



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

## Facultad Regional Multidisciplinaria, FAREM–Estelí

Evaluación de la gestión y estado de mini acueductos por  
bombeo eléctrico, de las comunidades de Sontule y Los  
Plancitos del municipio de Estelí en el año 2019

### **Trabajo monográfico para optar**

al grado de

### **Ingeniero en Energías Renovables**

#### **Autores**

Israel Irías Benavides

Hellen Paola Ruiz Calero

#### **Tutor**

Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera

#### **Asesor**

M.Sc Luis Lorenzo Fuentes Peralta

Estelí, 28 de enero de 2019



**Estelí 04 de marzo de 2020**

**M.Sc Wilfredo José Van de Velde**  
**Director de departamento Ciencias Tecnológicas y Salud**  
**Sus manos**

Estimados maestro Van de Velde

Por este medio hago de su conocimiento que los estudiantes autores del tema de investigación monográfico presentado en defensa, han incorporado las sugerencias realizadas por el tribunal examinador del trabajo monográfico cuyo título es:

**Evaluación de la gestión y estado de mini acueductos por bombeo eléctrico, de las comunidades de Sontule y Los Plancitos del municipio de Estelí en el año 2019.**

**Carrera:** Ingeniería en Energías Renovables

**Autores:**

1. Br. Israel Irías Benavides
2. Br. Hellen Paola Ruiz Calero

Sin más a que hacer referencia

**Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera**  
**Tutor de monografía**  
**UNAN Managua – FAREM Estelí**

## **Resumen**

La presente investigación tuvo como propósito, la evaluación de la gestión y el estado de los mini acueductos de Sontule y los Plancitos-Estelí, que fueron financiados por Familias Unidas para el beneficio de estas comunidades. El método que se utilizó es el observacional, según su enfoque filosófico es mixto, de corte transversal y de acuerdo al análisis y el alcance de los resultados, es una investigación descriptiva-analítica. La recolección de datos se realizó a través de la entrevista dirigida a miembros del CAPS, se realizaron encuestas así mismo diferentes mediciones de los sistemas de bombeo estudiados. Se obtuvo como resultado de la revisión del estado de las instalaciones que el sistema de bombeo fotovoltaico de Sontule ha sido modificado y desde entonces presenta dificultades en el abastecimiento de agua hacia la comunidad, causando inconformidad a los usuarios. Se concluyó que las instalaciones de los mini acueductos se encuentran en estado funcional sin embargo el sistema de la comunidad de Sontule presenta una serie de problemas, lo cual causa que el 80% de la población de la comunidad este en desacuerdo con las actividades realizadas por parte del comité de agua potable y saneamiento a diferencia de la comunidad de los plancitos donde un 58.34% de la población se encuentra satisfechos con las actividades realizadas por el CAPS en esta comunidad.

**Palabras clave:** mini acueductos, gestión y eficiencia energética.

## **ABSTRAC**

The purpose of this research was to evaluate the management and physical state of mini aqueducts from Sontule and Los Plancitos-Estelí, which were funded by Familias Unidas for the best interest of these communities. The method used is the observational, according to its philosophical approach is mixed, cross-sectional and according to the analysis and scope of the results, it is a descriptive-analytical investigation. Data collection was carried out through an interview addressed to members of the CAPS, surveys were also conducted through the investigation, as well as different measurements of the pumping systems studied. As a result of the facilities' state checkup, that Sontule's photovoltaic pumping system has been modified and since then has presented difficulties with the communities' water supply, causing discomfort to the users. It was concluded that the facilities of the mini aqueducts are in a functional state, however Sontule's community system presents a series of problems, which causes 80% of the population of the community to disagree with the activities done by th CAPS, unlike Los Plancitos community where 58.34% of the population is satisfied with the activities carried out by the CAPS in this community.

Keywords: mini aqueducts, management and energy efficiency.

## **Dedicatoria**

Este éxito está dedicado en primer lugar a Dios nuestro Señor que nos ha brindado la vida, la fuerza de voluntad, sabiduría, paciencia, fortaleza y carácter para realizar este estudio superior.

A nuestros padres por su gran confianza, apoyo económico, moral y amor incondicional mostrado durante nuestras vidas, lo que nos ha permitido culminar nuestros estudios. A hermanos, hermanas y familia quienes también nos brindaron su apoyo en muchos aspectos de nuestra vida.

A nuestro tutor Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera y nuestro asesor de proyecto MSc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta por su gran ayuda incondicional, consejos y buenos deseos en este proceso de culminación de carrera.

A todas las personas que nos acompañaron a través de esta gran experiencia de aprendizaje, por todos los encuentros y despedidas, por compartir este inolvidable período de 5 años de profesionalización. A compañeros, amigos y profesores por el tiempo compartido y consejos brindados que sean siempre parte esencial de nuestra formación.

## **Agradecimiento**

### **A Dios**

Por habernos brindado salud, fuerza de voluntad y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A nuestros padres**

Por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que nos ha permitido ser personas con buenos principios morales, pero más que nada, por su amor.

### **A nuestros maestros**

A nuestro tutor Dr. Edwin Antonio Reyes Aguilera y nuestro asesor de proyecto MSc. Luis Lorenzo Fuentes Peralta por su ayuda incondicional, consejos y buenos deseos en este proceso de culminación de carrera, a todos los docentes y compañeros que han hecho posible que se lograsen todos los estudios en la trayectoria de nuestro desarrollo.

## **Lista de Siglas y Acrónimos**

**CAPS:** Comité de Agua Potable y Saneamiento.

**CAPRE:** Comité Coordinador Regional de Instituto de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana

**CIER:** Centro de Investigación de Energías Renovables

**FAREM:** Facultad Regional Multidisciplinaria

**MABE:** Mini acueductos por Bombeo Eléctrico

**MAG:** Sistemas de abastecimiento por gravedad

**PEM:** Pozo Excavado a Mano.

**PP:** Pozo Perforado

**INAA:** Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado.

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas.

**SSA:** Sistemas solares fotovoltaicos autónomos

**SSF:** Sistema solar fotovoltaico.

## Índice general

I.	Introducción .....	1
II.	Antecedentes .....	2
III.	Justificación .....	5
IV.	Planteamiento del problema .....	6
4.1.	Caracterización del problema .....	6
4.2.	Delimitación del problema.....	6
4.3.	Formulación del problema .....	7
4.4.	Sistematización del problema.....	7
V.	Objetivos .....	8
5.1.	General.....	8
5.2.	Específicos.....	8
VI.	Marco teórico .....	9
6.1.	Agua .....	9
6.1.1.	Fuentes de agua.....	9
6.1.2.	Sistemas Convencionales de abastecimiento de agua.....	10
6.1.3.	Calidad del agua.....	10
6.1.4.	Parámetros indicadores de la Calidad del Agua.....	11
6.1.5.	Control de la calidad del agua.....	12
6.1.6.	Vigilancia sanitaria.....	13
6.2.	Sistemas de abastecimiento de agua .....	13
6.2.1.	Pozos .....	13
6.2.2.	Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE).....	14
6.3.	Sistemas de abastecimiento por gravedad MAG .....	15
6.4.	Operación y mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable ...	15
6.5.	Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS).....	16
6.5.1.	¿Cómo está conformado un CAPS?.....	16
6.5.2.	Funciones del CAPS.....	16
6.6.	Energía solar fotovoltaica .....	17



6.7.	Radiación solar.....	18
6.7.1.	Tipos de radiación solar .....	18
6.8.	Tipos de instalaciones fotovoltaicas .....	18
6.8.1.	Sistemas solares fotovoltaicos autónomos .....	19
6.8.2.	Sistemas de generación mixta de energía .....	20
6.8.3.	Sistemas fotovoltaicos a conectados a la red de distribución de energía eléctrica 21	
6.9.	Modulo fotovoltaico.....	21
6.9.1.	Orientación y ángulo del panel solar.....	22
6.10.	Componentes de un sistema solar fotovoltaico .....	24
6.10.1.	Generador fotovoltaico .....	24
6.10.2.	Acumulador electroquímico o batería.....	24
6.10.3.	Regulador de carga.....	24
6.10.4.	Inversor .....	25
6.11.	Sistema de bombeo .....	25
6.12.	Elementos del sistema de bombeo .....	26
6.12.1.	Motor .....	26
6.12.2.	Bomba hidráulica.....	27
6.12.3.	El sistema de acumulación .....	28
6.12.4.	Regulador de carga.....	28
6.13.	Mantenimiento de los sistemas de bombeo solar .....	29
VII.	Hipótesis de Investigación .....	30
VIII.	Diseño Metodológico .....	31
8.1.	Tipo de estudio.....	31
8.2.	Área de estudio.....	32
8.2.1.	Ubicación geográfica .....	32
8.2.2.	Área de conocimiento .....	33
8.3.	Universo y muestra .....	33
8.4.	Matriz operacional de variables .....	35
8.5.	Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información ....	36
8.5.1.	Cuantitativo: .....	36

8.6. Plan de tabulación y análisis estadístico .....	40
IX. Resultados.....	41
X. Conclusiones .....	63
XI. Recomendaciones .....	64
XII. Bibliografía .....	65
XIII. Anexos .....	68

## Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables .....	35
Tabla 2. Años de vivir en la población .....	52
Tabla 3. Análisis de correlación de trabajo realizado por CAPS y valoración de participación de la mujer en directiva de CAPS .....	56
Tabla 4. Correlación de satisfacción del servicio suministrado y el trabajo realizado por los CAPS .....	57
Tabla 5. Presupuesto de redimensionado .....	62

## Índice de figuras

Figura 1. Sistemas solares fotovoltaicos independientes.....	19
Figura 2. Sistemas solares fotovoltaicos mixtos.....	20
Figura 3. Sistemas fotovoltaicos conectados a red.....	21
Figura 4. Orientación de paneles solares.....	22
Figura 5.Regulador de carga de un sistema de bombeo.....	28
Figura 6. Ubicación geográfica del sistema MABE de los Plancitos y Sontule.....	32
Figura 7.Medición de Ph.....	37
Figura 8. Llenado de la Check List.....	38
Figura 9. Realización de entrevista a los integrantes de los comités de agua potable.....	39
Figura 10.Fuente de agua.....	41
Figura 11.Bomba utilizada en el sistema de rebombeo.....	42
Figura 12. Sistema de rebombeo.....	42
Figura 13. Pozo que abastece a la comunidad de Sontule.....	45
Figura 14. Arreglo solar fotovoltaico del sistema de bombeo.....	46
Figura 15. Sistema de bombeo solar.....	46
Figura 16. Planta eléctrica.....	47
Figura 17.Sarta de bombeo.....	48
Figura 18. Puesto de agua.....	48
Figura 19.Pila de almacenamiento.....	49
Figura 20. Comunidades parte del estudio.....	50
Figura 21. Genero de encuestados.....	51
Figura 22. Edad de encuestados.....	51
Figura 23. Variables dicotómicas.....	53
Figura 24. Valoración de trabajo realizado por CAPS en Los Plancitos.....	54
Figura 25. Valoración de trabajo realizado por CAPS en Sontule.....	55

## **I. Introducción**

La implementación de sistemas de mini acueductos en las áreas rurales de Nicaragua ha servido para responder a la necesidad de agua potable para el consumo humano en zonas donde se sufre de difícil acceso a este recurso. Los beneficios que estos sistemas han traído consigo para los habitantes de estos poblados son muchas, entre ellos tenemos la mejora en la calidad de agua de consumo, ya que el mal manejo de las fuentes hídricas, las cuales son esenciales para la calidad de vida de las personas, llega a traer diversos efectos adversos que deterioran la salud de sus consumidores.

El presente documento plantea un método evaluativo con el objetivo de ser aplicado en sistemas de mini acueductos para procurar la longevidad de estas instalaciones permitiendo que se puedan seguir aprovechado por las comunidades y generando los beneficios que traen a la vida diaria con su buena operación.

Con el uso de sistemas de generación eléctrica renovables como lo son los sistemas fotovoltaicos, turbinas hídricas y generadores eólicos son compatibles con este tipo de proyectos ya que facilitan la obtención de una fuente de energía eléctrica, la cual es indispensable para los sistemas por bombeo eléctrico, a lugares con dificultad de acceso y alejados de la red nacional de distribución eléctrica y debido a que son tecnologías en continuo desarrollo aumentan la eficiencia energética de los sistemas MABE.

En cuanto al enfoque filosófico, por el uso de los instrumentos de recolección de la información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en la integración sistémica de los métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas de investigación, por tanto, se realiza mediante un enfoque mixto de investigación (Hernández et al., 2014, págs. 532-540).

## II. Antecedentes

Se realizó una búsqueda documental de procesos investigativos que tuvieran relación al que se presenta en este documento y que sean de utilidad para la realización del presente estudio, entre los cuales tenemos los siguientes:

Castillo (2013), en su tesis, "Evaluación físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del Municipio de La Concordia durante cinco semanas de abril y junio del año 2013" con el objetivo: Evaluar la calidad Organoléptica, bacteriológica y Físicoquímica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del municipio de La Concordia durante cinco semanas en los meses de abril y junio del 2013, tomando como referencia las normas CAPRE.

Concluyó que el sistema presenta serias deficiencias de administración, operación y mantenimiento que deterioran la calidad del agua, encontrándose además una alta vulnerabilidad del sistema ante la contaminación microbiana.

Este trabajo contribuye a la presente información aportando datos teóricos en cuanto a los parámetros de calidad de agua para consumo humano.

Hernández & Flores (2014), en su tesis de "Evaluación de un sistema de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica para las comunidades de El Sontule, ubicada en el área protegida de Mira flor en Estelí Nicaragua. En el periodo comprendido entre agosto del 2013 a julio 2014" con el objetivo de Evaluar el sistema de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica para las comunidades de El Sontule, ubicada en el área protegida de Mira flor en Estelí Nicaragua".

Concluyeron que las diferentes fallas técnicas que se encontraron en el sistema se debe al mal dimensionamiento del sistema de almacenamiento debido que este tiene una capacidad menor a la necesaria para suplir la demanda, además de tener mal ubicada la tubería de carga.

Según (Peralta, 2016) en su tesis de maestría, “Modelo de Evaluación Integral Sostenible para los Sistemas de Bombeo Fotovoltaicos en Comunidades Rurales: El Limón y El Lagartillo”, el que tuvo por objetivo general, evaluar la funcionalidad de los sistemas de bombeo fotovoltaicos y su impacto en la población beneficiada. Concluyó que las comunidades estudiadas tienen la necesidad del agua como un factor común denominador, que ha permitido en cada una de ellas articular esfuerzos y acciones colectivas que se han desarrollado gradualmente en estos sitios y mediante la aplicación de sistemas de bombeo fotovoltaico se pueden brindar soluciones a problemas de abastecimiento de agua, además con la aplicación de encuestas se pudo conocer cada una de las perspectivas el nivel de percepción que tienen cada uno de los usuarios sobre el trabajo que realizan los CAPS en sus comunidades, ellos valoran estructura de organización, trabaja por el bien común de su comunidad, y considera los CAPS son organizaciones baluartes que hacen un trabajo sumamente memorable, siendo agentes de cambio hacia la transformación y desarrollo en sus comunidades.

Chadwick, (2017) en su estudio “Equidad en el acceso al agua: Análisis de las percepciones de los proveedores y los usuarios del suministro del líquido vital en Lima, Perú” el cual tuvo la finalidad de analizar la influencia de las políticas públicas como causa y solución al problema de inequidad, así como las actividades de los usuarios que pueden influir la cantidad del agua suministrada. Los objetivos de la investigación pretenden establecer hasta qué punto las políticas públicas logran la equidad en términos del ingreso del usuario; estimar la influencia de las características socioeconómicas del usuario sobre su suministro; investigar la eficiencia de los canales y el tratamiento del agua; y medir el nivel de satisfacción de los usuarios con su suministro y su participación en el proceso de decisión.

Este estudio es cualitativo; intenta medir las experiencias y las percepciones de los interesados del suministro de agua en Lima. Esto se hace mediante entrevistas con 14 personas con distintos papeles, grabadas en Lima entre noviembre de 2016 y enero de 2017.

Finalmente, la investigación reveló que existe un sistema de subsidios demasiado amplio y una falta de medidores eficientes para entregar información precisa sobre el uso de cada

consumidor, lo que implica que SEDAPAL tenga menos dinero que lo previsto para intentar asegurar un suministro equitativo. La extensión y el mantenimiento de la red de agua y saneamiento llevan costos; no es gratis el tratamiento de agua cruda y residual. La baja tarifa estatal no desalienta el desperdicio por las instituciones estatales, y el hecho de que casi todos los consumidores categorizados como ‘no pobres’ todavía reciban subsidios mientras unos pobres no son elegibles, destaca la inequidad que emana como resultado de políticas pública.



### **III. Justificación**

El agua es un derecho fundamental reconocido por la ONU (2019) donde reafirma que el acceso al agua potable limpia y saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

La razón del actual estudio es de darle seguimiento a las obras de agua y saneamiento que se han realizado en zonas rurales del departamento de Estelí, ya que el acceso a agua potable es una necesidad para la subsistencia de las personas que viven en estos poblados y para evitar la ingestión de una sustancia que sea dañina para la salud.

Entre los objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU, (2019) para los países de Latino América se encuentra el de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Este objetivo vela por el bienestar de la seguridad alimentaria de las personas por lo que este estudio está en concordancia con lo planeado con la agenda de desarrollo sostenible para el 2030.

El presente trabajo investigativo es una propuesta que contempla un estudio de gran relevancia para las personas que habitan en estas comunidades donde están instalados estos sistemas. Se pretende evaluar la gestión y el estado de los mini acueductos a fin de diagnosticar el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable instalados en las comunidades beneficiarias; además de llegarse a conocer la calidad de trabajo que han realizado los comités de agua potable y saneamiento de cada poblado y si, se ha logrado su inscripción como CAPS en sus debidas alcaldías a las que pertenecen.

Además, el presente estudio servirá para elaborar una propuesta de mejoramiento de la eficiencia energética con la implementación de sistemas solares fotovoltaicos.

## **IV. Planteamiento del problema**

### **4.1. Caracterización del problema**

El acceso al agua potable es una problemática no solo a nivel nacional, sino también a nivel mundial, según la ONU (2019), existe una población 2,1 billones de personas que escasean del servicio de agua potable gestionado de manera segura, y según la OMS (2019) 4 de cada 10 personas carecen de agua a nivel mundial.

Para resolver los inconvenientes experimentados por la dificultad de acceso a las fuentes hídricas en zonas rurales se han instalado sistemas de distribución de agua potable, sin embargo, la falta de seguimiento a este tipo de proyectos sociales ha permitido el deterioro de estos sistemas reduciendo así su tiempo de vida, llevando a un aumento en los gastos de mantenimiento y en algunas ocasiones hasta causar un alto total a su uso.

### **4.2. Delimitación del problema**

De acuerdo al “Boletín informativo del agua” (2015) Nicaragua tiene una alta disponibilidad, de agua por habitante (38 mil 668m<sup>3</sup> per cápita), sin embargo, debido al mal manejo, la mala distribución, y la falta de proyectos para la gestión del recurso hídrico, la calidad de estos ha sido afectadas en todo el país especialmente en las zonas urbanas siendo estos los principales factores causantes de la escases.

En la zona rural del municipio de Estelí uno de los principales factores del difícil acceso de agua potable, es la mala distribución de los sistemas y la mala calidad del agua que ha provocado enfermedades en pobladores de las comunidades donde no existe control sobre la calidad de este recurso.

Entre las comunidades que han experimentado problemas con el acceso de agua potable se encuentran: Los plancitos y Sontule, en los que se implementaron sistemas de mini acueducto por bombeo eléctrico. Desde la ejecución y puesta en marcha de estos proyectos de

distribución de agua que han venido apoyar a las necesidades de las comunidades, con puntos de acceso de agua la calidad de vida de los beneficiarios ha aumentado, no obstante, en la actualidad se desconoce el estado y manejo de estos sistemas.

En estas comunidades se han encontrado con dificultades en el sistema de abastecimiento de redes de agua implementados en ellas, como se dio en la comunidad de Sontule, dicha instalación presento fallos en su sistema de generación fotovoltaico llevando a modificaciones no previstas y la disminución en la dosificación de agua por persona.

#### **4.3. Formulación del problema**

Tomando en cuenta lo planteado anteriormente surge la principal interrogante para poder dar solución a esta problemática: ¿Cómo se evalúa el estado y como se ha gestionado el uso de los mini-acueductos por bombeo eléctrico en las comunidades de Sontule y los Plancitos de departamento de Estelí?

#### **4.4. Sistematización del problema**

Las preguntas de sistematización correspondientes se presentan a continuación:

¿Es posible diagnosticar el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable?

¿Cómo han organizado y realizado la gestión en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable los CAPS?

¿Cómo se podría mejorar la eficiencia energética de este tipo de sistemas con el uso de fuentes renovables?

## **V. Objetivos**

### **5.1. General**

Evaluar la gestión y el estado de los mini acueductos de Sontule y Los Plancitos-Estelí, durante el periodo de Julio a noviembre del 2019

### **5.2. Específicos**

1. Diagnosticar el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable instalados en las comunidades beneficiarias.
2. Conocer el nivel de organización y gestión de cada uno de los CAPS en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable.
3. Elaborar propuesta para el mejoramiento de la eficiencia energética con la implementación de sistemas solares fotovoltaicos.

## VI. Marco teórico

### 6.1. Agua

Guerrero (2006) define agua como una sustancia cuya molécula están formadas por la combinación de un átomo de oxígeno y de hidrogeno, líquida, inodora, insípida e incolora. Es el componente más abundante de la superficie terrestre y, más o menos puro, forma la lluvia, las fuentes, los ríos y los mares; es parte constituyente de todos los organismos vivos y aparece en compuestos naturales.

El agua potable es un recurso cada vez más limitado y caro, cuyo consumo ha aumentado notablemente. En algunas regiones del planeta, ya de por sí conflictiva, sus escasos podría ser una causa más de conflictos. Además, el agua es un recurso insustituible por sus propiedades y sus componentes se caracteriza por su abundancia, aunque para los seres vivos, que no forman parte del ecosistema marino, esta abundancia es más aparente que real (González, 2014).

#### 6.1.1. Fuentes de agua

Según González (2014), en la naturaleza existe tres fuentes de agua son:

**Agua atmosférica:** La constituyen el agua de lluvia, sin embargo, ésta no es fuente constante, se almacena en época de lluvia para la sequía. Su uso es limitado, para consumo humano.

**Superficiales:** Éstas son aguas provenientes de ríos, lagos, arroyos y represas. Para consumo humano pueden usarse sólo después del tratamiento.

**Subterráneas:** Son formadas por aguas que se infiltran en la tierra y se almacenan en zonas porosas a diferentes profundidades. Incluyen a pozos, manantiales y galerías filtrantes, generalmente no necesitan tratamiento.

### **6.1.2. Sistemas Convencionales de abastecimiento de agua**

Se considera como sistema “convencional” aquel que brinda un servicio público de abastecimiento de agua al nivel de vivienda mediante conexiones domiciliarias, empleando un sistema de distribución de agua diseñado para proporcionar la calidad y cantidad de agua establecidas por las normas de diseño, y constan de uno o más de los siguientes componentes (Castro & Pérez , 2009).

- Captación o pozo
- Línea de conducción o impulsión
- Planta de tratamiento o estación elevadora de agua
- Reservorio o tanque de almacenamiento
- Red de distribución
- Conexiones domiciliarias.

Los sistemas suelen denominarse como sistemas por gravedad si la fuente está a mayor altura en relación a la población y suministran agua por la influencia de la gravedad; y sistemas por bombeo, en los cuales la fuente de agua está en un nivel más bajo en relación con la comunidad. Se necesita un equipo de bombeo para elevar el agua y dar presión en la red de distribución.

### **6.1.3. Calidad del agua**

La calidad del agua es relativa es decir depende del uso que se le va a dar y para aseverar que determinada agua es apta para un propósito particular, debe cumplir los requisitos de calidad relacionados con su uso. El agua apta para el consumo humano debe cumplir con ciertos parámetros que determinan la aceptabilidad e inocuidad de la misma (OMS, 2006). La calidad del agua en Nicaragua esta regula por las normas CAPRE.

#### **6.1.4. Parámetros indicadores de la Calidad del Agua**

Campos Gómez (2003) Establece que los principales parámetros indicadores de calidad del agua son: Parámetros Físicos Químicos y Parámetros Bacteriológicos, Cada uno de los cuales está orientado a evaluar la calidad del agua buscando indicadores que puedan afectar la salud de los consumidores. Siendo los parámetros bacteriológicos los que suelen presentar más problemas en sistemas de abastecimiento, ya que estos pueden presentar cambios en cortos períodos de tiempo por la influencia de factores externos. En cambio, los parámetros Fisicoquímicos tienden a ser más estables a excepción de ciertos parámetros de tipo físicos que cambian bruscamente por la influencia de fenómenos meteorológicos.

El control de los parámetros físico-químicos y microbiológicos es muy importante tanto en los sistemas de potabilización como de depuración del agua. Sin embargo, en los lugares donde el agua es consumida por el hombre o es reutilizada, el factor de riesgo más importante está asociado con la exposición a agentes biológicos que incluyen bacterias patógenas, helmintos, protozoos y virus entéricos.

##### **6.1.4.1. Parámetros físicos**

Los parámetros físicos son aquellos parámetros del agua que responden a los sentidos del tacto, olor y sabor. Los más utilizados son: sólidos suspendidos, turbiedad, color, olor, sabor y temperatura.

##### **6.1.4.2. Parámetros químicos**

#### **Potencial Hidrógeno**

Según Goyenola, (2007) El pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con un pH menor a 7 se dice que es ácida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Una solución con pH 7 será neutra.

## **Cloruros**

Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas; por lo general no son los cloruros sino los sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad en este tipo de aguas (Barrenechea Martel, 2013).

### **6.1.4.3. Parámetros bacteriológicos**

Existe una amplia gama de indicadores bacteriológicos entre los representantes del reino vegetal, animal y mónera. En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales (incluidos los de las aves). Los excrementos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos. Si no se garantiza la seguridad del agua, la comunidad puede quedar expuesta al riesgo de brotes de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas (Rock & Rivera, 2014).

### **6.1.5. Control de la calidad del agua**

El conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población cumpla con la legislación”. Es decir que el abastecedor de agua es responsable de la calidad del agua que produce y distribuye, y de la seguridad del sistema que opera. Ello es posible a través de una combinación de mantenimiento preventivo y de buenas prácticas operativas, acompañadas con la evaluación continua de la calidad de las fuentes, de los procesos de tratamiento y del sistema de distribución, conjuntamente con las inspecciones sanitarias, lo que asegura la buena calidad del agua y la ausencia de su re contaminación en el sistema de distribución. Dentro de la empresa el área encargada del control de la calidad del agua tiene la responsabilidad de la planificación, toma de muestras, inspección, registro, identificación de



las medidas de apoyo y seguimiento de las medidas correctivas y deberá actuar como un órgano de apoyo en la toma de decisiones trabajando y coordinando con los más altos niveles de la empresa (Rojas, 2002).

#### **6.1.6. Vigilancia sanitaria**

Es el conjunto de acciones adoptadas por la autoridad competente para evaluar el riesgo que representa a la salud pública la calidad del agua suministrada por los sistemas públicos y privados de abastecimiento de agua, así como para valorar el grado de cumplimiento de la legislación vinculada a esta, por lo tanto la vigilancia sanitaria es una actividad de investigación realizada generalmente por la autoridad competente de salud pública, dirigida a identificar y evaluarlos factores de riesgo asociados a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano que puedan significar un peligro para la salud de la población. También es una actividad tanto preventiva como correctiva para asegurar la confiabilidad y seguridad del agua para consumo humano.

La vigilancia es preventiva porque permite detectar oportunamente los factores de riesgo de modo que puedan tomarse acciones antes que se produzcan anomalías en la calidad del agua o efectos sobre la salud. Es correctiva porque permite identificar los focos de brotes de enfermedades relacionados con el agua para poder actuar sobre ellos, restablecer la calidad del agua y controlar la propagación del mal (Rojas, 2002).

### **6.2. Sistemas de abastecimiento de agua**

#### **6.2.1. Pozos**

ENACAL (1999) los define como estructuras hidráulicas que debidamente diseñadas y construidas permiten extraer el agua de una formación acuífera. Existen dos métodos. Existen dos métodos de construcción: Pozo excavado a mano y pozos perforados

### **Pozo Excavado a Mano (PEM)**

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Para garantizar la durabilidad del sistema se deberá cumplir con los siguientes criterio: un nivel estático que se encuentre como mínimo 2 m. por encima del fondo del pozo; esta medida deberá realizarse al final del periodo de seco de la zona; (INAA , 2007).

### **Pozo Perforado (PP)**

Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM, MAG Y CM no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba manual, por lo cual se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- a) El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo.
- b) El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.

#### **6.2.2. Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE)**

De acuerdo con el INAA (2005), Esta opción será considerada solo en los casos en que exista: (1) Disponibilidad de fuente de abastecimiento; (2) Disponibilidad de energía eléctrica y (3) Capacidad de pago de la comunidad. Si no se puede aplicar ésta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos. Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- a) El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- b) El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

- c) El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- d) Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

### **6.3. Sistemas de abastecimiento por gravedad MAG**

Son los sistemas de abastecimiento de agua en el que el agua cae por su propio peso desde una fuente elevada hasta los consumidores situados más abajo. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua en virtud de su altura (INAA , 2007).

### **6.4. Operación y mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable**

Las actividades de operación y mantenimiento son de gran importancia porque garantizan la cantidad y calidad del agua de la fuente y son actividades de monitoreo rutinario en todo el sistema de abastecimiento. Operar es hacer funcionar en forma correcta el sistema de abastecimiento de agua a través de acciones ejecutadas en forma permanente y sistemática en las instalaciones y equipos para asegurar a la comunidad agua de buena calidad, servicio constante y cantidad de agua suficiente y mantenimiento se refiere a las acciones que deben realizarse en las instalaciones o equipos para prevenir o reparar daños (Castillo Palacios , 2013).

Las actividades de mantenimiento se clasifican en dos:

- Mantenimiento preventivo

Es el conjunto de acciones que se realizan rutinariamente antes de que se produzcan daños en el sistema de agua con el fin de evitarlos. El mantenimiento preventivo disminuye costos y garantiza un servicio de agua constante (MIDA, 2007).

- Mantenimiento correctivo

Son todas aquellas acciones que se ejecutan para reparar daños en el equipo e instalaciones ya sean estos causados por accidentes o deterioro a causa del uso. (MIDA, 2007).

## **6.5. Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS)**

Como expresa Peralta (2016) los CAPS se definen como organizaciones sin fines de lucro, que, de manera voluntaria, y electos democráticamente, tienen a su cargo la administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable y saneamiento en la comunidad, con el apoyo de todos los usuarios, a quienes, además, rinden cuentas de sus gestiones y actividades.

### **6.5.1. ¿Cómo está conformado un CAPS?**

Según el INAA (2007) los CAPS se organizan formalmente en las comunidades cuando ya se ha construido un sistema de agua potable. La estructura mínima del CAPS es la siguiente:

Asamblea General de Pobladores: conformada por un representante por vivienda, es el órgano de toma de decisiones del CAPS

Junta Directiva: Formada por un Coordinador(a), un Secretario(a), un Tesorero(a) y Vocales este es el Órgano de dirección del CAPS, máxima autoridad, conformado por 5 a 9 miembros, electos democráticamente en Asamblea General.

Comisiones de Apoyo: Pueden crearse las que se requieran: Comisión Saneamiento, Higiene y Salud, Medio Ambiente, etc.

### **6.5.2. Funciones del CAPS**

- Recaudar y administrar los fondos provenientes de las tarifas del servicio, es necesario lograr tarifas equitativas, apropiadas, acordadas anualmente y coherentes con la realidad socioeconómica de cada localidad y de la real necesidad del servicio incluyendo todos los costos y gastos necesarios. Solicitar la aprobación del INAA, quien revisará, analizará y aprobará las mismas, para su aplicación correspondiente.

Las contribuciones, rifas y eventos sociales, que se realizan para incrementar los recursos económicos del CAPS.

- Fomentar el uso adecuado del sistema de agua, controlando las fugas, el derroche y uso indebido en riegos agrícolas y otros no autorizados por INAA.
- Los fondos provenientes de la tarifa deberán ser manejados y administrados exclusivamente para la administración y mantenimiento del mismo, así como para la reposición y ampliación de sus instalaciones.
- Rendir informes del funcionamiento del CAPS conforme al reglamento, los estatutos y las normas que se establezcan.
- Cumplir y hacer cumplir el reglamento y las normativas que establezca el INAA en lo relativo a la administración, operación y mantenimiento de los acueductos rurales. Velar por el buen funcionamiento del servicio.
- Contratar al personal necesario para la operación y mantenimiento del sistema de agua (Peralta, 2016).

## **6.6. Energía solar fotovoltaica**

La energía es una capacidad que consiste en transformar o movilizar alguna cosa. Por lo cual, la energía solar es la resultante de transformar la radiación que incide sobre el planeta proveniente del sol, mediante un dispositivo electrónico denominado "célula solar". Esta conversión es conocida como "efecto fotovoltaico". Gracias a sus características, la energía solar es limpia (no contamina) y es renovable (porque utiliza recursos que no se agotan) (Pons Tabascar, 2016).

De acuerdo con Barrau (2009) se entiende por energía solar fotovoltaica a todo sistema directo de conversión de energía a través de la radiación solar que interactúe directamente sobre los electrones de un captador fotovoltaico para dar lugar a al efecto fotoeléctrico el cual proporciona la generación de corriente eléctrica de forma periódica y no limitada en el tiempo, es decir, de forma renovable.

## **6.7. Radiación solar**

Según Gasquet (2006) es el flujo de energía que llega del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja y ultravioleta). Aproximadamente la mitad de las frecuencias que se reciben están comprendidas entre  $0,4\mu\text{m}$  y  $0,7\mu\text{m}$  y pueden ser detectadas por el ojo humano, constituyendo lo que se denomina como luz visible. De la otra mitad la mayoría se sitúa en la parte infrarroja (IR) del espectro y una pequeña parte en la ultravioleta (UV).

### **6.7.1. Tipos de radiación solar**

- Radiación directa: Es la radiación que incide sobre los objetivos iluminados por el sol sin haber interactuado con nada y sin cambiar de dirección.
- Radiación difusa: Es una radiación que incide indirectamente, como reflejo de la radiación solar que es absorbida por el polvo y el aire, la difusión se produce al desviarse los rayos solares, debido a las partículas sólidas y las moléculas, como el vapor de agua, que existen en la atmósfera.
- Radiación reflejada o albedo: Es la radiación procedente de la reflexión de la radiación directa en los elementos del entorno (Gasquet, 2006).

## **6.8. Tipos de instalaciones fotovoltaicas**

Como expresa González (2009) durante mucho tiempo el aprovechamiento de la energía solar se limitó a situaciones en las que era imposible o muy costosa la extensión de las líneas eléctricas. Pero hoy en día esto ha cambiado radicalmente

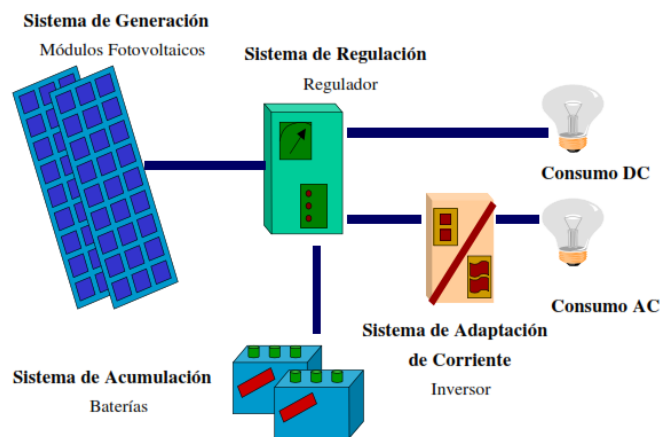
El uso de la energía se ha extendido debido a la disminución del costo de los sistemas, la constante mejora en las características técnicas de los componentes de estos sistemas y al creciente interés, a nivel mundial, por las generaciones de energía limpias y renovables.

Los componentes de un sistema fotovoltaico varían según las aplicaciones para la que se utilizan estas aplicaciones pueden clasificarse en:

1. Sistemas solares fotovoltaicos autónomos.
2. Sistemas mixtos de generación de energía.
3. Sistemas fotovoltaicos a conectados a la red de distribución de energía eléctrica (Vicente González, 2009).

### 6.8.1. Sistemas solares fotovoltaicos autónomos

Un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) produce energía eléctrica para satisfacer el consumo de cargas eléctricas no conectadas a la red, empleando un sistema de acumulación energético para hacer frente a los períodos en los que la generación es inferior al consumo (Jarquín Lezcano & Maldonado Úbeda , 2016).



*Figura 1. Sistemas solares fotovoltaicos independientes*

*Fuente:* (Aguilera & Hontoria, 2013)

Estos sistemas están compuestos por el generador, un acumulador electroquímico y un regulador de carga y descarga. Cuando el consumo incluye cargas de alterna es necesario que el SFA incluya un inversor. Cabe la posibilidad de que el consumo esté compuesto por cargas en continua y en alterna, o exclusivamente por cargas en alterna.

El funcionamiento del inversor puede ocasionar la circulación de transitorios de corriente que el regulador no es capaz de gestionar correctamente. Por este motivo, es recomendable que el inversor esté conectado directamente a la batería, y no a la salida del regulador. Los

inversores para SFA suelen incorporar un mecanismo de regulación de descarga que permite esta conexión. El funcionamiento de estos inversores es, en muchos aspectos, similar al de los inversores de conexión a red, pero con varias peculiaridades (Abella, 2014).

### 6.8.2. Sistemas de generación mixta de energía

Según Jarquín Lezcano & Maldonado Úbeda (2016) son aquellos en los que dispone, además de la energía solar, de otros medios de generación de energía eléctrica. Estos generadores podrían ser otros sistemas de generación limpios, como los eólicos o generadores eléctricos conectados a motores de combustión. En este caso, los sistemas se complementan entre sí para entregar la cantidad de energía necesaria a la carga o para cubrir todas las horas de utilización requeridas.

Los generadores eólicos tienen un comportamiento de generación de energía eléctrica similar al panel solar por lo que la energía producida debe utilizarse para cargar al banco de baterías. Algunos reguladores comerciales disponen de entradas dobles: panel solar y generador eólico.

En el caso de grupos generadores con motores de combustión, que producen corriente alterna, es necesario que un circuito de conmutación que permite el intercambio de fuentes de alimentación (batería a grupo generador y viceversa) sin interrupciones en el suministro (Abella, 2014).

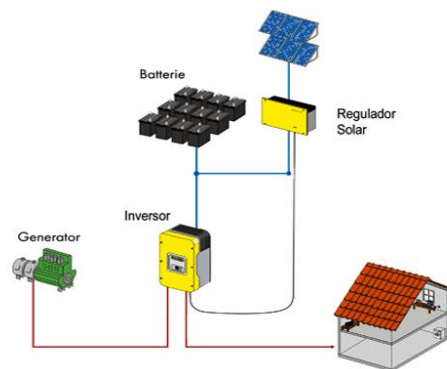


Figura 2. Sistemas solares fotovoltaicos mixtos.

Fuente: <https://cumbrepuebloscop20.org/energias/solar/sistema-hibrido/>



### 6.8.3. Sistemas fotovoltaicos a conectados a la red de distribución de energía eléctrica

Como plantea Abella (2014) un Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR) es un sistema cuya función es producir energía eléctrica en condiciones adecuadas para poder ser inyectada en la red convencional.

Un SFCR se compone del generador fotovoltaico, un inversor DC/AC y un conjunto de protecciones eléctricas.

La energía producida por este sistema será consumida parcial o totalmente en las cercanías, y la energía sobrante será inyectada en la red para su distribución a otros puntos de consumo. Es común que existan mecanismos de retribución económica que compensan al propietario del sistema por la energía que su sistema intercambia con la red.

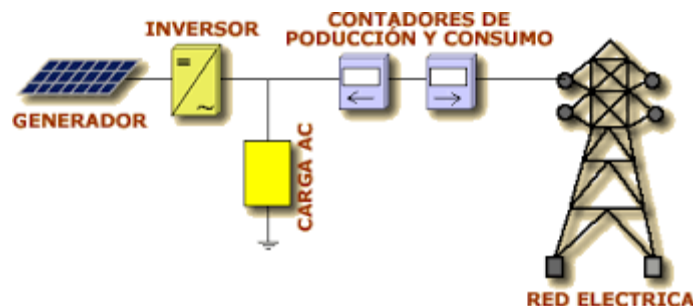


Figura 3. Sistemas fotovoltaicos conectados a red

Fuente: [http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home\\_main\\_frame/05\\_tipos/02\\_conec\\_red/01\\_basico/2\\_conec\\_red.htm](http://www.ujaen.es/investiga/solar/07cursosolar/home_main_frame/05_tipos/02_conec_red/01_basico/2_conec_red.htm).

### 6.9. Modulo fotovoltaico

Según Vicente González (2009) las características eléctricas de una célula no son suficientes para alimentar las cargas convencionales. Es necesario realizar agrupaciones en serie y

paralelo para entregar tensión y corriente adecuadas. Un módulo fotovoltaico es una asociación de células a las que protege físicamente de la intemperie y aísla eléctricamente del exterior, dando rigidez mecánica al conjunto.

### 6.9.1. Orientación y ángulo del panel solar

Un elemento auxiliar muy importante de un sistema fotovoltaico es la estructura del soporte del panel solar. Esta permite sostener adecuadamente el panel de forma que resista a la acción los elementos y orientar el panel adecuadamente para maximizar la energía generada (Barrau, 2009).

Con el fin de maximizar la energía obtenida de un panel solar es esencial su correcta ubicación con respecto al sol de tal forma a maximizar la irradiación. Cuanto más perpendicular la luz incida sobre el panel mayor es la energía producida. Si el panel esta fijo dos son los parámetros importantes para maximizar la energía producida a lo largo del día: por un lado el ángulo con respecto a la horizontal y por otro la orientación la orientación del panel con respecto a los puntos cardinales (Abella, 2014).

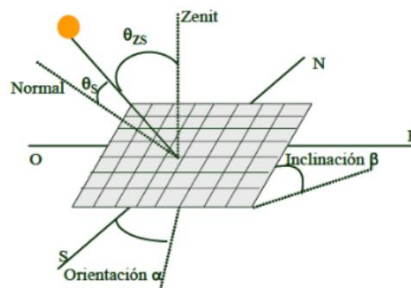


Figura 4. Orientación de paneles solares

Fuente: (Alvárez Lozano, 2019)

En cuenta a la orientación del hemisferio norte los paneles deben orientarse hacia el sur, mientras que en el hemisferio sur deben estar orientados al norte. En cuanto a la inclinación del panel esta depende de la latitud en la que se encuentra el panel mientras más cerca del ecuador se encuentra menor debe ser el ángulo, mientras más lejos del ecuador mayor será el

ángulo. Otro dato importante de considerar es que se deben encontrar iluminados completamente por la luz solar sin sombras parciales ya que al encontrarse cubierto parcialmente por alguna sombra pueden causar la reducción de la energía producida por el modulo inclusive hasta llegar a cero (Barrau, 2009).

## **6.10. Componentes de un sistema solar fotovoltaico**

### **6.10.1. Generador fotovoltaico**

Un generador fotovoltaico es una asociación eléctrica de módulos fotovoltaicos para adaptarse a las condiciones de funcionamiento de una aplicación determinada. Se compone de un total de  $N_p$  y  $N_s$  módulos, siendo  $N_p$  el número de ramas y  $N_s$  el número de módulos en cada serie. El número de ramas define la corriente total del generador,  $I_g = N_p \cdot I_m$ , y el número de módulos por serie define la tensión del generador,  $V_g = N_s \cdot V_m$ . Sin embargo, al considerar las características reales de los módulos que componen un generador fotovoltaico es necesario analizar un fenómeno que altera estos cálculos sencillos: las pérdidas por dispersión de parámetros (Abella, 2014).

### **6.10.2. Acumulador electroquímico o batería**

Un acumulador electroquímico es una batería secundaria o recargable, capaz de almacenar energía eléctrica mediante una transformación en energía electroquímica. Es capaz de dar autonomía al sistema fotovoltaico al satisfacer los requerimientos de consumo en cualquier momento, independientemente de la generación (Choque Arce & Ramos Huanacuni, 2018).

La variada gama de acumuladores que se emplean en los SFA se basan, casi en su totalidad, en la tecnología de ácido-plomo. (Pons Tabascar, 2016).

### **6.10.3. Regulador de carga**

De acuerdo con Choque Arce & Ramos Huanacuni; (2018) con Un regulador de carga es un equipo electrónico capaz de evitar la sobrecarga y la descarga excesiva de un acumulador cuando se alcanzan determinados umbrales, generalmente determinados por la tensión en bornes de la batería.

Para proteger frente a la sobrecarga, el regulador puede desconectar al generador de la batería (regulador serie) o bien derivar la corriente del generador hacia otro lugar, sea este un cortocircuito o un disipador (regulador shunt o paralelo). Esta última opción debe incorporar un diodo de bloqueo entre el generador y la batería para evitar descargas de ésta sobre el camino alternativo que ofrece el regulador. Para proteger frente a la sobre descarga, lo común, tanto en reguladores serie como paralelo, es desconectar los equipos de consumo de la batería (Choque Arce & Ramos Huanacuni, 2018).

#### **6.10.4. Inversor**

Su función es la de convertir la energía eléctrica en la corriente continua que nos suministrarán los receptores solares en corriente alterna para el consumo de los aparatos eléctricos que hayamos instalado.

La tensión de entrada al inversor dependerá de la tensión de la instalación, pudiendo ser 12V, 24V o 48V de continua; mientras que la tensión de salida tendrá un valor de 230V de alterna. Uno de los datos del inversor a tener en cuenta es el rendimiento. Estará entre 91% y 95% y este valor habrá que tenerlo en cuenta a la hora de calcular la instalación. El dato clave para definir un inversor es su potencia. Este dato será la energía que podremos utilizar en nuestra instalación de manera simultánea sin que ésta se vea afectada (Abella, 2014).

#### **6.11. Sistema de bombeo**

Es la suma de todos los componentes descritos posteriormente. Todas las partes que conforman el sistema de bombeo fotovoltaico deben ser diseñadas para operar de forma conjunta permitiendo aprovechar el rendimiento del sistema. El diseño dependerá de los requerimientos del bombeo de agua y de la aplicación (Peralta Vera, 2018).

Las configuraciones de los sistemas son conformadas por el tipo de generador, los paneles fotovoltaicos, el tipo de bomba y el tipo de motor principalmente.

Al momento del diseño del sistema existen dos aspectos importantes y necesarios para la evaluación del diseño:

- La elección y selección de los componentes del sistema son importantes ya que le brindaran al sistema el mantenimiento al que estará sujeto, el tiempo de vida útil y la eficiencia de este.
- Otros de los aspectos del cual dependerá el rendimiento del sistema es el acople de sus elementos que requieren experiencia en el tema y un alto conocimiento.

Para obtener el dimensionamiento adecuado del sistema de bombeo se deben de seguir tres pasos.

- Evaluación de la energía hidráulica necesaria.
- Análisis de la zona donde se encuentra el recurso fotovoltaico.
- Establecer los equipos necesarios para el sistema.

## **6.12. Elementos del sistema de bombeo**

### **6.12.1. Motor**

Este componente transforma la energía eléctrica (proveniente del controlador) en energía mecánica (principalmente). El sistema más utilizado son los motores eléctricos, existen en diversas potencias según los requerimientos eléctricos (Peralta Vera, 2018).

Los tipos de motores eléctricos según la transformación de corriente se dividen en dos:

### **Motores de corriente continua**

El motor de corriente continua está compuesto por el rotor, es una pieza giratoria compuesta de un imán móvil y el estator también es un imán, pero en posición fija por donde circula la corriente. El tipo de sistema que usa este motor es el más simple basado en el principio del electromagnetismo descubierto por Faraday. Los motores de corriente continua son los más usados. El motor tiene que ser elegido de acuerdo con la demanda de potencia.

## **Motores de corriente alterna**

Son semejantes a los motores de corriente continua, pero se diferencia en el diseño del rotor. El motor de corriente alterna de inducción no precisa de escobillas ni de colector, es el tipo de motor más utilizado en la industria debido a su rendimiento. El Motor síncrono funciona a una velocidad sincrónica según a la frecuencia con la que se encuentra expuesta a la corriente alterna.

En sistemas solares, el motor a utilizar en el sistema debe ser capaz de soportar los cambios de energía producidos por los paneles fotovoltaicos debido a la variabilidad de obtención de energía solar en el día. Se debe determinar y tomar en cuenta si el sistema a implementar contará con baterías para abastecer de energía al motor en los momentos de escasez de energía solar (Peralta Vera, 2018).

### **6.12.2. Bomba hidráulica**

Es el componente específico que transforma la energía mecánica (proveniente del motor) en energía hidráulica.

La selección del tipo de bomba adecuada para bombeo solar depende de la demanda de agua, la altura de elevación del agua y la calidad del agua. Existe una diversidad de clasificaciones según su aplicación y funcionamiento.

Según su aplicación se clasifica en lo siguiente:

- Bomba sumergible: son aquellas que extraen agua de pozos profundos
- Bomba superficie: son aquellas que extrae agua de pozos pocos profundos
- Bomba Agua Flotante: extrae agua de aquellos lugares con capacidad de ajuste de altura.

Según su rendimiento se clasifica en lo siguiente:

- Bombas Dinámicas: su funcionamiento se basa en la alta velocidad y la presión; la eficiencia es menor en comparación con las bombas de desplazamiento.
- Bombas De Desplazamiento: operan forzando un flujo constante de agua desde la sección de presión de entrada de la zona de descarga (Peralta Vera, 2018).

### 6.12.3. El sistema de acumulación

Dado que el sol está disponible durante algunas horas del día, y algunos usos de la energía se centran en la noche algunos sistemas cuentan con acumulación de energía, el más utilizado son las baterías químicas (Abella, 2014).

### 6.12.4. Regulador de carga

Estos dispositivos hacen posible un equilibrio en el flujo de energía a través de todo el circuito que conforma el sistema de energía fotovoltaico, bloquean corrientes inversas, previenen sobrecargas y mantienen apropiadamente la alimentación de las baterías de manera segura para que el sistema esté en condiciones óptimas a largo plazo (Jarquín Lezcano & Maldonado Úbeda , 2016).



*Figura 5. Regulador de carga de un sistema de bombeo.*

Fuente: (Reyes Aguilera, 2012)



### **6.13. Mantenimiento de los sistemas de bombeo solar**

Los sistemas de bombeo FV requieren muy poco mantenimiento, aunque se ha de realizar un mantenimiento preventivo explicitado en el manual de operación y mantenimiento de la instalación. El sistema ha de arrancar y parar automáticamente en función de la demanda y la disponibilidad de radiación solar mediante las sondas de nivel en el pozo y en el depósito de acumulación. En general los sistemas FV de bombeo de agua bien diseñados y adecuadamente instalados son muy sencillos de operar y mantener.

El instalador del sistema debe proveer un Manual de Operación y Mantenimiento, estableciendo los principios de operación del sistema, el mantenimiento de rutina y los requerimientos de servicio. En él también debe estar incluida información referente a seguridad y a los problemas que comúnmente se presentan en esta clase de instalaciones.

La manera más efectiva para maximizar los beneficios de los sistemas de bombeo de agua es llevando a cabo un mantenimiento preventivo. El programa de mantenimiento preventivo debe estar diseñado para maximizar el costo de vida útil del sistema. Por supuesto, cada tipo de sistema tiene diferentes requisitos de mantenimiento. Las condiciones específicas de operación impondrán requisitos adicionales.

## **VII. Hipótesis de Investigación**

El funcionamiento integral del sistema de agua potable mejoraría las condiciones de sostenibilidad de los sistemas de agua potable siempre y cuando las comunidades de Sontule y Los Plancitos se organicen mediante los CAPS.

## VIII. Diseño Metodológico

### 8.1. Tipo de estudio

Según su enfoque filosófico este estudio presenta aspectos tanto cuantitativo como cualitativo, por lo que presenta un enfoque mixto. Cuantitativa debido que se aplicaron instrumentos para la recolección de datos de variables de conteo y medición como son la encuesta y la hoja de evaluación Check list y cualitativa ya que se implementó la entrevista para conocer el nivel de organización y gestión de cada uno de los CAPS en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable y la integración de la mujer en los CAPS.

De acuerdo al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información es retrospectivo debido a que se registraron hechos ocurridos con anterioridad al estudio y se continuó registrando información según iban ocurriendo los hechos (Pineda, Alvarado, & de Canales, 1994).

Según el periodo y secuencia del estudio este se cataloga como transversal ya que se recolectan los datos en un solo momento, en un tiempo único. Como señala Hernández Sampieri , Fernández Collado , & Baptista Lucio (2013) el propósito del estudio transversal es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. La presente investigación también presenta aspectos correlacionales al comparar la influencia existente entre dos variables diferentes.

De acuerdo al análisis y el alcance de los resultados, es una investigación descriptiva-analítica. Teniendo en cuenta Pineda et al., (1994) se considera como analítica por que busca contestar ¿por qué sucede determinado fenómeno?, ¿cuál es la causa o factor de riesgo asociado?, y descriptiva debido a que especifica las propiedades, las características y perfiles de las comunidades y los CAPS.

El método que se utilizó es el observacional el cual consiste en el control nulo (no manipulación) de las variables independientes o factores (organización).

## 8.2. Área de estudio

### 8.2.1. Ubicación geográfica

El área donde se llevó a cabo el desarrollo de la investigación son las comunidades “El Sontule” y “Los Plancitos”.

Sontule ubicada entre 13.260967 latitud norte y -86.312355 longitud oeste a una altura aproximada de 1200 m snm. Siendo esta una zona protegida con muchos recursos forestales y con un alto potencial turístico.

Los plancitos ubicada entre la latitud norte 12.996885 y longitud oeste -86.322822 de longitud oeste a una altura de 1117m sobre el nivel del mar.



Figura 6. Ubicación geográfica del sistema MABE de los Plancitos y Sontule

Fuente: SIASAR

### **8.2.2. Área de conocimiento**

La presente investigación pertenece al área de estudio a la línea N° 1. Línea N° 1. Tecnologías y eficiencia energéticas renovables del Centro de Investigación de Energías (CIER) de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN –MANAGUA) /Facultad Regional Multidisciplinaria (FAREM – ESTELÍ).

### **8.3. Universo y muestra**

El universo de esta investigación corresponde a las siete comunidades rurales del municipio de Estelí en las que Familias Unidas ha desarrollado proyectos de construcción de mini acueductos para la obtención de agua potable.

Para el desarrollo de esta investigación se tomó como muestra las comunidades de “Sontule” y “Los Plancitos” en las cuales se implementaron mini acueductos con sistemas de bombeo eléctrico, diferenciándose que en la comunidad de Sontule posee un sistema de generación con fuentes renovables.

La población objeto de este estudio está definida por los hogares beneficiarios de las comunidades de Sontule y Los Plancitos, los cuales hacen usos de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

En este estudio fue necesario la aplicación de muestreo utilizando la ecuación población finita la cual es aplicada a continuación.

$$n = \frac{N * Z\alpha^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z\alpha^2 * p * q}$$

*Ec 1. Calculo de la muestra.*

Para este caso el valor de N es de 111 lo que corresponde a las principales familias beneficiadas por los sistemas en su origen, Za es 1.96 ya que la seguridad del estudio es igual al 95%, p es 0.95 y q es el valor de 1-p y d es la precesión de la precisión de la investigación.

$$n = \frac{111 * (1.96)^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}{0.05^2 * (111 - 1) + (1.96)^2 * 0.05 * (1 - 0.05)}$$

$$n = 44$$

Utilizando la ecuación se obtuvo que es necesario un valor de n igual a 44 muestras para la validación de los datos obtenidos en la realización de la investigación.

#### 8.4. Matriz operacional de variables

**Objetivo general:** Evaluar la gestión y el estado de los mini acueductos por bombeo ejecutados por Familias Unidas en la zona rural de Estelí durante el 2010 y 2011.

Tabla 1 Operacionalización de variables

Objetivos	Variables	Indicador	Instrumento
1: Diagnosticar el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable instalados en las comunidades beneficiarias	Estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable.	Presión, estado del sistema eléctrico, deterioro de infraestructura, ph, caudal ,nivel de cloro ,nivel de forestación	Hoja de campo. Guía de observación
2: Conocer el nivel de organización y gestión de cada uno de los CAPS en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable	Organización y gestión de los CAPS	Nivel de satisfacción de usuarios, Desempeño administrativo	Encuesta ,entrevista
3: Elaborar propuesta para el mejoramiento de la eficiencia energética del sistema eléctrico con el uso de sistema solar fotovoltaica	Energía eléctrica necesaria para bombeo del sistema	Radiación Solar, Temperatura ambiente	Registros de datos secundarios

## **8.5. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos e información**

### **8.5.1. Cuantitativo:**

#### **Implementación de métodos cuantitativos**

**Observación:** Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamiento y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. La técnica de observación a utilizar es conocida como lista de verificación o check list, utilizando una escala Likert nos permite evaluar el estado físico de las instalaciones del sistema de mini acueductos Hernández et al., (2013).

**Datos secundarios:** El método de datos secundarios consiste en la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos como puede llegar a ser la revisión de base de datos de estaciones experimentales que se encuentren del área a realizar el estudio.

**Encuesta:** este es un método que consiste en obtener información de los sujetos de estudio, proporcionado por ellos mismos, sobre opiniones, conocimientos, actitudes o sugerencias Pineda et al., (1994). Por lo que se podrá conocer las opiniones de los habitantes acerca de las actividades realizadas por los CAPS.

Luego se diseñó una base de datos en el programa informático IBM SPSS Statistics versión 23 en el que se ingresó los datos obtenidos de las encuestas realizadas en los poblados de estudio (anexo 10) y finalmente se realizaron las rutinas estadísticas.

### **Cualitativo:**

#### **Implementación de métodos cualitativos**

**Entrevistas:** Es una manera de aplicación de cuestionarios que consiste en que una persona calificada (entrevistador) aplique las interrogantes a los participantes; el primero hace las



preguntas a cada entrevistado y anota las respuestas. Normalmente se tienen varios entrevistadores, quienes deberán estar capacitados y deben de conocer a fondo el cuestionario además de tratar de no influir en las respuestas dadas por el entrevistado al expresar aprobación o desaprobación de las respuestas dadas Pineda et al., (1994).

Es así que la técnica que se utilizó para la recolección de la información fue la entrevista individual semi-estructurada. Esta estuvo dirigida a los integrantes de los CAPS de las comunidades de Sontule y Los Plancitos esto con la finalidad de indagar sobre las gestiones, problemas que han realizado como organización.

### **Procedimientos para la recolección de datos**

El procedimiento que se siguió para la recolección de los datos e información se presentan de acuerdo con cada uno de los objetivos planteados en esta investigación.

### **Diagnosticar el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable instalados en las comunidades beneficiarias.**

Se realizó una inspección visual y revisión de cada una de las instalaciones, además de pruebas de medición de voltaje y corriente haciendo uso de un voltímetro, también se llevó a cabo pruebas de pH, cloración y medición de nivel de aforo, para esta se hizo uso de un manómetro y una manguera los cuales fueron conectados a una llave de esta forma se conoció si existían fugas de agua en la tubería.



*Figura 7. Medición de Ph.*

Se elaboró una guía de observación no participante, con la intención de obtener datos visibles de los mini acueductos que aportaron información específica sobre la condición actual de los sistemas y que complementaron la información recogida mediante los otros instrumentos.

Para la elaboración de esta guía se organizó un eje para la recolecta de datos específicos que registren las condiciones físicas de los sistemas de mini acueductos. El estado de sistema eléctrico de control de equipo de bombeo, estado físico de la captación, estado actual de pila de almacenamiento, ubicación de paneles entre otras.



*Figura 8. Llenado de la Check List.*

**Conocer el nivel de organización y gestión de cada uno de los CAPS en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable.**

Se hicieron entrevista a los diferentes integrantes de los comités de agua potable y saneamiento de cada comunidad, además de aplicar a la población una encuesta en la cual se mencionan aspectos relacionados al funcionamiento de los CAPS, el uso y abastecimiento del sistema de agua potable y aspectos de higiene.



*Figura 9. Realización de entrevista a los integrantes de los comités de agua potable.*

**Elaborar propuesta para el mejoramiento de la eficiencia eléctrica con el uso de sistema solar fotovoltaico.**

Se tomaron los datos de radiación solar de las bases de GLOBAL SOLAR ATLAS y PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, además se hizo uso del software Microsoft office Excel para redimensionar el sistema solar fotovoltaico de la comunidad de Sontule, con el uso de una memoria de cálculo.

## **8.6. Plan de tabulación y análisis estadístico**

A partir de los datos que fueron recolectados, se diseñó la base de datos correspondientes, utilizando el software estadístico SPSS, versión 23 para Windows. Una vez que se realizó el control de calidad de los datos registrados, se realizaron los análisis estadísticos pertinentes.

Así mismo, se realizaron los análisis estadísticos descriptivos de variables cualitativas nominales y ordinales, análisis Estadístico Descriptivo de Variables Cuantitativas Continuas o Discretas, Análisis Estadístico Descriptivo de Variables Dicotómicas, y Análisis de Contingencia mediante el SPSS.

## **IX. Resultados**

### **Diagnóstico del estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable**

#### **Los Plancitos**

El sistema de los Plancitos está compuesto por la captación, las fuentes principales de afluyente bajo junto a su captación, luego sube al área de almacenamiento, para después ser distribuido a cada casa por medio de tubería, se distribuye 30 metros cúbico por casa, otros almacenan 25, 20 o 10 metros cúbicos, cada quien tiene su propio recibo, se le hace un recibo a cada usuario, el metro cuesta 25 córdobas, el mismo día se revisa el medido. (Entrevista personal a Azucena Ruíz Zamora)

#### **Fuente de agua**

Los Plancitos cuenta con una fuente de manantial (figura 10), donde el agua es retenida y filtrada por dos etapas por medio de dos muros de retención, posteriormente el agua es conducida hacia un tanque de mampostería, y luego bombeada hasta el tanque de distribución del sistema.



*Figura 10. Fuente de agua.*

## Sistema eléctrico

En la comunidad se encuentra instalado un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), el cual utiliza una bomba sumergible de 5 Hp (figura 11), para trasladar el agua de la pila de captación hasta el tanque de almacenamiento, donde posteriormente el agua es distribuida por gravedad a las viviendas que se encuentran un nivel más bajo al tanque, y por un sistema de re bombeo (figura 12) compuesto por una bomba Century de 2Hp, 230V y 9.4 A a los usuarios agua arriba.



*Figura 11. Bomba utilizada en el sistema de re bombeo.*

El circuito eléctrico del sistema se encuentra en condiciones óptimas, lo que permite suministrar a la población una dotación de agua durante 1 o 2 horas diariamente.



*Figura 12. Sistema de re bombeo.*

## **Sistema de almacenamiento**

### **Pila de almacenamiento #1**

La pila de almacenamiento tiene una altura de 2 m, un ancho de 3.5 m y una longitud de 3.50m, con una capacidad de almacenamiento de 15.66m<sup>3</sup> equivalente a 4,138.57 glns.

Esta pila se encuentra en buen estado, sin embargo, es necesario la construcción de una base de concreto, afinado y pintura; además de la realización de forma periódica de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas del agua por parte de ENACAL.

### **Pila almacenamiento #2**

Esta pila es un tanque de mampostería rehabilitado, el cual tiene las siguientes dimensiones físicas: 1.60m de altura, 2.80m de ancho y 2.80m de longitud, con un volumen de almacenamiento de 12.54m<sup>3</sup> equivalente a 3312.7glns.

El estado físico de la pila es bueno, pero requiere de algunos elementos como son: kit de medición de parámetro de cloro y pH, e instalación de un clorinador manual de un hipoclorito de calcio.

## **Sistema de distribución**

### **Línea del pozo a la pila**

Esta línea de conducción está compuesta por 392m de 1 ½ de Pulg, de los cuales 336m de PVC SDR26 y 56 de HG.

### **Línea de distribución.**

El ramal principal de esta línea tiene un diámetro de 1 ¼ de Pulg y de 1 Pulg en PVC SDR 26, la cual se encuentra en buen estado.

En un origen la línea de distribución estaba diseñada para 17 puestos públicos, pero actualmente la población en coordinación con el CAPS realizó instalaciones domiciliarias las que cuenta con un sistema de micro medición.



## **Sontule**

Este proyecto nació de la necesidad de los pobladores, familias unidas nos abrió las puertas y nos donó 98 mil dólares después Asdenic y foro Mirafior, cabe mencionar que la Alcaldía perforó tres pozos uno de ellos es que se hace uso, mejoraría el sistema de agua como necesidad prioritaria urgente, están conectadas 80 personas, paneles solares 25 córdobas y con planta de diésel 30 córdobas la planta llegó por parte de gestiones a la alcaldía para abastecer la escuela y otros lugares cercanos. (Entrevista personal a José Evaristo Castillo Raudez, presidente del CAPS)

## **Fuete de agua**

La fuente de agua que se encuentra en la comunidad de Sontule es un pozo perforado (figura 13) a mano de 55 m, construido de ladrillo cuarterón, brocal repelado y con su cubierta de cemento, los puntos para medir los niveles estáticos y dinámicos son funcionales, su cerca perimetral se encuentra en buen estado.



*Figura 13. Pozo que abastece a la comunidad de Sontule.*

## Sistema eléctrico

En esta comunidad se encuentra instalado un sistema MABE, el cual posee un circuito dual de generación, compuesto por: generación eléctrica renovable que consta con 32 paneles fotovoltaicos de 215W de potencia por cada módulo, de los cuales actualmente solo se encuentran 20 (figura 14), en funcionamiento, debido a que este fue modificado por problemas en el banco de baterías, las cuales ya no se encuentran en uso, lo que ocasionó un cambio en el sistema de bombeo por parte del CAPS sustituyendo la bomba de 5 hp por una 1.5 hp.



*Figura 14. Arreglo solar fotovoltaico del sistema de bombeo.*



*Figura 15. Sistema de bombeo solar*

Esta modificación al diseño original ha causado complicaciones, como lo es el funcionamiento intermitente de generación fotovoltaico al no contar con el banco de baterías, pasando la energía directamente a la bomba solo cuando hay radiación solar. La modificación de este sistema también es uno de los principales factores que ha llevado a la reducción de horas de abastecimiento de agua que ha presentado la comunidad, esto se puede ver reflejado en las respuestas dadas por los encuestados de los cuales un 80% no están satisfechos con el trabajo realizado por el CAPS.

La otra forma de generación eléctrica que se encuentra instalada es por medio de una planta eléctrica marca YAMAHA de 60Hz, 41.74 A y 11 Kva (figura 16). Estos sistemas operan de

forma alterna uno del otro. Con la implementación de esta planta aumentaron los costos operacionales por lo que a diferencia de cuando solo tenía SSF este requiere de inversión en combustibles.



*Figura 16. Planta eléctrica.*

El sistema de control del equipo de bombeo se encuentra en buen estado con la excepción del error que emite avisando de problema en la descarga.

La bomba utilizada en este sistema es una bomba sumergible con su control marca solar franklin eléctrica de 1.5 hp, cuenta con protección contra marcha en seco, sobrecarga y sobrecalentamiento.

### **Sistema de distribución**

La línea de conexión del pozo a la pila de almacenamiento (figura 17) tiene un diámetro de 2 pulgadas y se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 600m de PVC SDR 26, 366 m de 2 pulgadas PVC SDR17 Y 750 m de HG de 2 pulgada.se encuentra en buen estado y no se observaron fugas.



*Figura 17. Sarta de bombeo.*

Línea de descarga no cuenta con un medidor de caudal o caudalímetro lo que dificulta llevar control de la cantidad de agua que se consume.

En la línea de distribución inicialmente se instalaron 16 puesto de agua (figura 18) y cuatro tomas de agua, pero los puestos fueron eliminados y usados para puestos domiciliars



*Figura 18. Puesto de agua.*

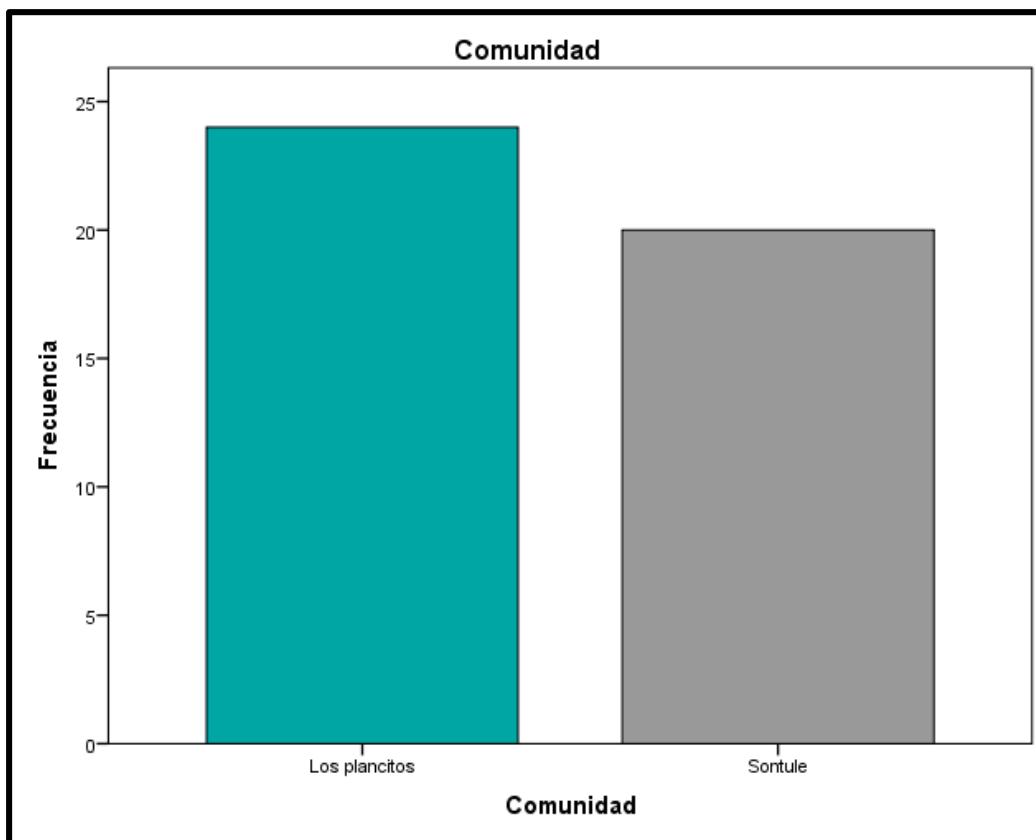
### **Pila de almacenamiento.**

Es un tanque de concreto ciclópedo (figura 19) cimentado sobre el suelo con tapadera metálica su volumen de almacenamiento es 28.6 m<sup>3</sup> equivalente a 6,291.12 galones para abastecer a 80 familias, este sistema se ha deteriorado por lo que la pila de almacenamiento requiere de afinado y repello de exteriores, pintura interior grado expósica según normas INAA, a demás no tiene sistema de cloración y no se le han realizado pruebas de control y calidad de agua por lo que se sugiere necesario el Suministro e instalación de clorinador manual de hipoclorito de calcio construido de PVC de 2 pulgada y suministro de kit de medición de cloro y ph incluyendo 120 pastillas de hipoclorito de calcio para la clorinación, también se debe gestionar ante ENACAL la realización de forma periódicas de pruebas físicas químicas y bacteriológicas del agua de abastecimiento.



*Figura 19. Pila de almacenamiento.*

**Nivel de organización y gestión de cada uno de los CAPS en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable.**



*Figura 20. Comunidades parte del estudio.*

Fueron encuestadas un total de 44 personas, de los cuales 24 corresponden a la comunidad de Los Plancitos y 20 a la comunidad de Sontule. Estos representan distintos hogares de los cuales se tomaron datos de las comunidades estudiadas, de estos partícipes el 66% resultaron ser mujeres y el restante 34% varones (figura 20), debido a que se encontraban más mujeres en sus hogares a la hora en que se levantaron las encuestas.

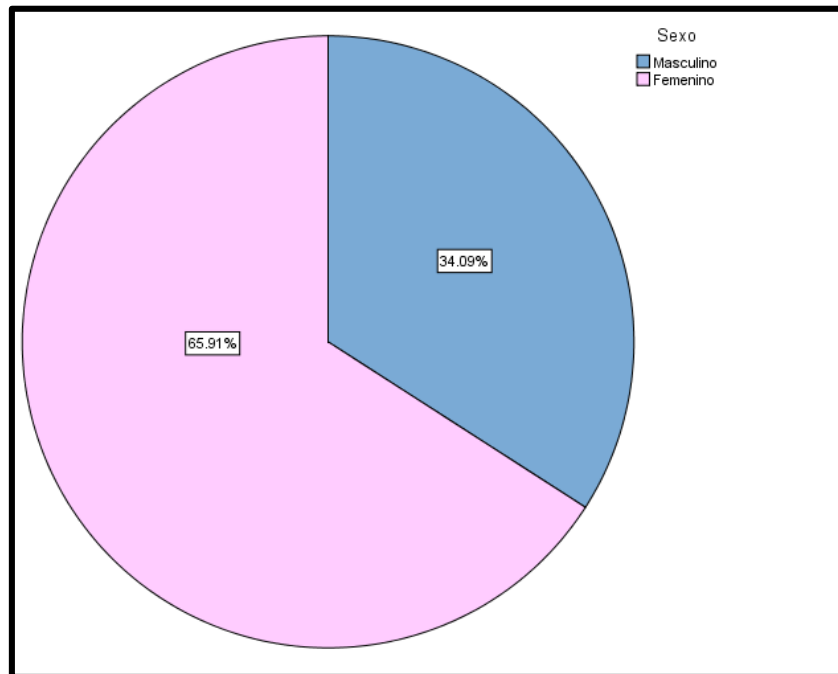


Figura 21. Genero de encuestados

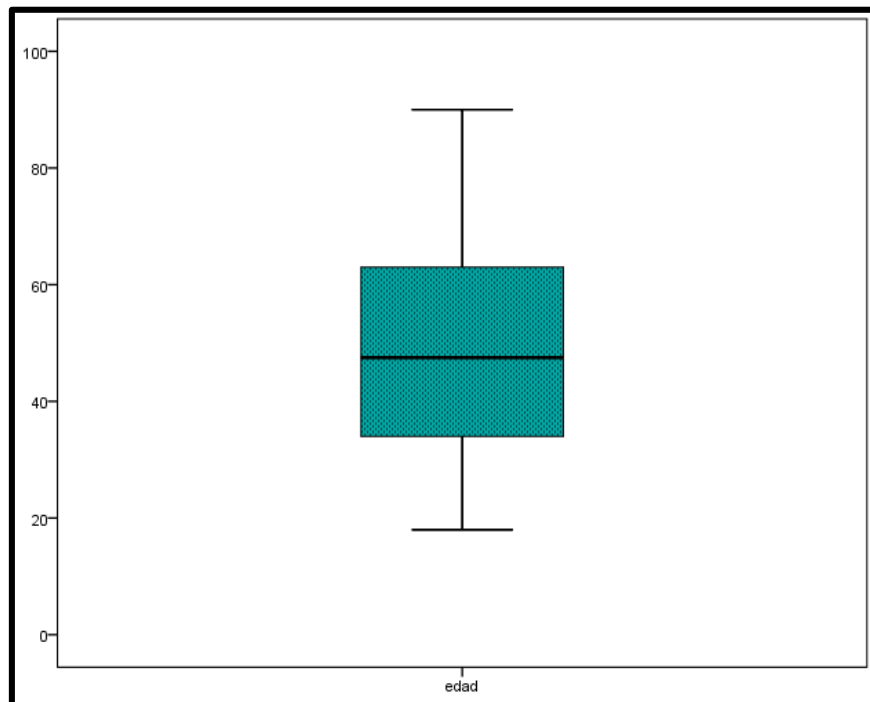


Figura 22. Edad de encuestados

Según datos obtenidos de las encuestas realizadas, el rango de edades de los encuestados se encuentra entre un mínimo de 18 años y un máximo de 90 años, siendo su media de 48.7 lo que indica que todos eran mayores de edad.

Tabla 2 Años de vivir en la población

Comunidad	Media	N	Desviación
Los Plancitos	31.30	23	18.979
Sontule	47.00	20	22.452
Total	38.60	43	21.897

En la tabla 2 se puede observar el tiempo que tienen los encuestados en vivir en los poblados parte del estudio; verificando la confiabilidad de las respuestas recibidas de parte de estos de acuerdo al tiempo transcurrido de la implementación de los proyectos. Es importante mencionar que este resultado aportó la información de que ellos estaban viviendo en estas comunidades para cuando se construyeron los sistemas de agua.



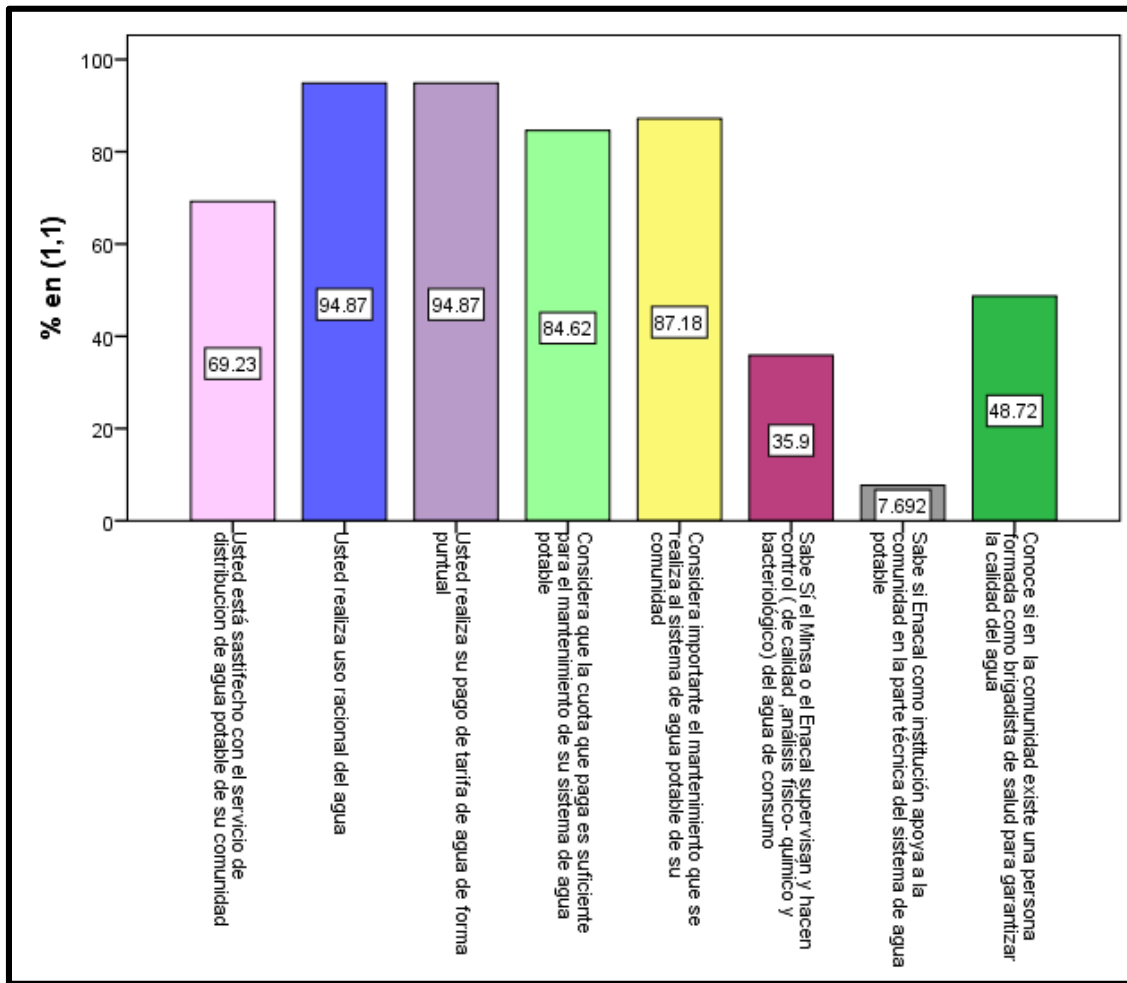
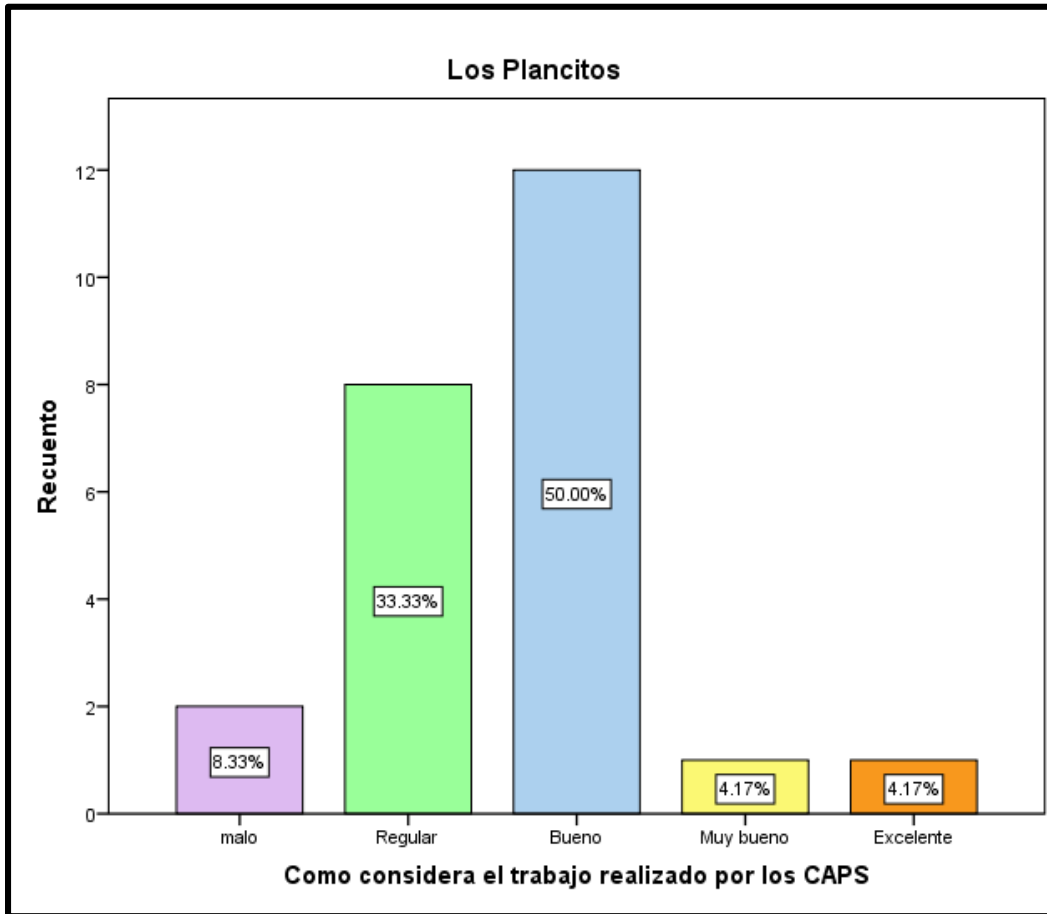


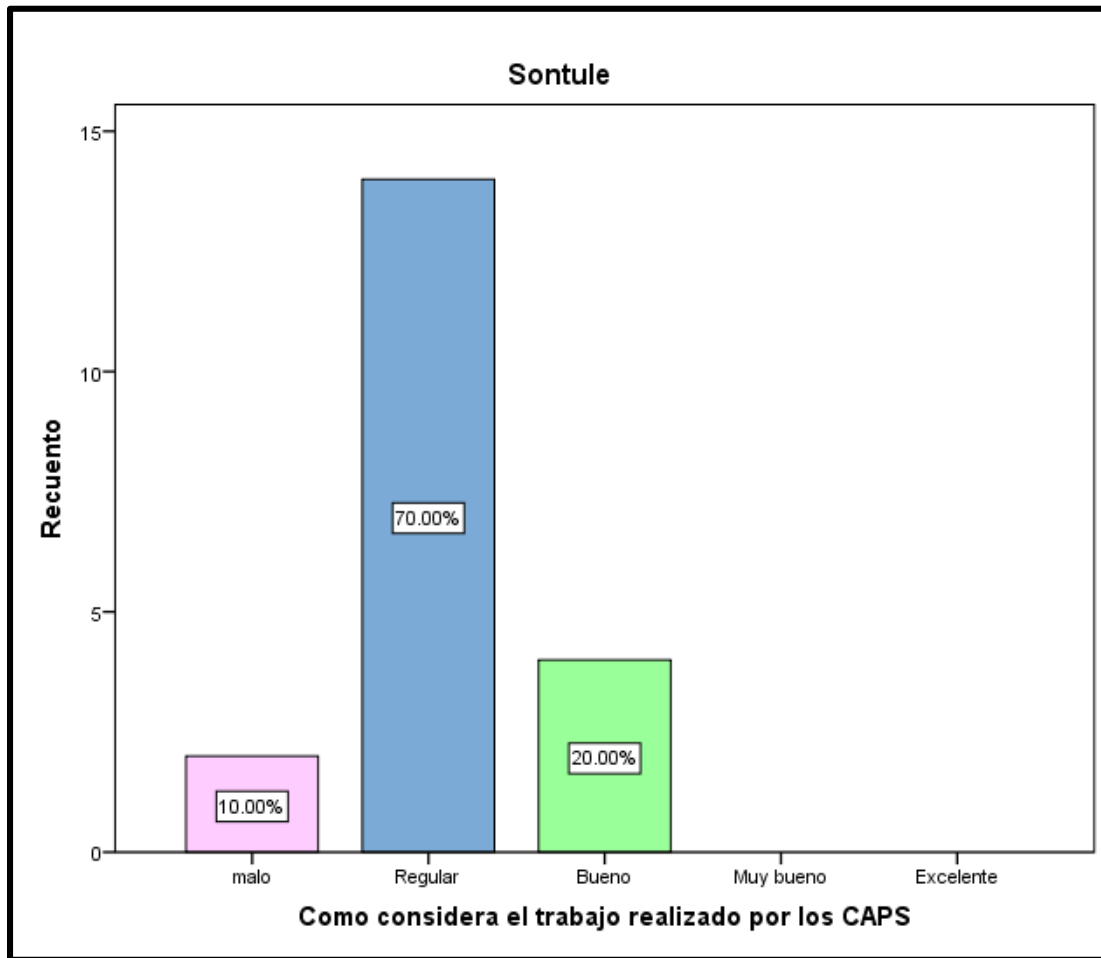
Figura 23. Variables dicotómicas

De los hogares encuestados, el 69% de ellos se encuentran satisfechos por el servicio de distribución de agua potable, lo cual indica que existe una parte de la población inconformes con este servicio. El 95% aseguran hacer uso racional y pagar a tiempo sus tarifas de agua, por lo que se demuestra la importancia que traen estos proyectos. El 85% considera la cuota pagada por el servicio de agua es suficiente para mantener su funcionamiento y un 87% considera importante el mantenimiento que se realiza a las instalaciones, siendo esto bueno para el buen estado del sistema de distribución de agua potable. Las respuestas negativas dadas corresponden a la falta de apoyo técnico y de control de calidad a las instalaciones y al agua potable respectivamente, y más de la mitad no tienen conocimiento sobre la existencia de brigadista de salud al cual acudir por problemas con el agua potable.



*Figura 24. Valoración de trabajo realizado por CAPS en Los Plancitos*

En la comunidad de Los Plancitos se reportaron un total de 58.34% que consideran que el CAPS realiza un buen trabajo, mientras que el 41.66% considera que el trabajo realizado no es lo suficientemente bueno.



*Figura 25. Valoración de trabajo realizado por CAPS en Sontule*

En la comunidad de Sontule, un 80% de los encuestados creen que se ha realizado un trabajo regular por parte del CAPS, siendo una minoría de 20% quienes lo consideran bueno. La mayor parte se sienten insatisfecha con el manejo de las instalaciones de mini acueductos, siendo esto preocupante ya que esto se ve reflejado en el estado de estas instalaciones.

Tabla 3. Análisis de asociación de trabajo realizado por CAPS y valoración de participación de la mujer en directiva de CAPS

Recuento		Cómo valora usted la participación de la mujer en la directiva del CAPS					Total
		Regular	Buena	Muy buena	Excelente	11	
Como considera el trabajo realizado por los CAPS	Malo	1	2	0	1	0	4
	Regular	3	8	6	5	0	22
	Buena	2	6	1	6	1	16
	Muy buena	0	0	0	1	0	1
	Excelente	0	1	0	0	0	1
Total		6	17	7	13	1	44

		Medidas simétricas			
		Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	.120	.112	1.074	.283
N de casos válidos		44			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

Al realizar el análisis de tablas cruzadas Tau-c de Kendal se obtuvo un coeficiente de asociación “r” igual a 0.120, indicando una relación débil entre las variables. Se obtuvo un **p = 0.283**, siendo este mayor al nivel crítico de comparación  $\alpha = 0.05$ . Esto representa una respuesta estadística no significativa, lo que demuestra que no hay asociación entre las variables ordinales de acuerdo a la valoración que le dan todos los encuestados a la participación de la mujer dentro del CAPS y al trabajo que estos realizan, lo que quiere decir que la participación de la mujer no tiene relación con el buen trabajo de los CAPS.

Tabla 4. Asociación de satisfacción del servicio suministrado y el trabajo realizado por los CAPS

Recuento		Usted está satisfecho con el servicio de distribución de agua potable de su comunidad		Total
		No	Sí	
Como considera el trabajo realizado por los CAPS Total	Malo	2	1	3
	Regular	9	13	22
	Bueno	2	13	15
	Excelente	0	1	1
		13	28	41

		Medidas simétricas			
		Valor	Error estandarizado asintótico <sup>a</sup>	T aproximada <sup>b</sup>	Significación aproximada
Ordinal por ordinal	Tau-c de Kendall	.345	.133	2.592	.010
N de casos válidos		41			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

El análisis de tablas cruzadas Tau-c de Kendal realizado, dio como resultado un valor “r” igual a 0.345 lo que muestra una asociación entre variables moderada. Se obtuvo un  $p = 0.010$ , resultando ser menor que el valor crítico de comparación  $\alpha = 0.05$ . Esto quiere decir que la respuesta estadística de correlación obtenida resulta significativa, demostrando la existencia de una asociación entre la valoración que dan los encuestados al nivel de satisfacción que sienten con el servicio de distribución de agua potable con el trabajo realizado por los CAPS. Lo que quiere decir que entre mejor sea el trabajo realizado por los CAPS, mayor será la satisfacción de los usuarios con el servicio.

## **Sontule**

El sistema instalado en la comunidad de Sontule presenta una serie de problemas que se conocieron a través de la aplicación del Check list, estos han generado inconformidades en la población las cuales se ven reflejadas en las encuestas aplicadas a los pobladores donde un 80% no están satisfecho con el manejo de las instalaciones del mini acueducto por parte del CAPS. Sin embargo, mediante la entrevista a miembros del CAPS ellos expresan:

“Como junta directiva cada mes hacemos tareas de limpieza, planificaciones, miramos la tubería que no haya contaminación, cada mes nos reunimos como directiva, e informamos a las comunidades cada 2 meses en asambleas generales”. (Entrevista aplicada a José Evaristo Castillo Raudez).

Sin embargo, aun con las tareas de planificación y mantenimiento pueden dar soluciones a algunas problemáticas lo que provoca la inconformidad con el trabajo realizado por el CAPS.

Estamos constituidos como un CAPS desde el 2014 la junta directiva estaba compuesta por: José Evaristo Castillo Raudez (presidente), Marvin José Pérez Palacios (secretario), Víctor Ramón Moreno Ruíz (Tesorero), Julio César Pérez (Fiscal) y Rogelio Villarreyña (vocal). Actualmente estamos 3 personas activos: José Evaristo Castillo Raudez (presidente), Rogelio Villarreyña (vocal), Víctor Ramón Moreno Ruíz (tesorero), como había una necesidad y es requisito que participen las mujeres se integraron 2 mujeres María Mercedes Talavera (Fiscal) y Anielka Patricia Velásquez es la secretaria. (Entrevista personal aplicada a Rafaela Flores)

## Los Plancitos

Con la aplicación de la entrevista a integrantes del Comité de Agua Potable y Saneamiento se conoció que las familias de la comunidad tienen un periodo de 11 años de estar integradas como CAPS, además del nivel organizativo como expresan a continuación:

“Como presidenta tenemos a Azucena Ruíz Zamora, Alba luz Catillo Durón secretaria, como tesorera Noemí Arauz, está como Fiscal Deniz Arauz Gutiérrez y como vocal Byron Velásquez”. (Entrevista personal aplicada a Noemí Arauz)

Según los datos obtenidos de acuerdo a la Check list aplicada a la comunidad Los Plancitos, las instalaciones se encuentran en un buen estado, lo cual es un reflejo de la buena organización que existe por parte de los integrantes del comité de agua potable y saneamiento, lo que se pudo conocer a través de la entrevista aplicada a los integrantes del CAPS los cuales expresan que mensualmente se reúnen para conocer el consumo por hogar y así cobrar la tarifa de agua, dicho fondo es utilizado para la operación del sistema.

Sin embargo, aun con el buen trabajo realizado por el CAPS este sistema no cuenta con la capacidad de suministrar la constante demanda de nuevas familias, por lo que no se ha permitido la conexión de nuevos hogares a la red de distribución como expresan.

“Hay demandas de poner conexiones domiciliarias si hay muchas la hemos parado por lo mismo que no hay suficiente agua, se necesitan conectar como 5 o 10 familias abajo, en el nuevo sistema se han conectado 10 familias y no están distante de los puntos por el mismo problema que no hay agua en la captación no va a dar abasto para 10 familia o 80, más bien se crearía un problema a otros e incluso hay una solicitud de una familia de otra comunidad, pero no se le puede dar”( Entrevista personal aplicada a Azucena Ruíz Zamora )

## Dimensionado de Sistema Solar Fotovoltaico Sontule

Para el redimensionado del sistema solar fotovoltaico en la comunidad de Sontule, se utilizó los siguientes valores: de irradiación de 3500 W/m<sup>2</sup> con un tiempo sol de 3.5 horas. Se requiere de 6 horas de bombeo utilizando la bomba instalada de 1.5 hp para poder llenar la pila de almacenamiento que tiene capacidad de 28.6 m<sup>3</sup> siendo necesaria la instalación de un sistema de acumulación con baterías para poder bombear por mayor tiempo.

### Energía requerida por el sistema

$$P_{eg} = \frac{F * E_{total}}{\Delta t_{sol}}$$

*Ec 2. Energía requerida por el sistema.*

$$P_{eg} = \frac{(1.25) * (6708 \text{ Wh/día})}{3.5h} = 2395.7 \text{ W}$$

### Numero de paneles

$$N_{Paneles} = \frac{P_{eg}}{P_{panel}}$$

*Ec 3. Números de paneles.*

$$N_{Paneles} = \frac{2395.7 \text{ W}}{215 \text{ W}} = 11.15 \approx 12$$

### Energía generada por el sistema

$$E_{gen.sist} = N_{paneles} * P_{paneles} * \Delta t_{sol}$$

*Ec 4. Energía generada por el sistema.*



$$E_{gen.sist} = 9030 \text{ Wh/día}$$

### Energía en las baterías

$$E_{bat} = E_{total} * C_{dia}/Sp$$

*Ec 4. Energía de las baterías*

$$E_{bat} = \frac{6708 \frac{Wh}{día} * (1)}{0.8} = 8385 \text{ W/día}$$

### Numero de baterías

$$N_{bat} = E_{bat}/P_{bat}$$

*Ec 5. Números de baterías*

$$N_{bat} = \frac{8385 \text{ W/día}}{2400W} = 3.5 \approx 4$$

Tras el cálculo del redimensionado se obtuvo que se necesita una cantidad de 12 módulos fotovoltaicos para permitir el trabajo de la bomba de 1.5 HP durante 7 horas al día, utilizando 4 baterías de ciclo profundo de 2400 Wh de energía, las cuales permitirían el uso prolongado del bombeo de agua y así ser posible llenar la pila de almacenamiento de agua de la comunidad.

Para este sistema ya se cuenta con los módulos fotovoltaicos y sistema de inversión de corriente, necesarios para su implementación, por lo que solo se requiere de la integración del banco de baterías para su buen funcionamiento y de esta manera resolver el problema de bombeo intermitente que se presenta en la comunidad.

Tabla 5. Presupuesto de redimensionado

Ítems	Descripción	Cantidad	Precio unitario \$	Precio Total \$
1	Batería Ritar 200 Amp/12v	4	330	1320
2	Cable BC1 1/0	3	8	24
3	Terminales 1/0 galvanizado para batería	6	2.66	15.96
4	Cable Aw 12 protoduro 2x12	5	1.62	8.1
5	Cable Aw 10 protoduro 2x12	5	1.62	8.1
6	Mantenimiento del sistema e instalación de batería			136.28
Total				1512.44

Teniendo en cuenta que el sistema de bombeo actualmente funciona con una planta eléctrica que consume 1.4 litros de gasolina por hora y 8.4 litros diariamente con un costo de C\$ 33.50 córdobas por litro, C\$ 281 por día y C\$ 102,711 por año equivalente a \$ 3,029.82 dólares un costo superior a la inversión necesaria para que el sistema funcione totalmente con energía renovable.

Con el ahorro obtenido por el consumo eléctrico al 100% de fuente renovable, se podría recuperar la inversión mostrada en la tabla de presupuesto de redimensionado (tabla 5) en menos de un año. Al tener como consumo energético anual un total de 2448.42 kWh/año y multiplicarlo por el coeficiente de producción de CO<sup>2</sup> de 181 g de CO<sup>2</sup>/kWh se lograría reducir en un total de 443.16 kg de CO<sup>2</sup> la producción anual de este tipo de gas de efecto invernadero.

## **X. Conclusiones**

Se ha realizado una revisión a los mini acueductos de bombeo eléctrico de las comunidades de Sontule y Los Plancitos, los que presentan un estado funcional como es el caso de Los Plancitos, el cual se encuentra en buenas condiciones debido al buen manejo realizado por el CAPS de la comunidad.

El sistema en la comunidad de Sontule presenta algunos problemas como es el constante error que marca el control, además de no constar con un banco de baterías, lo que lleva a un bombeo intermitente, dificultando el buen aprovechamiento de los recursos de agua y radiación solar.

En cuanto a la organización y gestión realizada por los comités, se logró conocer por medio de la aplicación de instrumentos como entrevistas y visitas al sitio como se encuentran organizados, los cargos que ocupan los participantes del comité y el esfuerzo desempeñado para lograr mantener en estado funcional estos sistemas de mini acueductos. Ambas comunidades estudiadas han logrado consolidarse como CAPS, lo que facilita la realización de gestiones con otras instituciones como lo son las alcaldías locales y ENACAL.

Se realizó un redimensionado para el sistema fotovoltaico con ayuda de datos de temperatura e irradiancia obtenidos de bases de datos de PVGIS y Global Solar Atlas, permitiendo realizar los cálculos necesarios para la generación fotovoltaica demandada por el sistema, lo que permitiría con su aplicación una mejora en la eficiencia energética del sistema de bombeo eléctrico en la comunidad de Sontule.

Al poder hacer uso del sistema de generación fotovoltaica se aporta una alternativa de disminución de los problemas ambientales que se viven en la actualidad, suministrando una fuente de energía de bajo costo y reduciendo la huella de carbono que deja el uso de generadores que funcionan con el uso de combustibles fósiles, mejorando la calidad de vida de las personas beneficiarias en cuanto a salud, economía y medio ambiente.

## **XI. Recomendaciones**

Realizar mantenimiento cada 6 meses del sistema de bombeo solar Fotovoltaico de la comunidad de Sontule.

Dotar de un Kit de cloración y pastillas de cloro a los sistemas para garantizar un servicio de agua de calidad.

Gestionar ante ENACAL la realización de pruebas físicas, químicas y bacteriológicas al agua de forma periódica para evitar la propagación de enfermedades bacteriológicas.

Promover la protección perimetral y reforestación de las fuentes de agua para garantizar la protección de los equipos, evitar la entrada de animales domésticos, silvestres y conservar la fuente de agua.

Impartir capacitaciones a los integrantes de los CAPS encargados de mantenimiento para que puedan realizar reparaciones en el sistema eléctrico y en las tuberías.

## XII. Bibliografía

- (OMS), O. M. (18 de Junio de 2019). *Organizacion Mundial de la Salud*. Obtenido de Organizacion Mundial de la Salud: <https://www.who.int/es/news-room/detail/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water-%E2%80%93-unicef-who>
- Abella, M. A. (2014). *Sistemas Fotovoltaicos*. Madrid: CIEMAT.
- Aguilera, J., & Hontoria, L. (2013). *Dimensionado de sistemas fotovoltaicos aislados*. Andalucía: CIEMAT.
- Alvárez Lozano, D. A. (2019). *EVALUACIÓN DE LA ORIENTACIÓN Y EL ÁNGULO DE INCLINACIÓN ÓPTIMO DE UNA SUPERFICIE PLANA PARA MAXIMIZAR LA CAPTACIÓN DE IRRADIACIÓN SOLAR EN CUENCA-ECUADOR*. Cuenca.
- Barrau, J. (2009). *Energía solar fotovoltaica*. Cataluña: Cataluña: Fundación Politécnica de Cataluña.
- Barrenechea Martel, A. (2013). *ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA*. Obtenido de ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Campos Gómez , I. (2003). *Saneamiento ambiental*. San José, Costa Rica: UNED.
- Castillo Palacios , I. D. (2013). Evaluación físico-química y bacteriológica del agua en el sistema de abastecimiento del casco urbano del Municipio de La Concordia durante cinco semanas de abril y junio del año 2013. (*Tesis para obtener el título de Ingeniero*). Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua.
- Castro , R., & Pérez , R. (Diciembre de 2009). *Saneamiento rural y salud: Guía para acciones a nivel* . Recuperado el 01 de Julio de 2019, de Saneamiento rural y salud: Guía para acciones a nivel : <http://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Con-Pro-Intro.pdf>
- Chadwick Wendrich, A. (2017). Equidad en el acceso al agua: Análisis de las percepciones de los proveedores y los usuarios del suministro del líquido vital en Lima, Perú. (*Tesis de maestría*). Universidad de Leiden , Lima.
- Choque Arce, D., & Ramos Huanacuni, W. M. (2018). "Diseño un sistema de bombeo solar monitorizado para pruebas de performance en el laboratorio de control y automatización de la EPIME". *Tesis para optar el título profesional de Electricista*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- ENACAL. (1999). *Manual de perforacion de pozos* . Managua, Nicaragua .

- Gasquet, H. L. (2006). *Conversión de la Energía Solar Fotovoltaica en Energía Eléctrica*. México,DF: Print Mexico.
- González, J. G. (2014). *El acceso a agua potable como derecho humano*. Editorial Club Universitario.
- Goyenola, G. (2007). *Guía para la utilización de las Valijas Viajeras-Determinación del pH*. Obtenido de Guía para la utilización de las Valijas Viajeras-Determinación del pH: [http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso\\_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf](http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf)
- Guerrero, M. (2006). *El agua*. México: Conacyt.
- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio , M. (2013). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw Hill.
- Hernández Sampieri , R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio , M. (2013). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw Hill.
- Hernández Tinoco, W. A., & Flores Ramos, Y. J. (2014). Evaluacion de un sistema de bombeo de agua con energia solar fotovoltaica para las comunidades de el Sontule, Úbicada en el área protegida de Miraflor en Estelí Nicaragua. En el periodo comprendido entre agosto del 2013 a julio 2014. *Título de Ingeniero Renovable*. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. FAREM-Estelí, Estelí.
- INAA . (2007). *ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE*. Managua: INAA.
- Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. (2005). *Normas para el abastecimiento de agua potable rural* . Managua: INNA.
- Jarquín Lezcano , M. B., & Maldonado Úbeda , H. (2016). Evaluación de los parámetros de funcionamiento del sistema híbrido de bombeo de agua, implementado en la comunidad el Limón, Estelí- Nicaragua, durante el año 2016. (*TESIS DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO EN ENERGÍAS RENOVABLES* ). UNAN-MANAGUA.
- MIDA. (2007). *MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA RURALES*. La Paz, Bolivia : ABBASE LTDA.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de Guías para la calidad del agua potable: <http://www.infomipyme.com/Docs/NI/Offline/Gu%C3%ADa%20>
- ONU, O. d. (18 de Marzo de 2019). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>

- OPS. (1998). *Guías para la calidad de agua potable* (Vol. 3). Washintong, USA: Organizacion Panamericana de la Salud.
- Organización Panamericana de la Salud. (2013). *Guía rápida para la vigilancia sanitariadel agua*. Obtenido de Guía rápida para la vigilancia sanitariadel agua:  
[ris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/4341/Guia\\_para\\_la\\_vigilancia\\_del\\_agua\\_VERSION\\_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/4341/Guia_para_la_vigilancia_del_agua_VERSION_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Peralta Vera, A. A. (2018). Estudio experimental de un sistema de bombeo solar fotovoltaico en corriente continua. *Trabajo para obtener el Grado Académico de Bachiller en: Ingeniera Industrial*. Universidad Tecnologica de Perú, Erequipa.
- Peralta, L. L. (2016). *Modelo de Evaluación Integral Sostenible para los Sistemas de Bombeo Fotovoltaicos en Comunidades Rurales: El Limón y El Lagartillo*. Estelí.
- Pineda, E. B., Alvarado, E. L., & de Canales, F. H. (1994). *Metodología de la Investigación* (Vol. Segunda edición). Washintong,D.C, Estados Unidos.
- Pons Tabascar, R. (2016). Proyecto de Instalación Solar Fotovoltaica Para Bloque de Viviendas. *Tesis para Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática*. Universidad Politécnica de valéncia, Valencia.
- Reyes Aguilera, E. A. (2012). *PROTOTIPO DIDÁCTICO DE SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA*. Estelí.
- Rock, C., & Rivera, B. (2014). *La CalidaddeL agua, E. coliysu saLud*. Tucson, USA: he University of Arizona Collegeof Agriculture And life sciences Tucson, Arizona 85721.
- Rojas, R. (2002). *GUÍA PARA LA VIGILANCIA Y CONTROLDE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Salud, Organizacion Panamericana de la; , Organizacion Mundial de la Salud;. (2015). *Boletín Informativo del Agua*. Managua.
- Vicente González, E. V. (2009). *Componentes del sistema fotovoltaico, Energía Solar Fotovoltaica*. Cataluña, España: España: Asthriesslav Rocuts, Elisabet Amat.

### XIII. Anexos

#### Anexo N° 1. Hoja estructurada de encuesta.



## ENCUESTA

Diagnóstico de mini acueductos implementados por la Fundación Familias Unidas, en el municipio de Estelí.

No: \_\_\_\_\_

Encuesta estructurada para usuarios del Sistema de Abastecimiento de Agua potable

**Introducción** El siguiente instrumento (encuesta), tiene como fin conocer aspectos relacionados con el estado de funcionamiento de los sistemas de agua potable implementados por la Fundación Familias Unidas. Por lo que de la manera más atenta se le solicita por favor responder de forma objetiva a cada una de las preguntas que se le realizan dado que son de mucha importancia para el análisis de este estudio.

#### I. DATOS GENERALES

1.1. Fecha de encuesta: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1.2 Comunidad: \_\_\_\_\_

1.3 Sexo: Hombre ( ) ; Mujer ( )

1.4 Edad: \_\_\_\_\_ (años)

1.5 Tiempo de vivir en la comunidad: \_\_\_\_\_(años)

I. ASPECTOS RELACIONADOS AL FUNCIONAMIENTO DE LOS CAPS. 1. ¿Cómo considera el trabajo realizado por los CAPS? 1. Malo: ( ) ; 2. Regular: ( ) ; 3. Bueno: ( ) ; 4. Muy Bueno: ( ) ; 5. Excelente: ( )



2. ¿Considera usted que las actividades realizadas por el CAPS garantizan que exista disponibilidad de agua para los beneficiarios? Malo: ( ); 2. Regular: ( ); 3. Bueno: ( ); 4. Muy Bueno: ( ); 5. Excelente: ( )

3. ¿Cómo valora usted el nivel de gestión que realiza el CAPS ante otras instancias como ALCALDIA, MINSA, INAA y ENACAL?

1. Mala: ( ); 2. Regular: ( ); 3. Buena: ( ); 4. Muy Buena: ( ); 5. Excelente: ( )

4. ¿Cómo valora usted la participación de la mujer en la directiva del CAPS? 1. Mala: ( ); 2. Regular: ( ); 3. Buena: ( ); 4. Muy Buena: ( ); 5. Excelente: ( )

## II. ASPECTOS RELACIONADOS AL USO Y ABASTECIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

1. ¿Usted está satisfecho con el servicio de distribución de agua potable de su comunidad?  
1. Sí: ( ); 2. No: ( )

2. En su hogar. ¿qué usos le da al agua que se suministra a través de la red? Higiene personal: ( ); 2. Aseo del Hogar: ( ); 3. Riego: ( ); 4. Otro Especifique: ( )

3. ¿Cuántas horas al día cuentan con servicio de agua? Hrs.:\_\_\_\_

4. ¿Cuánto es su consumo mensual de agua en m<sup>3</sup>? Consumo: \_\_\_\_ 5. ¿Usted realiza uso racional del Agua? 1. Sí: ( ); 2. No: ( )

6. ¿Usted realiza su pago de tarifa de agua de forma puntual? Sí: ( ); 2. No: ( )

7. ¿Considera usted que la cuota que paga es suficiente para el mantenimiento de su sistema de agua potable? 1. Sí: ( ); 2. No: ( )

8. ¿Considera importante el mantenimiento que se realiza al sistema de agua potable de su comunidad? 1. Sí: ( ); 2. No: ( )

### III. ASPECTOS DE HIGIENE Y SALUD.

1. ¿Sabe si el MINSA o el ENACAL supervisan y hacen control (de calidad, análisis físico-químicos y bacteriológicos) del agua de consumo? 1. Sí: ( ); 2. No: ( )

2. ¿Sabe si ENACAL como institución apoya a la comunidad en la parte técnica del sistema de agua potable? 1. Sí: ( ); 2. No: ( )

3. ¿Conoce si en la comunidad existe una persona formada como brigadista de salud para garantizar la calidad del agua? 1. Sí: ( ); 2. No: ( )

4. ¿Cómo considera la calidad del agua del sistema? 1. Mala: ( ); 2. Regular: ( ); 3. Buena: ( ); 4. Muy Buena: ( ); 5. Excelente: ( )

## Anexo N°2. Hoja de entrevista



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN-MANAGUA

### GUÍA DE ENTREVISTA

Diagnóstico de mini acueductos implementados por la Fundación Familias Unidas, en el municipio de Estelí.

Lugar: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Entrevistador: \_\_\_\_\_  
Entrevistado: Junta  
directiva de CAPS

Objetivo de la Entrevista: Conocer el nivel de organización y gestión de cada uno de los CAPS en función de la sostenibilidad de los sistemas de agua potable.

Características de la entrevista: La información suministrada será utilizada con la finalidad de generar un diagnóstico de los mini acueductos implementados por la Fundación Familias Unidas, en el municipio de Estelí.

#### PREGUNTAS

1. ¿El CAPS realiza algún tipo de planificación para realizar las tareas función de la sostenibilidad de los sistemas?
2. ¿Qué cargos ocupan las mujeres en la Junta Directiva?
3. ¿Porque es importante que las mujeres participen en las juntas directivas?
4. ¿Cuántas mujeres conforman la junta directiva del CAPS
5. Las opiniones de las mujeres son tomadas en cuenta en la toma de decisiones del CAPS.
6. ¿Ustedes llevan algún control de los registros de la calidad del agua que se sirve a la comunidad? ¿Qué tipo de tratamiento le realizan al agua?

Anexo N°3 Hoja de evaluación Check list de Los Plancitos

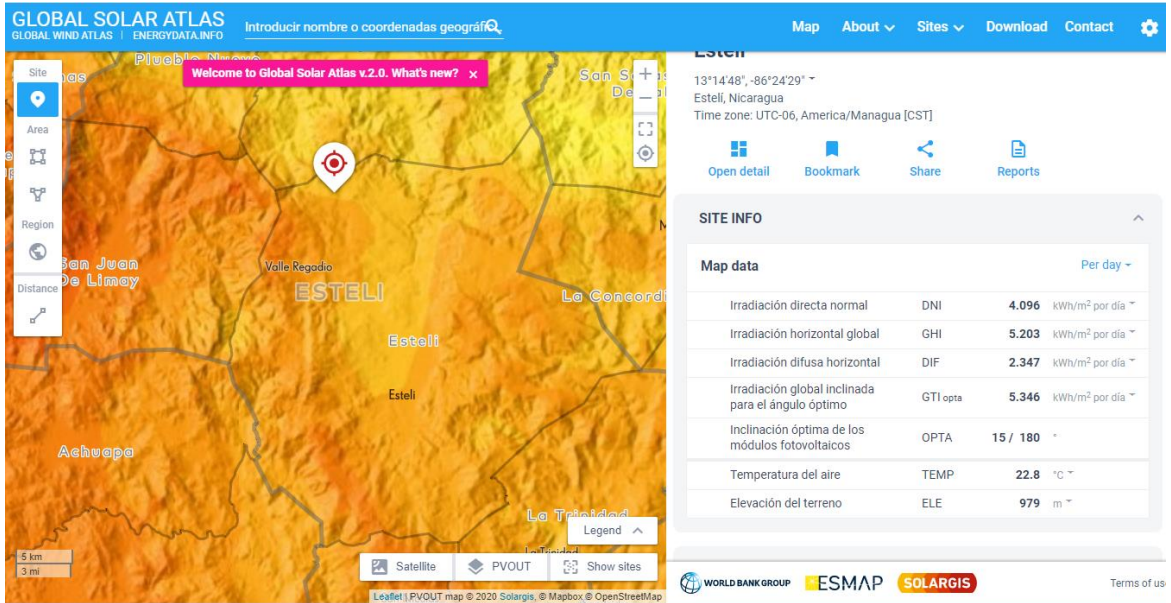
<b>SISTEMA DE AGUA MAG. Comunidad: Los Plancitos. Fecha: 05/04/2019</b>							
Ejes	Acciones	Valoración					Aplica
		M	R	B	MB	Exc.	SI/NO
Infraestructura y sistema de suministro de agua (MABE o MAG)	Se lleva un control de registro sobre los trabajos de mantenimiento del sistema de bombeo						No
	Estado del sistema eléctrico de control del equipo de bombeo. <b>MABE</b>					X	
	Estado físico de la captación					X	
	Cerca perimetral de la fuente de agua					X	
	Punto de medición de niveles						N/A
	Protección perimetral de los sistemas de generación fotovoltaica						No
	Estado actual de la pila de almacenamiento				X		
	Fugas visibles en el sistema de bombeo y red de distribución					X	
	Estado actual de las llaves de chorro de los puestos públicos				X		
	Ubicación de paneles (Dirección Sur)						N/A
Sistema de medición	Son funcionales los puntos para medir los niveles dinámicos y estáticos del pozo						N/A
	En qué estado está la sarta de del de descarga de bombeo					X	
	En qué estado está el sistema de macro medición						N/A
	El estado del sistema de prueba para descarga libre.					X	
	En qué estado esta las conexiones domiciliarias con micro medición.					X	
<b>Medio ambiente</b>	Existe reforestación en la fuente de agua					X	
<b>Higiene y Salud</b>	Como se encuentra el estado del sistema de cloración del agua						N/E
	Se realizan controles de análisis físico-químicos y bacteriológicos por parte del Enacal						No
<b>Observaciones:</b>	<b>El registro de trabajo de mantenimiento lo hacen, pero sin control</b>						

M: Mejorar, R: Regular, B: Bueno, MB: Muy bueno, Exc.: Excelente, NE: No existe

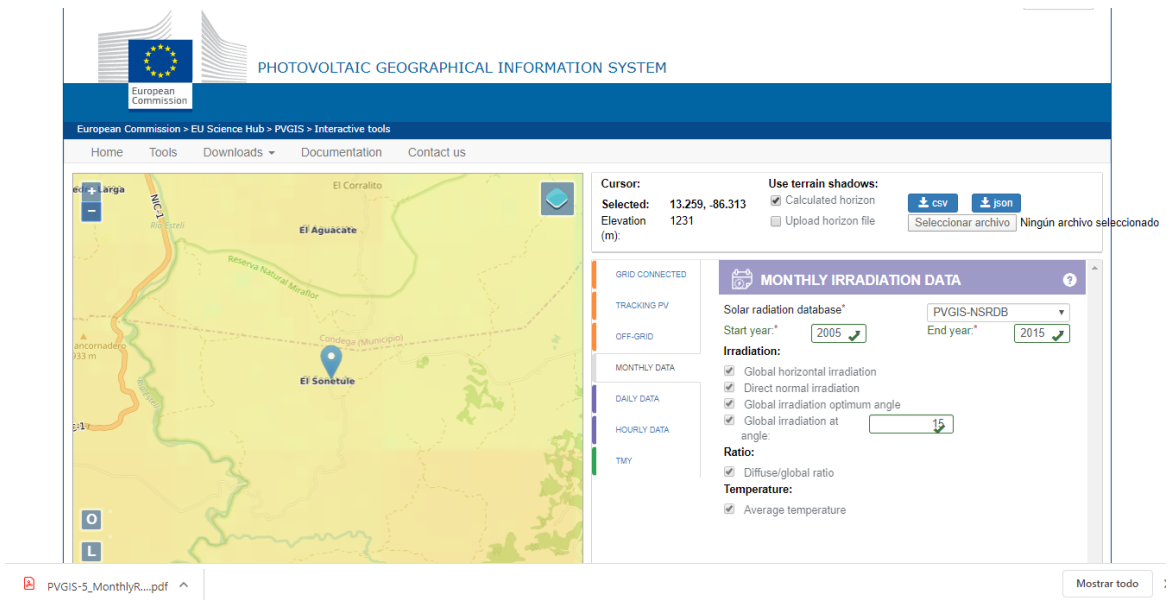
**Anexo N°4. Check list aplicada a la comunidad de Sontule.**

<b>SISTEMA DE AGUA MABE, Comunidad: Sontule</b>							
<b>Ejes</b>	<b>Acciones</b>	<b>Valoración</b>					<b>Aplica</b>
		<b>M</b>	<b>R</b>	<b>B</b>	<b>MB</b>	<b>Exc.</b>	<b>SI/NO</b>
<b>Infraestructura y sistema de suministro de agua (MABE o MAG)</b>	Se lleva un control de registro sobre los trabajos de mantenimiento del sistema de bombeo						No
	Estado del sistema eléctrico de control del equipo de bombeo.			x			
	Estado físico de la captación			x			
	Cerca perimetral de la fuente de agua			x			
	Punto de medición de niveles						Si
	Protección perimetral de los sistemas de generación fotovoltaica						Si
	Estado actual de la pila de almacenamiento			x			
	Fugas visibles en el sistema de bombeo y red de distribución				x		
	Estado actual de las llaves de chorro		x				
	Ubicación de paneles (Dirección Sur)						Si
<b>Sistema de medición</b>	Son funcionales los puntos para medir los niveles dinámicos y estáticos del pozo						Si
	Como es estado de la de la sarta de distribución				x		
	Como es estado de la macro medición	NE					
	El estado de la sistema de prueba para descarga libre.	NE					
	Como es el estado de las conexiones domiciliarias con micro medición.	NE					
<b>Medio ambiente</b>	Existe reforestación en la fuente de agua				x		
<b>Higiene y Salud</b>	Como se encuentra el estado del sistema de cloración	NE					
	Se realizan controles de análisis físico-químicos y bacteriológicos por parte del Enacal						No

## Anexo 5. Base de datos GLOBAL SOLAR ATLAS



## Anexo 6. Base de datos PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM



## Anexo 7. Base de datos en el programa estadístico IBM SPSS

Agua potable.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	comunidad	Sexo	Edad	Tempodevivir enlacomunidad	Considera1	Considera2	Valora1	Valora2	sastfe	Uso	racion	Pago	considera3	considera4	sabe1	sal
1	Los planctos	2	72	15	2	3	2	3	1	12	1	1	1	1	1	0
2	Los planctos	2	39	15	2	2	2	2	0	12	1	0	1	1	1	0
3	Los planctos	2	34		3	3	2	3	1	11	1	1	1	1	0	1
4	Los planctos	2	58	20	3	3	3	2	1	6	1	1	1	1	1	0
5	Los planctos	2	52	52	3	3	3	3	1	11	1	1	1	1	1	1
6	Los planctos	2	79	35	3	3	1	11	1	11	1	1	1	1	1	0
7	Los planctos	1	32	32	2	3	2	2	1	11	1	1	1	1	1	0
8	Los planctos	2	26	13	3	3	3	3	6	6	1	1	1	1	1	0
9	Los planctos	2	32	13	5	3	4	3	1	11	12	1	1	1	1	1
10	Los planctos	1	41	41	1	1	3	3	0	11	1	1	1	1	3	1
11	Los planctos	2	22	22	4	4	3	5	6	1	1	1	1	1	1	0
12	Los planctos	2	73	4	1	1	3	5	1	6	1	1	1	1	1	0
13	Los planctos	1	18	2	3	3	2	5	1	6	1	1	1	1	1	1
14	Los planctos	1	58	58	3	3	3	5	1	10	1	1	0	1	1	0
15	Los planctos	2	54	54	3	3	3	5	1	10	10	1	1	1	1	0
16	Los planctos	2	39	39	2	2	3	5	1	10	1	1	1	1	1	0
17	Los planctos	2	70	70	2	3	3	5	1	10	1	1	1	1	1	0
18	Los planctos	2	25	25	3	2	3	3	1	10	1	1	1	1	10	0
19	Los planctos	2	31	31	2	2	3	5	1	10	1	1	1	1	1	0
20	Los planctos	2	30	8	2	3	3	5	1	10	1	1	1	1	5	0
21	Los planctos	2	57	57	3	3	3	5	1	10	1	1	1	1	1	0
22	Los planctos	1	40	40	2	2	2	5	1	6	1	1	1	1	1	1
23	Los planctos	2	27	27	3	3	3	5	1	10	1	1	1	1	1	1

## Anexo 8. Memoria de cálculo para el redimensionamiento del SSF.

Censo Gestión de la Energía 2 - Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1					<b>Generador Fotovoltaico</b>		<b>Banco de Baterías</b>				
2											
3			Datos		Potencia Generada Demanda		Energía Baterías		Regulador		
4		Irr	3500		2395.714286		8385		124.77679		
5		Atsol	3.5								
6		t	1		N. Paneles		N. Baterías		Inversor		
7		Sp	0.8		11.14285714		3		8.5326087		
8		Frotal	6708								
9		Pinst	1570		Potencia Generada Sistema		E. acumulada en baterías				
10		F	1.25		2395.714286		8385				
11		Ppv	215								
12		Lbatería	2400		Energía Generada Sistema		Días de carga				
13					8385		5				
14											
15					Energía Excedente						
16					1677						
17											
18											
19											
20											
21											

## Anexo 8. Precio de materiales



**CLIENTE:** Everth Rayo  
**CONTACTO:**  
**Nº RUC/CED ID:**  
**DIRECCION:**  
**DESCRIPCION:** Equipo

**FECHA:** 30/1/2020  
**Nº DE CONTACTO:**  
**CORREO ELECTRONICO:**

CANTIDAD	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
4	Bateria Ritar 200 amp/12V	330.00	1,320.00
1	Cable BC1 1/0	8.00	8.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
			0.00
		<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 1,328.00</b>
		<b>IVA 15%</b>	<b>\$ 1.20</b>
		<b>Monto Total Cotizado</b>	<b>\$ 1,329.20</b>

**Condiciones Generales de Ventas:**

Precios:	Neto en \$ dolares
Descuentos:	Incluidos
Forma de Pago:	Efectivo
Entrega:	Aceptamos tarjeta de credito, cheque certificados, y efectivo. Con previa confirmacion

**ECAMI S.A: Departamento Comercial**  
**Asesor Comercial** Xiomara Ubeda  
**Correo Vendedor:** [xiomara\\_ubeda@ecami.com.ni](mailto:xiomara_ubeda@ecami.com.ni)  
**Telefono:** 27139320  
**Celular:** 84076066

- NOTA:**
1. Nuestros paneles solares y baterias están exentos de IVA, según ley 532
  2. Garantia por desperfectos de fabrica 1 año.
  3. los servicios por Mano de Obra se cancelan de forma anticipada
  4. Estamos excentos del 2% de retencion de IR por ser grandes contribuyentes
  5. Estamos excentos del impuesto municipal del 1% solo por la alcaldia de Managua

