

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.

UNAN- Managua, FAREM- Estelí.

Autores:

Harenia del Carmen Maldonado Úbeda maldonadoubedaharenia@yahoo.com

Maykol Bismark Jarquín Lezcano mayjar1990@gmail.com

Tutor: Luis Lorenzo Fuentes Peralta llfuentesp072@yahoo.com.mx

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo general, evaluar los parámetros de funcionamiento del sistema híbrido de bombeo de agua, implementado en la comunidad El Limón, Estelí Nicaragua. Específicamente se compararon los resultados obtenidos por medio de la evaluación de energía solar fotovoltaica con la opción conectado a red y se valoró la percepción de los usuarios con respecto al sistema. Es una investigación cuantitativa y cualitativa (Mixta) y según su profundidad es descriptivo y correlacional. Para la aplicación de las encuestas se consideró una muestra de 28 personas, siendo este un muestreo teórico. La evaluación de los parámetros permitió a los investigadores conocer más a fondo el funcionamiento de este sistema, se pudo concluir que el sistema híbrido si cubre la demanda de agua de la comunidad, pero haciendo uso de la opción conectado a red más que la energía solar fotovoltaica. Además, por medio de la encuesta como medio de recolección de información, se conoció la buena aceptación del sistema híbrido.

Palabras claves: Radiación solar, caudal, potencia.

INTRODUCCION

Un sistema de bombeo de agua por medio de la energía solar fotovoltaica es una de las principales aplicaciones de esta tecnología, debido a la disminución gradual de los costos de los módulos solares, estableciéndose así una alternativa viable para solucionar problemas como lo es la falta de acceso al agua.

La comunidad El Limón del municipio de Estelí, cuenta con uno de estos sistemas, con la particularidad que la bomba también utiliza la energía de la red, en este caso la distribuidora de energía DISNORTE debido a que las características del motor de la bomba permite utilizar corriente continua o corriente alterna, es decir, la comunidad El Limón cuenta con el servicio de agua potable durante las horas sol por medio de los módulos solares fotovoltaicos y por la noche o días con baja radiación, con energía de la red de distribución, por lo que la dotación a la comunidad es de 24 horas. Por lo tanto, se le denomina sistema híbrido.

La investigación tiene la finalidad de evaluar los parámetros de funcionamiento del sistema implementado en la comunidad, en donde existen 56 hogares para un total de 185 personas beneficiadas con el sistema, de estos 141 son adultos y 44 son niños, según el último censo realizado.

JUSTIFICACION

La aplicación de un sistema de bombeo de agua con paneles fotovoltaicos, es una concepción moderna y amigable con el medio ambiente lo que permite poner a la comunidad como un referente en el manejo de recursos energéticos.

La evaluación paramétrica de estos sistemas implementados, es importante, debido que se conoce cuál es el punto óptimo de funcionamiento en este caso por las mediciones que se realizaron, ya que esto permitió visualizar que tan funcionales son este tipo de tecnologías, asimismo, esta investigación contribuye a nuestra formación profesional y también aporta a la formación científica en nuestra facultad.

Como se ha mencionado la evaluación de este sistema híbrido, beneficiara a los habitantes de la comunidad, ya que conocerán los requerimientos actuales de agua, y los niveles en lo que se encuentra actualmente el pozo, los cual los impulsara a tomar decisiones en cuanto al recurso disponible, maximizando de esta manera los beneficios sociales.

Este estudio se inscribe dentro de las labores investigativas del Grupo de Tecnologías Apropriadas [GTA] de la Universidad Carlos III de Madrid, España y el Centro de Investigación en Energías Renovables de la Facultad Regional Multidisciplinaria de Estelí, en el marco del proyecto de cooperación interuniversitaria.

MATERIALES Y METODOS

Tipo de estudio

Según su enfoque filosófico es una investigación de tipo cuantitativo y cualitativo (mixta)

Según su nivel de profundidad esta investigación es del tipo descriptivo y correlacional

Universo

El municipio de Estelí solamente se encuentran dos sistemas con la inclusión de Energías Renovables: El implementado en la comunidad El Limón y el sistema implementado en la comunidad de Sontule.

Tipo de muestreo

Muestreo teórico.

Muestra

28 personas.

Técnicas de recolección de datos

La observación, la encuesta y el dialogo

Trabajo de campo

Una vez estructurados los instrumentos se inició el trabajo de campo para la evaluación paramétrica se conocieron todos los datos técnicos del sistema de bombeo solar fotovoltaico conectado a red (híbrido) necesarios para la evaluación.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico el cual es evaluar los parámetros de funcionamiento del sistema de bombeo, se realizaron las mediciones de las variables, previamente, se elaboraron los formatos de tomas de datos técnicos operacionales del sistema.

En cuanto al proceso de evaluación se define la medición de uno de los parámetros más relevantes relacionados con la fuente de generación fotovoltaica los cual conlleva a estudiar lo siguiente:

- **Recurso solar**, el cual se midió con un Solarimetro modelo PCE-SPM 1. La medición de este parámetro nos permitió determinar los índices de radiación para el bombeo, estos datos se tomaron al mismo tiempo con los demás.

- **Recurso agua**

El Nivel Estático del Agua (NEA), esta medida se realizó por medio del equipo, sonda marca SOLINST, modelo 101, el cual permite registrar el valor del nivel estático del agua, dicha medición se tomó con el sistema fuera de funcionamiento. Esta sirve para conocer a la profundidad a la que se encuentra el agua en un pozo.

El Nivel Dinámico del Agua (NDA), de igual forma esta medición se realizó utilizando la misma sonda, pero con el equipo en funcionamiento. Esta medida sirve para conocer el nivel del agua durante el bombeo.

Se evaluaron las condiciones hidráulicas actuales del sistema de bombeo de la comunidad el Limón en este caso será producción vs demanda o dotación domiciliar.

- **Caudal**

Para la determinación de la extracción de agua se efectuó haciendo uso de macro medidores de flujo tipo rotámetros marca Arad y modelo M25, instalado en la tubería de descarga, este dispositivo mide los m^3 de agua que se suministran a la red, para tal efecto la bomba estaba funcionando por un periodo que permitió estimar de manera la media ponderada del caudal de explotación de la fuente en m^3 , el dato recopilado sirve como uno

de los parámetros para evaluar posteriormente el punto de operación óptimo de funcionamiento del sistema. Cabe señalar que esta medida fue sincronizada con la toma de datos de la radiación solar y potencia inyectada por el arreglo de paneles.

Se procedió a la toma de videos y así obtuvimos cada dato o variación de los parámetros con mayor exactitud, lo cual permitió una mejor evaluación; para ello se requirió estar en el lugar donde se encuentra ubicada la bomba y el arreglo de paneles solares. Además, se utilizaron cronómetros para conocer el tiempo exacto de medición y sincronizar las medidas.

Para la evaluación de todo el sistema y haciendo referencia al objetivo específico número dos fue necesario realizar las mediciones de:

- **Las características eléctricas del sistema**, se midieron con un multímetro digital modelo MASTECH MAS830L en el caso de voltaje y amperaje del sistema, la potencia generada está representada en uno de los dispositivos del sistema fotovoltaico. (Controlador GRUNDFOS CU 200 SQ Flex)

En el caso de determinar el comportamiento del sistema de bombeo de agua híbrido, respondiendo directamente al objetivo específico número dos, se realizó de acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación del sistema de bombeo solar fotovoltaico ya que esto nos permitió conocer la funcionalidad de este y comparar esos resultados, con la opción conectado a red, para la cual se realizaron mediciones cuando el sistema de bombeo estaba conectado a la red, por lo general en las primeras horas de la mañana y al finalizar el día u horas solares. En este caso también se realizaron las mediciones de caudal por medio del medidor de flujo tipo rotámetro marca Arad y modelo M25, instalado en la tubería de descarga.

Para valorar la percepción de los usuarios en cuanto a la funcionalidad del sistema con energía solar fotovoltaica respondiendo al último objetivo que se planteó en esta investigación, se aplicó una encuesta dirigida a la población de esta comunidad. La encuesta presentó preguntas claves que permitieron conocer la opinión de los encuestados, esta fue

realizada cara a cara, se optó por esta modalidad tomando en consideración las ventajas que provee como por ejemplo la confiabilidad. Antes de que la encuesta fuera aplicada, se realizó un pilotaje para conocer si esta tiene buena aceptación por los encuetados en cuanto a las preguntas.

RESULTADOS Y DISCUSION

OE1. Evaluar los parámetros de funcionamiento del sistema de bombeo solar fotovoltaico que permita la caracterización técnica del mismo.

Primeramente, se mostrará el consumo de agua en m³ de la comunidad del año 2016.

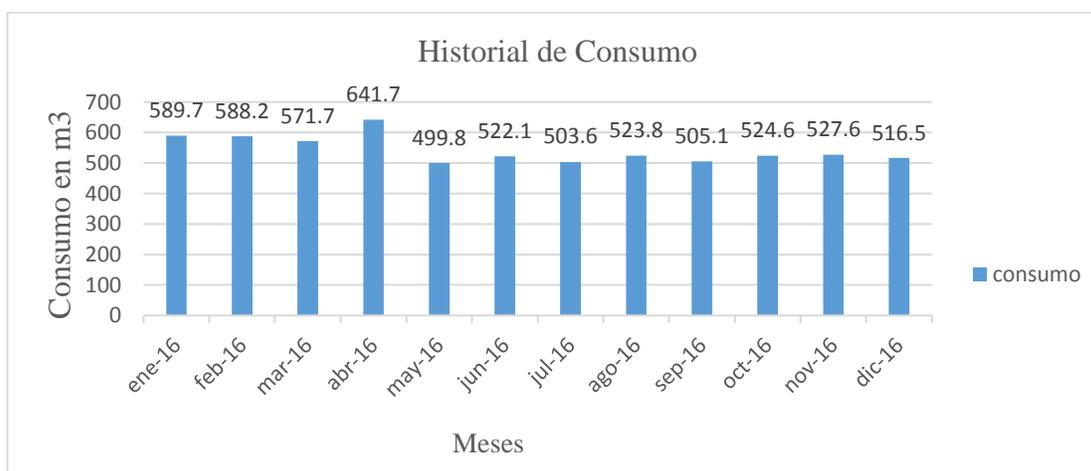


Gráfico 1. Historial de consumo de agua en m³ del año 2016

Fuente: Elaboración propia – programa Excel 2016.

En el gráfico anterior, se puede observar el historial de consumo de los meses de todo el año 2016 siendo este un volumen de demanda variable en algunas viviendas.

Como se muestra en la gráfica el mes de menor consumo es mayo con 499.8 m³ y el mes de mayor consumo es abril con 641.7 m³. Con estos datos se obtuvo un promedio de consumo general de 542.86 m³ y el promedio diario de toda la comunidad de 18 m³.

A continuación, se presentan gráficos de relación de la Radiación solar, potencia, caudal estos son los parámetros que influyen en el funcionamiento del sistema solar fotovoltaico:

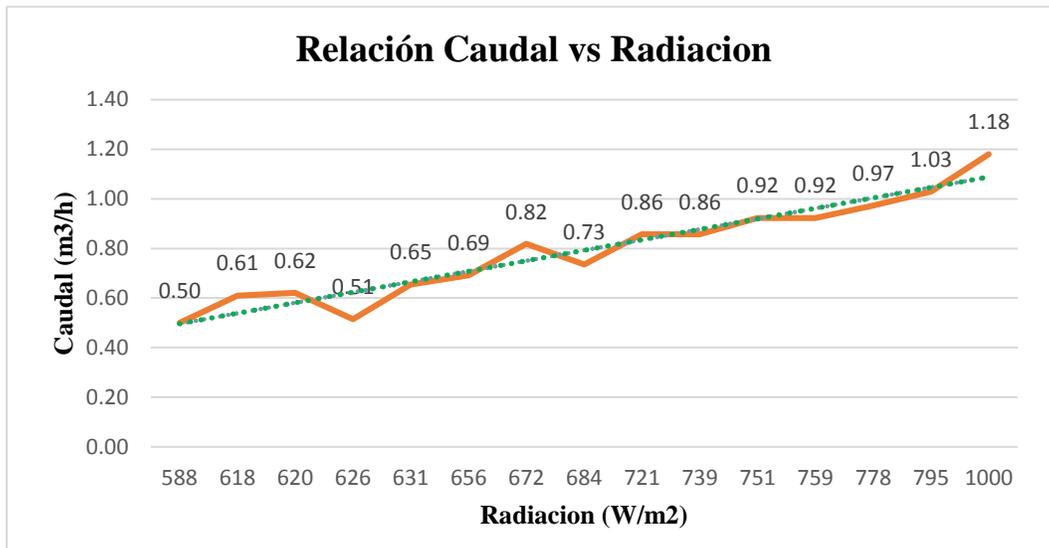


Grafico 2. Relación del caudal con respecto a la radiación solar.
Fuente: Elaboración propia – programa Excel 2016.

En la gráfica anterior se muestra una relación entre caudal y radiación, estos datos fueron obtenidos mediante el uso de Datalogging en el caso de la radiación. Los datos expresados en la gráfica, nos muestran que a medida que aumenta la radiación aumenta el caudal obtenido, teniendo como máximo punto de extracción de 1.18 m³/h con una radiación de 1000 W/m². Trabajando en su punto más bajo de bombeo a una capacidad de 0.5 m³/h con una radiación de 588 W/m², conociendo que la bomba es capaz de trabajar en condiciones óptimas de trabajo tanto de potencia demandada como caudal entregado. Dando lugar a que con los datos tomados se puede relacionar la bomba con la ficha técnica del fabricante, que a medida que aumenta la potencia aumentara su caudal bombeado a una altura determinada.

Haciendo necesario un trabajo de bombeo continuo con energía solar, teniendo que trabajar 15.25 horas en condiciones óptimas de radiación, mismas que la energía solar fotovoltaica no puede cubrir debido a que Nicaragua cuenta con un día solar aprovechable de 5.5 horas de radiación solar.

En el grafico siguiente podemos observar que la potencia suministrada a esta bomba por medio del sistema o arreglo de paneles fotovoltaicos, van en dependencia de la radiación incidente en un área determinada.

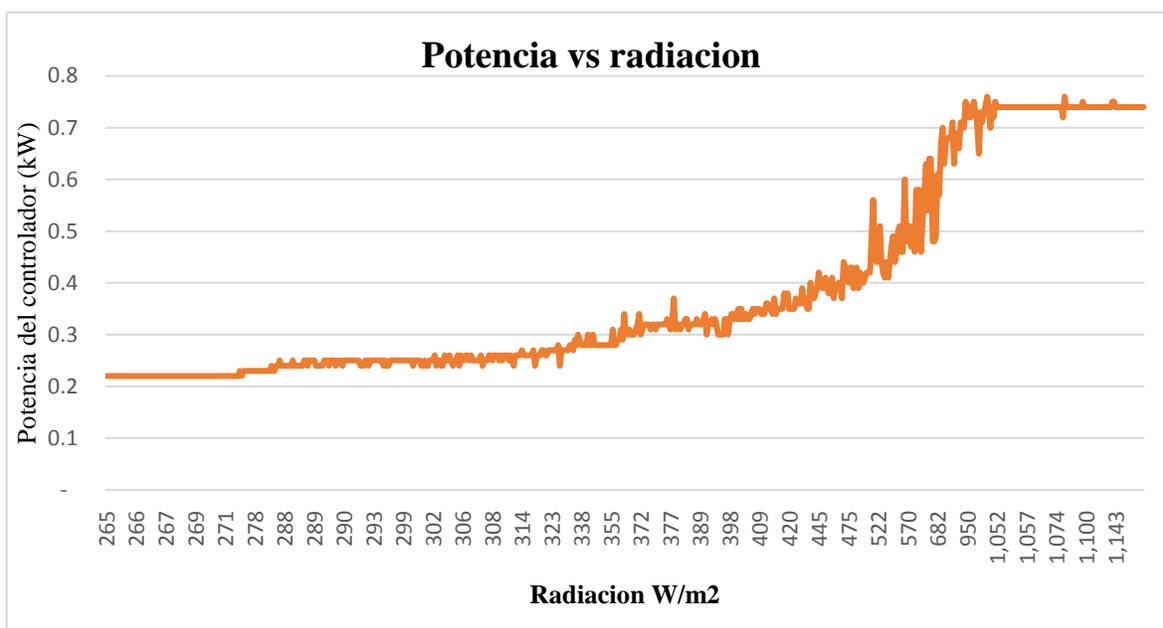


Grafico 3. Relación potencia con respecto a la radiación solar.
Fuente: Elaboración propia – programa Excel 2016.

Por esto se pudo observar que a medida que aumentaba la radiación solar, aumenta la potencia suministrada y por lo tanto el caudal dado por la bomba

Con la realización del estudio llevado a cabo en la Comunidad el Limón, del sistema de bombeo solar, este por sí solo no tiene la capacidad de cubrir las horas de bombeo o extracción de agua de 18 m³ que se tienen como demanda diaria.

La bomba instalada tiene una capacidad de bombeo de 2.4 m³/h con una potencia de 1.4 kW según el fabricante, pero el estudio realizado muestra que se está obteniendo alrededor de 1.18 m³/h.

El principal factor que se opone a que la bomba trabaje a su máxima capacidad de extracción es el arreglo del sistema de paneles fotovoltaicos, debido a que este consta con 11 paneles de 80 W de potencia obteniendo un total de 880 W que equivalen a 0.88 kW con lo que la bomba cuenta para realizar su trabajo, como dato teórico, y como se muestra el sistema

no está recibiendo la potencia necesaria para alcanzar su máximo punto de trabajo, en este caso es de 0.74 kW.

Obteniendo como resultado la necesidad de impulsar a la comunidad y sus habitantes a buscar una alternativa para poder cubrir la demanda de agua. En este caso ya está implementada la cual es la conexión a red del sistema es decir un sistema híbrido.

A continuación, se presenta el cálculo de la eficiencia del sistema de bombeo solar fotovoltaico:

La eficiencia del sistema de generación de energía fotovoltaica, en este caso viene dada dividiendo la potencia útil entre la potencia nominal del fabricante.

$$\eta = \frac{Pu}{Pa}$$

La potencia útil que se obtuvo en el sistema fue de 740 W

La potencia generada por los paneles 880 W

$$\eta = \frac{740 \text{ W}}{880 \text{ W}} = 0.84$$

La eficiencia del sistema es de 84%.

OE2. Determinar el comportamiento del sistema de bombeo solar fotovoltaico y la comparación de los resultados con la opción conectado a red.

Como se conoció la comunidad El limón cuenta con el sistema conectado a la red, lo que lo hace un sistema híbrido, por lo tanto, en este objetivo compararemos el funcionamiento de la conexión red y fotovoltaica ya evaluada en el objetivo número uno de la investigación.

Con la radiación promedio de Nicaragua de acuerdo a nuestra ubicación es de=5.49 kWh/m²/d tenemos un tiempo estimado de bombeo de 5 horas y media. Haciendo uso de energía brindada por la generación de los paneles solares fotovoltaicos tenemos que el agua obtenida en este tiempo es aproximadamente de $1.18 \text{ m}^3 * 5.5 \text{ h} = 6.49 \text{ m}^3$ por día. Con los datos anuales el volumen diario demandado es de $= 18\text{m}^3$.

Con el volumen diario bombeado mediante la utilización de la energía obtenida mediante los paneles el volumen mensual promedio es de $6.49m^3 * 30 = 194.7m^3$ los cuales representan un 35.9% del volumen promedio, el 64.1% restante es bombeado por la utilización de la energía de la red.

Con una capacidad de extracción de $1.5m^3/h$, por medio la utilización de energía de la red de distribución, mediante los cálculos realizados aprovechando la energía solar se obtiene un volumen $6.49m^3$

Los $11.51m^3$ restantes se extraen en $11.51m^3 / \frac{1.5m^3}{h} = 7.67h$ están son las horas necesarias promedio de bombeo mediante la utilización de energía de la red.

Consumo promedio 2016 (m³)	Radiación promedio (kWh/m²/d)	Energía consumida (kW/h)	Agua bombeada por energía solar (m³).
542.86	5.49	240	194.7

Tabla 1. Consumos promedios.
Fuente: Elaboración propia.

Al realizarse las mediciones en el caudalímetro colocado a la salida de la bomba se pudo medir que con arreglo de paneles que le brinda una inyección de 0.74 kW de potencia teniendo un caudal de $1.18 m^3/h$. el cual es insuficiente por la demanda diaria que se tiene que es de $18 m^3$. Con la capacidad de extracción según la potencia inyectada está en su rango de trabajo óptimo. Según los datos técnicos del fabricante se debería obtener alrededor de $2.4 m^3/h$, pero con una potencia inyectada de 1.4 kW, es importante mencionar que la potencia suministrada por la distribuidora DISNORTE es de 1 kW, por lo tanto, no se llegara a obtener lo que el fabricante indica.

Ya se ha mencionado que la demanda diaria es de $18 m^3$, los cuales con esta capacidad de extracción no son satisfechos. Debido que para poder cubrir la demanda de agua con esta capacidad de extracción sería necesario de disponer con 15.25 horas sol, las cuales son imposible de obtener. Ni aun trabajando a su máxima capacidad de extracción, dependiendo

de la radiación promedio de su ubicación no será capaz de cubrir la demanda, porque si la bomba pudiera extraer los 2.4 m³/h por 5.5 horas sol este daría 13.2 m³ de agua bombeada. Por ende, no se cubre la demanda diaria de 18m³ lo que hizo necesario que el sistema se conectara a la red y pasara a ser híbrido.

Se pudo analizar que el sistema híbrido si cubre la demanda de agua de la comunidad, pero haciendo uso de la opción conectado a red, más que la energía solar fotovoltaica. La demanda ha superado con creces a la capacidad de bombeo del sistema fotovoltaico, relegando este a un segundo plano a la hora de satisfacer las necesidades de agua de la comunidad. En este caso la función fundamental del sistema de generación de energía por medio del arreglo de paneles solares no es más de reducir el consumo de energía, sumándole a ello el impacto económico que trae a la comunidad.

OE3. Valorar la percepción de los usuarios con respecto al impacto del sistema y la aplicación de tecnologías alternativas.

Inicialmente se elaboró la encuesta con una serie de preguntas que incluye variables paramétricas y no paramétricas, estas fueron aplicadas personalmente y quienes respondieron fueron 28 personas residentes de la comunidad, luego se procedió a elaborar base de datos para incorporarlos al programa SPSS para su posterior análisis estadístico de los resultados obtenidos, siendo estos: análisis descriptivos y análisis de contingencias.

Para una mejor comprensión se realizó un Análisis estadísticos descriptivo a variables cuantitativas continuas o discretas para la variable edad.

Según la encuesta realizada a 28 personas de la comunidad El Limón, se determina que el 54% de los encuestados comprende las edades de 19 a 37 años de edad, y el 46% restante corresponde a la edad de 37 años en adelante.

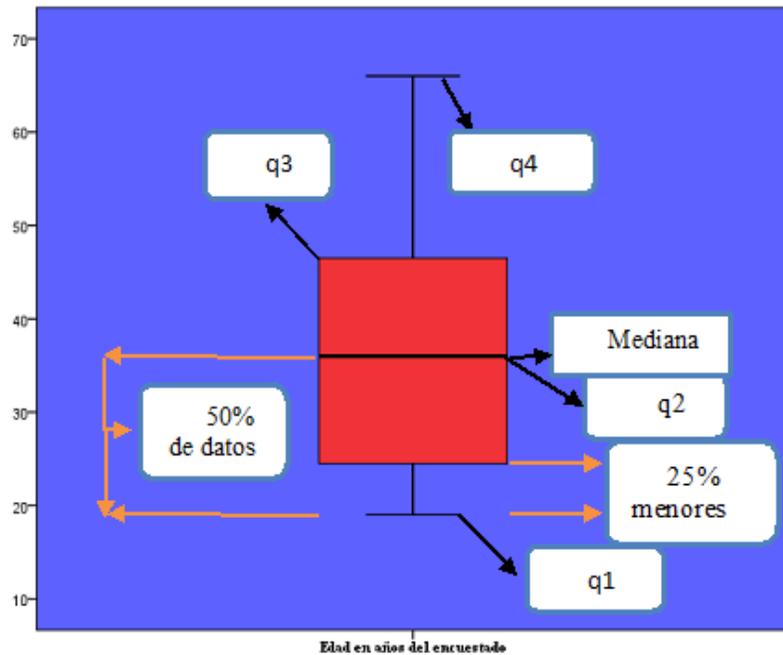


Gráfico 4. Edad de los encuestados
Fuente: Elaboración propia – programa Excel 2016.

El rango intercuartílico corresponde a $q1-q3$ y la mediana indica la medida de tendencia central.

Análisis de Frecuencia de variables Cualitativas Nominales y Ordinales:

Como podemos observar en el siguiente gráfico en donde se puede observar que la mayoría de los encuestados fueron con nivel académico aprobado de secundaria seguido de los universitarios. También se observa que dos personas alcanzaron el técnico superior.

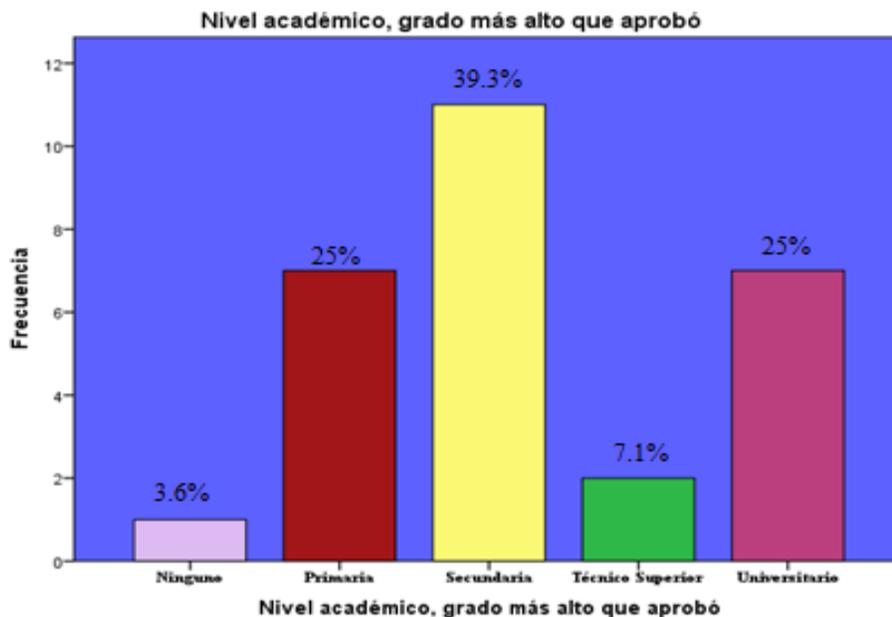


Grafico 5. Nivel académico de los encuestados.
Fuente: Elaboración propia – programa SPSS.

Análisis de frecuencia y gráfico de variables Cualitativas Nominales y Ordinales

El resultado es sumamente interesante partiendo de las opciones que se les daba a los encuestados, con los resultados se puede decir que el nivel de satisfacción real es de 92.2% considerándose satisfactorio en cuanto al servicio de distribución de agua en su comunidad.

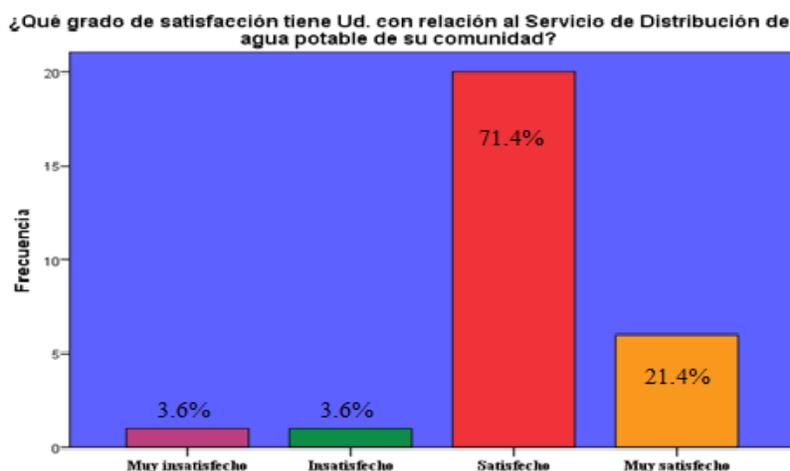


Grafico 6. Grado de satisfacción en cuanto al servicio de distribución de agua potable comunitario
Fuente: Elaboración propia – programa SPSS.

La mayoría de las personas de la comunidad es decir el 60.7% valora como bueno el mantenimiento que se le da al sistema de bombeo de agua híbrido. Dos personas lo consideran malo.

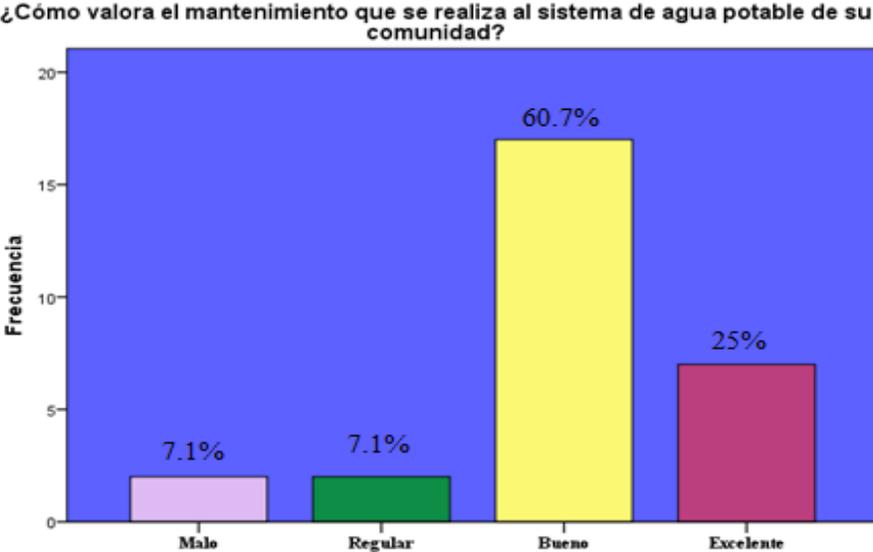


Grafico 7. Valoración del mantenimiento de agua potable en la comunidad.
Fuente: Elaboración propia – programa SPSS.

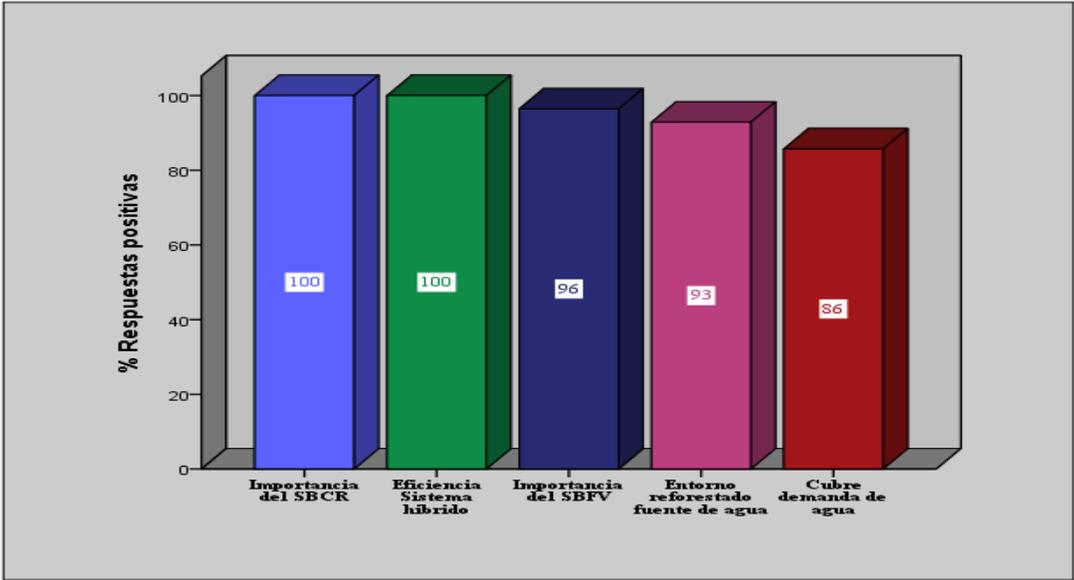


Grafico 8. Respuestas positivas.
Fuente: Elaboración propia – programa SPSS.

En general se puede decir que el 100% de los sujetos encuestados manifiesta estar de acuerdo en la importancia de tener un sistema de bombeo conectado a la red, así mismo la eficiencia del sistema del sistema híbrido lo que representa una respuesta positiva junto con la de bombeo solar fotovoltaico. No así la que cubre la demanda esta es la respuesta más cercana a negativa. Este es un análisis multivariado que agrupa cinco variables

Un aspecto muy importante que se tomó en cuenta y que se puede ver relegado en el gráfico es si las personas encuestadas sabían si el área que rodea la fuente agua estaba reforestada, positivamente el 93 % manifestó que esta área sí.

Análisis de Contingencia mediante el SPSS

La prueba del Ji cuadrado

Tiempo de vivir en la comunidad*¿Considera importante que exista un Sistema de bombeo de agua a través de energía solar fotovoltaica? tabulación cruzada					
			¿Considera importante que exista un Sistema de bombeo de agua a través de energía solar fotovoltaica?		Total
			Si	No	
Tiempo de vivir en la comunidad	1	Recuento	3	0	3
		% del total	10.7%	0.0%	10.7%
	3	Recuento	2	0	2
		% del total	7.1%	0.0%	7.1%
	6	Recuento	0	1	1
		% del total	0.0%	3.6%	3.6%
	9	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	10	Recuento	2	0	2
		% del total	7.1%	0.0%	7.1%
	14	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	18	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	20	Recuento	3	0	3

		% del total	10.7%	0.0%	10.7%
	23	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	24	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	25	Recuento	3	0	3
		% del total	10.7%	0.0%	10.7%
	28	Recuento	2	0	2
		% del total	7.1%	0.0%	7.1%
	31	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	34	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	38	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	41	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	42	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	48	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
	50	Recuento	1	0	1
		% del total	3.6%	0.0%	3.6%
Total		Recuento	27	1	28
		% del total	96.4%	3.6%	100.0%

Tabla 1. Tiempo de vivir en la comunidad y la importancia del SVSF

Fuente: Elaboración propia – programa SPSS.

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	Gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	28.000 ^a	18	.062
Razón de verosimilitud	8.628	18	.968
Asociación lineal por lineal	1.170	1	.279
N de casos válidos	28		

a. 38 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .04.

El diagnóstico realizado mediante la

prueba Ji cuadrado aporta evidencias en este caso de un $p=0,062$ el cual resulta mayor al nivel crítico de comparación o nivel crítico de significancia previamente establecido de un $\alpha=0,05$, esto quiere decir que la respuesta estadística no es significativa y por lo tanto existe independencia de factores o variables de estudio: Tiempo de vivir en la comunidad con importancia del sistema solar fotovoltaico.

Haciendo referencia a la pregunta sobre la importancia el sistema solar fotovoltaico se puede observar que el 94.4 % considera importante el funcionamiento de este sistema por medio de la tecnología fotovoltaica

CONCLUSIONES

Por medio de la evaluación de los parámetros de funcionamiento del sistema híbrido de bombeo de agua, implementado en la comunidad el Limón, Estelí- Nicaragua podemos concluir que:

La demanda ha superado con creces a la capacidad de bombeo del sistema fotovoltaico a la hora de satisfacer las necesidades de agua de la comunidad. Por ello surgió la necesidad de conectar el sistema de bombeo a la red, que inicialmente solo funcionaba con la energía obtenida por medio de paneles solares.

El sistema híbrido si cubre la demanda de agua de la comunidad, pero haciendo uso de la opción conectado a red más que la energía solar fotovoltaica. En este caso la función fundamental del sistema de generación de energía por medio del arreglo de paneles solares no es mas de reducir el consumo de energía, sumándole a ello el impacto económico que trae a la comunidad.

La investigación permitió, conocer el nivel de percepción de los usuarios del sistema de abastecimiento de agua en esta comunidad, a través de la implementación de una encuesta y su posterior análisis en el programa SPSS y correlación de las variables en el mismo, la gran

mayoría de las personas expresaron efectivamente que el sistema de bombeo por medio de la alimentación fotovoltaica es de gran importancia, y que además es una tecnología alternativa con la que la comunidad El Limón cuenta.

También los encuestados valoraron en un 100% la importancia de que este sistema sea híbrido ya que ahora si se cubre la demanda de agua diaria de la comunidad en cualquier época del año.

RECOMENDACIONES

Se plantean las siguientes recomendaciones, dirigidas a los usuarios del sistema de bombeo solar fotovoltaico conectado a red, por medio de los directivos de la comunidad en este caso el CAPS, interesados en mejorar el sistema de abastecimiento de agua.

1. Mejorar o garantizar la aplicación del reglamento que inicialmente fue elaborado en cuanto al ahorro del agua para beneficio de ellos.
2. Rotar a la persona encargada de realizar los cambios de energía solar FV a red, para así aprovechar más las horas sol disponibles, específicamente cuando el encargado se encuentre fuera de la comunidad.
3. Mayor control del consumo del agua.
4. Revisar el nivel del pozo una vez al mes.
5. Controlar el nivel del agua de la pila para que la pila de almacenamiento contenga agua en caso de emergencia y para que las personas que están más alejadas tengan el servicio de agua de forma constante.
6. Gestionar la extracción de la bomba para adicionar al menos 3m de tubería de columna para evitar futuros daños en el motor.

BIBLIOGRAFIA

Vicente González, E. V. (2009). *Componentes del sistema fotovoltaico, Energía Solar Fotovoltaica*. Catalunya, Barcelona, España: Asthriesslav Rocuts, Elisabet Amat

