encuesta y las observaciones respectivas. En la Figura 6 se presenta el formato diligenciado de la subregión de Abades.



FORMATO DE CONTROL REGISTRO DE DATOS DATALOGGER EXTECH														
 Universidad de Nariño		Supervisor Subregión		Christian Erazo Ordoñez Abades-Santacruz			Código		5					
		FECHA		Ubicación		Código encuesta	Punto GPS	Código Encuestador	No. de Registro		Marcar con una x			
Nº	Fecha	Municipio	vereda/centro pob	Tipo Encuesta						Resid	Comer	Instit	Ind	Serv
1	07/06/2013	Santacruz	Guachavez	5171713	1.21824, -77.6788	0517	REG_01	X						
2	07/09/2013	Santacruz	Guarango	5171644	1.180817006, -77.6756019	0517	REG_02	x						
3	07/15/2013	Santacruz	San Jose	5171673	1.19860680, -77.67393	0517	REG_03	x						
4	07/18/2013	Santacruz	Santa Rosa	5171659	1.2849699, -77.620444	0517	REG_04	x						
5	07/09/2013	Santacruz	Arrayan	5181800	1.17519, -77.70071	0518	REG_05	x						
6	07/12/2013	Santacruz	Balalaika	5181739	1.21035, -77.65963	0518	REG_06	x						
7	07/15/2013	Santacruz	San Jose	5181734	1.20285, -77.67051	0518	REG_07	x						
8	07/20/2013	Santacruz	Guachavez	5181780	1.22269, -77.67747	0518	REG_08		x					

Figura 6. Formato de control de registro

ii). Procesamiento de información:

Para el procesamiento de la información, se genera un archivo en formato de extensión CSV (Valores separados por comas) mediante el software DL160 Datalogger que viene en el kit del equipo. Este software no tiene herramientas avanzadas para procesamiento de la información, solo permite visualizar los valores de tensión y corriente que se registraron durante el intervalo de tiempo de captura de datos, como se muestra en la Figura 7.

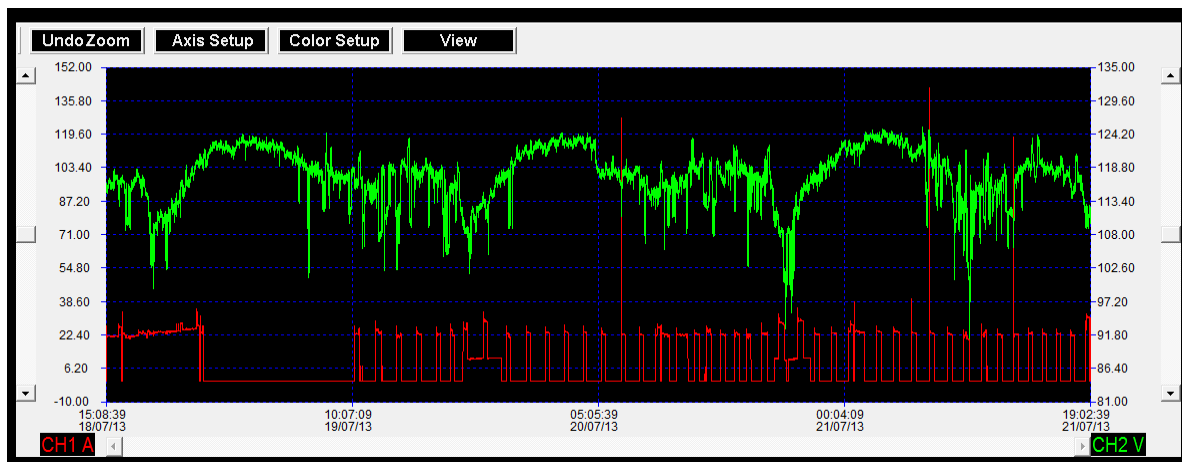


Figura 7. Gráfica de tensión y corriente con el software DL 160 Datalogger

Como la herramienta DL 160 Datalogger no permite procesar la información para determinar medidas de potencia, ni curvas de demanda, entonces se creó un fichero script de MATLAB con una interfaz gráfica de fácil manejo para el usuario, tal como se muestra en la Figura 8.

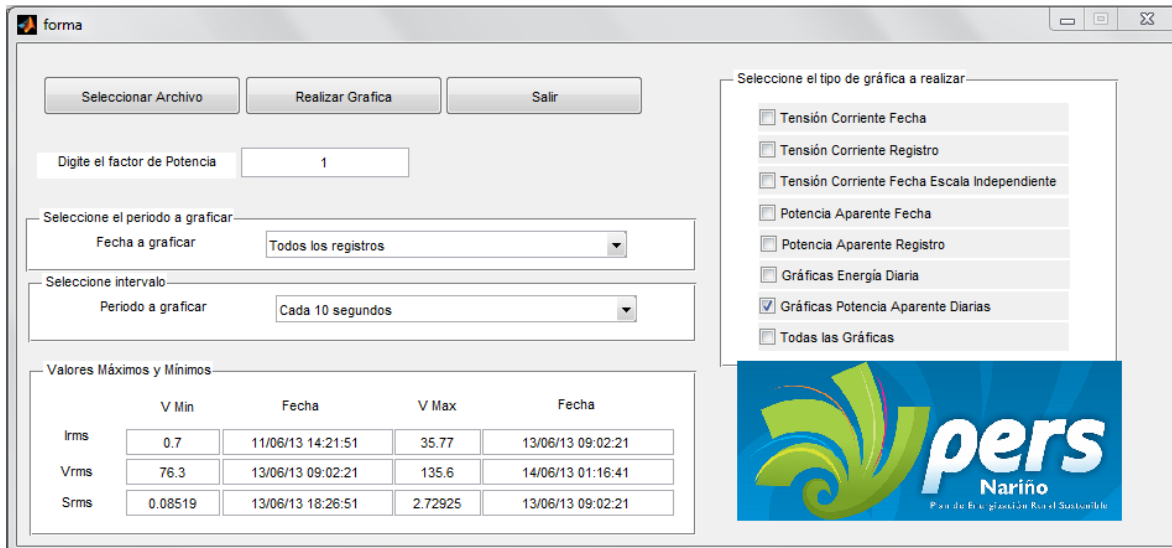


Figura 8. Interfaz gráfica del software para procesamiento de información

Esta herramienta que contiene una sucesión de comandos para efectuar el procesamiento de los datos, toma los valores de corriente, tensión y la fecha con un periodo de muestreo de 10 segundos, para generar las siguientes gráficas:

- Gráfica de tensión y corriente de todo el registro.
- Gráfica de Potencia aparente de todo el registro.
- Gráfica de Potencia aparente durante un día.
- Curva de demanda de energía eléctrica durante un día.

iii). Análisis de la información

El análisis de la información es la tercera etapa de la metodología, y ésta se realiza a partir de las diferentes gráficas y de los reportes. El análisis comprende varias actividades, entre las que se destacan: la caracterización de consumo de energía, la evaluación de la calidad de la energía eléctrica y el planteamiento de recomendaciones para un uso eficiente y racional de la energía. Un análisis detallado se encuentra en las siguientes secciones.

1.3 Curvas de demanda promedio por municipio o subregión.

El análisis de la información se realiza a partir de las gráficas generadas (en especial las curvas de potencia aparente y curvas de demanda) con la herramienta de procesamiento para todos los registros de las 13 subregiones del departamento de Nariño. En este documento se presenta el análisis para los registros de la subregión de Abades, debido a que tiene la particularidad de que cada registro presenta un comportamiento de demanda de energía eléctrica diferente.

Para esta subregión se tomaron 8 registros, de estos el registro REG_01 tiene el siguiente comportamiento: La señal de tensión (señal de color verde) cambian junto con la variación de la señal de corriente, tal como lo muestra la Figura 9, donde se observa picos de corriente (señal de

color azul) durante ciertos intervalos de tiempo. En la Figura 10 se muestra la potencia aparente de todo el registro realizado, tiene la misma forma pulsante de la corriente demanda por toda la carga de la unidad residencial.

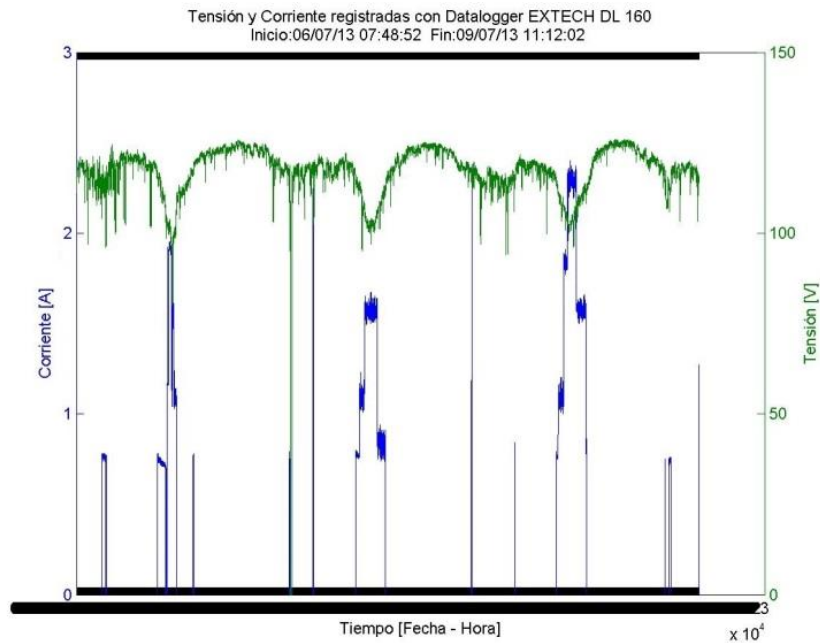


Figura 9. Señales de tensión y corriente

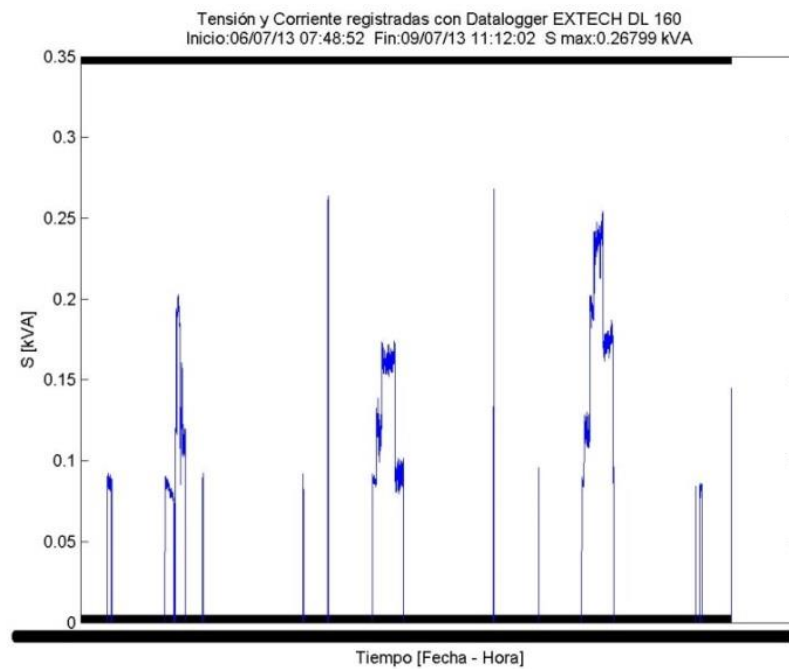


Figura 10. Potencia aparente de todo el registro

De la Figura 10 también se determina el valor máximo de potencia consumida que corresponde a 0.2679 kVA, valor que se puede utilizar para dimensionar un sistema de energía alternativa. Las figuras 9 y 10 muestran los valores de tensión, corriente y potencia del registro completo, pero para realizar un análisis energético diario, es importante conocer la potencia aparente de todo un día y con estos valores realizar la curva de demanda de energía eléctrica diaria, tal como se muestran en las figuras 11 y 12 para un día (07/07/2013) y las figuras 13 y 14 para el siguiente día (08/07/2013).

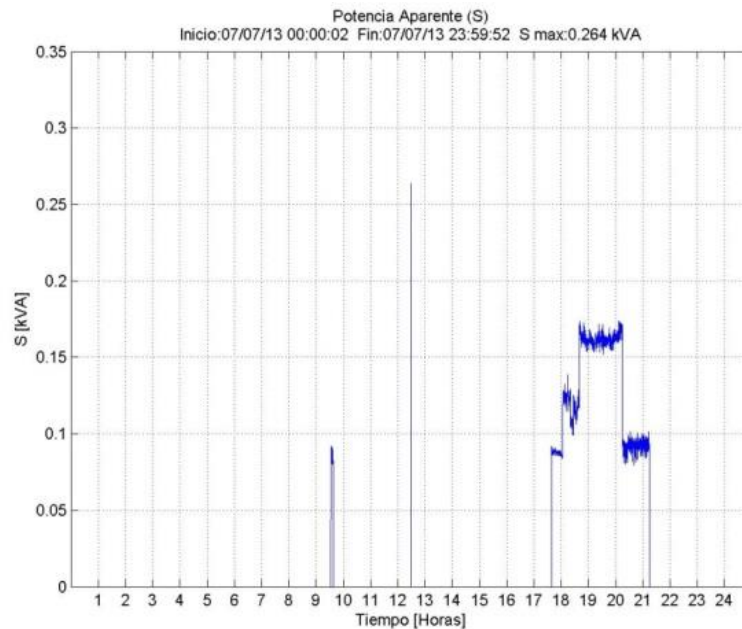


Figura 11. Potencia aparente diaria (día 1)

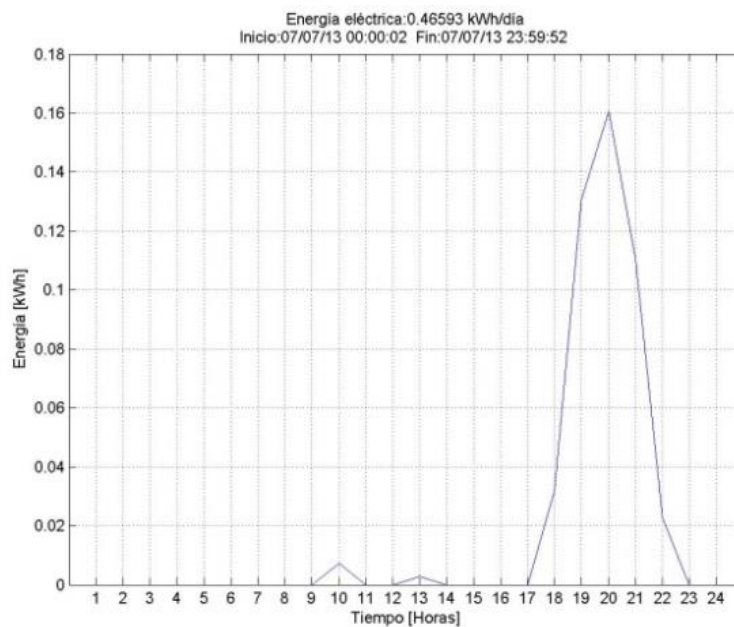


Figura 12. Curva de demanda de energía día 1

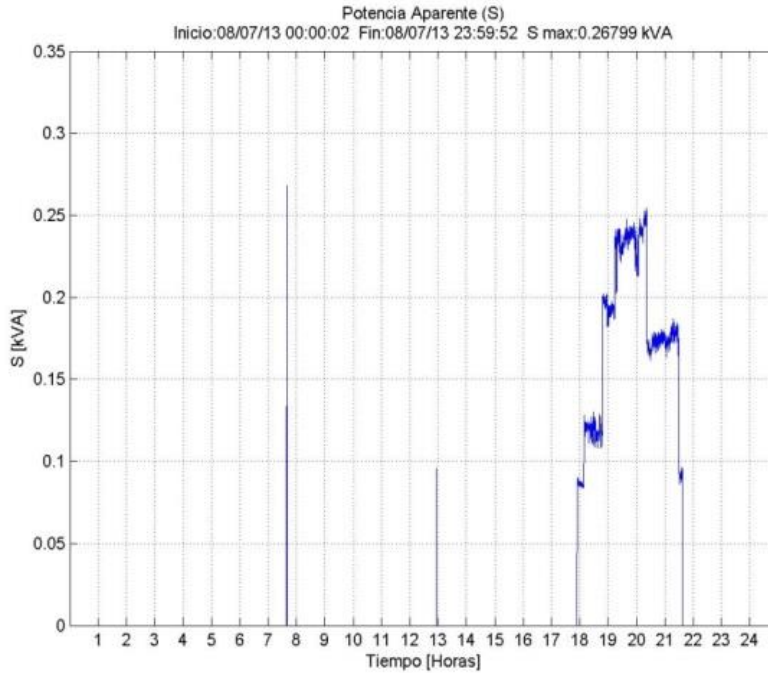


Figura 13. Potencia aparente diaria (día 2)

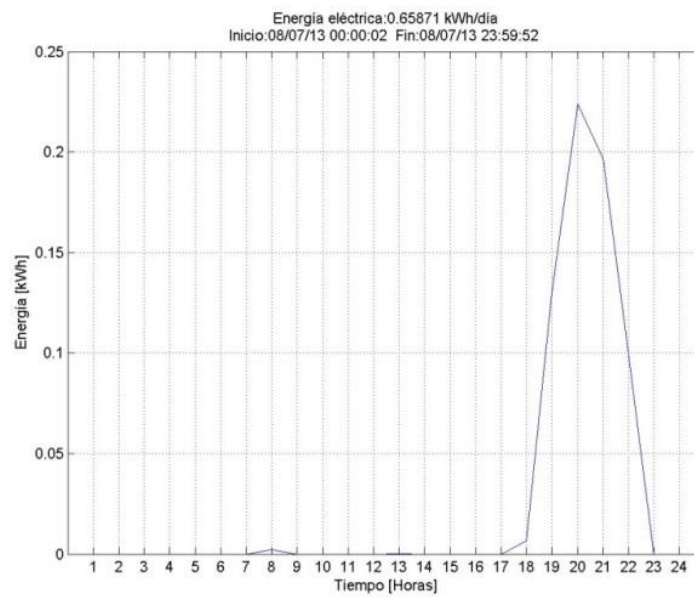


Figura 14. Curva de demanda de energía día 2

En las figuras 12 y 14 que corresponden a las curvas de demanda de energía eléctrica diaria se puede observar que el mayor consumo de energía eléctrica empieza a las 6:00 p.m. hasta las 10:00 p.m. , cabe destacar que el comportamiento de consumo de energía se mantiene durante los dos días analizados.

Analizando otro registro de la misma subregión (REG_04), que tiene un comportamiento diferente al REG_01, debido a que su consumo de potencia es mayor. Este registro presenta un consumo de potencia máxima de 1,0805 kVA proveniente de la acción cargas que deterioran la calidad de la energía eléctrica, reflejada en la variación tanto de la tensión como de la corriente demanda por las diferentes cargas, tal como se muestra en las figuras 15 y 16.

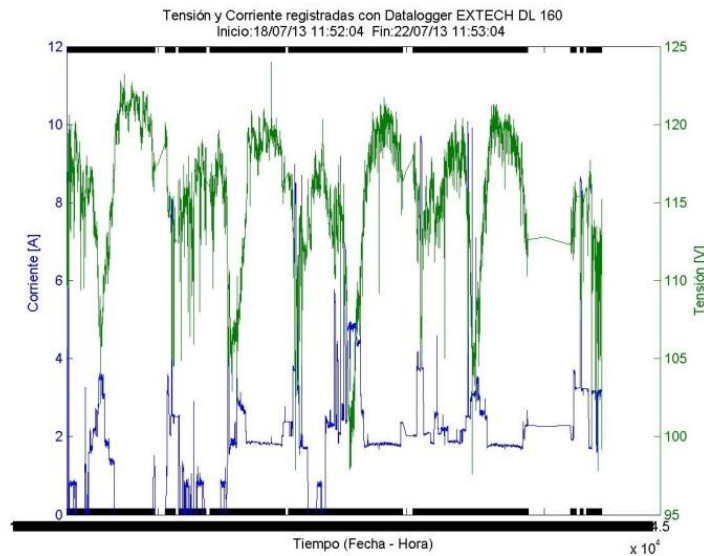


Figura 15. Señales de tensión y corriente

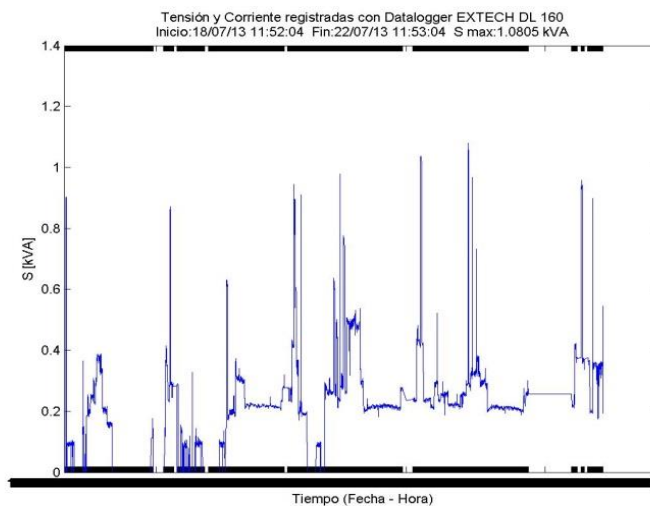


Figura 16. Potencia aparente de todo el registro

De todo el registro de datos se segmenta los valores por cada día, resultando las gráficas de potencia aparente y consumo de energía eléctrica para tres días (ver figuras 17 – 22). En ellas se observa que el consumo de energía incrementa en dos franjas del día, a saber: por la mañana de 7:00 a.m. a 9:00 a.m. y en la noche de 6:00 p.m. a 10:00 p.m., el resto de tiempo tienen cargas consumiendo energía eléctrica en valores constantes por encima de los 200 VA, esto posiblemente por el simple hecho de tenerlas conectadas a la red eléctrica.

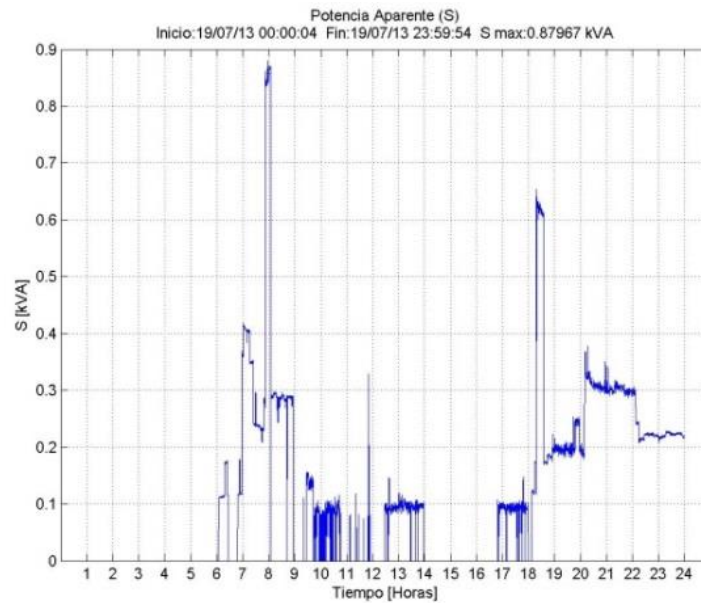


Figura 17. Potencia aparente diaria (día 1)

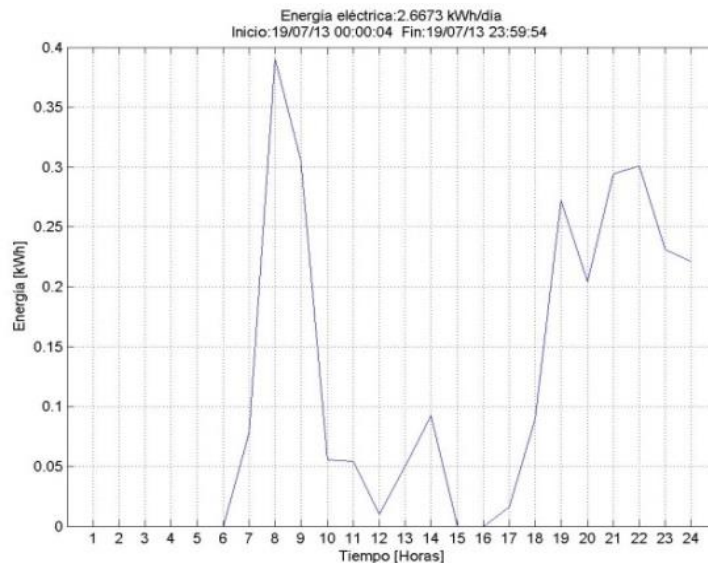


Figura 18. Curva de demanda de energía día 1

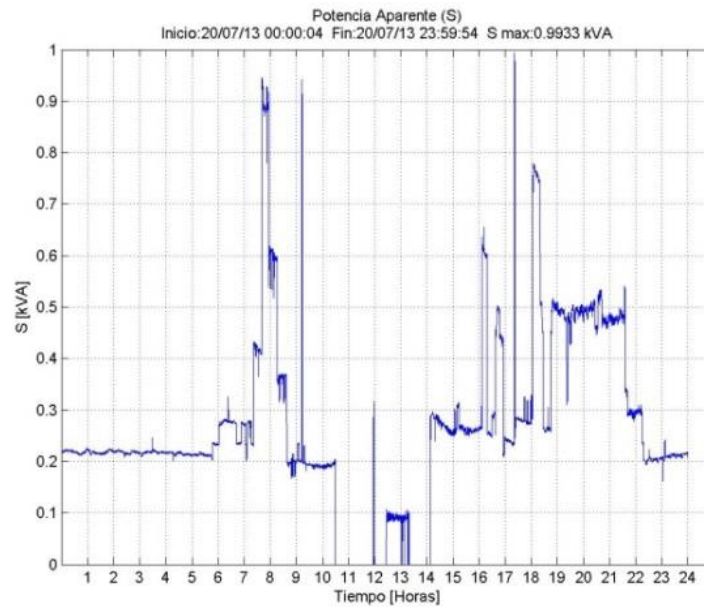


Figura 19. Potencia aparente diaria (día 2)

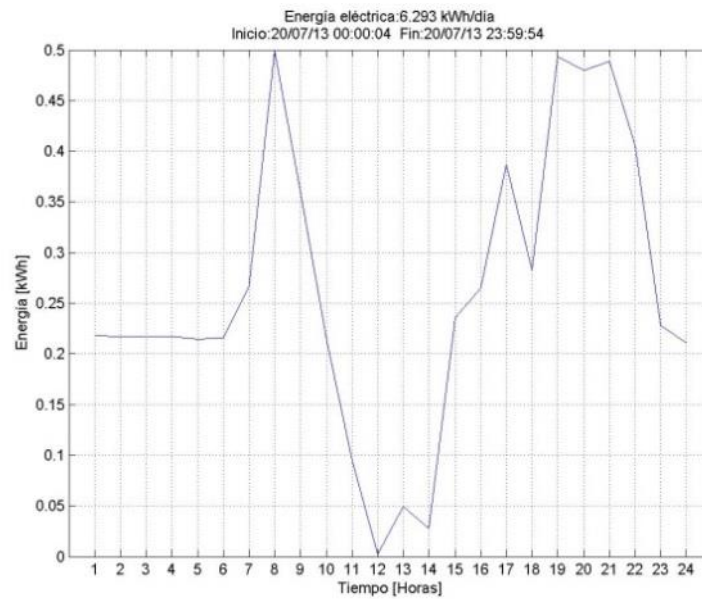


Figura 20. Curva de demanda de energía día 2

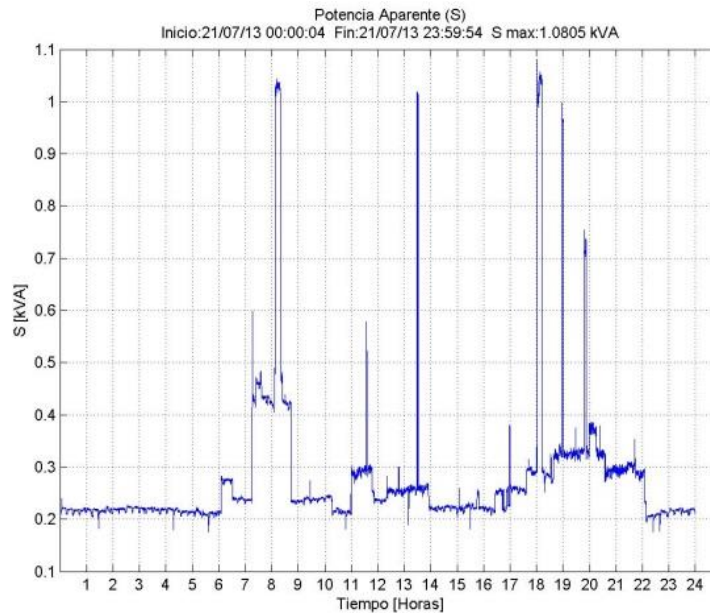


Figura 21. Potencia aparente diaria (día 3)

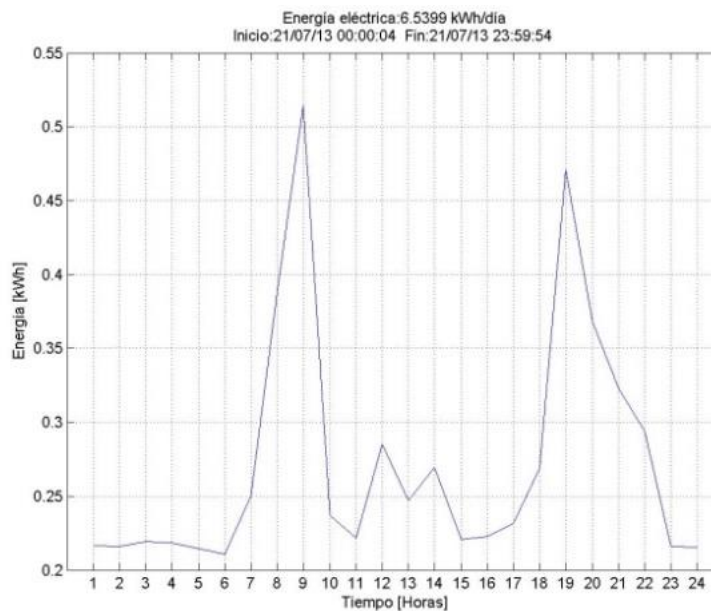


Figura 22. Curva de demanda de energía día 3

Otro registro que tiene una característica particular es el REG_08, en este se evidencia cambios de corriente en intervalos de tiempo cuasi-periódico, característico de los refrigeradores, los cuales presenta un ciclo de operación para bajar la temperatura y mantenerla regulada en su interior. En la Figura 23 se muestra el registro de 4 días de la potencia consumida por la carga, hay un intervalo de tiempo donde no hay suministro de energía, debido que la tensión cae a cero, posteriormente llega el flujo de energía y empieza a funcionar la nevera.

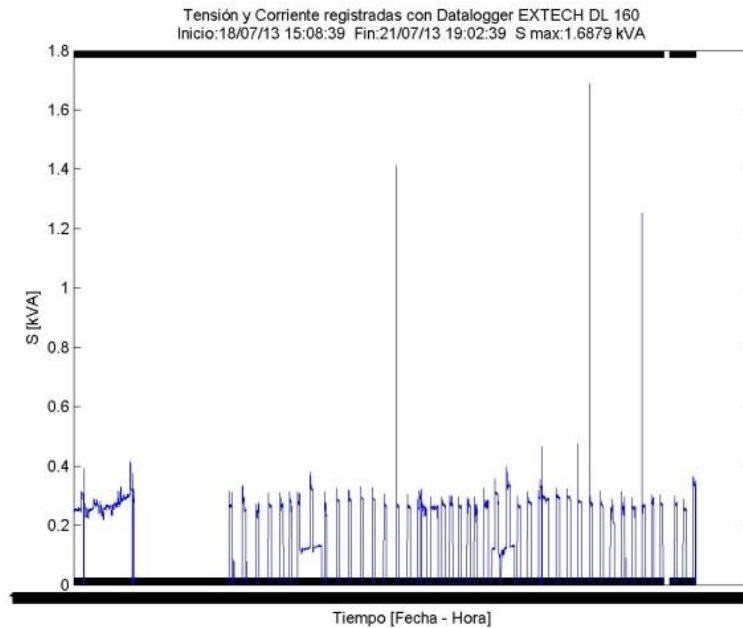


Figura 23. Potencia aparente de todo el registro

Para analizar en detalle la operación de la nevera se segmenta el registro por cada día a fin de determinar la cantidad de ciclos en promedio. La Figura 24 presenta cerca de la mitad del día un corte de energía el cual termina a partir de las 10:30 am, momento en el cual se energiza la nevera y por la naturaleza de la forma de corriente es la única carga que predomina la mayor parte del tiempo, en horas de la noche desde las 7:00pm hasta las 9:30pm se encienden otras cargas sobresaliendo la de refrigeración. Por su parte, la Figura 25 muestra el consumo de la nevera de un día completo registrando un consumo promedio de 1,8kWh/día con 18 ciclos de operación.

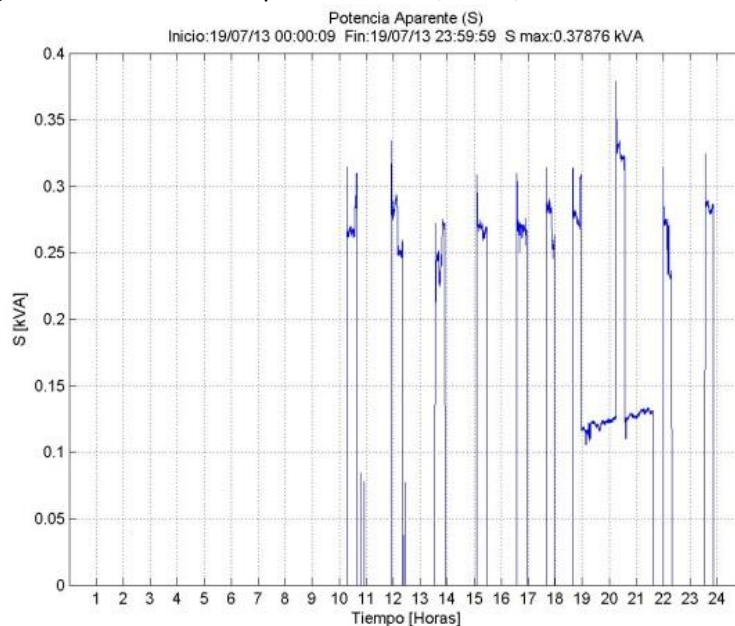


Figura 24. Potencia aparente diaria (día 1)

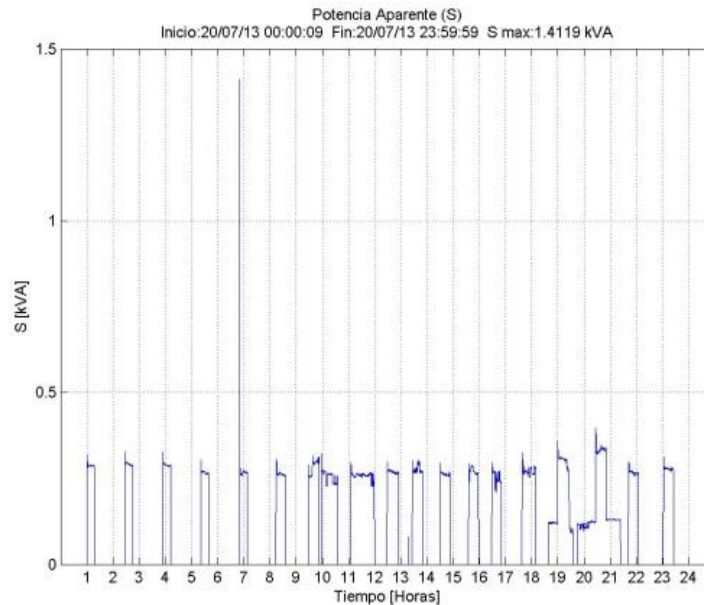


Figura 25. Potencia aparente diaria (día 2)

Finalmente, después de realizar todas las gráficas de los registros, se resume la información relevante de potencia y energía eléctrica en cuatro columnas del formato de “Control de registro de datos Datalogger Extech”, que se muestra en la tabla 1. Las columnas que se agregan son:

- El promedio de los valores máximos de las potencias diarias de cada registro expresado en kVA.
- El valor máximo de las potencias máximas diarias de cada registro expresado en kVA.
- El valor promedio de la energía eléctrica diaria de cada registro expresado en kWh/día
- El valor máximo de la energía eléctrica consumida diaria de cada registro expresado en kWh/día.

Estos valores resultan útiles al momento de realizar diseños de sistemas de energización con fuentes alternativas para las zonas rurales, en virtud de que se tiene: a) un promedio de las potencias máximas de cada registro, y b) un promedio de la energía eléctrica diaria consumida por las residencias.

Este proceso se realiza para todos los registros de las 13 subregiones, conformando una base de datos de consumo de energía eléctrica de las diferentes unidades residenciales, comerciales e institucionales, a fin de que sean utilizados en la proyección de demanda energética y posteriormente en la formulación de los proyectos para las diversas zonas rurales del departamento de Nariño. Se anexa a este documento una carpeta (Anexo2 Registros Dataloggers) con todos los registros organizados por subregión con su debido archivo de control de registros, como el que se muestra en la Tabla 1.



Universidad de Nariño

FORMATO DE CONTROL REGISTRO DE DATOS DATALOGGER EXTECH

Analista de Energía
Temática

Javier Revelo
Consumo de Energía Eléctrica

Subregión

Abades



										Marcar con una x							
FECHA		Ubicación			Código	Punto	Código	No. de Registro	Tipo Encuesta					S max [kVA]	S max	[kWh/día]	[kWh/día]
Nº	Fecha	Subregión	Municipio	vereda/centro o pob	encuesta	GPS	Encuestador		Resid	Comer	Ins tit	Ind	Serv	Promedio	[kVA]	Promedio	Máximo
1	07/06/2013	Abades	Santacruz	Santacruz	5171713	1.21824, -77.6788	0517	REG_01	X					0,230	0,268	0,360	0,659
2	07/09/2013	Abades	Santacruz	Guarango	5171644	1.180817006, -77.6756019	0517	REG_02	x					0,236	0,659	0,089	0,173
3	07/15/2013	Abades	Santacruz	San José	5171673	1.19860680, -77.67393	0517	REG_03	x					0,294	0,333	0,309	0,372
4	07/18/2013	Abades	Santacruz	Santa Rosa	5171659	1.2849699, -77.620444	0517	REG_04	x					0,965	1,081	4,008	6,540
5	07/09/2013	Abades	Santacruz	Arrayan	5181800	1.17519, -77.70071	0518	REG_05	x					3,142	4,204	1,059	1,423
6	07/12/2013	Abades	Santacruz	Balalaika	5181739	1.21035, -77.65963	0518	REG_06	x					0,806	1,092	0,901	1,229
7	07/15/2013	Abades	Santacruz	San José	5181734	1.20285, -77.67051	0518	REG_07	x					0,270	0,329	0,312	0,413
8	07/20/2013	Abades	Santacruz	Santacruz	5181780	1.22269, -77.67747	0518	REG_08		x				0,974	1,688	1,833	2,334

Tabla 1: Formato de registros Datalogger con los valores de potencia y energía



Universidad de Nariño

1.4 Protocolos para toma de datos en transformadores veredales.

Para el registro de curvas de demanda por subregión se utilizaron los analizadores de redes HIOKI 3197 y Fluke 434 instalados en el lado de baja tensión del transformador veredal, tal como lo muestra la Figura 26.



Figura 26. Instalación del analizador de redes

Para realizar este procedimiento, primero se solicitó la autorización al subgerente de generación y distribución del operador de red CEDENAR S.A. E.S.P. (Centrales Eléctricas de Nariño), para la instalación de los analizadores de redes en las diferentes zonas del departamento de Nariño. Las zonas de interés se relacionan en la Tabla 1, donde primero se realizaron las encuestas y posteriormente se procedió a realizar la instalación de los equipos en un municipio de cada subregión.

Tabla 1. Municipios donde se realizaron las encuestas.

Subregión	Municipio
Centro	Pasto
	Chachagui
Rio Mayo	San Bernardo
	La Cruz
Guambuyaco	El Tambo
Cordillera	Taminango
	Cumbitara
Los Abades	Santacruz
Juanambú	La unión
	Buesaco
Occidente	Sandoná
Sabana	Imués
	Ospina
Exprovincia de Obando	Ipiales
	Puerres
	Potosí
	Iles
Pie de Monte Costero	Ricaurte
Pacífico Sur	Tumaco
Telembí	Barbacoas
Sanquianga	El Charco
	Mosquera

De cada subregión se seleccionó un municipio y de acuerdo con el trabajo de campo realizado por el supervisor de zona que coordinó el desarrollo de las encuestas, se seleccionó el transformador característico, teniendo en cuenta la cobertura, capacidad, seguridad de la zona y tipo de instalación de la red. Una vez identificado el transformador, se informa al personal encargado de CEDENAR S.A. E.S.P. en la región (recaudador) entregándole una copia de la carta de autorización de instalación del equipo y además se le recomienda cuidado del mismo.

Para realizar el proceso de instalación se configura el equipo de acuerdo al tipo de red que se va a sensor, entre las dos opciones típicas: a) Monofásico trifilar, y b) Trifásico tetrafilar. El procedimiento de instalación lo realiza un liniero, persona capacitada en instalación de redes eléctricas y con carnet que certifique la capacidad de realizar trabajo en alturas. Con respecto al equipo se protege con un caja metálica asegurada con un candado que en conjunto se sujeta al poste utilizando cinta bandit o con collarín y pernos. Finalmente, se conecta las pinzas amperimétricas y las pinzas de voltaje a las respectivas líneas de distribución de energía en baja tensión; así mismo la alimentación del equipo a 110V. En la Figura 27 se muestra el proceso de instalación del analizador de redes en la vereda las Palmas del Municipio del Tambo y en la Figura 28 se muestra el resultado de la instalación.

De la misma manera, en la Figura 27 se muestra el proceso de instalación del analizador de redes en la vereda el Ingenio del Municipio de Sandoná y en la Figura 30 se muestra el resultado de la instalación.



Figura 27. Instalación del analizador de redes en la vereda las Palmas del Municipio de el Tambo.



Figura 28. Analizador de redes instalado en el Tambo



Figura 29. Instalación del analizador de redes en la vereda el Ingenio del Municipio de el Sandoná

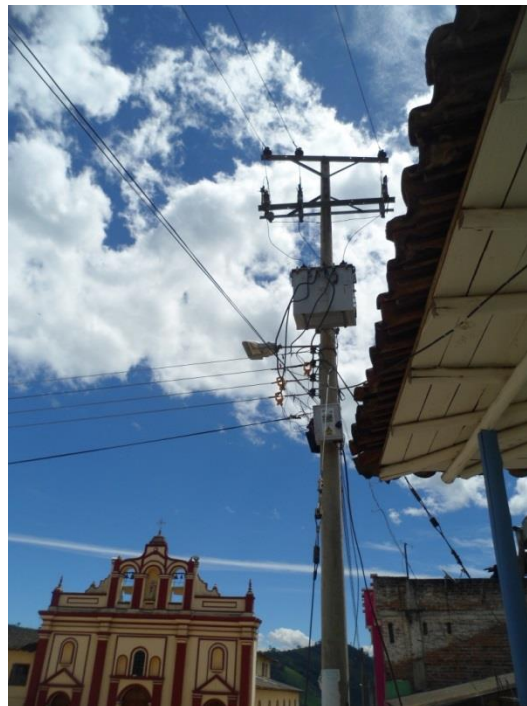


Figura 30. Analizador de redes instalado en Sandoná

El registro de datos se realiza por un periodo de 8 días a fin de tener una amplia cantidad de datos para poder caracterizar el consumo durante una semana completa. Después de haber desinstalado en analizador de redes se informa otra vez al recaudador de CEDENAR S.A. E.S.P.

1.5 Esquemas básicos de los sistemas eléctricos estudiados en cada subregión

Una de las actividades de los supervisores de cada subregión fue realizar el esquema básico de los sistemas eléctricos de las zonas donde se realizaron las encuestas y también la identificación del transformador donde se realizó la instalación del analizador de redes.

A manera de ejemplo, el supervisor de la subregión de Guambuyaco, entregó la información de ubicación de la subestación principal de El Tambo y posibles transformadores para instalar el analizador de redes, con la especificación de potencia, usuarios y punto GPS. Además consiguió la base de datos suministrada por CEDENAR S.A. E.S.P. de El Tambo, la que contiene un registro de 209 transformadores incluidos los de la zona urbana y rural. De esta información se hizo la selección de los más relevantes en el área rural, de los cuales se tiene el dato de la cantidad de usuarios. En la Tabla 2 se muestra la información básica de los posibles transformadores en donde se puede instalar el analizador de redes y la Figura 31 se muestra su ubicación geográfica.

SUBESTACION EL TAMBO COD: 57TB01001 Lat:1.39452691 Long:-77.3786619

Tabla 2. Transformadores seleccionados en el municipio de El Tambo.

CODIGO	UBICACIÓN	USUARIOS	S [KVA]	LATITUD	LONGITUD
TB01050	TROJAYACO	28	25	1.38980789	-77.4048615
TB01061	SAN PABLO	32	25	1.40884014	-77.4294192
TB01118	LAS PALMAS	35	37,5	1.41414973	-77.4036228
TB01139	POTRERILLO	40	25	1.42940543	-77.4287832
TB01147	SAN PEDRO	37	37,5	1.42035414	-77.4413321
TB01520	RICAURTE	34	25	-	-

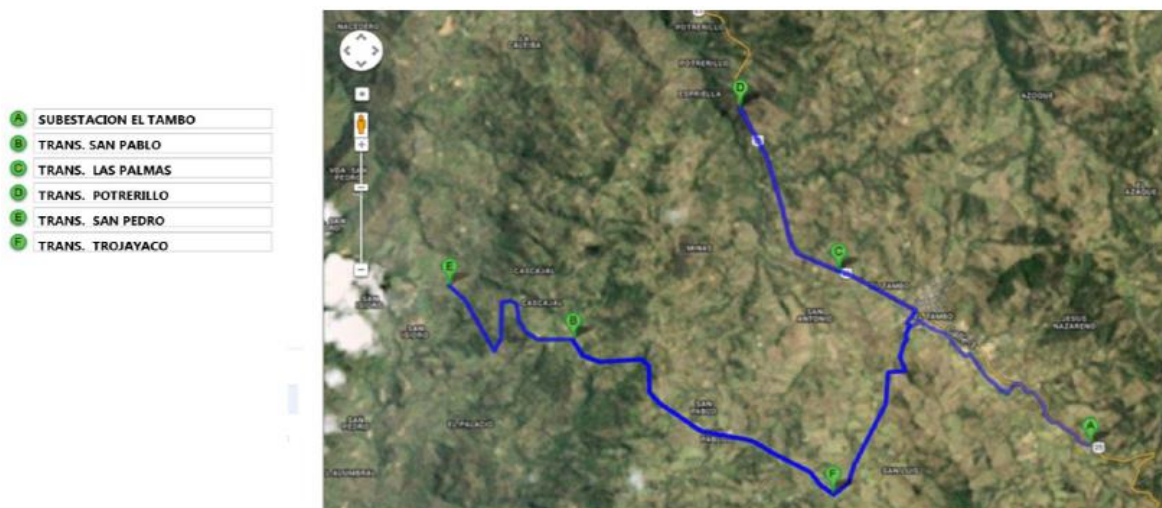


Figura 31. Ubicación geográfica de los transformadores en el Municipio de El Tambo.

Así como se realizaron los procesos de recolección de información y ubicación de los transformadores en la subregión de Guambuyaco, los demás supervisores también emitieron los registros del levantamiento básico de la red eléctrica previa a la instalación. Después de haber realizado la toma de datos se consolidó la información, entre ella la ubicación de los puntos GPS de los transformadores en el mapa del departamento de Nariño, que se muestra en la Figura 32. Anexo a este documento se encuentran dos archivos en el que se presenta el mapa del departamento de Nariño con la ubicación de los transformadores tanto en formato PDF como en formato JPG (Anexo4 Mapa Transformadores.pdf y Anexo5 Mapa Transformadores.jpg).

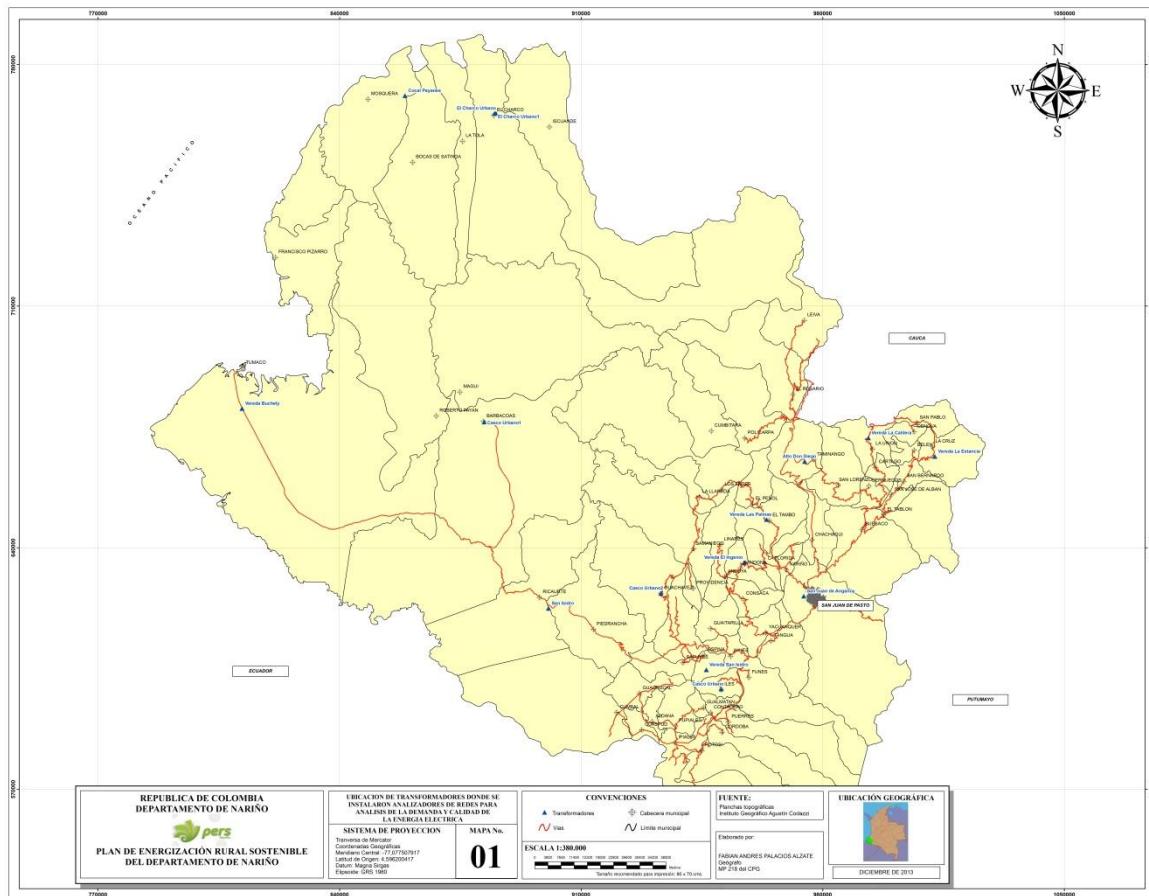




Figura 32. Ubicación de los puntos donde se instalaron los analizadores de redes

En la Tabla 4 se muestra información básica como ubicación, fecha de instalación, tipo de transformador y el equipo instalado para las trece subregiones del departamento de Nariño.

Tabla 4: Transformadores donde se instaló el analizador de redes

 FORMATO DE CONTROL ANALIZADOR DE REDES 														
		Analista		JAVIER REVELO				Código 1						
		Departamento		NARIÑO										
FECHA		Ubicación		Punto GPS		Capacidad (kVA)	Tipo de Transformador	Marcar con una x					Observaciones	
Nº	Fecha	Municipio	vereda/centro pob	Latitud (N)	Longitud (W)			Tipo Carga						
								Resid	Comer	Instit	Ind	Serv		
1	18/06/2013	Iles	Casco Urbano	0°,58,198"	77°,31,295"	75	Monofásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
2	19/06/2013	La Cruz	Vereda La Estancia	01,57954 N	76,96492 W	75	Trifásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
3	24/07/2013	Barbacoas	Casco Urbano	1,66977777	-78,13892778	45	Trifásico	X					Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
4	19/06/2013	Sandoná	Vereda El Ingenio	01,18,006"	77,27'41,8"	45	Trifásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
5	19/06/2013	El Tambo	Vereda Las Palmas	1.41414973	-77.4036228	38	Monofásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
6	23/07/2013	Tumaco	Vereda Buchely	1° 42' 15.7"	78° 46' 10.8"	45	Trifásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
7	18/06/2013	Ospina	Vereda San Isidro	01°01.230	077°33.615	50	Monofásico	X		X			Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197	
8	27/06/2013	Taminango	Alto Don Diego	1° 33.983'	77° 18.255'	37,5	Monofásico	X	X				Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197, circuito 2560	
9	17/07/2013	Mosquera	Cocal Payanes	2.31.473	78.20.573	55	Trifásico	X	X				Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197 EN PLANTA DELA VEREDA DE 55 KVA DURANTE 5 HORAS A PLENA CARGA	
10	22/07/2013	El Charco	El Charco Urbano	2.28.701	78.06.518	45	Trifásico	X					Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197 EN TRAF0 45 KVA DURANTE EL SERVICIO DE DE ENERGIA DE 12 HORAS PARA UN SECTOR CUYA CARGA ESTA SOBRE DIMENSIONADA	

11	23/07/2013	El Charco	El Charco Urbano	2.28.690	78.06.728	45	Trifásico	X	X				Se instaló el Analizador de Redes HIOKI 3197 EN TRAF0 45 KVA DURANTE EL SERVICIO DE DE ENERGIA DE 12 HORAS PARA UN SECTOR CENTRAL (PARQUE PRINCIPAL)
12	15/06/2013	Pasto	San Juan de Anganoy	1,21355	77,30649	60	Trifásico	x	x				Se instaló el Analizador de Redes FLUKE 434
13	28/06/2013	La Unión	Vereda La Caldera	01.37'41,6"	77.08'18,1"	25	Monofásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes FLUKE 434
14	26/07/2013	Ricaurte	San Isidro	01°10.882'	077°58.274	25	Monofásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes FLUKE 434.
15	19/07/2013	Santacruz	Casco Urbano	1,22095	77,67850	155	Trifásico	X	X	X			Se instaló el Analizador de Redes FLUKE 434

1.6 Reportes de mediciones realizadas con el analizador de redes en los sistemas eléctricos locales de los municipios por subregión.

A partir de los registros que se obtuvieron de los analizadores de redes instalados en los transformadores en las trece subregiones del departamento de Nariño, se obtienen las siguientes medidas: Tensión de cada fase, las corrientes de cada fase, la hora de registro, las potencias activa, reactiva y aparente, y en especial el factor de potencia. Cada registro está configurado con un periodo de muestreo de 5 minutos durante un tiempo promedio de 8 días y se encuentran en formato propio de los analizadores como también en formato CSV (Valores separados por comas). Con los datos en este último formato se procesaron utilizando un script desarrollado en Matlab para generar las diferentes gráficas que permiten hacer un análisis de consumo y calidad de energía eléctrica. Las gráficas que se generaron a partir de cada registro son:

- a) Tensiones de cada fase de todo el registro.
- b) Corrientes de cada fase de todo el registro.
- c) Potencias reactiva, activa y aparente de todo el registro.
- d) Factor de potencia de todo el registro.
- e) Tensiones de cada fase por día.
- f) Corrientes de cada fase por día.
- g) Potencias reactiva, activa y aparente de cada día.
- h) Factor de potencia de cada día.
- i) Curva de demanda diaria.

Para efectos de detallar un análisis de calidad de energía eléctrica se destacan dos registros correspondientes a la vereda de las Palmas en el municipio del Tambo perteneciente a la subregión de Guambuyaco, y la vereda del Ingenio en el municipio de Sandoná perteneciente a la subregión de Occidente.

- a) Vereda las Palmas en el Municipio del Tambo

De todas las gráficas que se generaron para este registro se destacan tres gráficas, la primera de ellas se muestra en la Figura 33 donde se presenta las gráficas de potencias reactiva, activa y aparente para un día completo (20/06/2013). A pesar de que hay potencia reactiva, se evidencia un seguimiento permanente de la potencia activa a la potencia aparente, y sólo pasadas las dos de la tarde hay un instante de tiempo donde la potencia aparente supera a la activa, efecto que genera un bajo factor de potencia, tal como lo muestra la Figura 34. Analizando el comportamiento del factor de potencia para este registro se tiene un valor promedio cercano a 0,93, lo que refleja una buena calidad de energía eléctrica, es decir las cargas no generan mayor distorsión. Con respecto al evento, como sólo es transitorio no es característico.



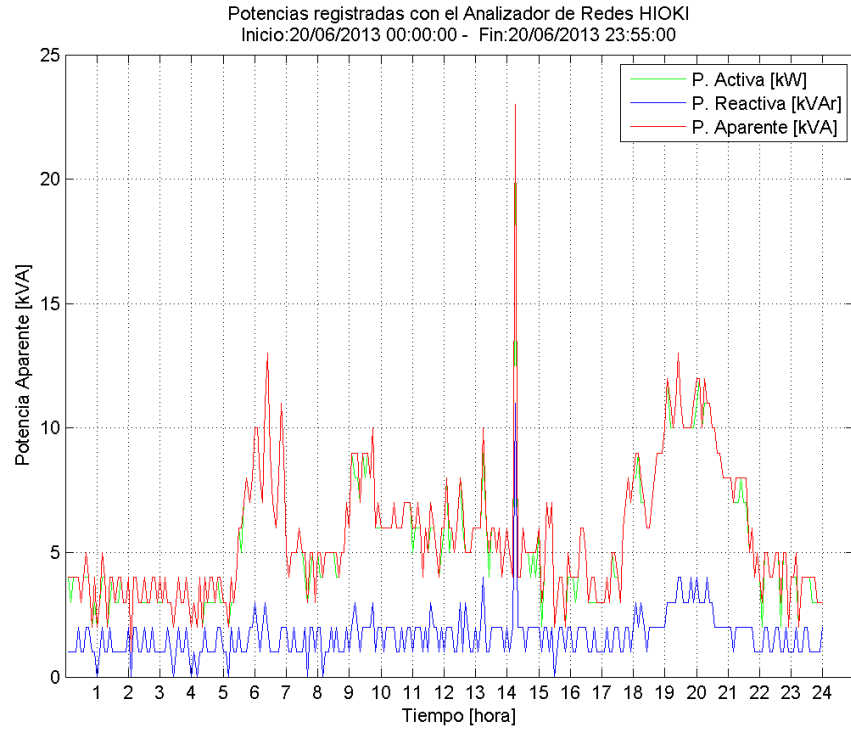


Figura 33. Potencias en la vereda las Palmas.

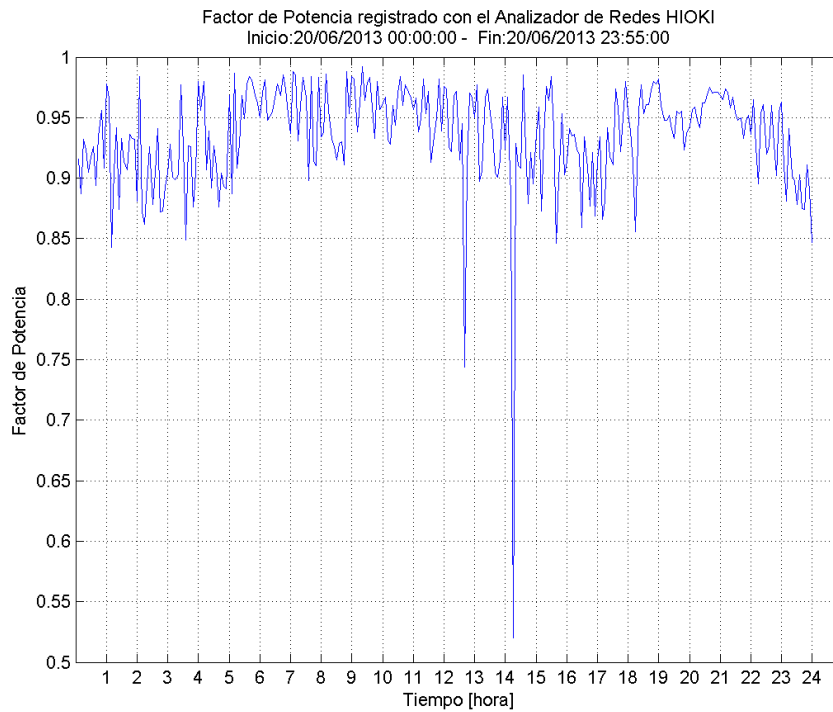


Figura 34. Factor de potencia en la vereda las Palmas

Para analizar el consumo de energía eléctrica se generaron curvas de demanda como la que se muestra en la Figura 35 donde se aprecia las horas valle y las horas pico, que después de revisar todos los registros se concluye que el consumo aumenta en la mañana a partir de las 6:00am, a medio día y el mayor consumo es en horas de la noche desde las 7:00pm hasta las 10:00pm. Además, la gráfica en la parte superior indica el valor del consumo de energía eléctrica correspondiente a 131,91 kWh de todo el día.

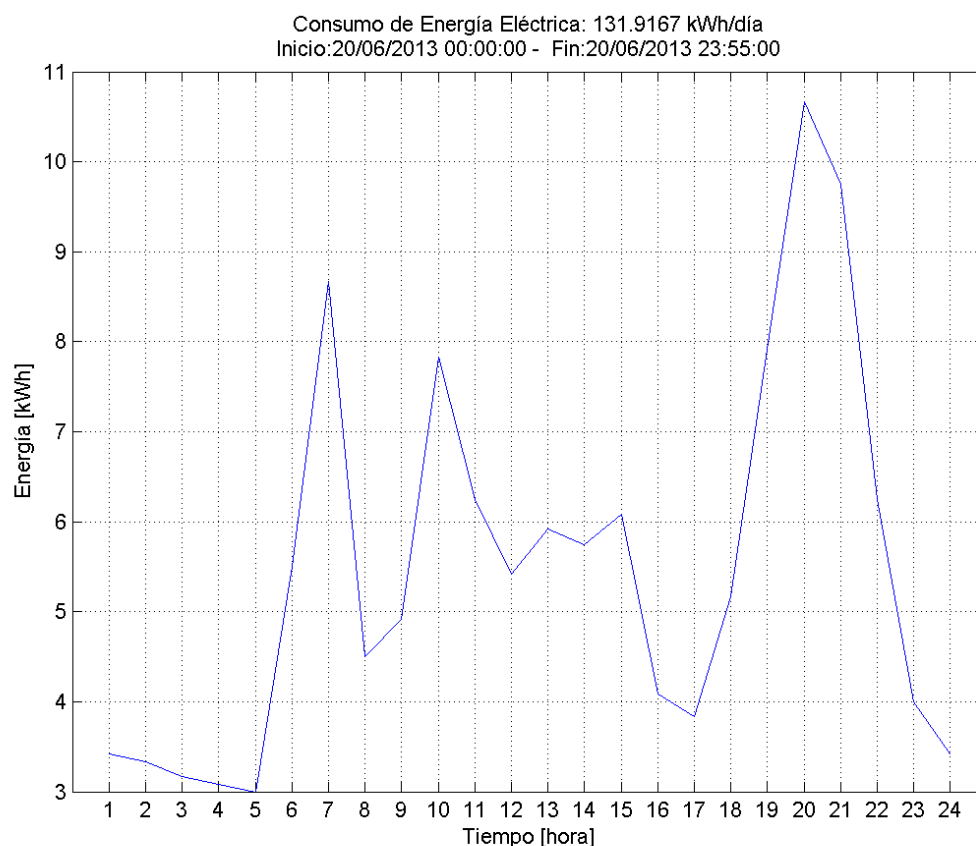


Figura 35. Curva de demanda característica para la vereda las Palmas.

Después de procesar la información del registro y de realizar las gráficas de curva de demanda diaria, se genera un reporte como el que se muestra en la Tabla 5, en el que se consigna la siguiente información:

- a) Fecha del registro
- b) Pmed: El valor promedio de la Potencia activa expresado en kW
- c) Pmax: El valor máximo de la Potencia activa expresado en kW
- d) Qmed: El valor promedio de la Potencia reactiva expresado en kVAr
- e) Qmax: El valor máximo de la Potencia reactiva expresado en kVAr
- f) Smed: El valor promedio de la Potencia aparente expresado en kVA
- g) Smax: El valor máximo de la Potencia aparente expresado en kVA

- h) FPmed: El valor promedio del Factor de Potencia.
- i) FPmin: El valor mínimo del Factor de Potencia.
- j) EE: El valor del consumo de la energía eléctrica diaria expresado en kWh.

Tabla 5. Reporte de consumo de energía eléctrica para la vereda las Palmas en el municipio del Tambo

Fecha	Pmed [kW]	Pmax [kW]	Qmed [kVAr]	Qmax [kVAr]	Smed [kVA]	Smax [kVA]	FPmed	FPmin	EE[kWh]
19/06/2013	5.77	14	1.69	3	5.99	14	0.93	0.69	76.42
20/06/2013	5.50	21	1.66	11	5.69	23	0.94	0.52	131.92
21/06/2013	5.35	14	1.49	3	5.51	14	0.94	0.72	128.42
22/06/2013	4.61	13	1.41	3	4.75	13	0.93	0.66	110.75
23/06/2013	4.59	11	1.50	4	4.80	12	0.91	0.70	110.17
24/06/2013	4.56	15	1.40	12	4.74	15	0.91	0.29	109.33
25/06/2013	4.79	14	1.74	4	5.04	14	0.88	0.57	115.00
26/06/2013	3.82	13	1.49	3	4.05	13	0.86	0.56	35.67

- b) Vereda El ingenio en el municipio de Sandoná.

Para realizar el análisis de los resultados del registro para esta vereda, se procede a realizar el mismo procedimiento que el anterior. En la Figura 36 se muestra las potencias para un día en particular, donde se observa que en la mayor parte del tiempo de la jornada laboral, la potencia reactiva supera la potencia activa generando un bajo factor de potencia tal como lo muestra la Figura 37. Después de revisar estas figuras se concluye que, esta vereda de estudio presenta una mala calidad de energía eléctrica debido a que los usuarios conectan cargas que distorsionan la corriente eléctrica, en especial se evidencia la presencia de talleres con máquinas como soldadores y motores.



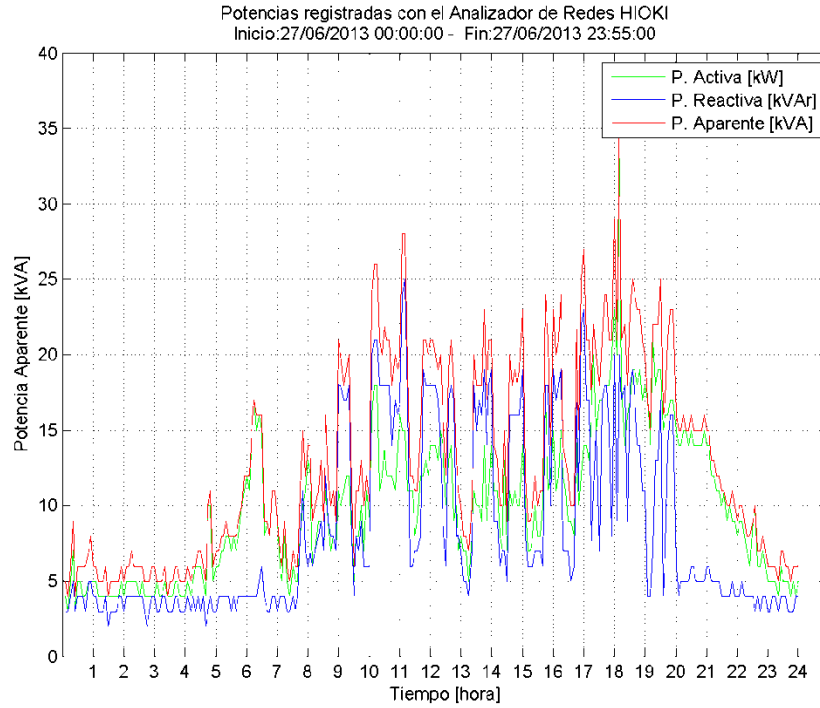


Figura 36. Potencias registradas en la vereda el Ingenio

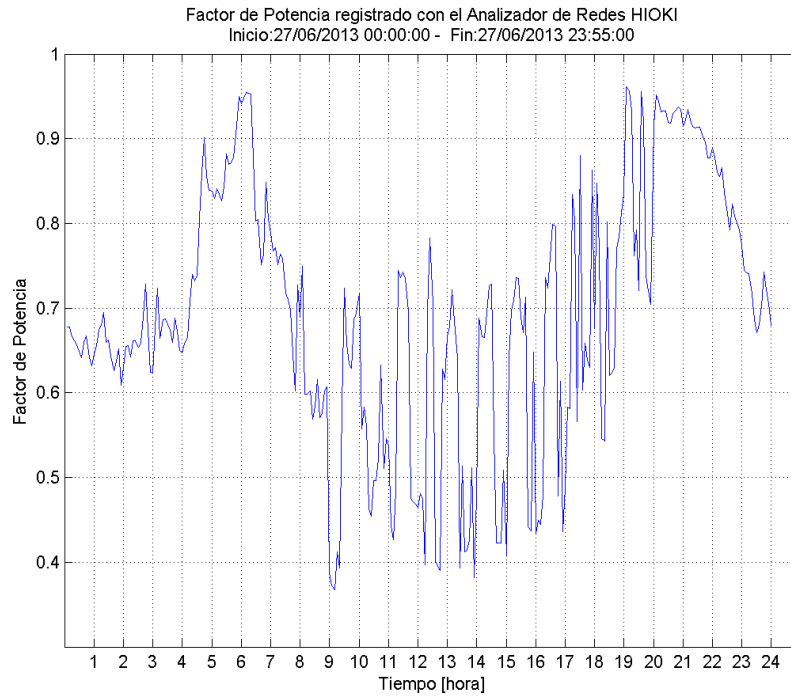


Figura 37. Factor de potencia registrado en la vereda el Ingenio

Por su parte, la Figura 38 muestra la curva de demanda para un día completo registrando un consumo de energía eléctrica de 238,4167 kWh, con su mayor pico característico a partir de las 6:00 pm hasta las 21:30pm. Finalmente, toda la información de consumo e indicadores de calidad de energía se consigna en la Tabla 6, que corresponde al reporte resultante después de procesar los datos tomados por el analizador de redes.

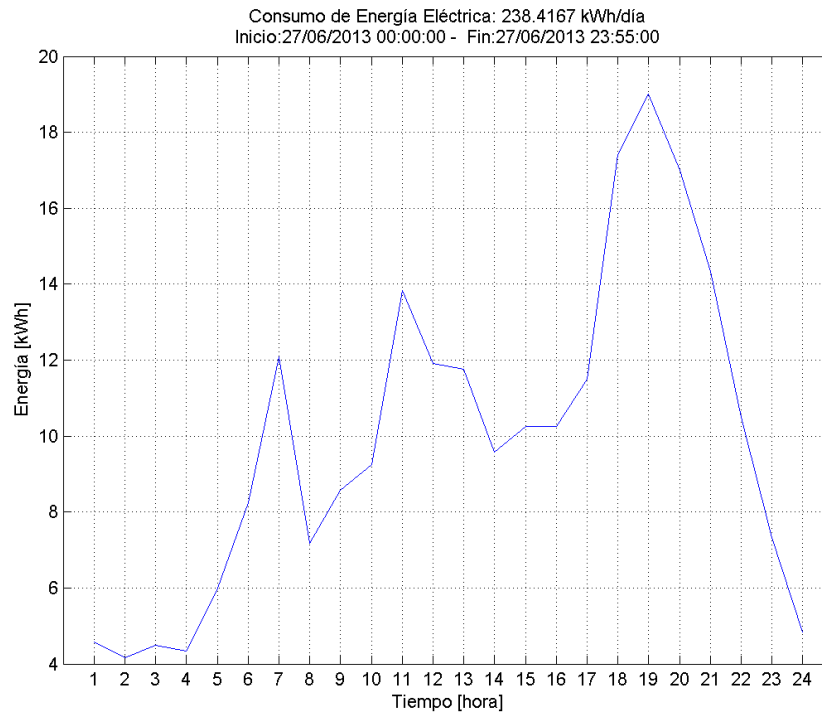


Figura 38. Curva de demanda de un día para la vereda el Ingenio.

Tabla 6. Reporte de consumo de energía eléctrica para la vereda el Ingenio en el municipio de Sandoná.

Fecha	Pmed [kW]	Pmax [kW]	Qmed [kVAr]	Qmax [kVAr]	Smed [kVA]	Smax [kVA]	FPmed	FPmin	EE[kWh]
26/06/2013	12.78	26	10.21	24	16.33	30	0.70	0.04	157.58
27/06/2013	9.93	33	8.31	25	12.90	37	0.69	0.37	238.42
28/06/2013	9.66	21	7.19	26	12.01	29	0.72	0.39	231.75
29/06/2013	9.30	26	5.85	18	11.06	27	0.74	0.42	223.17

30/06/2013	8.97	21	4.78	16	10.16	21	0.79	0.49	215.25
01/07/2013	8.95	21	6.68	30	11.32	33	0.72	0.37	214.92
02/07/2013	7.59	16	6.18	18	9.84	20	0.69	0.35	133.50

Los reportes de las demás subregiones se encuentran en la carpeta que se adjunta a este documento (Anexo3 Registros Analizadores Redes), además también se encuentran publicadas en el Sistema de Información para el Plan de Energización Rural Sostenible – SIPERSN siguiendo el enlace respectivo en la página web oficial del PERSN: <http://pers.udenar.edu.co/>

1.7 Evaluación de la calidad y continuidad en el servicio de energía eléctrica de las poblaciones analizadas.

La energía eléctrica suministrada por el operador de red principal en el departamento de Nariño CEDENAR S.A. E.S.P. y por las empresas locales de los municipios (ENERCHAR, ENERSOLEIDAD, entre otras) que fue medida durante una semana utilizando los analizadores de redes instalados en unos transformadores seleccionados, permite realizar una evaluación de la calidad y continuidad en el servicio de energía eléctrica que se ofrece a las poblaciones.

En primera instancia, para evaluar la calidad de la energía eléctrica se utilizaron 3 indicadores, a saber: i) El factor de potencia, ii) los niveles de los armónicos y iii) el THDv (Distorsión armónica total de voltaje) Dependiendo de la especialidad del analizador de redes, al procesar la información de los registros se obtiene el respectivo indicador, así: para el factor de potencia lo registra el analizador de redes HIOKI 3197 (utilizado en 9 subregiones) y para la determinación de los niveles de armónicos y el THDv los registra el analizador de redes FLUKE 434 (utilizado en 4 subregiones).

Para explicar la evaluación de la calidad de energía eléctrica se plantean ejemplos de los registros detallando los indicadores establecidos:

i) Factor de Potencia: En la Figura 39 se muestra la gráfica del factor de potencia de un día completo registrado en la vereda la Estancia del municipio de La Cruz, en el que el factor presenta variaciones desde 0,65 a 0,97, con un valor promedio de 0,88. Esto evidencia que se encuentran conectadas cargas que distorsionan la señal de corriente y además la desfasan con respecto a la señal de tensión, concluyendo que la calidad es media para ciertas horas del día teniendo en cuenta que las normas de calidad recomiendan valores cercanos a 0,95. Después de la revisión de todos los registros, se puede afirmar que este comportamiento es característico en las demás subregiones del departamento de Nariño.

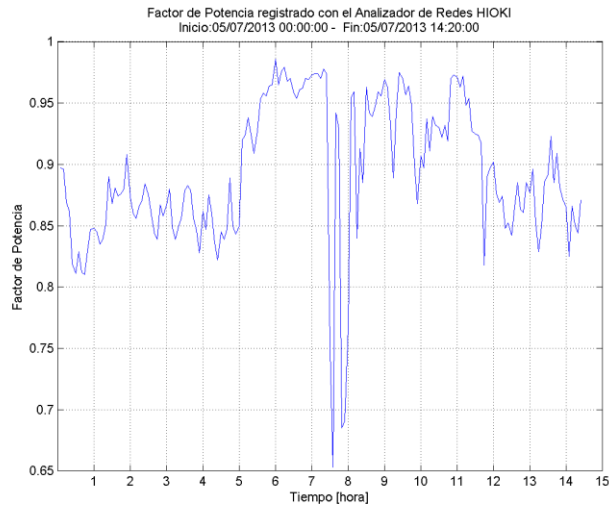


Figura 39. Factor de Potencia de un día en el Municipio de la Cruz

ii) Armónicos de tensión y THDv: En un sistema eléctrico donde fluye corriente eléctrica a través de los conductores para energizar las diferentes cargas, que en la actualidad son de naturaleza no lineal, es característico tener distorsiones (deformaciones) de las señales. La forma de la señal y los valores que puede tomar la corriente eléctrica depende de la carga y cualquier distorsión que se presente en el flujo de la corriente, se refleja en la forma de la señal de tensión. Es por lo anterior, que en la Figura 40 se observa niveles de armónicos de tensión de orden impar (tercero, quinto y séptimo), donde predominan el quinto y séptimo con valores altos con respecto al fundamental, indicando que las señales tanto de tensión como corriente presentan distorsiones y por ende la calidad de energía es baja. Esto también se comprueba analizando el comportamiento del THDv para este mismo registro tal como se observa en la Figura 41, donde se muestra que el THDv supera la mayor parte del tiempo de un día el valor del 5%, que de acuerdo con los estándares se recomienda realizar corrección.

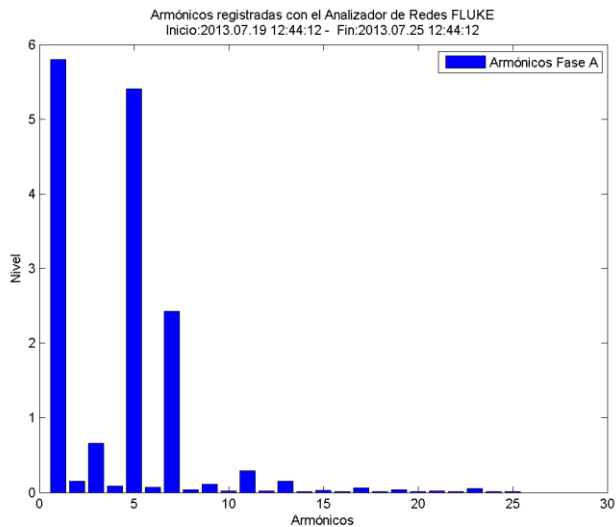


Figura 40. Armónicos de tensión en el municipio de Guachavés

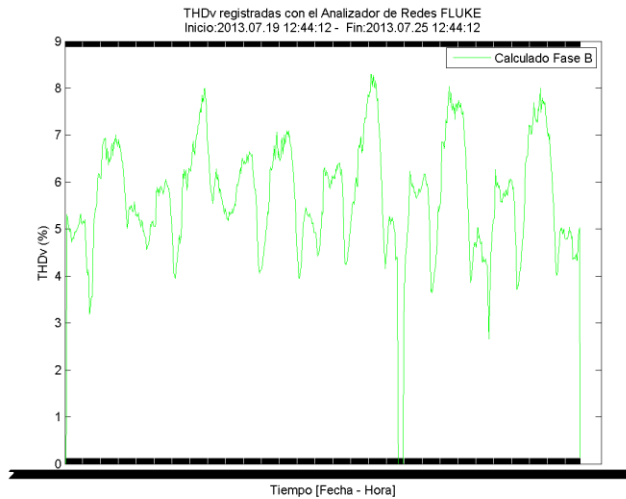


Figura 41. THDv registrado en el municipio de Guachavés

Con respecto a la continuidad del servicio de energía eléctrica, se trae dos ejemplos de interrupciones del flujo de corriente: i) un registro del municipio de Iles que pertenece a las zonas interconectadas, y ii) un registro del municipio de El Charco que pertenece a las zonas no interconectadas. En la Figura 42 se evidencia que las señales de tensión toman el valor de cero por un tiempo cercano a la hora, considerado este evento como la mayor interrupción de todos los registros realizados para las zonas interconectadas, ya que otras interrupciones no superan los 15 minutos.

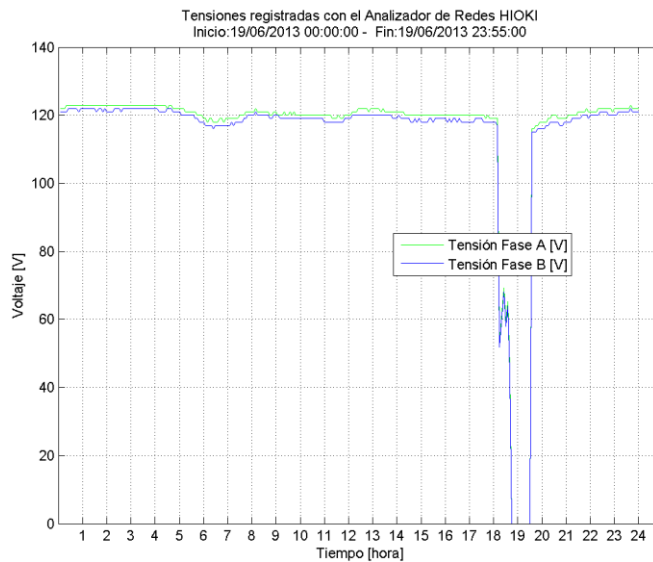


Figura 42. Tensiones registradas en transformador en el Municipio de Iles

Finalmente, en la Figura 43 se muestra las tensiones de las tres fases a la salida de un transformador ubicado en la cabecera del municipio de El Charco, en la que claramente se evidencia que se presta

el servicio de energía eléctrica por un periodo de 12 horas a partir del mediodía, momento en que la empresa ENERCHAR enciende la planta municipal.

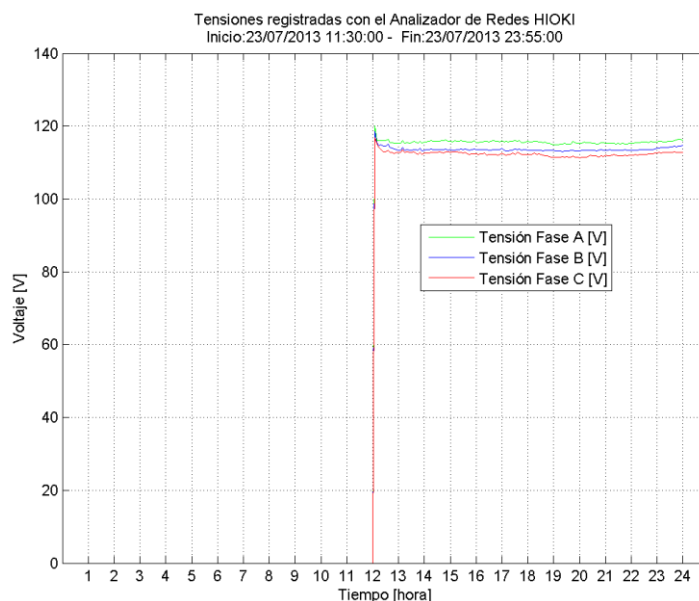


Figura 43. Tensiones registradas en transformador en el Municipio de El Charco

1.8 Falencias identificadas más frecuentes en las instalaciones eléctricas a nivel de cada una de las actividades y del usuario final de los sistemas eléctricos de las comunidades estudiadas.

Dentro del proceso de registro de medidas de consumo de energía eléctrica en las trece subregiones del departamento de Nariño, se encontraron falencias tanto a nivel del sistema de redes de distribución eléctrica en media y baja tensión así como en la acometida del usuario final. Entre las falencias generales se encuentran:

- Redes de distribución de energía eléctrica en baja tensión deterioradas.
- Puntos de conexión de acometida mal realizados que no cumplen las normas eléctricas, aspecto que genera pérdidas de energía. Aprovechando esta situación de desorden en la conexión de la terminal de acometida a la red de distribución como se muestra en la Figura 44, se ha evidenciado un aumento de conexiones de fraude. Para detectar y afrontar esta problemática se están implementando estrategias de control de pérdidas por parte del operador de red.
- Transformadores de energía antiguos que en su operación de funcionamiento generan un zumbido y pérdidas de energía, tal como el que se muestra en la Figura 45.



Figura 44. Desorden en la conexión a la red de distribución en baja tensión. Fuente: esta investigación



Figura 45. Transformador antiguo ubicado en el corregimiento de Anganoy. Fuente: esta investigación

- d) Malas conexiones en la acometida principal de las viviendas rurales con sistemas de protección antiguos y desgastados. En la Figura 46 se evidencia la presencia de un elemento de protección antiguo que se encuentra descubierto, esto puede ocasionar algún riesgo eléctrico o un accidente al personal de la vivienda.
- e) Instalaciones eléctricas internas que no cumplen las normas contempladas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, entre las fallencias encontradas se encontraron: calibre de conectores inadecuado a la carga a energizar, sobrecarga en un toma corriente, malas conexiones y empalmes, materiales eléctricos deteriorados, improvisados sistemas de protección, entre otros.

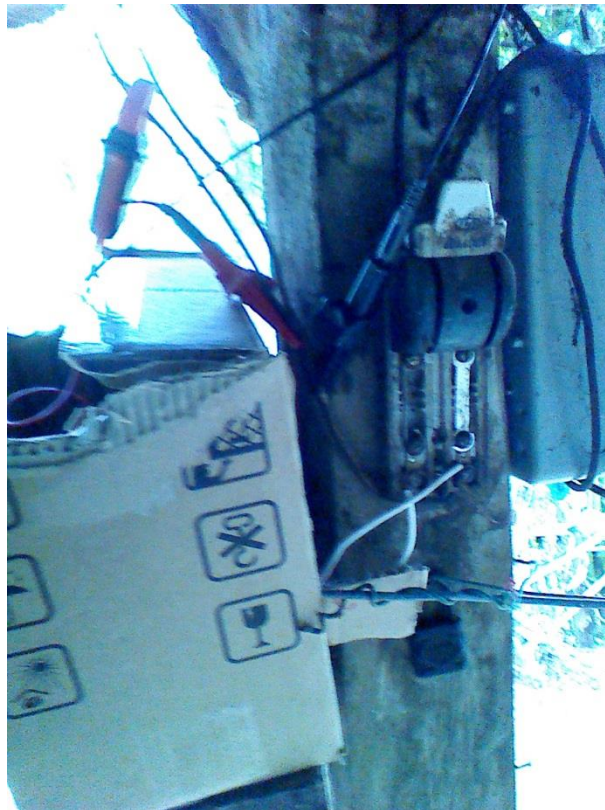


Figura 46. Malas conexiones de acometidas en viviendas rurales. Fuente: esta investigación

1.9 Recomendaciones planteadas que garantizan que dichas instalaciones sean seguras y confiables.

Frente a las fallencias generales que se encontraron en las zonas donde se realizaron las mediciones, se plantean las siguientes recomendaciones a fin de garantizar mayor seguridad y confiabilidad en las redes eléctricas y las instalaciones eléctricas internas.

- a) Remodelación del sistema de distribución de energía eléctrica en baja tensión utilizando conductores trenzados, a fin de evitar fraudes, mayor seguridad y reducción de pérdidas de energía.

- b) Cambio de transformadores y aisladores antiguos, por equipos de nueva generación que aseguren mayor estabilidad de suministro de energía eléctrica.
- c) Remodelación de las redes eléctricas internas teniendo en cuenta el cumplimiento de las normas contempladas en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE.
- d) Planteamiento de estrategias que permitan una correcta conexión de electrodomésticos a la red eléctrica, a fin de no sobrecargar un punto de conexión.
- e) Plantear proyectos que permitan identificar, reducir y controlar pérdidas de energía eléctrica con actividades que tengan como objetivo el mejoramiento de la infraestructura de redes eléctricas y alumbrado público, así como también la reposición de equipos de medida.

2. Eficiencia energética.

Para dar inicio a esta sección correspondiente a la eficiencia energética, es conveniente empezar con su definición y una aclaración. Una estrategia de eficiencia energética se define como la acción que permite una reducción del consumo de energía que utilizamos, pero conservando la calidad y acceso a los bienes y servicios. En otras palabras, usar la energía de forma eficiente, significa lograr que la energía sirva para el uso que queremos darle, disminuyendo o evitando pérdidas de energía. Con respecto a la aclaración, la eficiencia energética se ajusta a diversos sectores y frente a ellos tiene sus propias políticas de acción, que a nivel técnico cambia el grado de complejidad. A continuación se lista algunas de las áreas de aplicación de las estrategias de eficiencia energética:

- Eficiencia energética en la industria.
- Eficiencia energética en edificios.
- Eficiencia energética en zonas urbanas.
- Eficiencia energética en zonas rurales.
- Eficiencia energética en equipos eléctricos.
- Eficiencia energética en zonas comerciales.
- Eficiencia energética en el transporte.
- Eficiencia energética en procesos productivos.
- Entre otras.

Por la naturaleza del plan de energización rural para el departamento de Nariño, el presente análisis que también contempla la propuesta de unas recomendaciones y estrategias de eficiencia energética, se enfocará en zonas rurales.

2.1 Potencial de ahorro de energía en los sectores de estudio y metas estratégicas

De las curvas de demanda que se analizaron se observa que el mayor consumo de energía corresponde en las horas de la noche, por el uso de bombillas incandescentes y electrodomésticos de entretenimiento como es el caso del televisor. El pico de consumo de energía se logra reducir con más bombillos ahorradores y eficientes, de manera que en el área de iluminación se encuentra



un potencial de ahorro significativo de energía aproximado de un 30%. Este cálculo se sustenta en el documento de análisis de información primaria PERS-Nariño (Disponible en www.pers.udenar.edu.co).

Por otro lado, el área de la refrigeración constituye otro campo de consumo de energía en las diferentes subregiones del departamento de Nariño, en virtud de que este aparato es un electrodoméstico de sostenimiento de productos en un hogar como también contribuye en el desarrollo de la cadena productiva de muchas comunidades. De acuerdo con las visitas realizadas en la aplicación de las encuestas se evidenció que varios usuarios tienen refrigeradores antiguos como el que se muestra en la Figura 47, con viejas tecnologías, lo que incrementa considerablemente el consumo de energía eléctrica, además los calibres de conductores con que energizan los refrigerados no son los adecuados.



Figura 47. Nevera antigua de alto consumo de energía. Fuente: esta investigación.

Plantear una meta estratégica para los diversos programas que tenga como eje fundamental la contribución al desarrollo energético de las zonas rurales, debe considerar un enlace sistemático entre la eficiencia energética y las energías renovables como dos pilares en el área política. Es importante además que se capacite al personal de la región en medidas o práctica sobre el uso racional y eficiente de la energía, y no sólo se implemente una infraestructura energética que no se pueda garantizar su sostenibilidad.

Dentro de las estrategias es importante que se fomente en la comunidad una cultura de pago, donde se concientice a la población de que es necesario realizar un cambio en el destino de los recursos



para disfrutar de los beneficios producidos por la instalación de un sistema de generación de energía, y que con estos recursos se solvente los costos de operación y mantenimiento. Finalmente, el éxito para mejorar las condiciones de vida e incrementar el desarrollo de una comunidad radica en comprometer a todos los beneficiarios directos e indirectos (ver Tabla 7), en un uso adecuado de la energía eléctrica, con la utilización de cargas que no afecten la calidad del flujo energético y conexiones que no sobrecarguen la capacidad instalada. Es decir, es necesario realizar una capacitación integral a la comunidad con el tema principal la energía, de manera que la conciban como el motor que impulsa los diferentes procesos productivos y sociales.

Tabla 7. Beneficios del uso eficiente de la energía

Beneficios para las personas	Beneficios para la sociedad	Beneficios para el planeta
<ul style="list-style-type: none"> - Reduce los gastos en energía en los hogares. - Reduce el impacto de los hábitos de consumo sobre el medio ambiente. - Reduce los costos de producción, mejorando la competitividad de las comunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite ahorrar energía y disminuirla dependencia energética. - Reduce el daño ambiental y la contaminación. - Mejora la calidad del aire, lo que significa menores daños a la salud. - Mejora la seguridad en el Abastecimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor uso de recursos naturales. - Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. - Menor contaminación.

2.2 Identificación de medidas de uso racional y eficiente de energía y posibilidades de uso de FNCE en cada uno de los sectores

Todo proceso de energización rural sostenible debe ser técnico, económico, ambiental y socialmente sostenible, además de contribuir directamente al desarrollo socioeconómico integral de las comunidades involucradas. Para garantizar la formulación de un proyecto energético rural sostenible se debe comenzar por detectar malas prácticas de consumo de energía, para posteriormente realizar una campaña agresiva que cambie la tradición y cultura de la comunidad en el uso energético, con una capacitación desde el punto de vista técnico. Posteriormente se deben identificar los recursos existentes en la región y todas las oportunidades que favorezcan la implementación de un sistema alternativo de energía.

Ahora bien, el uso de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) para implementar sistemas energéticos integrales, es una oportunidad para potenciar la capacidad científica y tecnológica así mismo aprovechar tanto el talento humano como los recursos que ofrece cada subregión del departamento de Nariño, y de esta forma contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de sus poblaciones rurales. Varias experiencias exitosas a nivel latinoamericano han demostrado que es importante ejecutar proyectos que tengan como propósito, la implementación de un sistema de energía alternativa con apoyo para el cambio de algún tipo de carga significativa en el consumo, como es el caso de sistemas de iluminación y que esté focalizado en contribuir el desarrollo de la cadena productiva de la comunidad.



Universidad de Nariño



De acuerdo con el trabajo de campo realizado por parte del equipo encuestador, surgen varias propuestas de posibles proyectos en cada subregión, algunos de ellas se plasmaron en un documento formal presentado en la metodología general ajustada. Entre las propuestas se presentaron diferentes alternativas de energía dependiendo de la región, como la construcción de pequeñas centrales hidroeléctricas, instalación de generadores eólicos, implementación de sistemas solares fotovoltaicos autónomos tanto para energizar una población en particular como para unidades oficiales del sector educativo y de salud, entre otras.

Finalmente, la sostenibilidad en áreas rurales marginadas implica desarrollar usos económicos de la energía generada que propicien la permanencia y el desarrollo del esquema de operación y mantenimiento, recuperación de inversiones, elevación de la productividad y generación de valor agregado local.

2.3 Propuesta de programas o estrategias de eficiencia energética.

La propuesta del programa de eficiencia energética, empieza con la formulación del principio básico consistente en reducir el consumo de energía eléctrica sin disminuir la calidad de vida, permitiendo a las comunidades rurales desarrollar o mejorar la cadena productiva, acceder a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, mejorar las condiciones básicas de salud, y se logre ampliar la visión de cobertura para generar espacios de integración comunitaria. Para cumplir este principio básico es necesario realizar una capacitación profunda a la comunidad de tal forma que se concienticen en la importancia de la aplicación de las estrategias de eficiencia energética y de este modo se asegure la sostenibilidad del sistema energético alternativo.

El éxito de cualquier programa y en especial un programa de eficiencia energética que debe ser aplicado en todas las actividades diarias de la población, debe integrar un componente formativo dirigido a las comunidades rurales, con las siguientes temáticas:

- a) Conceptos básicos de la generación de energía.
- b) Formas de consumo de energía eléctrica en la vida diaria.
- c) Malas prácticas de consumo de energía eléctrica
- d) Estrategias de eficiencia energética.
- e) Beneficios de la aplicación de estrategias de eficiencia energética.
- f) Evaluación de resultados de la aplicación de estrategias de eficiencia energética.

Además de la formación a la comunidad, es importante que el programa impulse proyectos de eficiencia energética y energías renovables, aparte de aplicar las estrategias que permitan usar bien la energía. La utilización de fuentes alternativas de energía con adecuadas prácticas de consumo se convierte en un buen indicador de bienestar social en una región y que mejor en las zonas no interconectadas del departamento de Nariño.

Entre las estrategias de eficiencia energéticas que deben aplicarse para lograr una reducción significativa de consumo de energía eléctrica están:



Universidad de Nariño



Instituto de planeación y promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas

- El refrigerador es el máximo consumidor de energía de cada familia, por eso se debe abrir la puerta de la nevera lo menos posible y no guardar alimentos calientes ya que esto aumenta el número de ciclos de encendido.
- Desconectar los electrodomésticos que no se estén utilizando, ya que todo equipo que está apagado pero que tiene algún indicador encendido, consume energía que con un largo periodo de tiempo se vuelve representativo. Esta forma de consumo de energía se denomina consumo vampiro.
- Cambiar los electrodomésticos antiguos que utilizan tecnologías viejas y que presentan mayor consumo de energía, por electrodomésticos que tengan la etiqueta de eficiencia energética, como la que se muestra en la Figura 48.

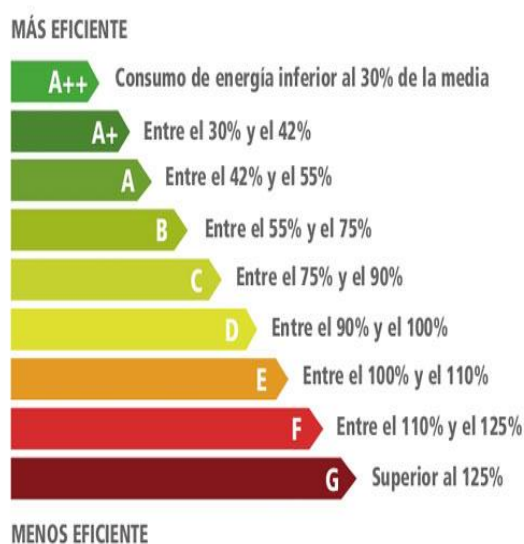


Figura 48. Etiqueta de eficiencia energética

- Como eficiencia energética no sólo corresponde a energía eléctrica y además por el hecho que en el sector rural el mayor consumo de combustible es la leña, se debe tener en cuenta que al momento de preparar los alimentos, se recomienda utilizar una olla que se ajuste a la base de la estufa, para aprovechar la mayor cantidad de energía y también cocinar con la olla tapada.
- Aprovechar la luz ambiente durante el día mediante la utilización de tragaluzes, ventanas, claraboyas, entre otras.
- Con la energía solar secar los productos del campo que requieran este proceso.
- Realizar el cambio de bombillos de los tradicionales incandescentes por los bombillos ahorradores, los cuales disminuyen el consumo de energía en un 75%.
- Las personas capacitadas en temas de electricidad deben realizar instalaciones eléctricas para asegurar la confiabilidad de las mismas.

- Garantizar la presencia de un técnico operador en la comunidad, quien es la persona encargada de operar, administrar y ejecutar el mantenimiento al sistema eléctrico y por su contribución al desarrollo de la comunidad recibe un pago de reconocimiento.

Todas las anteriores estrategias se pueden plasmar en una cartilla que explique de forma sencilla los conceptos básicos de energía y la forma para realizar un uso eficiente y racional de ésta en poblaciones rurales. Este material didáctico contribuye en la reducción de los costos por la utilización del servicio de energía y además promueve su correcto uso a través de un aprovechamiento responsable en beneficio de las familias rurales. El uso eficiente de la energía permite ampliar la cobertura del suministro eléctrico en las comunidades rurales y de esta manera facilita el acceso a servicios básicos de las poblaciones más necesitadas.



**Plan de Energización Rural Sostenible para el
Departamento de Nariño
(PERS-NARIÑO)**

Convenio Interinstitucional 110 de 2012

Universidad de Nariño

José Edmundo Calvache
RECTOR

Andrés Pantoja
COORDINADOR TÉCNICO PERS

Darío Fajardo
COORDINADOR ADMINISTRATIVO PERS

Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)

Ángela Cadena
DIRECTORA GENERAL

Olga Leandra Rey
COORDINADORA TÉCNICA PERS

Brenda Roncancio
COORDINADORA ADMINISTRATIVA PERS

**USAID, Programa de Energías Limpias para
Colombia (CCEP)**

José Eddy Torres
DIRECTOR GENERAL
COORDINADOR TÉCNICO PERS

Catalina Álvarez
SUBDIRECTORA
COORDINADORA ADMINISTRATIVA PERS

**Instituto de Planificación y Promoción de
Soluciones Energéticas para las Zonas no
Interconectadas (IPSE)**

Carlos Neira
DIRECTOR

Jairo Quintero
COORDINADOR TÉCNICO PERS



Universidad de Nariño



Instituto de planificación y promoción
de Soluciones Energéticas para las
zonas No Interconectadas