



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE SISTEMA ELECTRICO PARA ACCIONAR  
ELECTROBOMBA DE RIEGO Y REDUCIR COSTO DE BOMBEO EN  
QUEBRADA SECA, BAGUA GRANDE, AMAZONAS”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO ELECTRICISTA**

**Autor:**

**Luna Rodríguez, Wilser Mitchell**

**Yalta Aguilar, Jorge Eladio**

**Asesor:**

**Mg. Raúl Paredes Rosario**

**Línea de Investigación:**

**Generación, transmisión y distribución de energía**

**Trujillo – Perú**

**2018**

## TÍTULO DE LA TESIS

“DISEÑO DE SISTEMA ELECTRICO PARA ACCIONAR ELECTROBOMBA DE RIEGO Y REDUCIR COSTO DE BOMBEO EN QUEBRADA SECA, BAGUA GRANDE, AMAZONAS.”

-----  
Luna Rodríguez, Wilser Mitchell

-----  
Yalta Aguilar, Jorge Eladio

-----  
Mg. Raúl Paredes Rosario

Asesor

Presentada a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Aprobado por:

-----  
Presidente

-----  
Secretario

-----  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A mis padres Jorge y Justina, por enseñarme que las metas que se proyecta se debe hacer realidad.

A mis hermanas, que siempre han estado pendientes de mis metas como estudiante.

A mi familia, Leyditt y mis hijos Yerik y Jhanett por apoyarme en todo momento.

**Jorge Eladio Yalta Aguilar.**

Dedico este trabajo a mis padres: Antonio y mariza por siempre inculcarme el deseo de superación.

A mi hermana elyan, para que también siga los pasos de seguir superándose.

A todas aquellas personas que han estado apoyándome siempre en todo momento.

**Wilser Mitchell Luna Rodriguez.**

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por apoyarme en todo momento con la finalidad de poder concluir nuestro objetivo planificado.

**Jorge Eladio Yalta Aguilar**

A Dios, a mis padres, a mi hermana, y a todas las personas que me han ayudado durante el proceso de este proyecto.

**Wilser Mitchell Luna Rodriguez**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio, con la finalidad de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación es veraz y autentica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido me hago responsable ante cualquier falsedad, ocultamiento u falta en los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, diciembre 2018

-----

Luna Rodríguez, Wilser Mitchell

-----

Yalta Aguilar, Jorge Eladio

# PRESENTACIÓN

## Índice

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b> .....	2
<b>DEDICATORIA</b> .....	3
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	4
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b> .....	5
<b>PRESENTACIÓN</b> .....	6
<b>RESUMEN</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.1.1.- Internacional .....	13
1.1.2.- Nacional .....	13
1.1.3.-Local .....	16
1.2 Trabajos previos .....	20
Internacional.....	20
Nacional.....	22
Local.- .....	23
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	25
1.3.1 Sistema de Distribución de Media Tensión. –.....	25
1.3.2 Transformix .....	25
1.3.3 Transformador Trifásico. - .....	26
1.3.4 Fusibles de Media Tensión. - .....	26
1.3.5 Cables Eléctricos de Media Tensión. - .....	27
1.3.6 Cables Eléctricos de Baja Tensión .....	28
1.3.7 Postes de Alta y Tensión. - .....	28
1.3.8 Llaves Termomagneticas. - .....	29
1.3.9 Puntos Tierra. - .....	29
1.3.10 Tablero Eléctrico. - .....	30
1.3.11 Motor Eléctrico. - .....	31
1.3.12 Bombas de Agua. - .....	31
1.3.13 Motor Diésel. - .....	32
1.3.14 Dimensionado de sistemas Fotovoltaicos autónomos .....	33
1.3.15 Método Amperios-hora, A-h .....	33
1.3.16 Cálculo de los consumos diarios .....	33

1.3.17	Cálculo de la potencia pico y de la corriente.....	33
1.3.18	Corrección del consumo.....	34
1.3.19	Corriente y ángulo de inclinación .....	34
1.3.20	Capacidad de la batería .....	34
1.3.21	Criterios de selección de una batería. (Alonso Aballe, 2005) .....	35
1.3.22	Dimensionado del generador.....	35
1.3.23	Controladores de carga.....	35
1.3.24	Cableado del sistema.....	36
1.3.25	Instrucciones para el dimensionado .....	36
1.3.26	Intensidad de corriente de diseño .....	37
1.3.27	Dimensionado de la batería .....	37
1.3.28	Dimensionado del generador fotovoltaico .....	38
1.3.29	Características del generador fotovoltaico y batería (Alonso Aballe, 2005).....	39
1.3.30	Especificaciones del regulador de carga .....	39
1.3.31	Características del Inversor (Alonso Aballe, 2005) .....	39
1.3.32	Características de componentes de protección (Alonso Aballe, 2005) .....	40
1.3.33	Cableado del sistema FTV .....	41
1.4	Formulación del problema .....	41
1.5	Justificación del estudio .....	41
	Justificación tecnológica.....	41
	Justificación ambiental.....	42
1.6	Hipótesis.....	42
1.7	Objetivos.....	42
1.7.1	Objetivo general .....	42
1.7.2	Objetivos específicos.....	42
<b>II. MÉTODO</b>	.....	<b>43</b>
2.1	Diseño de investigación .....	43
2.2	Variables, Operacionalización.....	44
2.3	Población y muestra .....	45
	Población.....	45
	Muestra.....	45
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	46
2.5	Métodos de análisis de datos .....	47
2.6	Aspectos éticos.....	47
<b>III. RESULTADOS</b>	.....	<b>47</b>
3.2.	Dimensionar la potencia de electrobombas y la demanda de energía para la alimentación de electrobombas. ....	48
3.2.1.	Potencia de bomba centrífuga .....	48

3.3. Análisis comparativo de energía fotovoltaica y eléctrica en BT para el accionamiento de la electrobomba. ....	55
3.3.1. Variante con energía eléctrica de la red nacional.....	55
Calculo de la Corriente Nominal del sistema Quebrada Seca.....	58
Calculo de la sección del conductor eléctrico.....	59
Verificación del cable en MT por caída de tensión.....	59
Cálculo del conductor N2YSY MT por efecto de cortocircuito.....	61
<u>    Cálculos mecánicos de la Subestación Quebrada Seca.....</u>	<u>61</u>
Determinación de los efectos electrodinámicos. ....	62
Determinación de la flexión de trabajo (FT):.....	62
Calculo de resonancia.....	63
3.3.2. Variante con energía fotovoltaica.....	66
3.4. Realizar el análisis económico del estudio.....	76
3.5. Análisis del impacto medio ambiental.....	87
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>89</b>
NACIONAL.....	91
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>95</b>
5.1 Parámetros de operación de la motobomba con el uso de petróleo Diesel.....	95
5.2 Dimensionar la potencia de electrobombas y la demanda de energía para la alimentación de electrobombas. ....	95
5.3 Realizar el análisis comparativo de energía fotovoltaica y eléctrica en BT para el accionamiento de la electrobomba. ....	96
5.4 Realizar el análisis del impacto medio ambiental.....	96
5.5 Realizar el análisis económico financiero del estudio.....	97
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>98</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>99</b>
ANEXOS.....	101
Instrumentos.....	109
Validación de los instrumentos.....	109
Matriz de consistencia.....	110

## TABLA

Tabla N° 1: Costo mensual de bombeo de agua con motobomba Diesel, en sector Quebrada Seca, 2018. Elaboración propia .....	17
Tabla N° 2 : Rendimiento de componentes fotovoltaicos .....	36
Tabla N° 3: Máxima profundidad de descarga para baterías .....	37
Tabla N° 4 Factor de corrección para el módulo fotovoltaico .....	38
Tabla N° 5: Parámetros del sistema de bombeo de agua en Quebrada Seca, Bagua Grande: Amazonas. Elaboración propia .....	51
Tabla N° 6: Capacidad de corriente en conductores trifásicos.....	52
Tabla N° 7: Intensidad nominal de cables trifásicos .....	68
Tabla N° 8: Irradiación térmica en ciudades del Perú.....	71
Tabla N° 9: Características de conductor eléctrico en DC.....	74
Tabla N° 10: Inversiones en activos suministro de EE de Red nacional .....	77
Tabla N° 11: Inversiones electromecánica Quebrada Seca.....	78
Tabla N° 12 : Resumen presupuesto electrificación de Quebrada Seca.....	78
Tabla N° 13: Presupuesto en MT electrificación con EE Red nacional Quebrada seca .....	79
Tabla N° 14: Inversión y monto de financiamiento bancario para electrificación con EE Red nacional Quebrada seca.....	80
Tabla N° 15: Plan de pagos del préstamo bancario.....	81
Tabla N° 16.16: Presupuesto para electrificación fotovoltaico .....	83
Tabla N° 17: Resumen inversión en electrificación fotovoltaica.....	84
Tabla N° 18: Inversión y financiamiento bancario electrificación fotovoltaica.....	84
Tabla N° 19: Plan de pagos del préstamo bancario variante energía fotovoltaica .....	85
Tabla N° 20 Análisis Cuadro Comparativo.....	96

## FIGURAS

Figura N° 1 Gráfico de la Demanda del Petróleo en el Perú.....	14
Figura N° 2.-Uso de Hidrocarburos en nuestra vida Diaria .....	15
Figura N° 3 Geografía de la distribución de Diésel en el Perú 2014 .....	15
Figura N° 4 Ubicación del Proyecto .....	16
Figura N° 5 Variación del costo total de bombeo con motobomba en Quebrada Seca, 2018.....	18
Figura N° 6 . Bombeo agua de riego con motobomba Diesel .....	19
Figura N° 7 Red de distribución de media tensión.....	25
Figura N° 8.- Tranfomix .....	26
Figura N° 9 Transformador .....	26
Figura N° 10 Componentes usuales de cables de media tension .....	27
Figura N° 11 Cable de media tensión.....	28
Figura N° 12.- Postes Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio, para baja y media tensión.....	28
Figura N° 13 Interruptor termo magnético.....	29
Figura N° 14.- Interruptor termo magnético .....	30
Figura N° 15 Tablero eléctrico.....	30
Figura N° 16 Motor eléctrico. ....	31
Figura N° 17 Bombas centrífuga de agua .....	32
Figura N° 18.- Partes del Motor Diésel.....	32
Figura N° 19.- Esquema hidráulico bombea auxiliar Quebrada Seca .....	49
Figura N° 20: Esquema de análisis de electrobomba auxiliar Quebrada Seca.....	50
Figura N° 21: diagrama unifilar arranque y parada directa motor 7.5 kw .....	54

Figura N° 22 Diagrama unifilar sistema eléctrico accionamiento bomba centrífuga agua Sector Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas. Elaboración propia .....	55
Figura N° 23 Dimensiones de Transformador trifásico en aceite 15 kVA.....	56
Figura N° 24: Diagrama unifilar sistema eléctrico accionamiento bomba centrífuga agua Sector Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas. Elaboración propia .....	66
Figura N° 25: Panel fotovoltaico tipo monocristalino, 500 w, 24 Vcc .....	71
Figura N° 26: Inversor Cargador 24V 3000W Victron Multiplus 50A.....	72
Figura N° 27: Grupo de baterías, Un = 24 Vcc, 600 A-h.....	72
Figura N° 28: Cable para corriente continua, 1.8 Kv en DC.....	73
Figura N° 29: Sistema fotovoltaico autónomo 30 kw Quebrada Seca .....	75
Figura N° 30: Flujo de caja financiero inversión de Red Nacional Eléctrica .....	82
Figura N° 31: Flujo de caja financiero variante energía fotovoltaica .....	86

## RESUMEN

Se presenta el estudio de diseño de un sistema eléctrico para alimentar una electrobomba de riego auxiliar que permita reducir el costo de bombeo en Quebrada Seca, Bagua Grande, Departamento de Amazonas; Perú. Luego de observar el proceso de bombeo se determinó que el costo es muy elevado, debido a la baja eficiencia del motor y el costo del combustible.

Se tomaron datos del proceso, como consumo de combustible, su costo unitario, tiempo de operación y se determinó los parámetros de operación, que permiten dimensionar el motor de accionamiento, resultando ser uno trifásico, de 460 V y rendimiento estándar. Se hizo el análisis en dos variantes, la primera con suministro de energía eléctrica de la Red Nacional, para lo cual se dimensionó y seleccionó cada uno de los componentes: cable en MT, 10 Kv, transformador trifásico, secon, de 15 KVA, sus dispositivos de accionamiento y protección.

De similar modo se hace el análisis de la variante con sistema fotovoltaico, resultando un sistema de 30 kw, capaz de acumular energía para un servicio de 22 horas por día, de 7.5 kw, resultando 51 módulos fotovoltaicos, de 500 w cada uno, cinco grupos de baterías por fase, de 24 V y 600 A-h, así como sus respectivos dispositivos de conversión de energía de 24 V cc a 220 V AC, luego convertirla a 380 trifásica, en estrella, y seleccionar un transformador de 15 KVA, con salida de 460 V

Ambas variantes son viables técnicamente, sin embargo, la variante fotovoltaica es la que asegura un retorno de la inversión de tres años, contra 11 de la variante de red eléctrica nacional, debido a la posibilidad de importar directamente los componentes del sistema fotovoltaicos, asegurando una reducción de un 35 a 40% de su precio.

El estudio se completa con un análisis medio ambiental, el cual indica que, debido al reemplazo del sistema de combustión interna por uno fotovoltaico, se minimizan las irradiaciones de gases de efecto invernadero de más de 2500 kg/mes

**Palabras clave:** sistema fotovoltaico, red eléctrica nacional, electrobomba, análisis medio ambiental

## **ABSTRACT**

The design study of an electrical system to feed an auxiliary irrigation electric pump that reduces the pumping cost in Quebrada Seca, Bagua Grande, Department of Amazonas; Peru. After observing the pumping process it was determined that the cost is very high, due to the low efficiency of the engine and the cost of fuel.

Process data were taken, such as fuel consumption, unit cost, operating time and operating parameters were determined, which allow to dimension the drive motor, resulting in a three-phase, 460 V and standard performance. The analysis was carried out in two variants, the first with electricity supply from the National Network, for which each of the components was dimensioned and selected: cable in MV, 10 Kv, three-phase transformer, second, 15 KVA, its drive and protection devices.

The analysis of the variant with photovoltaic system is similarly made, resulting in a 30 kw system, capable of accumulating energy for a service of 22 hours per day, of 7.5 kw, resulting in 51 photovoltaic modules, of 500 w each, five battery groups per phase, 24 V and 600 Ah, as well as their respective energy conversion devices from 24 V DC to 220 V AC, then convert it to 380 three phase, star, and select a 15 KVA transformer, with output of 460 V

Both variants are technically viable, however, the photovoltaic variant is the one that ensures a return on investment of three years, against 11 of the national grid variant, due to the possibility of directly importing the components of the photovoltaic system, ensuring a reduction of 35 to 40% of its price.

The study is completed with an environmental analysis, which indicates that, due to the replacement of the internal combustion system with a photovoltaic one, the greenhouse gas emissions of more than 2500 kg / month are reduced

**Keywords:** photovoltaic system, national electric grid, electric pump, environmental analysis

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

#### **1.1.1.- Internacional**

Según la revista La Nación (Nacion, 2018), nos da a conocer que el diésel prepondero el modelo del siglo XX en los conflictos bélicos, eran vital como la sangre en nuestro cuerpo, pero sucede el caso que para el siglo XXI fue disminuyendo , por lo que la energía del gas natural es más barato, así como la energía renovable. Actualmente la energía eléctrica sea convertida en la más preferida, por ser energía limpia y ayudar a enfrentar el calentamiento global.

El diésel y la energía eléctrica existen diferencias, en donde el diésel es un combustible genial, que posee más energía que su peso, comparación con la energía renovable, que es más fácil transportarlo. Tal es así que existen derivados tanto para los productos farmacéutico y los polímeros, lo cual se encuentra en lugares estratégicos en nuestra geología, y que se encuentra en un pequeño grupo de vendedores, quienes mantienen elevados los precios.

Sin embargo, la energía eléctrica es más complejo que el diésel en acumular, distribuir, pero nos da esperanza de una vida en paz, en donde no se monopolizar debido que es energía renovable, así como la biomasa, nuclear, el viento, la radiación solar, y el gas natural.

#### **1.1.2.- Nacional**

Según información del diario El Comercio, que obtuvo datos de Petroperú, en donde la Asociación de petroleros en el Perú , indica que índice de producción de crudo alcanzo pocas más de 42 mil barriles, parecido al cierre del 2016 con 40 mil barriles, lo cual impone obliga al Perú a importar diésel crudo para compensar la demanda interna 200 mil barriles diarios (Republica)

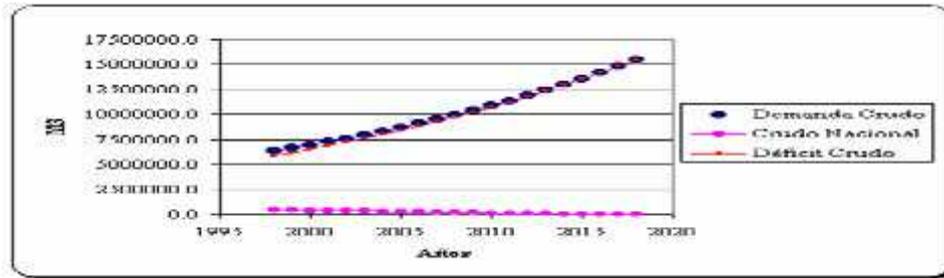


Figura N° 1 Gráfico de la Demanda del Petróleo en el Perú

Fuente: Verónica Ruiz Saucedo

(Cornejo, 2014)IMPORTANCIA DE LOS HIDROCARBUROS. -Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que contienen carbono e hidrógeno, presentándose en la naturaleza como gases, líquidos, grasas y, a veces, sólidos.

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados únicamente por átomos de carbono e hidrógeno. La estructura molecular consiste en un armazón de átomos de carbono a los que se unen los átomos de hidrógeno.

Los hidrocarburos son fuente de energía para el mundo moderno y también un recurso para la fabricación de múltiples materiales con los cuales hacemos nuestra vida más fácil.

Las empresas de hidrocarburos modernas realizan una gestión social y ambientalmente responsable, para evitar la contaminación ambiental.



Figura N° 2.-Uso de Hidrocarburos en nuestra vida Diaria  
 FUENTE : (SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA)

El uso del petróleo en nuestra vida cotidiana, se encuentra desde la nafta hasta los productos farmacéuticos.



Figura N° 3 Geografía de la distribución de Diésel en el Perú 2014  
 Fuente: Libro Hidrocarburos líquidos en el Perú.

### 1.1.3.-Local

El sistema de riego para los cultivos de la zona de la provincia de Utcubamba precisamente en el margen izquierdo del río Utcubamba zona donde no existe suficiente recursos hídrico donde los agricultores han instalado motobombas con la finalidad de complementar el riego de sus cultivos, tales como arroz, cítricos y cacao, pero resulta muy costoso debido al consumo de hidrocarburo (petróleo) es por ello que existiendo energía eléctrica de media tensión en la zona es necesario como una alternativa de utilizar electrobombas que economicen el costo por horas de bombeo.

En el sector de Quebrada Seca, Bagua Grande; Amazonas, se dispone de una motobomba Diésel de 24 HP que opera 22 horas/día, los treinta días al mes, durante 5 meses por año; consumiendo en promedio 30 litros de petróleo Diésel 2 a un costo de 98.28 soles/día, 14,742.40 soles/año de operación.

Se plantea en el presente estudio el reemplazo de la motobomba de agua por una electrobomba de igual capacidad alimentada por energía eléctrica fotovoltaica o por energía eléctrica de la red nacional, en ambos casos, trifásica.



Figura N° 4 Ubicación del Proyecto  
Fuente : Googl Eahttr

Tabla N° 1: Costo mensual de bombeo de agua con motobomba Diésel, en sector Quebrada Seca, 2018. Elaboración propia

COSTO DE BOMBEO DE AGUA 2018 EN SECTOR QUEBRADA SECA, BAGUA GRANDE, AMAZONAS												
Mes-año	Tiempo de operación bombeo			Consumo de combustible			Costo del combustible		Costo transporte combustible		Costo Mantenimiento electrobomba	Total costo bombeo
	h/día	días/mes	h/mes	Litros/hora	L/mes	Gal/mes	Soles/Galón	Soles/mes	Soles/d	Soles/mes	Soles/mes	Soles/mes
Ene-18	22	31	682	1.41	961	253.90	12.4	3,148.32	4.00	124	0	3,272.32
Feb-18	22	28	616	1.27	784	207.13	12.4	2,568.45	4.00	112	15	2,695.45
Mar-18	22	31	682	1.41	961	253.90	12.4	3,148.32	4.00	124	35	3,307.32
Abr-18	22	30	660	1.36	900	237.78	12.4	2,948.48	4.00	120	0	3,068.48
May-18	22	31	682	1.41	961	253.90	12.4	3,148.32	4.00	124	0	3,272.32
Jun-18	22	30	660	1.36	900	237.78	12.4	2,948.48	4.00	120	75	3,143.48
Jul-18	22	31	682	1.41	961	253.90	12.4	3,148.32	4.00	124	0	3,272.32
Ago-18	22	31	682	1.41	961	253.90	12.4	3,148.32	4.00	124	15	3,287.32
Set-18	22	30	660	1.36	900	237.78	12.4	2,948.48	4.00	120	35	3,103.48
Oct-18	22	31	682	1.41	961	253.90	12.4	3,148.32	4.00	124	0	3,272.32



Figura N° 5 Variación del costo total de bombeo con motobomba en Quebrada Seca, 2018

SISTEMA DE BOMBEO ACTUAL, COMPLEMENTO DE RIEGO QUEBRADA SECA, BAGUA GRANDE, CON MOTOBOMBA DE MOTOR DIESEL

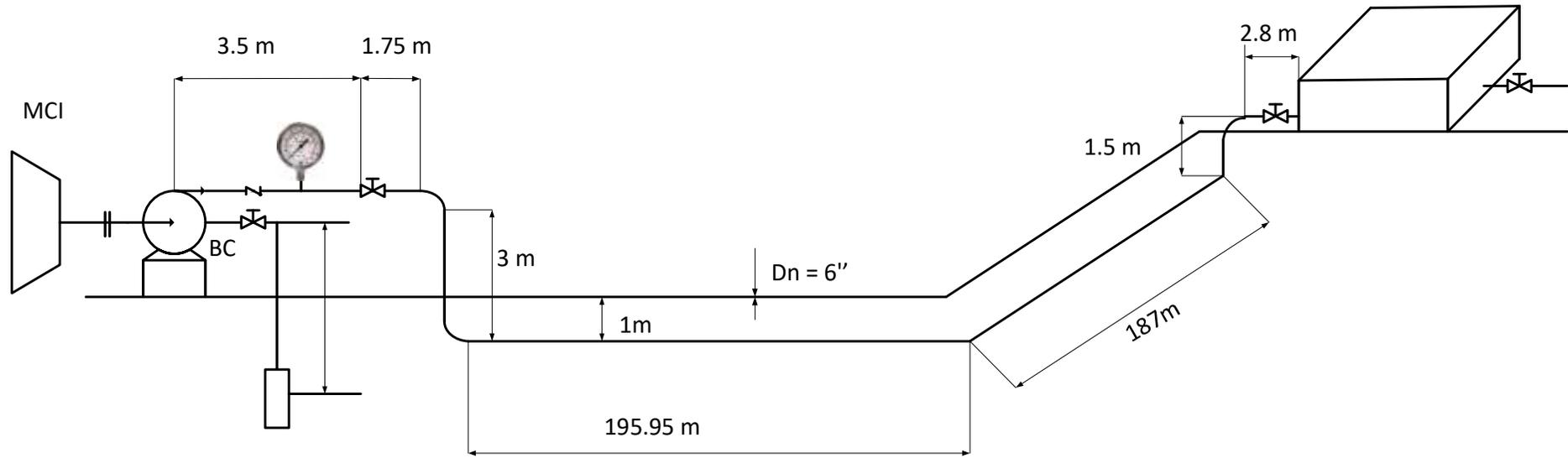


Figura N° 6 . Bombeo agua de riego con motobomba Diesel

## 1.2 Trabajos previos

### **Internacional**

#### **a. Reconversión de motor diésel por motor eléctrico en la Empresa Promatin S-A.**

Según los señores German Edo. Castellanos Castellanos y Mario Alejandro Morales Oñate, 2012; en su tesis Reconversión de un motor diésel por motor eléctrico en la Empresa Promatin S.A.

El constante crecimiento Industrial, afecta directamente al calentamiento global y, por el contrario, lo convierten en un factor fundamental, de lo anterior, lleva a este sector productivo a la necesidad de buscar y analizar ofertas tecnológicas más limpias, que permitan minimizar sus emisiones de CO<sub>2</sub>, crecimiento de la eficiencia productiva y energética, obtener beneficios económicos y mejorar las condiciones sociales y de seguridad de sus trabajadores.

Además de las variables mencionadas, se seleccionó una alternativa tecnológica, que cuenta con otros problemas de carácter técnico, relacionadas con los altos costos, estrategias de financiación y falta de conocimiento, entre otros.

En este sentido, se realizó visitas técnicas en la Empresa Promatin S.A. y luego de analizar la información disponible se realizó los cálculos y determinar el desempeño de la reconversión tecnológica.

### **b. Sistemas de Energía Eléctrica en Media y Baja Tensión**

Según Juan Sebastián Martín (SEBASTIAN, 2007), para Obtener el Título, realizó una tesis denominada Sistemas de Energía Eléctrica en MT y BT, en donde detalla seis proyectos realizados con el objetivo principal es de proveer soluciones a problemas de suministro de energía a efectos a la red de MT y BT.

En donde además presenta criterios de diseño las cuales buscan regular el funcionamiento en la red de distribución según el código nacional de electricidad. Así mismo indica de manera teórica las variantes existentes en las conexiones de los conductores de neutro y tierra en los sistemas de PT de las instalaciones de BT, destacando todos los casos de la importancia de brindar una adecuada seguridad a personas y equipos en el diseño de los proyectos eléctricos.

### **c. Estandarización de Tableros de Protecciones Control y Medición Para Subestaciones Eléctricas de Acuerdo a Especificación CFE V6700-62, Mediante Equipos Marca Sel.**

(MORALES, 2008) En su tesis de Maestro en Ciencias Especialidad en Ingeniería Energética, el señor Víctor Morales Solís, realiza un estudio sobre Sistemas de protección la cual tienen que ser más adaptables a nuestra realidad, y bienestar de nuestra sociedad.

Lo cual plantea soluciones prácticas basados en equipos de la marca Schweitzer Engineering Laboratories, Inc (SEL, Inc).

Uno de los grandes saltos en las tareas de la protección de Sistemas Eléctricos de Potencia se debió al cambio tecnológico efectuado del control electromecánico a los dispositivos basados en sistemas microprocesador, por lo que en este trabajo se exponen algunas alternativas y soluciones prácticas para la protección de Sistemas Eléctricos Industriales.

## Nacional

### **a) Optimización del Sistema de Bombeo de Agua Subterránea, para Satisfacer su Demanda Volumétrica, en Volcán Compañía Minera S.A.A.-Unidad Chungar (FRANCO J. , 2015)**

La tesis del presente Ítem, nos da entender que la mayoría de usuarios de agua con fines minero lo captan de aguas superficiales, y muy rara vez de aguas subterráneas. Mas por el contrario existen excesos de aguas subterráneas en las zonas mineras que tienden a drenar con la finalidad de poder poner operativa su actividad minera.

La forma de poner en funcionamiento del actual sistema de bombeo, nos ayudara , a optimizar los sistemas de bombeo en beneficio de la Unidad de Chungar posteriormente.

### **b) Desarrollo y Propuesta de Implementación Práctica de un Sistema de Control Avanzado de un Motor de Combustión Interna Nissan GA-15.**

(MAS, 2017)Según su Tesis de Maestría el Ing° Ronald Mas Bautista denominado Desarrollo y Propuesta de Implementación Práctica de un Sistema de Control Avanzado de un Motor de Combustión Interna Nissan GA-15.

Los motores de combustión interna (MCI) son los mayores agentes de emitir gases de efecto invernadero, muy negativo a nuestra naturaleza, siendo oportuno optimizar la eficiencia de los motores, mediante un desarrollo de estrategia automatizadas de control, basado en un predictor de Smith discreto para el control efectivo de la velocidad de un motor de combustión interna, marca Nissan, modelo GA-15.

### **c) Diseño de un Sistema de Arranque Electrónico para la puesta en marcha de Motores Síncronos.**

(SEDANO, 2016)En el Perú en los últimos tiempos está implementándose en la industrialización, por lo que requiere maquinas eléctricas.

La tesis que indica Sedano el objetivo estudiar, diseñar y simular los circuitos de un motor sincrónico, así como su alimentación con análisis completo.

**Local.-**

- a) **Martin Sánchez Barboza, en su tesis: “DISEÑO DE UN SUMINISTRO ELECTRICO CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE BOMBEO AGRICOLA DEL ESTABLO GESA -LAMBAYEQUE, 2016**

UCV - FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA ELÉCTRICA

Concluye:

1. En nuestro medio que nos rodea existen otros tipos de energía eléctrica que se puede aprovechar para un sistema de bombeo, en donde se logran implementar un sistema de bombeo fotovoltaico para el establo GESA
2. La demanda de agua del Establo GESA es de 290L de agua/día, para uso productivo agrícola, más de 5% de reserva. Siendo el diseño de estudio para bombear 1000.50 litros de H<sub>2</sub>O diarios.

- b) **Dany Percy Ramos Vásquez, en su tesis: “DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO EL CENIZO – OLMOS 2016”**

UCV - FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA ELÉCTRICA

Concluye:

Se realizó un proyecto de elevación de agua para uso de consumo doméstico en el Centro poblado el Cenizo – Olmos.

La distribución de agua se hizo a través del uso de bombas Sumergibles accionadas con energía solar fotovoltaica.

Esta selección se basa en la importancia creciente que está tomando a nivel mundial la elección de formas limpias de generación, comprometida con el desarrollo de las energías renovables.

La presente Tesis agrega una simulación horaria de bombeo solar, el presupuesto de los materiales y obras respectivas y el plano general del proyecto, con los cuales se observa la materialización de éste para el año 2016.

**c) William José Lorenzo Prada Araujo, en su tesis: “PROPUESTA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA BOMBLEAR AGUA SUBTERRÁNEA EN VIVIENDA UBICADA EN EL CASERIO LA LAGUNA-DISTRITO DE MORROPE”**

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO  
PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Chiclayo,  
Perú – 2016

Concluye:

) La radiación solar se solicitó a la Base Meteorológica de Chiclayo, quien nos da como mes crítico en mayo, radiación promedio de 4.66 Kw.h/ día, teniendo una demanda de agua de 750L por día, cabe recalcar que no se contara con radiación por tres días.

) La Bomba sumergible solar SHURFLO-9300 de CC. Con una potencia de 65 w, caudal de 432 L/H, altura de bombeo 12.2 metros.

) El sistema fotovoltaico solo cuenta con un PANEL SOLAR DE LA MARCA SOLARLAND, MODELO SLP120S-12U, quien tiene una potencia de 120W, que trabajara con el controlador SHURFLO LCB-G75

) El costo del Sistema Fotovoltaico será de S/. 4,476.90, si consideramos los ingresos de una casa normal por el consumo de agua domiciliaria y de energía esta tiene anualmente un gasto de S/. 296.84.

## 1.3 Teorías relacionadas al tema

### 1.3.1 Sistema de Distribución de Media Tensión. –

Es el procedimiento que regulan el funcionamiento en la división de instalaciones eléctricas que oscilan entre 1 y 36 KV.

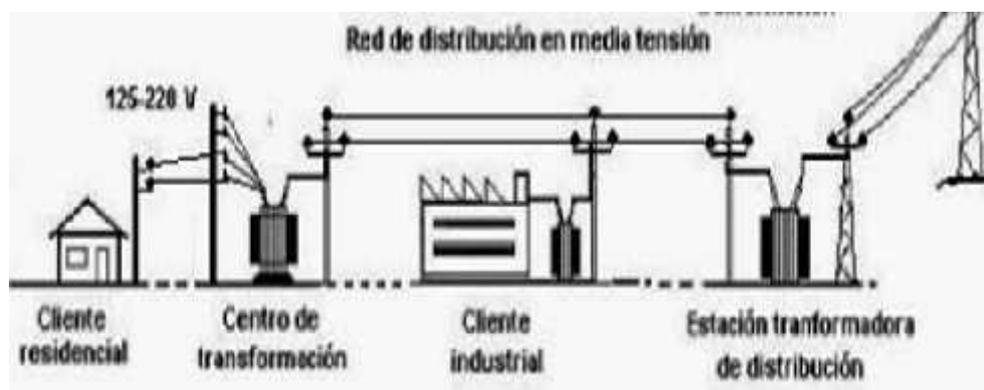


Figura N° 7 Red de distribución de media tensión

Fuente: Factor eléctrico

### 1.3.2 Transformix

Los transformadores Integrados de medida (trionix) marca ALC ENERGY SAC son usados en sistemas monofásicos y trifásicos, quienes reducen las magnitudes de tensión y corriente de la red de MT a valores apropiados para ser medidos o censados por medidores, relés o circuitos de control. Son fabricados con materiales de primera calidad, diseñados y probados bajo la norma IEC 60044 1 y 2, para operar de 0 a 5000 m.s.n.m. con una elevación de temperatura de 65°C., sobre una media de 30°C., y una máxima de 40°C., tipo de refrigeración ONAN, aceite dieléctrico LIBRE DE PCB. (SAC).



Figura N° 8.- Tranfomix

Fuente: SAC ALC ENERGY

### 1.3.3 Transformador Trifásico. -

Es el más utilizado es el trifásico, debido que existe gran demanda en la industria peruana, lo cual transforma tensiones en diferentes valores.(Abriega, 2017)



Figura N° 9 Transformador

Fuente: CEA-PRODUCTOS

### 1.3.4 Fusibles de Media Tensión. -

(TENSIÓN) Los fusibles de MT son utilizados como elementos de protección en apartamento (conjunto de aparatos de maniobra) de MT. La ventaja es la rapidez de actuación en caso de cortocircuito. Por lo tanto, protegen eficazmente la apartamento y los equipos contra los efectos dinámicos y térmicos del cortocircuito. Los fusibles MT de SIBA pueden ser utilizados para la protección de: Transformadores de distribución , Motores de alta tensión, Condensadores de alta tensión ,Transformadores de tensión y Cables de alimentación.

### 1.3.5 Cables Eléctricos de Media Tensión. -

Los conductores de MT tienen la experiencia y tecnología necesaria en la producción de toda la diversidad de cables MT para la distribución de energía hasta los 35 Kv.

Los cables son fabricados y probados en un laboratorio que cuenta con equipos de la más alta tecnología en la realización del control de calidad.

Estos equipos permiten realizar pruebas de tensión y descargas parciales entre otras, exigentes pruebas que superan todas las especificaciones técnicas requeridas por las normas reconocidas internacionalmente como son las UL-1072 e IEC 60502-2.

Los cables MT se instalan en lugares como CE, redes de distribución, alimentación para todo tipo de instalación industrial, bajo la modalidad de sistemas de distribución subterránea, aérea y en ductos. Fabricamos cables que soportan diferentes tensiones que van desde 6 Kv hasta 35 Kv, bajo diferentes denominaciones como N2XSY, N2XSERY, MV-90. (CEPER, 2018).



Figura N° 10 Componentes usuales de cables de media tensión

Fuente: CEPER

### 1.3.6 Cables Eléctricos de Baja Tensión

(CENTELSA) Un cable para BT está compuesto por uno o varios conductores de Cobre y materiales que componen el aislamiento.

Los cables para Baja Tensión soportan las condiciones específicas tanto de instalación como de operación en distribución de energía eléctrica.



CABLES TTU 600V y 2000V 75°C

Figura N° 11 Cable de media tensión

Fuente: CENTELSA.

### 1.3.7 Postes de Alta Tensión. -

los métodos para transportar y/o distribuir la electricidad es mediante cables aéreos desnudos que son soportados por torres/postes, esta entrada tratará sobre los tipos de torres o postes más utilizados en líneas de BT y AT

Generalizando los tipos de postes que existen son:

- Postes de madera.
- Postes de hormigón.
- Postes metálicos (Electricidad, 2010).



Figura N° 12.- Postes Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio, para baja y media tensión

Fuente: ADHORNA GRUPO ELEC NOR

### 1.3.8 Llaves Termomagneticas. -

Un interruptor termomagnético, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga. Al igual que los fusibles, los interruptores magnetotérmicos protegen la instalación contra sobrecargas y cortocircuito.



Figura N° 13 Interruptor termo magnético

Fuente : SICA

### 1.3.9 Puntos Tierra. -

(Gonzales) Sistema de Puesta a Tierra. tienen por finalidad proteger a las personas contra accidentes por la presencia de voltajes con respecto a tierras o piezas metálicas, las que -en condiciones normales de funcionamiento- deberán estar desenergizadas.

También deberán proteger los equipos del sistema eléctrico, como transformadores, banco de condensadores, tableros eléctricos, etc.

Figura 14.- Toma Puesta a tierra



Figura N° 14.- Interruptor termo magnético

Fuente : Jhonatan Gallardo Palma

### 1.3.10 Tablero Eléctrico. -

Un tablero eléctrico es la combinación de varios dispositivos de protección y maniobra. Está compuesto por dos partes: el envolvente, cuya función es de soporte y protección mecánica de los componentes y el equipamiento eléctrico, formado por los aparatos, las conexiones internas y los terminales de entrada y salida. (Yampaul, 2017).



Figura N° 15 Tablero eléctrico

Fuente: Wattco

### 1.3.11 Motor Eléctrico. -

Un motor eléctrico es una máquina para producir el movimiento deseado que transforma la energía eléctrica en energía mecánica, todo a través de diferentes interacciones electromagnéticas.

A los motores eléctricos se los utiliza en instalaciones industriales, comerciales y hasta en los domicilios particulares.

El funcionamiento tanto en los motores de corriente alterna como los de corriente directa son básicamente iguales, si un conductor por el cual circula la corriente eléctrica está dentro del radio de acción de un campo magnético, éste tenderá a desplazarse de forma perpendicular a las líneas de acción del campo magnético, generando de ese modo el movimiento deseado (ABC, 2017)



Figura N° 16 Motor eléctrico.

Fuente: ABC

### 1.3.12 Bombas de Agua. -

Las bombas son destinadas a dar presión y velocidad a los fluidos y muchas veces es como resultado de una restricción a la circulación corriente abajo de la salida de la bomba. Si no hay esa restricción, entonces se produce poca presión y se necesita menos potencia para impulsar la bomba.

La bomba hidráulica es una máquina que convierte energía mecánica en energía fluida o hidráulica.(FRANCO S. , 2015).



Figura N° 17 Bombas centrífuga de agua

Fuente: DirectIndustry

### 1.3.13 Motor Diésel. -

El motor diésel es un motor térmico de combustión interna donde el encendido se logra por la temperatura elevada producto de la compresión del aire en el interior del cilindro. Fue inventado y patentado por el ingeniero alemán Rudolf Diésel en 1892.

El motor de gasolina al principio tenía muy poca eficiencia. Rudolf Diésel estudió las razones y desarrolló el motor que lleva su nombre (1892), cuya eficiencia es mayor.(DIESEL).

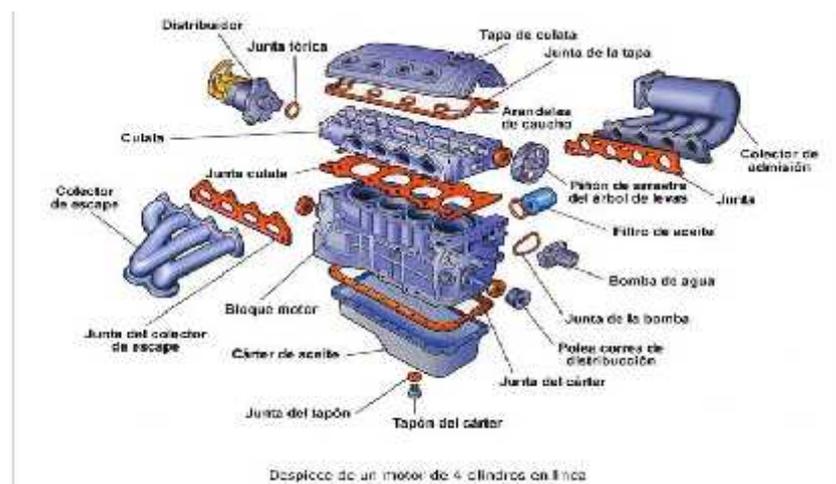


Figura N° 18.- Partes del Motor Diésel

Fuente: Motor Diésel

#### **1.3.14 Dimensionado de sistemas Fotovoltaicos autónomos**

Es el cálculo del número de módulos y baterías. Se analiza mediante el método simple “método amperios-hora

#### **1.3.15 Método Amperios-hora, A-h**

Se calcula el consumo diario en A-h, considerando las pérdidas en la batería, cargas y el rendimiento de carga de la batería.

La batería se dimensiona con el número de días de autonomía. Para dimensionar el generador FV se necesitan los datos de irradiación del lugar de la instalación.

La radiación diaria se considera “horas pico”. Una hora pico corresponde con  $1000 \text{ Wh/m}^2$ , por tanto, si la irradiación es  $5800 \text{ Wh/m}^2/\text{día}$ , es 5.8 horas pico. (Alonso Aballe, 2005)

#### **1.3.16 Cálculo de los consumos diarios**

Se obtiene el consumo medio diario, en A-H por día, en la batería. Si este no es constante durante todo el año, se calcula para cada mes. Se utiliza el voltaje de la batería, considerando que los voltajes de los equipos incluyen las caídas de tensión.

Se recomiendan tensiones de 12V para potencias  $< 1.5 \text{ kW}$ , 24 o 48V para potencias entre 1.5 y 5 kW y 48 o 120 V para potencias  $> 5 \text{ kW}$ . (Alonso Aballe, 2005)

#### **1.3.17 Cálculo de la potencia pico y de la corriente**

Se dimensiona el regulador de carga, inversor, cableado, fusibles, etc., para soportar la potencia pico. Se suman las potencias AC y DC del consumo y dividirlo por el voltaje de la batería para obtener la corriente pico de consumo (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.18 Corrección del consumo

El rendimiento de la batería se da por el tipo de batería y de cuan profundo es el ciclado diario. También se incluye un factor que tiene en cuenta el rendimiento del cableado del sistema (normalmente en torno al 0.98). (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.19 Corriente y ángulo de inclinación

Con este procedimiento existe un mes determinante para el diseño del sistema, mes de la mínima energía solar disponible y el consumo. El sistema FVT se dimensiona para atender el consumo en el peor mes de un año promedio. El ángulo de inclinación óptimo es aquel que da la mayor radiación para el peor mes. (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.20 Capacidad de la batería

La capacidad de la batería se obtiene multiplicando siendo esto: (Alonso Aballe, 2005)

$$\text{Capacidad de batería} = \frac{\text{Número de días x consumo diario}}{\text{Max profundidad de descarga}}$$

en sistemas no críticos, el número de días de autonomía es 2 y 5, en sistemas críticos el número de días de autonomía se incrementa con un valor entre 5 y 10. (Alonso Aballe, 2005)

$$\text{Régimen descarga medio (horas)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ días autonomía x tiempo de operación de las cargas}}{\text{Máxima profundidad de descarga}}$$

El régimen de descarga medio se obtiene: (Alonso Aballe, 2005)

$$\text{Tiempo de operación medio (horas)} = \frac{\sum \text{consumos} \times \text{tiempo de operación}}{\sum \text{consumos}} = \frac{Wh \text{ día}}{W}$$

Tiempo medio de operación de cargas: 24 horas para consumo constante diario, el tiempo de operación en el caso de un solo consumo, o tiempo promedio de operación cuando existen varios consumos a diferentes tiempos. (Alonso Aballe, 2005)

$$\text{Número de baterías serie: } \frac{\text{Tensión nominal del sistema, V}}{\text{Tensión nominal de batería } \left( \frac{V}{\text{íu}} \right)}$$

La cantidad de baterías conectadas en serie se determina por el cociente entre el voltaje nominal de las cargas del consumo y el voltaje nominal de la batería.

La cantidad de baterías en paralelo se determina por el cociente entre la capacidad necesaria de batería y la capacidad nominal de una batería. (Alonso Aballe, 2005)

$$\text{Número de baterías en paralelo: } \frac{\text{Capacidad necesaria del grupo de baterías (w - h)}}{\text{Capacidad unitaria de batería } \left( \frac{\text{wh}}{\text{batería}} \right)}$$

#### **1.3.21 Criterios de selección de una batería. (Alonso Aballe, 2005)**

- ) Voltaje nominal del sistema, V
- ) Reajuste de carga, %
- ) Capacidad y autonomía, w-h
- ) Capacidad en A-H al régimen de descarga
- ) Rendimiento, %
- ) Efectos de la temperatura
- ) Dimensiones, peso y características estructurales
- ) Tiempo de vida (número de ciclos carga/descarga)
- ) Coste y garantías

#### **1.3.22 Dimensionado del generador**

La dimensión de la batería se realiza en base al número de días de autonomía. La dimensión del generador FV se basa en suministrar el consumo medio diario. Se introduce un factor de corrección para los módulos que operan en condiciones diferentes de las nominales. (Alonso Aballe, 2005)

#### **1.3.23 Controladores de carga**

Los controladores de carga se incluyen en los sistemas FV para proteger las baterías contra sobrecargas y descargas excesivas.

Se recomienda un factor de seguridad de 1.25 (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.24 Cableado del sistema

Una buena selección del tipo y calibre de los conductores aumenta el rendimiento y la fiabilidad del sistema FV, caídas de tensión sean menores al 3% en cualquiera de los circuitos.

Los fusibles protegen contra sobrecorrientes por cortocircuito o de fallo a tierra.

En el sistema FV se separan mediante fusibles e interruptores el generador FV, el regulador de carga, la batería y el consumo. (Alonso Aballe, 2005).

### 1.3.25 Instrucciones para el dimensionado

#### Determinación del consumo

- a) Descripción de la carga.
- b) N° de consumos idénticos en el sistema.
- c) Corriente (A):
- d) Voltaje (V): Voltaje de operación de la carga.
- e) a. - Potencia DC (W): Potencia, en w; DC de cada carga DC.  
b. - Potencia AC (W): Potencia, en w AC de cada carga AC.
- f) Ciclo diario (Hrs/Día)
- g) Ciclo semanal (Días/semana)
- h) Rendimiento de conversión(Alonso Aballe, 2005) :

Tabla N° 2 : Rendimiento de componentes fotovoltaicos

Rendimiento de conversión (valores por defecto)	
Inversor DC/AC	0.8
Convertidor DC/DC	0.85

- i) Voltaje nominal del sistema (V). Tensión nominal del sistema: 12, 24, 48, 120 V.
- j) Consumo en Amperios-Hora (A-h/Día): Consumo diario en A-h.
- k) Potencias totales AC y DC (W): Potencia total AC y DC en vatios
- l) Consumo total (A-h/Día): Consumo total diario en A-h diarios.

m) Corriente pico (A):

n) Factor de rendimiento del cableado: factor varía desde 0.95 a 0.99. El cable se dimensiona para que las caídas de voltaje sean menores del 3% (factor > 0.97) en los circuitos del sistema.

Factor de rendimiento de cableado por defecto = 0.98

ñ) Factor de rendimiento de la batería: Rendimiento de la batería, es igual a los A-h que se pueden descargar dividido entre los A-h que se utilizan para la carga.

Factor de rendimiento de batería por defecto = 0.9

o) Consumo total AH corregido (AH/Día). (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.26 Intensidad de corriente de diseño

a) Localidad/Datos de radiación:

b) Horas de sol pico (Hrs/Día): Definir el promedio de horas por día en las que la radiación solar es 1000 W/m<sup>2</sup>. Definir el valor medio para cada mes. El número de horas de sol pico se calcula con la radiación media mensual en kWh/m<sup>2</sup>, sobre superficies inclinadas.

c) Corriente de diseño:

d) Horas pico (Hrs/Día) y corriente de diseño (A).

e) Horas pico (Hrs/Día) y 2.6. – Corriente de diseño (A): Seleccionar el menor de las corrientes de diseño y las que correspondan a las horas de sol pico. (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.27 Dimensionado de la batería

a) Días de autonomía.

b) Máxima profundidad de descarga: Es la máxima descarga permitida a la batería. Su valor dependerá del tipo y tamaño de la batería.

Los valores recomendados son (Alonso Aballe, 2005) :

Tabla N° 3: Máxima profundidad de descarga para baterías

Máxima profundidad de descarga	
Tipo de batería	Valor por defecto
Plomo antimonio	0.8
Plomo calcio	0.6
Níquel Cadmio	0.9

- c) Corrección por temperatura. Valor por defecto para corrección por temperatura = 0.9
- d) Capacidad necesaria de la batería (Ah):
- e) Capacidad de la batería seleccionada (Ah): Capacidad nominal de la batería en amperios-hora.
- f) Baterías en paralelo
- g) Voltaje nominal de la batería (V)
- h) Baterías en serie.
- i) Número total de baterías.
- j) Capacidad del sistema de baterías (Ah)
- k) Factor de profundidad de descarga estacional:  
Valor por defecto para factor de descarga estacional = 0.25
- l) Capacidad útil (Ah): Número de amperios-hora para reducir la capacidad del sistema debido al factor estacional de descarga. (Alonso Aballe, 2005)

### 1.3.28 Dimensionado del generador fotovoltaico

- a) Días consecutivos estacionales de sol mínimo.  
Valor por defecto para el número de días consecutivos de sol mínimo = 45
- b) Cálculo de la reducción de corriente resultante.
- c) Corriente corregida (A)
- d) Factor de corrección del módulo: Escoger un factor para corregir que el módulo no opere en condiciones nominales (STC) de 1000 W/m<sup>2</sup> y 25°C (Alonso Aballe, 2005)

Tabla N° 4 Factor de corrección para el módulo fotovoltaico

Factor de corrección de módulo	
Tipo de módulo	Factor
Cristalino	0.9
Amorfo	0.7

- e) Corriente corregida de diseño (A).
- g) Módulos en paralelo.

- h) Tensión nominal del módulo (V): Voltaje nominal del módulo (No es la tensión de circuito abierto). Los módulos de 36 células tienen un voltaje nominal de 12V.
- i) Módulos en Serie:
- j) Total Módulos FTV: Hallar el total de módulos en el generador fotovoltaico. (Alonso Aballe, 2005)

**1.3.29 Características del generador fotovoltaico y batería** (Alonso Aballe, 2005)

- a) Corriente nominal del generador (A): Corriente máxima del generador fotovoltaico.
- b)  $I_{sc}$  módulo (A).
- c)  $I_{sc}$  del generador (A).
- d) Tensión nominal del generador (V): Tensión nominal del generador FV (es normal que resulte en 12, 24, 48, 120 V)
- e)  $V_{oc}$  Módulo (V).
- f)  $V_{oc}$  del generador (V)

**1.3.30 Especificaciones del regulador de carga**

- a) Corriente mínima del regulador (A). Se sobredimensiona en un 25% la corriente de cortocircuito del generador FV.
- b) Corriente nominal del regulador (A):  $I_n$  del regulador seleccionado.
- c) Reguladores en Paralelo.

**1.3.31 Características del Inversor** (Alonso Aballe, 2005)

- a) Forma de onda necesaria.
- b) Tensión DC de entrada, V que debe corresponder con la tensión de batería, o con la tensión de salida del convertidor DC/DC.
- c) Tensión AC de salida, V que corresponda con el voltaje AC de los consumos.
- d) Potencia máxima del inversor, w.
- e) Potencia nominal del inversor, w, que debe corresponder con la potencia totalAC
- f) Tiempo máximo (minutos) de trabajo en condiciones de sobrecarga.

- g) Potencia, en w; en régimen de servicio continuo
- h) Rendimiento a potencia nominal, %
- i) Especificaciones del inversor.

#### **Convertidor**

- j) Voltaje DC de entrada (V)
- k) Voltaje DC de salida (V): voltaje de salida del convertidor DC/DC
- l) Potencia de salida (W): Potencia de suministro para operación de las diversas cargas
- m) Temperatura de operación.
- n) Especificaciones del convertidor.

### **1.3.32 Características de componentes de protección (Alonso Aballe, 2005)**

#### **Generador-Regulador/Inversor**

- a) Intensidad de corriente Max del generador (A): Se calcula con el factor de servicio del 25% en relación a la intensidad de corriente de cortocircuito del generador
- b) determinar las características de los interruptores, diodos y fusibles.

#### **Regulador/Inversor – Carga**

- c) Intensidad de corriente máxima DC (A): Se calcula con un factor de servicio del 25% respecto de la intensidad de corriente pico del consumo.
- d) Tensión Máxima DC (V): Establecer la tensión máxima DC de los consumos.
- e) Dimensionar y seleccionar los interruptores, y fusibles.

#### **Batería – Regulador/Inversor**

- f) Establecer la máxima tensión de la batería.
- g) Especificar los interruptores de protección y fusibles.
- h) Seleccionar otros interruptores de protección y fusibles que puedan ser necesarios.

### 1.3.33 Cableado del sistema FTV

Debe cumplir con el reglamento electrotécnico de BT. Se especifica cables para exterior, los cuales deben ser resistentes a la radiación por la luz solar. Considerar proteger los conductores y los términos de corrección por temperatura si los cables se ven expuestos a más de 30°C.

- a) escoger y listar todos los cables del sistema
- b) Tensión nominal del sistema.
- c) Intensidad de corriente máxima (A).
- d) Longitud de cable en cada uno de los circuitos.
- e) Definir las caídas máximas de tensión admisibles.
- f) Corrección por temperatura, si los conductores operan a más de 30°C.
- g) Dimensionar el conductor en mm<sup>2</sup>.
- h) Describir características del tipo de cable utilizado.
- j) Dimensionar y seleccionar el tipo de cable.(Alonso Aballe, 2005)

### 1.4 Formulación del problema

¿En qué medida es viable de modo técnico y económico el diseño e implementación de un sistema eléctrico para accionar una electrobomba de riego y reducir el costo de bombeo en Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas?

### 1.5 Justificación del estudio

#### **Justificación tecnológica.**

Al seleccionar e instalar los componentes de un sistema eléctrico y el circuito de iluminación eléctrica, se tendrá una tecnología actualizada, de mayor eficiencia y menor costo operacional en Sector de Quebrada Seca

#### **Justificación social.**

Se mejorará la sensación de bienestar en el personal de operación y de riego, pues se tendrá un mejor accionamiento de la bomba de riego, que permitirá realizar sus actividades de mejor manera.

### **Justificación económica.**

Al reducir la carga eléctrica de accionamiento de bombeo en el Sector de Quebrada Seca por instalar y poner en servicio el nuevo sistema eléctrico, se tendrá un ahorro de energía significativo, el sistema funciona mitad de año, reduciendo el costo de consumo de energía eléctrica en comparación con el actual de accionamiento con motor Diesel

### **Justificación ambiental.**

Al implementar un sistema eléctrico se reducirá será puesto fuera de servicio la motobomba, se eliminará el emisión de gases residuales al medio ambiente

## **1.6 Hipótesis**

Es viable de modo técnico y económico el diseño e implementación de un sistema eléctrico para accionar una electrobomba de riego y reducir el costo de bombeo en Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas

## **1.7 Objetivos.**

### **1.7.1 Objetivo general**

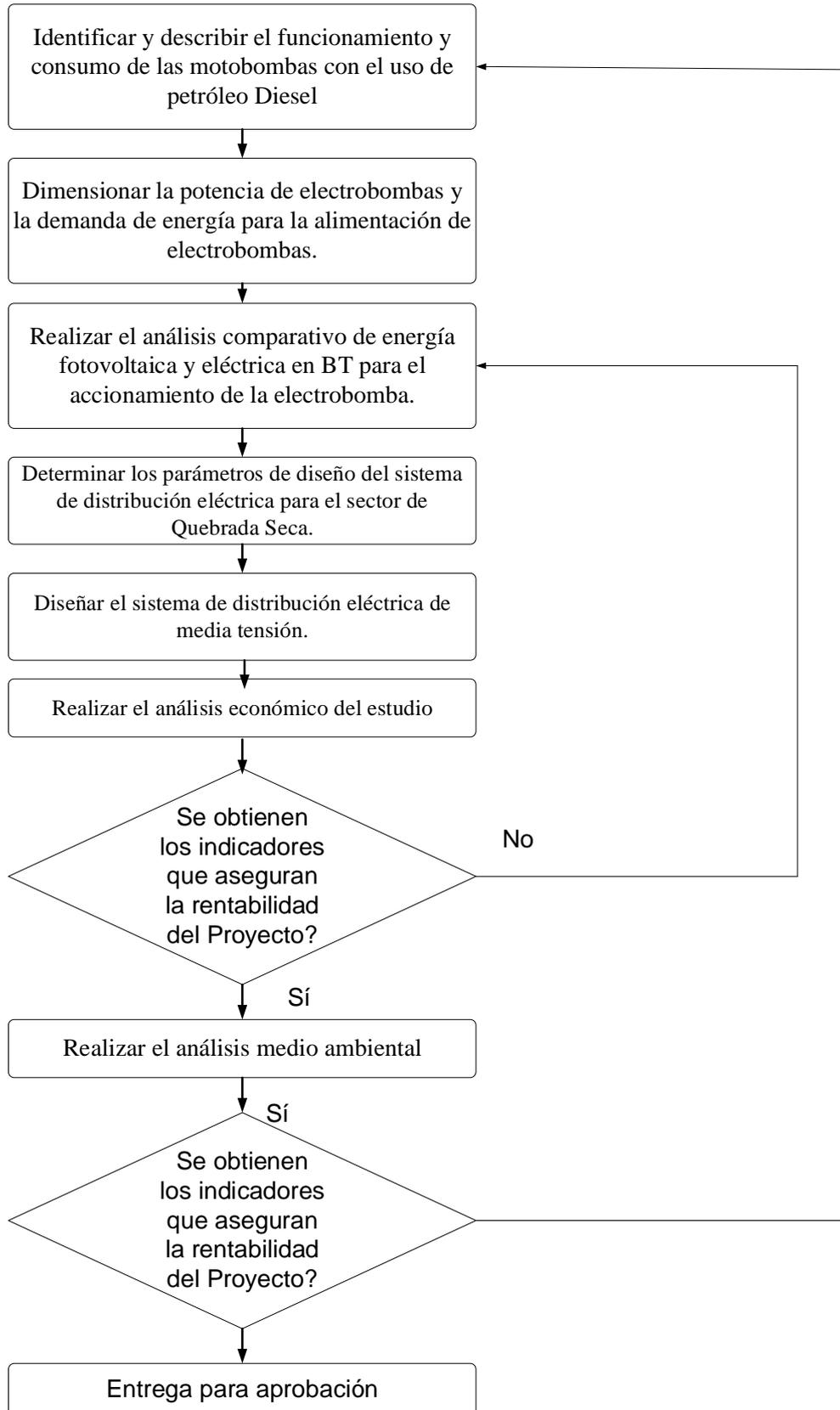
Diseñar un sistema eléctrico de accionamiento de electrobomba agua de riego en sector de Quebrada Seca, en reemplazo de motobomba a Diesel, para reducir costos de bombeo.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- ) Determinar Parámetros de operación de la motobomba con el uso de petróleo Diesel.
- ) Dimensionar la potencia de la electrobomba y la demanda de energía para la alimentación de la electrobomba.
- ) Realizar el análisis comparativo de energía fotovoltaica y eléctrica en BT para el accionamiento de la electrobomba.
- ) Realizar el análisis económico del estudio.
- ) Realizar el análisis del impacto medio ambiental.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación



## 2.2 Variables, Operacionalización

### Variable independiente

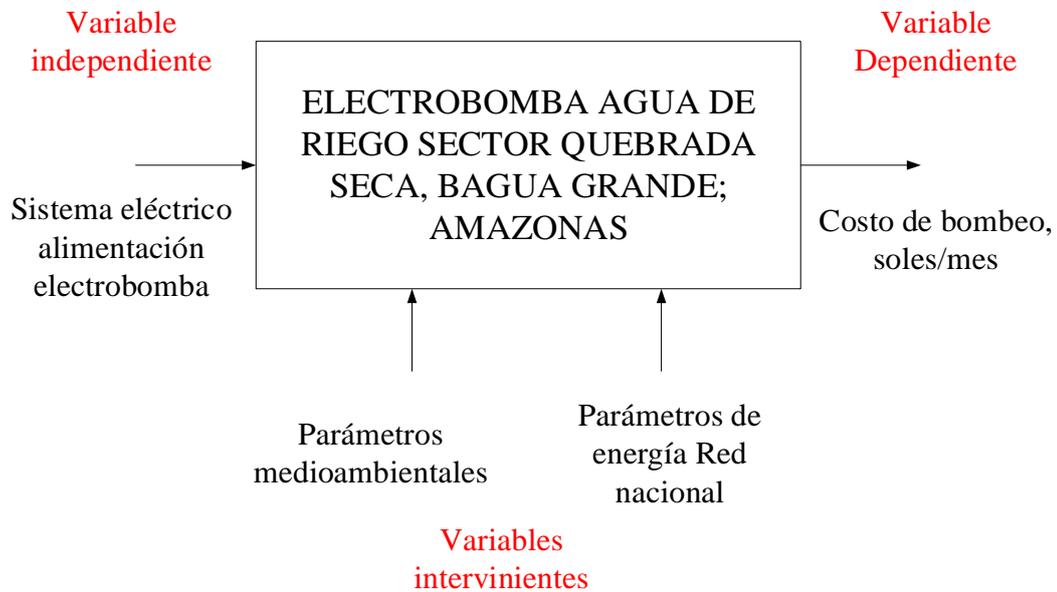
) Sistema eléctrico accionamiento de electrobomba

### Variable dependiente

) Reducción de costos de bombeo agua

### Variable interviniente

) Temperatura medio ambiental



## Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente  Sistema eléctrico accionamiento de electrobomba	Conjunto de equipos y accesorios eléctricos para tratar y suministrar energía eléctrica de ciertas características		Sistema eléctrico de potencia:  Alta Media Baja	De intervalo, kw >100 >100, >50 <50
Variable dependiente: Reducción Costo de bombeo	Valor económico de la reducción de la energía eléctrica	Diferencia entre el valor de la energía inicial y el valor de la energía final	Costo de EE: Alto Medio Bajo	De intervalo, soles/mes 5000..10000 3000...4999 0...2999
Variable interviniente 1: Fenómenos meteorológicos	Actividades medioambientales por variaciones de presión y temperatura, que generan entre otros: lluvias, variación de humedad, nubes, etc.	Cantidad de reducción de irradiación solar por tiempo de duración	Alta frecuencia de fenómenos meteorológico	De intervalo
Variable i interviniente 2: Temperatura medioambiental	Valor de la energía térmica que incide sobre la superficie terrestre y que produce el aumento de la energía interna	El resultado de medir con termómetro el valor de la sensación de calor del medio ambiente	Alta temperatura medio ambiental  Baja temperatura medio ambiental	De intervalo

### 2.3 Población y muestra

#### Población

Sistemas de bombeo agua de riego del Departamento de Amazonas

#### Muestra

Sistema de bombeo agua de riego del sector Quebrada Seca, Amazonas

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Objeto</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Observación</b>	Hoja Excel toma datos	Sistema de bombeo agua de riego sector Quebrada Seca	Conocer el sistema de bombeo actual, con motobomba, en sector Quebrada Seca, Amazonas; determinando las interrelaciones de las magnitudes de sus parámetros, indicadores y costos
<b>Entrevistas</b>	Hoja de entrevista	Personal de operación y de mantenimiento del sistema de bombeo	Definir aspectos operativos, de mantenimiento del sistema de bombeo agua de riego
<b>Encuestas</b>	Hojas de encuestas	Personal operativo del sistema de bombeo agua de riego	Definir tipos de tecnología eléctrica y de bombeo a usar, conveniencia de automatizar
<b>Mediciones</b>	Medidores eléctricos industriales portátiles	Conexiones de equipos eléctricos de accionamiento de electrobomba de agua de riego, en Quebrada Seca, Amazonas	Calcular los valores reales actuales de los parámetros del sistema de bombeo de agua de riego
<b>Análisis registro de datos</b>	Hoja de Registro de datos	Sistema de bombeo agua de riego en Quebrada Seca, Amazonas	Determinar frecuencia de mantenimiento del sistema de bombeo.

## 2.5 Métodos de análisis de datos

Se realizarán análisis descriptivos y analíticos de los componentes del sistema de bombeo de agua de riego en sector de Quebrada Seca de Amazonas, para definir los tipos de variables y parámetros de la muestra de estudio, determinando indicadores con la ayuda de estadística descriptiva.

Se definen las ecuaciones y métodos a aplicar para realizar el estudio. La hipótesis de estudio será verificada con técnicas estadísticas inferenciales.

Se utilizarán los conceptos y ecuaciones de mecánica de fluidos, hidráulica, máquinas térmicas, máquinas eléctricas y sistemas eléctricos de potencia para dimensionar y seleccionar los componentes del sistema eléctrico nuevo que reemplazará al sistema actual, de motor térmico alternativo Diesel

## 2.6 Aspectos éticos

La información y datos, es creada y procesada por el autor del presente estudio; sin plagio de tipo alguno, los resultados, conclusiones, recomendaciones y discusión se realizarán por el autor del presente estudio.

## III. RESULTADOS

### 3.1. Identificar y describir el funcionamiento y consumo de las motobombas con el uso de petróleo Diesel

Datos actuales:

Tiempo de operación: 22 horas/día

Consumo de combustible: 30 litros/día = 7.93 galones USA/día

Poder calorífico Inferior del combustible: 140,000 kJ/Galón

Consumo horario del combustible:

$$V_{cc} \left( \frac{G}{h} \right) = \frac{V_t \left( \frac{G}{d} \right)}{T_p \cdot \left( \frac{h}{d} \right)}$$

$$\rightarrow V_{cc} \quad \left(\frac{G}{h}\right) = \frac{7.93 \left(\frac{G}{d}\right)}{22 \left(\frac{h}{d}\right)} = 0.36$$

Potencia de la fuente caliente: calor aportado por el combustible, calor total,  $Q_t = Q_{fcal}$ :

$$Q_f \quad (k) = V_c \quad \left(\frac{G}{s}\right) * P_{DZ} \left(\frac{k}{g}\right)$$

$$\rightarrow Q_f \quad (k) = 0.0001 \left(\frac{G}{s}\right) * 140,000 \left(\frac{k}{g}\right) = 14 k$$

Cálculo de la potencia en eje del motor.

Eficiencia del motor: 35%

$$P_M \quad (k) = Q_f \quad (k) * \eta_M * \eta_m$$

$$\rightarrow P_M \quad (k) = 14(k) * 0.35 * 0.96 = 4.71 k$$

Consumo de combustible en motobomba

$$V_c \quad \left(\frac{G}{s}\right) = \frac{Q_f \quad (k)}{P_c \quad \left(\frac{k}{g}\right)}$$

$$\rightarrow V_c \quad \left(\frac{G}{s}\right) = \frac{14(k)}{140,000 \left(\frac{k}{g}\right)} = 0.0001 \frac{g}{s} = 0.36 \frac{g}{h}$$

### 3.2. Dimensionar la potencia de electrobombas y la demanda de energía para la alimentación de electrobombas.

#### 3.2.1. Potencia de bomba centrífuga

Flujo volumétrico de agua:

$$V_a \quad \left(\frac{m^3}{s}\right) = \frac{P_M \quad (k) * 1000 * \eta_B}{\rho_a \quad \left(\frac{k}{m^3}\right) * g \left(\frac{m}{s^2}\right) * H_t}$$

$$\rightarrow V_a \quad \left(\frac{m^3}{s}\right) = \frac{4.71(k) * 1000 * 0.76}{995 \left(\frac{k}{m^3}\right) * 9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right) * 13.5 m} = 0.0272 \frac{m^3}{s} = 97.92 \frac{m^3}{h}$$

Ht: Altura total de bombeo: Hsalida - Hsucción + Hperdida  
 = 1.5 - (-7.5) + 4.5 = 13.5 metros columna de agua = mca

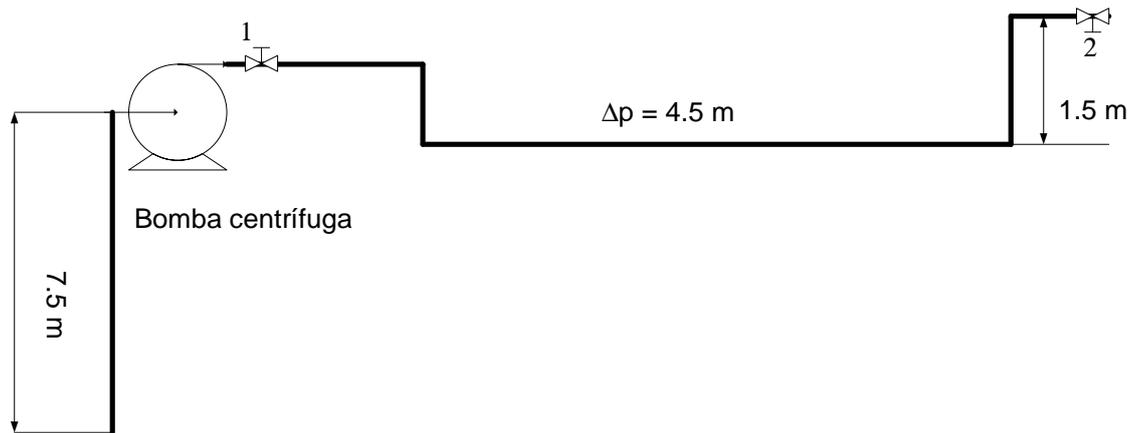


Figura N° 19.- Esquema hidráulico bomba auxiliar Quebrada Seca

Pérdida de presión en tubería

Diámetro interior: 0.1487 m

Densidad del agua fría: 995 kg/m<sup>3</sup>

Longitud equivalente de la tubería: 315 m

**Velocidad del agua en tubería:**

$$U_a = \frac{V_a \left( \frac{m^3}{s} \right)}{S_{t-t} \text{ (m}^2\text{)}} = \frac{0.0272 \frac{m^3}{s}}{0.0175 \text{ m}^2} = 1.55 \frac{m}{s}$$

**Sección transversal del tubo**

$$S_{t-t} \text{ (m}^2\text{)} = \pi * \frac{d_{ti}^2}{4} = \pi * \frac{0.1487^2}{4} = 0.0175 \text{ m}^2$$

Con la ecuación de Darcy modificada se calcula la pérdida total de presión en tubería:

$$\Delta_{p1-2} = \frac{\xi * L_e * \rho_a * U_a^2}{2 * d_{ti}}$$

$$\Delta_{p1-2} = \frac{0.0175 * 315 \text{ m} * 995 \frac{k}{m^3} * 1.55^2 \frac{m^2}{s^2}}{2 * 0.1487 \text{ m}} = 44309 \text{ P} = 4.5 \text{ m}$$

**Parámetros necesarios de la bomba centrífuga:**

Con los resultados de los cálculos:

- ) Capacidad: 100 m<sup>3</sup>/h = 0.028 m<sup>3</sup>/s
- ) Densidad del agua: 995 kg/m<sup>3</sup> (agua fría, 23 °C)

- ) Aceleración de la gravedad: 9.81 m/s<sup>2</sup>
- ) Eficiencia volumétrica de la bomba: 78%
- ) Altura total de bombeo: 15 m

**Potencia en eje de la bomba:**

$$P_{e-B} \text{ (kw)} = \frac{\dot{V} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * \rho \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * g \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) * H_t \text{ (m)}}{\eta_B * 1000}$$

$$\rightarrow P_{e-B} \text{ (kw)} = \frac{0.028 \left( \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) * 995 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * 9.81 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) * 15 \text{ (m)}}{0.78 * 1000} = 5.25 \text{ kw}$$

**Cálculo potencia del motor eléctrico de accionamiento de bomba centrífuga**

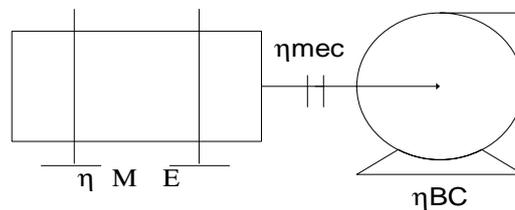


Figura N° 20: Esquema de análisis de electrobomba auxiliar Quebrada Seca

Siendo:

→  $\eta_{mec}$ : 96%

**Potencia nominal del motor eléctrico:**

Por ser bomba centrífuga y tener poca frecuencia de arranque/parada, se toma como factor de servicio  $F_s = 1.2$

$$P_{n-M} \text{ (kw)} = \frac{F_s * P_B \text{ (kw)}}{\eta_m}$$

$$P_{n-M} \text{ (kw)} = \frac{1.2 * 5.25 \text{ (kw)}}{0.96} = 6.56 \text{ kw}$$

Se toma el valor normalizado de catálogo:

- )  $P_n = 7.5 \text{ kw}$
- ) Tipo: trifásico
- )  $U_n = 460 \text{ V}$
- ) De alto rendimiento
- )  $F = 60 \text{ Hz}$

Tabla N° 5: Parámetros del sistema de bombeo de agua en Quebrada Seca, Bagua Grande: Amazonas. Elaboración propia

PARÁMETROS DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA 2018 EN SECTOR QUEBRADA SECA, BAGUA GRANDE, AMAZONAS																				
Mes-año	Tiempo de operación bombeo			Consumo de combustible			Potencia motobomba				Rendimiento. %			PC Combustible	Calor fuente caliente	Potencia útil del MT	Eficiencia Bomba	Altura total de bombeo	Flujo de agua bombeada	
	h/día	dias/mes	h/mes	Litros/hora	L/mes	Gal/mes	Nominal		En operación		Mecánico	Motor térmico	Diesel 2	Gcal	Peje MT	$\eta_{BC}$	Ht	V	V	
							HP	kw	HP	kw	%	%	kJ/Galón					kw	kw	%
Ene-18	22	31	682	1.36	930	245.71	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	66,661	
Feb-18	22	28	616	1.36	840	221.93	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	60,210	
Mar-18	22	31	682	1.36	930	245.71	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	66,661	
Abr-18	22	30	660	1.36	900	237.78	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	64,511	
May-18	22	31	682	1.36	930	245.71	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	66,661	
Jun-18	22	30	660	1.36	900	237.78	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	64,511	
Jul-18	22	31	682	1.36	930	245.71	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	66,661	
Ago-18	22	31	682	1.36	930	245.71	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	66,661	
Set-18	22	30	660	1.36	900	237.78	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	64,511	
Oct-18	22	31	682	1.36	930	245.71	24	17.91	20.40	15.22	96%	35%	140,000.00	14.01	4.71	76%	13.5	97.74	66,661	

### Dimensionamiento del cable trifásico para el motor

Se hace el análisis a plena carga, en la que operará a Intensidad de corriente máxima

- ) Caída de tensión admisible: 2% de  $U_n$ :  $0.02 \cdot 460 = 9.2 \text{ V}$
- ) Rendimiento: 91.7%
- ) Factor de potencia: 0.82
- ) Longitud del cable: 32 m

Potencia absorbida, a 100 % carga

$$P_{a-1\%} (k) = \frac{P_{u-1\%} (k)}{\eta_{M-1\%}}$$

$$P_{a-1\%} (k) = \frac{7.5(k)}{0.917} = 8.18 k$$

Intensidad de corriente a plena carga:

$$I_{a-1\%} (A) = \frac{P_{a-1\%} (w)}{\sqrt{3} * U_n(V) * C_{\varphi-1\%}}$$

$$I_{a-1\%} (A) = \frac{8180 w}{\sqrt{3} * 460(V) * 0.82} = 12.52 A$$

Se elige cable tipo THW, enterrado. De tabla:

Para  $I_n > I_{abs}$ :  $65 A > 12.52 A$ , le corresponde un cable con sección transversal de  $13.33 \text{ mm}^2$ .

Tabla N° 6: Capacidad de corriente en conductores trifásicos

CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTORES TRIFASICOS										
CALIBRE		Temperatura ambiente: 30°C aire libre y 25°C enterrado TW, THW Y NNY Unipolar - 3 conductores por tubo								
Escala métrica	Escala americana	TW Tensión 660V Temp. Max. 60°C		THW Tensión 750V, Temp. Max. 75°C		NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 80°C			NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 90°C	
		Tubo	Aire	Tubo	Aire	Tubo	Aire	Enterrado	Aire	Enterrado
8.37	8	40	55	45	65					
<b>13.3</b>	<b>6</b>	<b>55</b>	<b>80</b>	<b>65</b>	<b>90</b>					
21.15	4	70	105	85	120					

## Verificación a la caída de tensión admisible, 9.6 V

### Resistencia real del conductor THW:

$$R_{r-c} = \frac{\rho_c \left( \frac{\Omega * m}{m^2} \right) * L_{t-c} (m)}{S_{t-c} (m^2)}$$
$$\rightarrow R_{r-c} = \frac{0.0175 \left( \frac{\Omega * mm^2}{m} \right) * 32(m)}{13.3(mm^2)} = 0.0421 \Omega$$

### Caída de tensión real en conductor, a Intensidad máxima

$$\Delta U_{máx-c} (V) = \sqrt{3} * R_{r-c} (\Omega) * I_{a-1\%} (A)$$
$$\rightarrow \Delta U_{máx-c} (V) = \sqrt{3} * 0.0421(\Omega) * 12.52(A) = 0.913 V \ll 9.2 V$$

El cable THW con S = 13.3 mm e In = 60 A, en tubo, está bien seleccionado

### Verificación a la temperatura del cable:

$$t_{c-o} = t_c + (t_{máx} - t_c) * \left( \frac{I_{o-c}}{I_{n-c}} \right)^2$$
$$t_{c-o} = 25 + (75 - 25) * \left( \frac{12.52}{65} \right)^2 = 26.89 \text{ } ^\circ\text{C}$$

El cable trabajará a 26.89 °C, como máximo, muy por debajo de tmáx: 75 °C

### Rendimiento del cable trifásico que alimenta al ME

$$\eta_c (\%) = 1 - \frac{P_{F-c} (kw)}{P_{a-c} (kw)} = 1 - \frac{\sqrt{3} * \Delta U_c * I_L * 10^{-3}(kw)}{P_{a-c} (kw)}$$
$$\eta_c (\%) = 1 - \frac{\sqrt{3} * 0.913V * 12.52A * 10^{-3}(kw)}{8.18 kw} = 1 - \frac{0.020}{8.18} = 99.75$$

**Esquema de arranque del Motor eléctrico trifásico:**

Será de arranque directo, con contactor, por ser de baja potencia, de solamente 7.5 kw

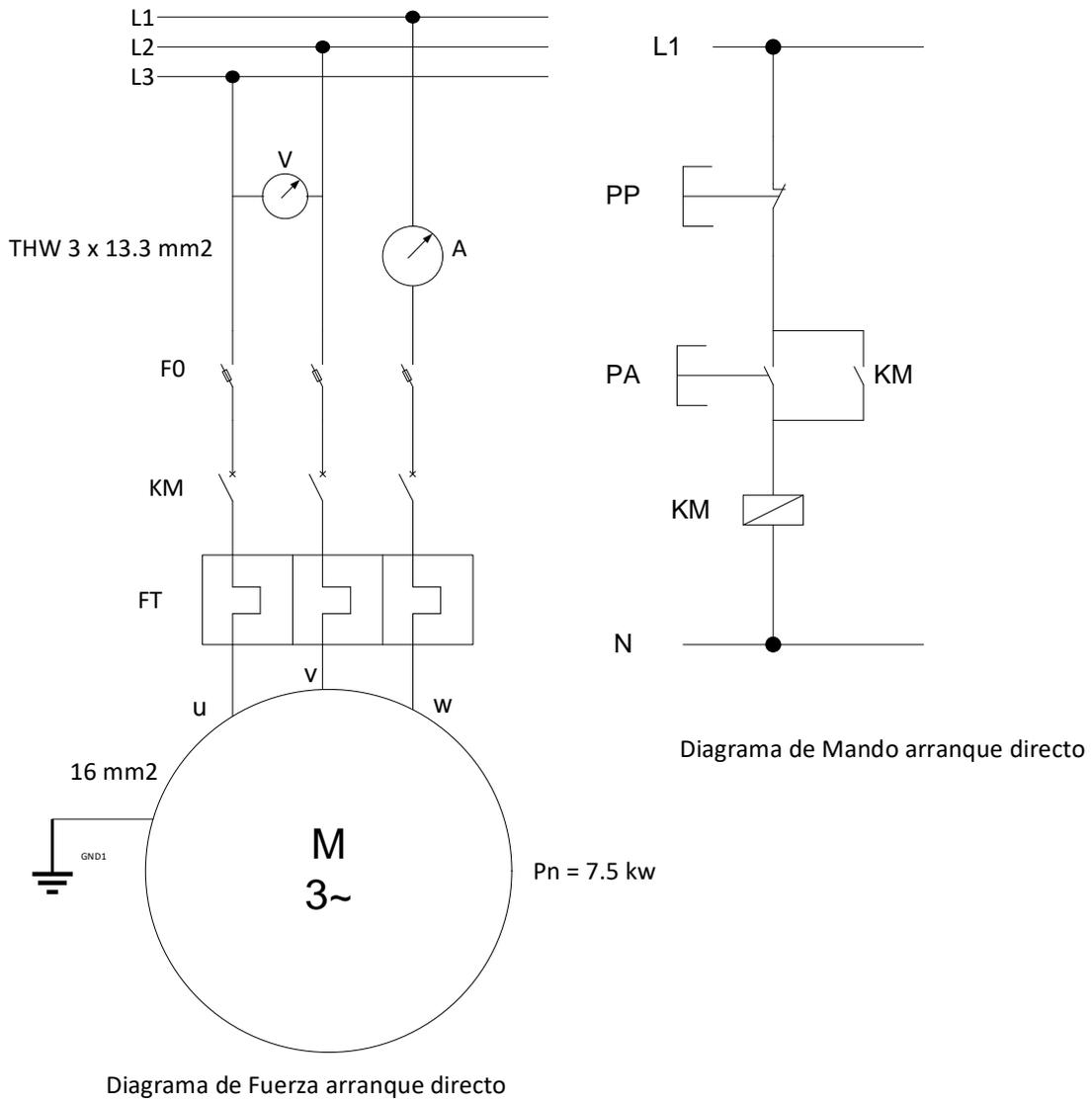


Figura N° 21: diagrama unifilar arranque y parada directa motor 7.5 kw

### 3.3. Análisis comparativo de energía fotovoltaica y eléctrica en BT para el accionamiento de la electrobomba.

#### 3.3.1. Variante con energía eléctrica de la red nacional

Sistema eléctrico alimentación y accionamiento de electrobomba 100 m<sup>3</sup>/h Sector Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas

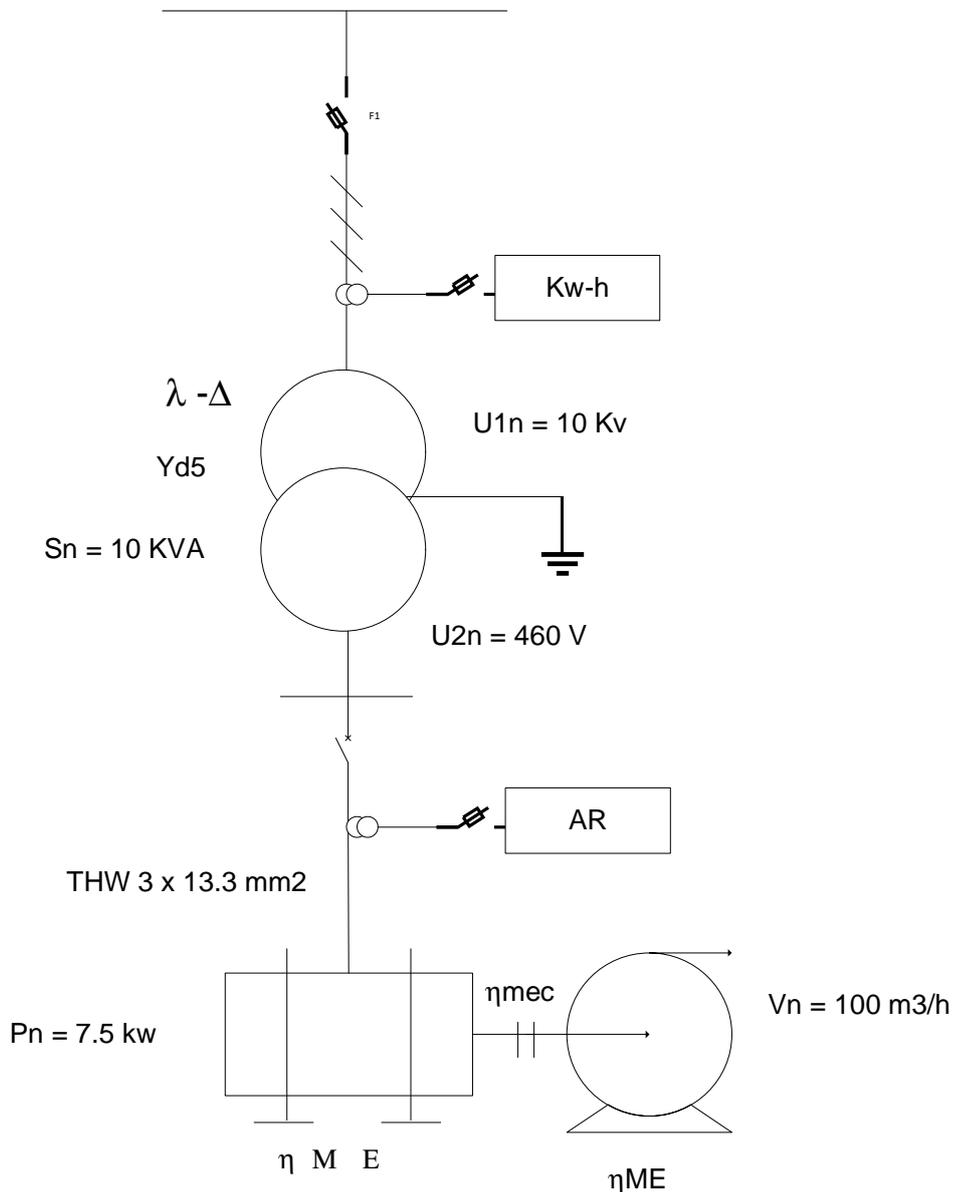


Figura N° 22 Diagrama unifilar sistema eléctrico accionamiento bomba centrífuga agua Sector Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas. Elaboración propia

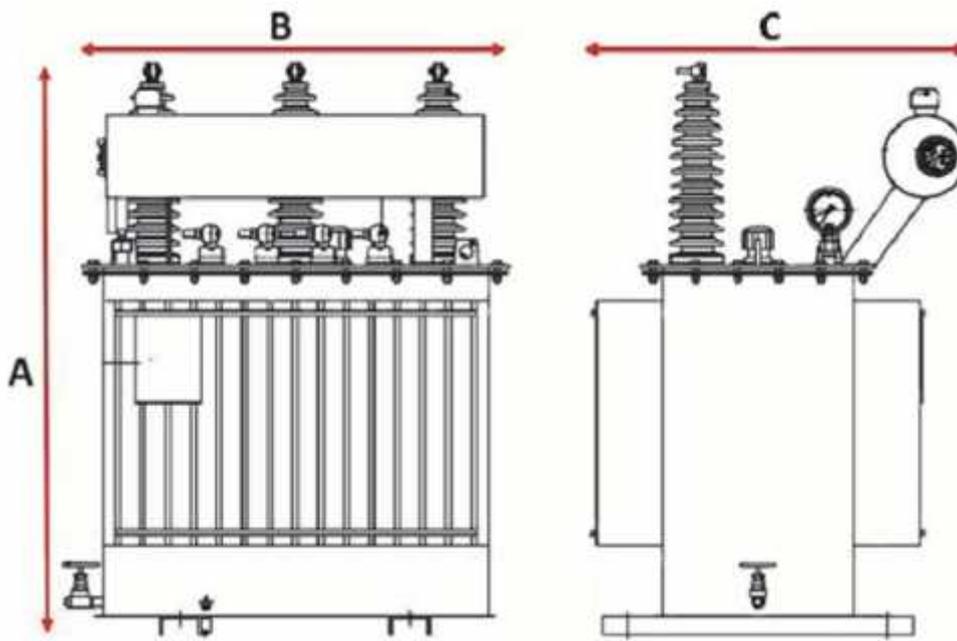
### Dimensionamiento y selección de transformador trifásico

$$\text{Potencia nominal: } S_{n-T} = F.S. * \frac{P_{a-M}}{\text{Cos}\phi}$$

Eliendo factor de servicio FS = 1.30. Factor de potencia: 0.82 (dato del motor eléctrico)

$$S_{n-T} = 1.3 * \frac{8.18}{0.82} = 12.97 \text{ KVA} = 15 \text{ KVA}$$

$$\text{Relación de transformación de tensión: } K_T = \frac{U_1}{U_2} = \frac{10000 \text{ V}}{460 \text{ V}} = 21.74$$



Potencia	A	B	C	Peso
KVA	mm	mm	mm	kg
15	970	620	330	220
25	980	650	340	260
37.5	1000	750	480	300
50	1010	820	590	340

Figura N° 23 Dimensiones de Transformador trifásico en aceite 15 kVA

Se elige transformador trifásico de aceite, Sn = 15 KVA, marca Promelsa

Dimensiones: A: 970 mm, B: 620 mm, C:330 mm. Peso: 220 kg

### **Características técnicas:**

Potencia: 15 KVA

#### **Lado de Media Tensión**

- ) Tensión entrada: 10 Kv
- ) Tensión máxima de servicio: 12 kV
- ) Bil exterior 95 kV
- ) Tensión de prueba a 60 Hzx1 minuto 34
- ) Número de terminales 3, 4
- ) Conexión: Delta
- ) Reactancia de corto circuito : 6 %

#### **Lado de Baja Tensión**

- ) Tensión nominal 460 V
- ) Tensión máxima de diseño 1.1 kV
- ) Tensión de prueba a 60 Hzx1 minuto 3 kV
- ) Número de terminales 3,
- ) Conexión Delta
- ) Grupos de conexión Dyn5
  
- ) Frecuencia: 60 Hz
- ) Tipo de aislador Porcelana, Polimérico
- ) Tipo de montaje Exterior, Interior
- ) Rango de altura de operación 1000, 5000 msnm
- ) Línea de fuga 25 mm/kV, 31 mm/kV
- ) Reactancia de corto circuito: 6%
- ) PFe: 127 w PnCu: 260 w

#### **Normas de Referencia:**

Diseño, fabricación y pruebas	IEC-60076, NTP 370.002
Capacidad de sobrecarga y condiciones térmicas IEC-354	
Norma para aceite aislante	IEC-296

## Dimensionamiento de conductor trifásico en MT para Transformador

Se tiene:

- ) Un: 10000 V
- ) Distancia: 1750 m = 1.75 km
- ) Caída admisible de tensión: 2% Un = 0.2\*10000 = 200 V
- ) Instalación: enterrado

### Factor de corrección:

Se tiene:

- ) Factor de profundidad Fp = 0.94
- ) Factor de temperatura, Ft: 0.95
- ) Factor de conductividad: 0.96

### Calculo de la Corriente Nominal del sistema Quebrada Seca

La corriente nominal está determinada por la siguiente expresión:

$$I_n = \frac{S_n(V)}{\sqrt{3} * U_n(V)}$$

$$\rightarrow I_n = \frac{15,000(V)}{\sqrt{3} * 10,000(V)} = 0.86 A$$

Entonces, Intensidad de diseño:

$$I_{d \text{ } \tilde{n}v} = \frac{I_n(A)}{f_p * f_t * f_c}$$

$$\rightarrow I_{d \text{ } \tilde{n}v} = \frac{0.86(A)}{0.94 * 0.95 * 0.96} = 1.0032 A$$

## Calculo de la sección del conductor eléctrico

Considerando que el Transformador tiene un alimentador en 10 KV, independiente, el cálculo de la sección de los cables de energía se efectuará para un circuito independiente. Para determinar la sección más adecuada del alimentador, se le analiza en primer lugar por capacidad de corriente, segundo por caída de tensión y tercero por cortocircuito.

### Selección del conductor por ampacidad (capacidad de corriente)

Para  $I_n = 0.86 \text{ A}$  e  $I_{\text{diseño}} = 1.0032 \text{ A}$ , se selecciona el cable de tabla (anexos):

Cable N2XSY, de 8.7/15 kv. De tablas:

- )  $S = 25 \text{ mm}^2$
- )  $I_n = 167 \text{ A}$
- ) Resistencia óhmica del conductor a  $90^\circ\text{C}$ :  $0.927 \vartheta/\text{km}$
- ) Reactancia inductiva, a 60 Htz:  $0.243 \vartheta/\text{km}$

Se observa que la intensidad nominal del cable en MT es muy superior a la intensidad de diseño: 167 A contra 1.0032 A, el cable está bien elegido, por ampacidad

### Verificación del cable en MT por caída de tensión

Se ha previsto instalar un circuito de 10 KV para el Transformador de 15 KVA, 10/0.46 KV.

Se ha escogido utilizar cable de sección  $25 \text{ mm}^2$ , unipolar, N2XSY 8.7/15 KV. Entonces tenemos los siguientes datos de diseño:

- ) Corriente nominal de diseño =  $I_d = 1.0032 \text{ A}$
- ) Cable de alimentación = N2XSY, 8.7/15 KV = 3 – 1x25  $\text{mm}^2$
- ) Resistencia a  $90^\circ\text{C}$  =  $0.927 \text{ Ohm/Km}$
- ) Reactancia =  $0.243 \text{ Ohm/Km}$
- ) Longitud =  $1.75 \text{ Km}$

Intensidad de Cortocircuito:

$$I_{cc}(A) = I_n(A) * \frac{100}{Z_{cc}(\%)}$$

$$\rightarrow I_{cc}(A) = 0.86(A) * \frac{100}{0.06} = 1433 A = 1.45 KA$$

Duración del cortocircuito 0.02 seg.

Resistencia óhmica total del conductor:  $0.927 \vartheta / km * 1.75 km = 1.622 \vartheta$

Reactancia inductiva total del conductor:  $0.243 \vartheta / km * 1.75 km = 0.42525 \vartheta$

Impedancia del conductor:

$$Z_{cd} = \sqrt{R^2 + X^2} = \sqrt{1.622^2 + 0.42525^2} = 1.68$$

$$\text{Factor de potencia del cable: } \cos - \text{ cable: } \frac{1.22}{1.68} = 0.726$$

Entonces la caída de tensión está expresada por:

$$\Delta U(V) = \sqrt{3} * I_d(A) * L(km) * (R * \text{Cos} + X * \text{Sen}) \left( \frac{\text{---}}{\text{km}} \right)$$

v = Caída de tensión en Voltios

L = Longitud del cable en Km = 1.75 Km

Id = Corriente nominal corregida de diseño = 1.0032 A

$$\leftrightarrow \arccos 0.726 = 43.45^\circ$$

$$\cos \leftrightarrow 0.726$$

$$\text{sen} \leftrightarrow 0.687$$

$$\Delta U(V) = \sqrt{3} * 1.0032A * 1.75 km * (1.622 * 0.726 + 0.4252 * 0.687) \frac{\text{---}}{\text{km}} = 4.47 V$$

La caída de tensión admisible es de 2 % de la Tensión nominal es decir de 200 Volts, y el cable de 25 mm<sup>2</sup> de sección causa una máxima caída de tensión de solamente 4.47 Voltios, muy inferior al máximo permisible, por lo que el cable escogido es el adecuado.

## Cálculo del conductor N2XSY MT por efecto de cortocircuito

Para el cable N2XSY, que es de cobre se tiene la fórmula de verificación de sección necesaria para soportar el efecto de un corto circuito:

$$S_{cc}(\text{mm}^2) = \frac{I_{cc}}{13 * \sqrt{\frac{t}{150}}} \leq$$

Donde:

I<sub>cc</sub> = Corriente de corto circuito

S = Sección del conductor = 25 mm<sup>2</sup>

T = Duración del cortocircuito = 0.02 seg

= Elevación de temperatura en °C = 150 °C para  
cobre

Tenemos:

I<sub>cc</sub> = 1433 A

Entonces, reemplazando en la ecuación de sección para corto circuito:

$$\rightarrow S_c(\text{mm}^2) = \frac{1433 \text{ A}}{13 * \sqrt{\frac{150}{0.02}}} = 1.273 \text{ m}^2 \ll S_c = 25 \text{ m}^2$$

El cable seleccionado N2XSY MT cumple el requerimiento solicitado, pues para soportar el efecto de un corto circuito de 1433 A, durante 0.02 s, necesita 1.273 mm<sup>2</sup> de sección transversal y el cable dimensionado tiene 25 mm<sup>2</sup>, cumple holgadamente el requerimiento de corto circuito.

## Cálculos mecánicos de la Subestación Quebrada Seca

Se analizan los esfuerzos electrodinámicos a que están exigidas las barras y aisladores de las Celdas de Media Tensión, 10 KV.

Potencia instalada = P<sub>i</sub> = 15 KVA

Corriente de cortocircuito = I<sub>cc</sub> = 1.433 kA

Potencia de corto circuito en MT:  $S_c (KVA) = \sqrt{3} * U_L(V) * I_c (A) * 10^{-3}$   
 $\rightarrow S_c (KVA) = \sqrt{3} * 10,000(V) * 1,433(A) * 10^{-3} = 24820 = 24.82 KVA$

**Determinación de los efectos electrodinámicos.**

Están determinados por la corriente de choque de cortocircuito, siendo:

Intensidad de corto circuito de choque:  $I_{ch} = \sqrt{2} * 1.8 * I_{cc}$   
 $\rightarrow I_{ch} = \sqrt{2} * 1.8 * 1433 = 3647.82 A = 3.65 kA$

**Efectos electrodinámicos en barras de 10 kv:**

Las barras de cobre para los circuitos de Media Tensión se toman de:

Espesor: 5 mm

Ancho: 40 mm

Distancia entre soportes de aisladores: 1.00 m

$$F(kg) = \frac{2.04 * I_{ch}^2 * L}{d}$$

Siendo:

- F = Fuerza en Kg sobre las barras.
- I<sub>ch</sub> = Corriente de choque = 3.65 KA
- L = Longitud entre apoyos = 1.00 m
- D = separación entre barras = 10 cm

Entonces:

$$F(kg) = \frac{2.04 * 3.65^2 * 1}{10} = 2.72$$

Se utilizarán aisladores portabarra clase A (DIN 48100) que soportan 375 Kg de esfuerzo en la cabeza del aislador y que cumple ampliamente con los esfuerzos hallados.

**Determinación de la flexión de trabajo (FT):**

a).- Momento flector máximo (M)

M = F x L/8

M = 2.72 x 100/8

M = 34 Kg-cm

**b). - Momento resistente en la barra (Wr)**

$$W_r = h \times b^2/6$$

Siendo:

$$h \text{ barra} = 5 \text{ mm}$$

$$b = 40 \text{ mm}$$

Entonces:

$$W_r = 5 \times (40)^2/6$$

$$W_r = 1.33 \text{ cm}^3$$

**c). - Esfuerzo de flexión de trabajo (Eft)**

$$E_{ft} = M/W_r$$

$$M = 34/1.33$$

$$E_{ft} = 25.54 \text{ Kg/cm}^2$$

El Cobre, soporta  $1200 \text{ Kg/cm}^2$ , valor muy superior al requerido, y por lo tanto es satisfactorio.

**Calculo de resonancia**

Cuando la frecuencia natural ( $f_n$ ) y la frecuencia en las barras se encuentran muy cerca del +/- 10% de la frecuencia de la red eléctrica o de un múltiplo natural de ella, se produce el fenómeno de resonancia, siendo necesario que la frecuencia natural debe estar fuera de los intervalos  $54 < f_n < 66$ ,  $108 < f_n < 132 \text{ Hz}$

Se tiene la expresión:

$$\text{Frecuencia natural de barras: } f_n(\text{Hz}) = \frac{112 * \sqrt{\left(\frac{E * J}{G}\right)}}{L^2}$$

$$f_n = 112 (E J / G)^{0.5} / L^2 \text{ Hz, siendo}$$

$$L = \text{Longitud de la barra entre apoyos} = 100 \text{ cm}$$

$$E = \text{Módulo de elasticidad} = 1.25 \times (10)^6 \text{ Kg/cm}^2$$

$$J = \text{Momento de inercia} = 2.66 \text{ (cm)}^4$$

$$G = \text{Peso de la barra} = 0.0223 \text{ Kg/cm}$$

$$F_n = \text{frecuencia natural de oscilación de la barra}$$

Cálculo del momento de inercia (J):

$$J = h \times (b)^3/12 \text{ (cm)}^4$$

$$J = 0.5 \times (4)^3/12$$

$$J = 2.66 \text{ (cm)}^4$$

Entonces:

$$\text{Frecuencia natural de barras: } F_n(\text{Hz}) = \frac{112 * \sqrt{\left(\frac{1.25 * 10^6 * 2.66}{0.0223}\right)}}{100^2} = 136.15$$

Se encuentra fuera de los rangos <54, 66> y <108, 132>, es decir soporta los requerimientos.

### **Cálculo por elevación de temperatura.**

La elevación de temperatura está dada por:

$$\Delta T = \frac{K * I_c^2 * (t + \Delta t)}{A^2}$$

Donde:

$$K: \text{Constante del cobre} = 0.0058$$

$$A: \text{Sección de la barra} = 5 * 40 = 200 \text{ mm}^2$$

$$I_{cc}: \text{Corriente de cortocircuito} = 1433 \text{ A}$$

T: Tiempo de apertura del dispositivo de protección: 0.02 seg.

Incremento de tiempo de protección ( t ) :

$$t = (I_{ch}/I_{cc})^2 \times t \text{ en seg.}$$

Donde:

Ich: Corriente de choque = 3650 A

t : Valor cortocircuito bipolar = 0.6

Entonces:

$$t = (3650/1433)^2 \times 0.6$$

$$t = 3.89 \text{ segundos}$$

Entonces:

$$\Delta T = \frac{0.0058 * 1433^2 * (0.02 + 3.89)}{200^2} = 1.164 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Considerando que la temperatura de trabajo antes de la falla era de 60 °C, entonces la temperatura final al mitigarse la falla será:

$$T_{\text{final}} = 60 \text{ } ^\circ\text{C} + 1.164 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Tfinal = 61.164 °C que es mucho menor que los 200 °C que soporta el cobre Norma VDE), y por lo tanto se cumple el requerimiento.

### 3.3.2. Variante con energía fotovoltaica

Sistema eléctrico alimentación y accionamiento de electrobomba 100 m<sup>3</sup>/h Sector Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas Con Energía eléctrica Fotovoltaica

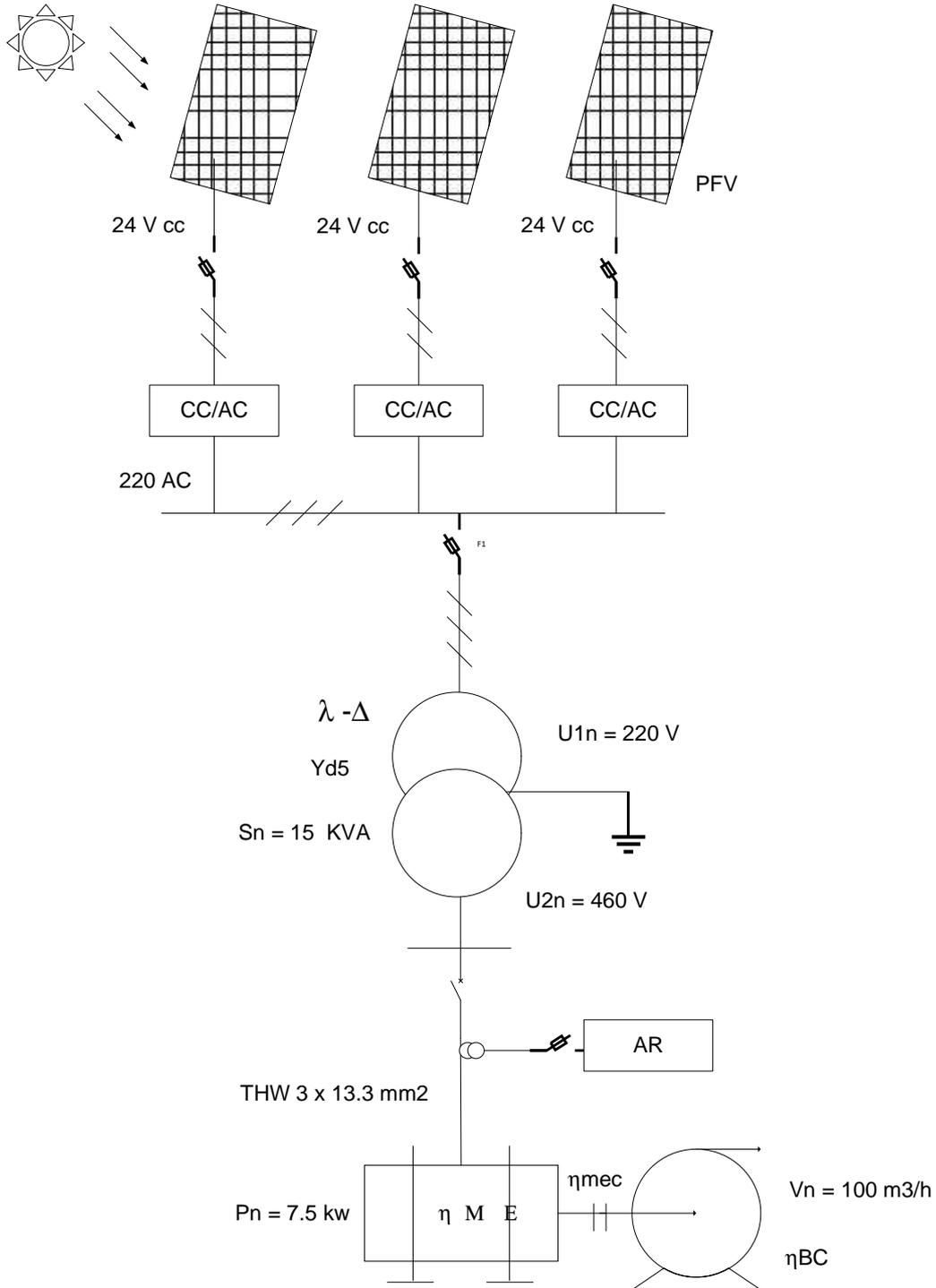


Figura N° 24: Diagrama unifilar sistema eléctrico accionamiento bomba centrífuga agua Sector Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas. Elaboración propia

### Demanda de potencia fotovoltaica

La electrobomba a utilizar es la misma que en la variante con energía de la red nacional

$P_n$ : 7.5 kw

$U_n$ : 460 V

Potencia perdida en cables del motor trifásico: 0.02 kw

Potencia perdida en transformador trifásico:

Rendimiento del transformador:

$$\frac{* S_n * \cos \varphi_2}{* S_n * \cos \varphi_2 + P_{Fe} + I_2^2 * P_{n-Cu}}$$

$S_n = 15,000$  VA, potencia nominal del transformador

$\cos \varphi_2 = 0.86$

$P_{Fe}$  = Potencia perdida en el Hierro, en transformador = 0.127 kw

$P_{nCu}$  = Potencia nominal perdida en el Cobre, del transformador = 0.26 kw

Indice de carga del transformador,

$$= \frac{I_2}{I_{2n}} = \frac{12.52}{18.83} = 66.49\%$$

$I_2$ : Intensidad que entrega el transformador, en sus bornes de salida, A

$I_{2n}$ : Intensidad nominal que puede entregar el transformador, A

$$I_{2n} = \frac{S_n(V)}{\sqrt{3} * U_{2n}} = \frac{15000}{\sqrt{3} * 460} = 18.83 \text{ A}$$

Rendimiento del transformador:

$$\rightarrow \eta_T = \frac{0.6649 * 15 * 0.86}{0.6649 * 15 * 0.86 + 0.127 + 0.6649^2 * 0.26} = 97.73 \%$$

Potencia absorbida por transformador:

$$P_{A-T} (k) = \frac{P_u(k)}{\eta_T} = \frac{8.18 + 0.02}{0.9773} = 8.39$$

Potencia perdida en transformador:  $8.39 - 8.18 = 0.21$  kw

**Dimensionamiento del cable trifásico, en 380 V, conexión estrella**

$U_n = 380$  V

$L = 20$  m

Caída admisible de tensión:  $2\% = 0.02 * 380 = 7.6$  V

Intensidad de corriente máxima:  $I_{2n}$  (entrada al transformador):

$$I_{2n} = \frac{S_{n(VA)}}{\sqrt{3} * U_{L2}(V)} = \frac{15,000 \text{ VA}}{\sqrt{3} * 380 \text{ V}} = 22.79 \text{ A}$$

Selección del conductor, por ampacidad:

De tablas, se elige, cable THW, con:

$S_n = 5.26$  mm<sup>2</sup>,

$I_n = 30$  A,

$T_{max} = 75$  °C

Tabla N° 7: Intensidad nominal de cables trifásicos

CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTORES TRIFASICOS										
CALIBRE		Temperatura ambiente: 30 °C aire libre y 25 °C enterrado TW, THW Y NNY Unipolar - 3 conductores por tubo								
Escala métrica	Escala americana	TW Tensión 660V Temp. Max. 60 °C		THW Tensión 750V, Temp. Max. 75 °C		NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 80 °C			NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 90 °C	
		Tubo	Aire	Tubo	Aire	Tubo	Aire	Enterrado	Aire	Enterrado
mm <sup>2</sup>	AWG/MCM									
2.5		18	22	20	25	35	38	45	41	54
3.31	12	20	25	20	28					
4		25	32	27	37	44	50	58	55	70
<b>5.26</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>45</b>					
6		35	45	38	52	56	66	76	69	87

**Verificación a la caída de tensión:**

Resistencia de línea real del conductor:

$$R_{L-r} = 0.0175 \frac{\Omega * m}{m} * \frac{20 m}{5.26 m} = 0.0665 \Omega$$

Caída de tensión real:

$$U_{L\text{-real}} = \sqrt{3} * 0.0665 * 22.79A = 2.63 \text{ V} < U_{L\text{-adm}} = 7.6 \text{ V}$$

Temperatura de operación del conductor, en 380 V:

$$T_{o\text{-c}} = 30 + (75 - 30) * \left(\frac{22.79}{30}\right)^2 = 55.97^\circ\text{C}$$

Potencia perdida en conductor 380 V

$$P_{p\text{-cd}}(\text{kw}) = \sqrt{3} * U_{cd} * I_L * 10^{-3}(\text{kw})$$

$$P_{p\text{-c}}(\text{kw}) = \sqrt{3} * 2.63 \text{ V} * 22.79 * 10^{-3} = 103.815\text{w} = 0.104 \text{ k}$$

**Rendimiento del cable trifásico en 380 V**

$$\eta_c (\%) = 1 - \frac{P_{p\text{-c}}(\text{kw})}{P_{a\text{-c}}(\text{kw})} = 1 - \frac{0.104(\text{kw})}{8.39 + 0.104(\text{kw})} = 98.77\%$$

Potencia en bornes del sistema de paneles fotovoltaicos:

$$P_{\text{Bornes-PFV}} = \frac{P_{\text{entrada-Transf}}(\text{kw})}{\eta_{cd} * \eta_{CT} * \eta_{ET}}$$

$$\rightarrow P_{\text{Bornes-PFV}} = \frac{8.39 \text{ kw}}{0.9877 * 0.97 * 0.97} = 9 \text{ kw}$$

Tiempo de operación: 24 h/día

Energía eléctrica que debe suministrar el sistema fotovoltaico:

$$EE_{\text{SFV}} = P_{\text{SFV}}(\text{kw}) * T_{po} \left(\frac{\text{h}}{\text{d}}\right)$$

$$EE_{\text{SFV}} = 9 \text{ 000w} * 24 \frac{\text{h}}{\text{d}} = 216,000 \frac{\text{w-h}}{\text{d}}$$

- ) Tiempo de radiación solar: 7 horas/día
- ) Radiación solar: 4600 w-h/m<sup>2</sup>

- ) Superficie del sistema fotovoltaica necesaria:
- ) Se tiene:
- ) Rendimiento de paneles: 28% (del tipo monocristalino)
- ) Radiación solar: 1277 w/m<sup>2</sup>

$$S_{SFV} = \frac{EE_{SFV}}{R_{solar} \left( \frac{w}{m^2} \right) * SFV(\%) * T_{po} \left( \frac{h}{d} \right)}$$

$$\rightarrow S_{SFV} = \frac{216,000 \frac{w \cdot h}{d}}{1277 \left( \frac{w}{m^2} \right) * 0.28(\%) * 7 \left( \frac{h}{d} \right)} = 86.30 \text{ m}^2$$

Potencia eléctrica que debe entregar total del sistema fotovoltaico:

$$P_{SFV} = 1277 \left( \frac{w}{m^2} \right) * 0.28(\%) * 86.30 \text{ m}^2 = 30,857 \text{ w} = 30.86 \text{ kw}$$

Se eligen módulos de 500 w, 24 V cc cada uno, monocristalino

Número de paneles de 500 w a utilizar:

$$N_{PFV} = \frac{P_{T-SFV}(W)}{P_{unitaria} \left( \frac{w}{panel} \right)} = \frac{30,860 \text{ w}}{500 \frac{w}{panel}} = 61.72 \text{ paneles}$$

Por ser un sistema trifásico, se determina el número de paneles por fase:

$$N_{paneles/f} = \frac{61.72 \text{ paneles}}{3 \text{ fases}} = 20.57 \text{ paneles/fase}$$

Se redondea, entonces, a 21 paneles de 500 w c/u, 24 V cc, eficiencia de 28% por fase

Tabla N° 8: Irradiación térmica en ciudades del Perú.

CIUDAD CAPITAL DE DEPARTAMENTO	ENERGIA SOLAR DIARIA PROMEDIO ANUAL KWh/m2
TUMBE	5.37
PIURA	5.54
CHICLAYO	5.50
TRUJILLO	5.10
HUARAZ	5.29
LIMA	5.13
ICA	5.50
AREQUIPA	6.38
MOQUEGUA	6.01
TACNA	5.33
PUNO	5.21
CUISCO	5.17
AREQUIPA	5.13
AYACUCHO	5.17
HUANCAVELICA	5.43
HUANCAJO	5.33
CERRO DE PASCO	5.46
HUNO	4.33
CAJAMARCA	5.25
CHACHAPOYAS	4.37
MAYO	4.37
ILICAMA	4.42
PUCALLPA	4.30
PUERTO MALDONADO	4.79

Factor de servicio para el sistema fotovoltaico: F.S. = 1.2

Potencia nominal del sistema fotovoltaico:

$$P_{n-PFV} = F.S. * P_{Borneo-PFV} = 1.2 * 9 = 10.8 \text{ kw}$$

Determinación del número de paneles fotovoltaicos



Figura N° 25: Panel fotovoltaico tipo monocristalino, 500 w, 24 Vcc

<https://suministrosdelsol.com/es/paneles-solares/428-panel-solar-500w-24v.html>

precio: 359 Euros, sin IGV



Figura N° 26: Inversor Cargador 24V 3000W Victron Multiplus 50A

Precio: S/.7.673,57, sin IGV

<https://autosolar.pe/inversores-24v/inversor-cargador-24v-2000w-victron-multiplus-50a>

De tabla, para conductor THW, en tubo:

Dimensionamiento de baterías

Se utilizarán baterías de 24 V y 600 A-h

Número de grupo de baterías de 600 Ah

Energía por fase: 216,000 w-h/día / 3 = 72,000 w-h/d

Número de grupo de baterías de 600 A-h, or fase:

$$N_{g} = \frac{E_{\tau-f}}{E_{u-g}}$$

En la cual: Energía eléctrica por grupo:

EEunit-grupo: 600 A.h\*24 V = 14400 w-h/grupo

$$N_{r_{\text{grupo-bat/f}}} = \frac{72,000 \frac{\text{w-h}}{\text{d}}}{14400 \frac{\text{w-h}}{\text{grupo}}} = 5 \frac{\text{Grupos bater}}{\text{fase}}$$



Figura N° 27: Grupo de baterías, Un = 24 Vcc, 600 A-h

Precio: 1.372,42€ sin IGV

<https://autosolar.es/baterias-estacionarias/bateria-estacionaria-600ah-24v-ultracell-uzs600>

## Dimensionamiento de cable en Corriente continua

- ) conexión: Panel a inversor de tensión
- ) tensión de cálculo: 24 V
- ) Intensidad máxima:  $500 \text{ w}/24 \text{ V} = 20.83 \text{ A}$
- ) Caída de tensión admisible:  $0.5\%U_n = 0.005*24 = 0.12 \text{ V}$  (se asume el criterio de mínima caída de tensión, pues no hay posibilidad de compensar)
- ) Material del conductor: Cobre electrolítico
- ) Longitud total de cable:  $2x 12.5 = 25 \text{ m}$

$$\text{Caída de tensión admisible: } \Delta U_{ac} = 0.12 \text{ V} = I_{máx}(\text{A}) * R_c (\Omega)$$

$$\text{Resistencia del conductor en CC: } R_c (\Omega) = \frac{\Delta U_{ac}}{I_{máx}(\text{A})} = \frac{0.12 \text{ V}}{20.83 \text{ A}} = 0.0057 \Omega$$

$$\text{Sección transversal del conductor 24 V CC: } S_c = \frac{\rho * L}{R} = \frac{0.0175 * 25}{0.0057} = 76.75 \text{ mm}^2$$

Que corresponde a un diámetro de conductor igual a 9.88 mm

TENSIÓN 1,8 kV DC - 0,6 / 1 kV AC



GC EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC

LA MEJOR PROTECCIÓN MECÁNICA DURANTE EL TENDIDO,  
LA INSTALACIÓN Y EL SERVICIO

### EXZHELLENT SOLAR XZ1FA3Z-K (AS) 1,8 kV DC-0,6/1 kV AC

Conductor:	Cobre Clase 5 para servicio fijo (-k)
Aislamiento:	Polietileno Reticulado XLPE (X)
Asiento de Armadura:	Poliolefina libre de halógenos (Z1)
Armadura:	Fleje corrugado de AL (FA3)
Cubierta:	Elastómero termoestable libre de halógenos (Z). Color Negro
Norma:	AENOR EA 0038

Figura N° 28: Cable para corriente continua, 1.8 Kv en DC

Tabla N° 9: Características de conductor eléctrico en DC

Código	Sección	Diámetro exterior	Peso	Radio Min. Curvatura	Intensidad al Aire <sup>[1]</sup>	Intensidad Enterrado <sup>[2]</sup>	Caida tensión en DC
	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	kg/km	mm <sup>2</sup>	A	A	V/A.km
1618110	1x10	12,0	230	120	80	77	4,87
1618111	1x16	13,0	290	130	107	100	3,09
1618112	1x25	14,8	405	150	140	128	1,99
1618113	1x35	15,9	510	160	174	154	1,41
1618114	1x50	17,5	665	175	210	183	0,984
1618115	1x70	19,8	895	200	269	224	0,694
1618116	1x95	21,6	1.125	220	327	265	0,525
1618117	1x120	23,6	1.390	240	380	302	0,411
1618118	1x150	25,6	1.695	260	438	342	0,329
1618119	1x185	27,5	2.010	275	500	383	0,270
1618120	1x240	30,8	2.615	310	590	442	0,204
1618121	1x300	34,4	3.245	345	659	500	0,163

[1] Al aire a 40°C según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-1 bis Método F, 2 conductores cargados

[2] Enterrado, 25°C, 0,7 m de profundidad, 1,5 K m/W según UNE 20460-5-523 Tabla A.52-2 bis Método D

De la tabla anterior, se elige el cable con S: 1 x 95 mm<sup>2</sup>, que tiene  $I_n = 265$  A, enterrado

Mayor que la  $I = 20.83$  A

SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO ALIMENTACIÓN A ELECTROBOMBA SECTOS QUEBRADA SECA –  
BAGUA GRANDE, AMAZONAS-

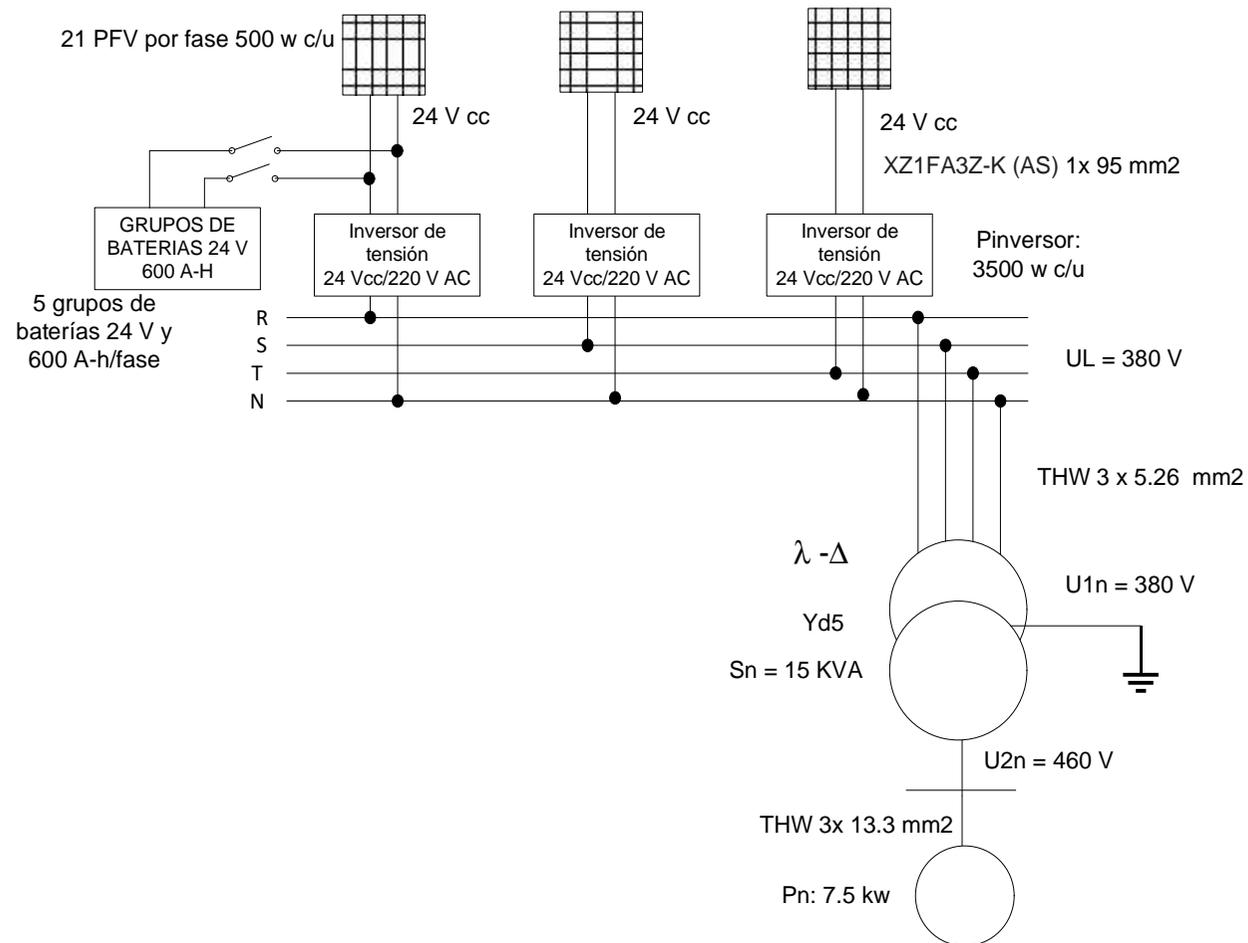


Figura N° 29: Sistema fotovoltaico autónomo 30 kw Quebrada Seca

### 3.4. Realizar el análisis económico del estudio

Se hará el análisis económico en ambas variantes: Con energía eléctrica de la Red nacional, y con energía eléctrica, de fuente fotovoltaica aislada.

#### **Beneficio bruto (Para ambas variantes):**

Lo da la eliminación del consumo de petróleo Diesel 2 en el motor de combustión interna de la motobomba de agua.

Con datos de tabla nr.1, página nr. 15, del presente trabajo:

$$\text{Consumo de combustible: } V \left( \frac{\text{Gal}}{\text{mes}} \right) = V_c \left( \frac{\text{Gal}}{\text{h}} \right) * T_p \text{ (h/mes)}$$

$$\rightarrow \text{Consumo de combustible: } V \left( \frac{\text{Gal}}{\text{mes}} \right) = 0.365 \left( \frac{\text{Gal}}{\text{h}} \right) * 660 \left( \frac{\text{h}}{\text{mes}} \right) = 240.9 \frac{\text{gal}}{\text{mes}}$$

Costo unitario del combustible: 12.4 soles/galón

Costo mensual promedio, del combustible:

$$240.9 \text{ gal/mes} * 12.4 \text{ soles/gal} = 2987.16 \text{ soles/mes}$$

Costo promedio mensual de transporte del combustible: 121.60 soles/mes

Costo promedio de mantenimiento de motobomba: 17.50 soles/mes

Costo actual de bombeo con motobomba:

$$2987.16 + 121.60 + 17.50 = 3126.26 \text{ soles/mes}$$

#### **Inversiones necesarias para variante con energía eléctrica de la Red Nacional**

Costo proyectado de consumo de EE:

$$C \text{ (Soles/mes)} = P(\text{kw}) * T_{po}(\text{h/mes}) * C_{unit-EE}(\text{Soles/kw-h})$$

$$C = 5.25 \text{ kw} * 660 \text{ h/mes} * 0.235 \text{ Soles/kw-h} = 814.275 \text{ soles/me}$$

Beneficio neto, en variante con EE de la Red Nacional: Beneficio – Costo operativo:

$$2987.16 - 814.275 = 2172.885 \text{ soles/mes}$$

Tabla N° 10: Inversiones en activos suministro de EE de Red nacional

**Inversiones en activos, mano de obra y materiales para suministro de EE de Red**

INVERSIONES EN SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE EE SECTOR QUEBRADA SECA AMAZONAS EN MT 10 KV				
DESCRIPCIÓN	U.M.	Metrado	Costo Unit	Sub Total
<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				
POSTES DE CONCRETO ARMADO				7,003.00
POSTE DE C.A.C. DE 14/600/210/395	m	1.00	1,620.00	1,620.00
MENSULA DE C.A. DE 1.0/250	u		68.50	0.00
MEDIA PALOMILLA DE 1.30 m.	u	2.00	98.00	196.00
MEDIA LOZA DE 1.30 m.	u	1.00	325.00	325.00
Ductos de 4 vías de 4 " diám.	u.	187	26	4862
<b>CONDUCTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS</b>				
CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR N2XSY - 15 KV, 3x25 mm2.	m	830.00	23.00	19,090.00
CONDUCTOR DE COBRE TEMPLE BLANDO 50mm2, 7 HILOS	m	100.00	12.85	1,285.00
CABLE DE COBRE TIPO NLT 4 x 12 AWG.	m	12.00	6.50	78.00
CABLE DE COBRE TIPO NLT 4 x 14 AWG.	m	12.00	5.50	66.00
TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE DE 25 mm2. TIPO INTERIOR	Kit	6.00	1,350.00	8,100.00
TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE DE 25 mm2. TIPO EXTERIOR	Kit	4.00	1,550.00	6,200.00
<b>TRANSFORMADOR REDUCTOR DE TENSIÓN, 15 KVA</b>				
TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO SECO ENCAPSULADO EN RESINA (CAST RESIN) 15KVA 10,000/460 ; 60HZ; Yd5; 1,000MSNM	u	1.00	3,685.00	3,685.00
Transformador Seco Encapsulado en resina equipado con:				
01 Controlador de temperatura digital control de alarma / disparo T154 - TECSYSTEM				
03 Sensores Pt100 controladores de temperatura en bobinado del transformador				
<b>CELDAS SECCIONADORES Y EQUIPOS DE PROTECCION</b>				
SECCIONADOR POTENCIA TRIPOLAR , USO INTERIOR DE ACCIONAMIENTO BAJO CARGA 12 KV, 40 A, TIPO SPAIL-B	Cjto.	1.00	2,600.00	2,600.00
<b>SECCIONADORES DE POTENCIA TRIPOLAR</b>				
celda de llegada con seccionador invertido 12 kv 60A 10 KA UNISARC - SS/C-12	Cjto.	1.00	3,300.00	3,300.00
<b>EQUIPOS DE MEDICION Y ACCESORIOS</b>				
MEDIDOR POLIFÁSICO ELECTRÓNICO ELSTER ALPHA A3 TIPO A3RALN, 4 HILOS, C.P.0.2. ENERGÍA ACTIVA EN KW-H, ENERGÍA REACTIVA EN KVAR-H, MÁXIMA DEMANDA EN KW Y KVAR, FUENTE TRIFÁSICA, MEMORIA DE 128KV, LCD DE 06 DÍGITOS PROGRAMABLES, VALORES INSTANTÁNEOS DE CORRIENTE, TENSIÓN, FACTOR DE POTENCIA, CON PUERTO ÓPTICO, PANTALLA CD BIDIRECCIONAL CON PERFIL DE CARGA DE HASTA 08 CANALES, CON TARJETA DE COMUNICACIÓN CON PROTOCOLO RS-232, RS-485 Ó MODEM ; TIPO A3 RALN, 2.5 (20A), 120-480V, 60HZ. CON ACTUALIZACIÓN "O" PARA CALIDAD DE ENERGÍA, CON MODEN PARA MODELO SA-GL 1218 TETRABANDA 850/900/1800/1900	Pza	1.00	3,859.20	3,859.20
TRANSFORMADOR MIXTO	u	1.00	1,800.00	1,800.00
SECCIONADORES TIPO COUT OUT DE 150 KV BIL 200A DE 27KV	u	3.00	310.00	930.00
Electroventilador 15000 m3/h, 450 mm columna de agua, ME de 7.5 HP 60 Hz	u	1.00	6,930.00	6,930.00
<b>PUESTA A TIERRA</b>				
VARILLA DE COBRE 16mm (5/8")Øx2.40m	u	4.00	138.00	552.00
CONECTOR VARILLA(3/4"Ø)- CABLE(50mm2)	u	4.00	9.00	36.00
BENTONITA (30KG/SACO)	SACO	16.00	30.00	480.00
CAJUELA DE C.A.V.	u	4.00	32.00	128.00
TIERRA DE CULTIVO	m3	6.00	45.00	270.00
<b>FERRETERIAS VARIOS</b>				
SOPORTES DE FIJACIÓN METÁLICOS	CJTO	1.00	300.00	300.00
PLATINAS DE FIJACIÓN PARA TRAFOMIX	CJTO	1.00	100.00	100.00
TERMINALES DE COMPRESION 1500 A	Pza	14.00	15.00	210.00
CINTA SEÑALIZADORA PARA M.T.	ml	150.00	0.60	90.00
TUBERIA DE F°G° 3" DE DIAMETRO x 6,00 m.	ml	130.00	45.00	5,850.00
TUBERIA DE F°G° 1" 1/4 DE DIAMETRO x 6,00 m.	u	1.00	63.00	63.00
CAJA METÁLICA TPO LMT	u	1.00	110.00	110.00
<b>SUB TOTAL SUMINISTROS SIN IGV</b>				<b>73,115.20</b>

Tabla N° 11: Inversiones electromecánica Quebrada Seca

MONTAJE ELECTROMECHANICO Y CIVILES				
POSTES DE CONCRETO ARMADO PMI				1,600.00
Montaje de estructura PMI incl. Accesorios, Excavación del Hoyo de 1.70x1x1 m.	Cjto	1.00	1,100.00	1,100.00
INSTALACIÓN DE TRAFOMIX	Cjto	1.00	500.00	500.00
PUESTA A TIERRA EN MT				1,540.00
EJECUCION PUESTA A TIERRA, INCL. EXCAVACION, MOVIMIENTO DE MATERIALES, RELLENO, COMPACTACION.	Cjto	4.00	385.00	1,540.00
INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR.				900.00
INSTALACIÓN DE TRANSFORMADOR DE 15 KVA. 10/046 Kv	Cjto.	1.00	900.00	900.00
INSTALACIÓN DE CELDAS AUTOSOPORTADAS				1,500.00
INSTALACIÓN DE CELDAS DE TRANSFORMACIÓN Y DE LLEGADA	Cjto.	1.00	750.00	750.00
INSTALACIÓN DE SECCIONADORES BAJO CARGA EN DERIVACIÓN DE LÍNEA	Cjto.	1.00	750.00	750.00
CABLES Y ACCESORIOS				2,635.00
INST. CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR N2XSy - 15 KV, 1x25 mm2.	ml	30.00	8.50	255.00
INST. TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO INTERIOR	Kit	6.00	230.00	1,380.00
INST. TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO EXTERIOR	Kit	4.00	250.00	1,000.00
CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES				31,300.00
EXCAVACION DE ZANJA DE 0.60 x 1.20 m DE PROFUNDIDAD.	ml.	830.00	15.00	12,450.00
RELLENO, COMPACTACION Y COLOCACION DE CINTA SEÑALIZADORA, EN ZANJA DE 0.60 x 1.20 M. DE PROFUNDIDAD.	ml.	830.00	20.00	16,600.00
BUZON DE INSPECCIÓN DE 1.20X1.10X1.10 m.	gbal	3.00	750.00	2,250.00
RETIRO DE MATERIALES RESIDUALES DE LA OBRA REALIZADA.	CJTO.	1.00	500.00	500.00
TRABAJOS VARIOS				4,500.00
EXPEDIENTE TÉCNICO CONFORME A OBRA	gbal.	1.00	4,000.00	4,000.00
PRUEBAS ELECTRICAS Y PUESTA EN SERVICIO	gbal.	1.00	500.00	500.00
<b>SUB TOTAL DE LA MANO DE OBRA</b>				

Tabla N° 12 : Resumen presupuesto electrificación de Quebrada Seca

<b>RESUMEN PRESUPUESTO TRABAJOS DE INSTALACIÓN EN MT SUB ESTACION DE 15 KVA SECTOR QUEBRADA SECA AMAZONAS, SOLES</b>	
1.0 SUMINISTRO DE MATERIALES	S/73,115.20
2.0 MONTAJE ELECTROMECHANICO	S/44,475.00
3.0 TRANSPORTE	S/2,351.80
<b>TOTAL COSTO DIRECTO EN MEDIA TENSIÓN, 10 KV</b>	<b>S/119,942.00</b>

<b>RESUMEN PRESUPUESTO EN BAJA TENSIÓN, SOLES</b>	
1.0 SUMINISTRO DE MATERIALES	S/39,689.00
2.0 MONTAJE ELECTROMECHANICO	S/48,974.00
3.0 TRANSPORTE	S/1,773.26
<b>TOTAL COSTO DIRECTO EN MEDIA TENSIÓN, 10 KV</b>	<b>S/90,436.26</b>
<b>4.0 COSTO TOTAL, SIN IGV, SIN GG SOLES</b>	<b>S/210,378.26</b>
5.0 GASTOS GENERALES	S/3,191.00
<b>6.0 COSTO TOTAL, SOLES</b>	<b>S/213,569.26</b>

Tabla N° 13: Presupuesto en MT electrificación con EE Red nacional Quebrada seca

PRESUPUESTO SUMINISTROS EN BT CON EE DE RED NACIONAL 460 V QUEBRADA SECA AMAZONAS				
DESCRIPCIÓN	U.M	Metrado	Costo Unit	Sub Total
<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				
Accesorios y dispositivos de distribución, en 460 V				<b>2,192.00</b>
INTERRUPTORES AUTOMATICOS TRIFASICOS 460 V X 30 A	PIEZAS	2	245.00	490.00
TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN EN 460 V, 70*70*30 cm	Piezas	1.00	950.00	951.00
Interruptores generales trifásicos, 460 V, 150 A	Piezas	1.00	750.00	751.00
<b>CONDUCTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS</b>				
<b>2,493.00</b>				
CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR THW 0.6 KV, 75°C 3x13.3 mm2.	m	30.00	28.50	855.00
CABLE DE COBRE TIPO NLT 4 x 12 AWG.	m	12.00	6.50	78.00
TERMINAL UNIPOLAR 0,46 KV, PARA CABLE DE 13.3 mm2. TIPO INTERIOR	cjto	3.00	520.00	1,560.00
<b>PUESTA A TIERRA en Motor eléctrico</b>				
<b>2,280.00</b>				
BARRA DE COBRE DE 2.4 L X 3/4	Pieza	2	275	550.00
TERMINAL DE 3/4	Cjto	2	120	240.00
ALAMBRE DE COBRE DE 35 MM DE SECCION POR 7 MTS LARGO	Pieza	2	60	120.00
CAJA DE THOR GEL	Glb	1	900	900.00
CAJA DE REGISTRO DE PUESTA A TIERRA	Pieza	2	235	470.00
<b>FERRETERIAS VARIOS</b>				
<b>1,299.00</b>				
SOPORTES DE FIJACIÓN METÁLICOS	CJTO	1.00	300.00	300.00
PLATINAS DE FIJACIÓN PARA TRAFOMIX	CJTO	1.00	100.00	100.00
TERMINALES DE COMPRESION 1500 A	Pza	14.00	15.00	210.00
CINTA SEÑALIZADORA PARA B.T.	ml	100.00	0.60	60.00
TUBERIA DE FºGº 3" DE DIAMETRO x 6,00 m.	u	2.00	283.00	566.00
TUBERIA DE FºGº 1" 1/4 DE DIAMETRO x 6,00 m.	u	1.00	63.00	63.00
<b>ELECTROBOMBA 100 M3/H, Pn = 7.5 kw</b>				
<b>31,425.00</b>				
Motor trifasico 7.5 kw, 460 V, cos j = 0.86 s = 2%	Pieza	1	12200	12,200.00
Tablero de arranque directo	Pieza	1	425	425.00
Interruptor diferencia trifásico, 30 A, 30 ms	Piezas	1	350	350.00
Guardamotor 30 A	Piezas	1	350	350.00
Bomba centrífuga 100 m3/h, 20 mca	Piezas	1	13500	13,500.00
Accesorios para bomba centrífuga	GLB	1	4250	4,250.00
Interruptor termomagnético 30 A	Piezas	1	350	350.00
<b>39,689.00</b>				
<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO Y CIVILES</b>				
<b>PUESTA A TIERRA</b>				
<b>1,440.00</b>				
Ejecución puesta a tierra, excavación Pzo H = 2.4 M, Movimiento de MATERIALES, RELLENO, COMPACTACION.	Glb	96.00	15.00	1,440.00
Instrumento de medida: telurómetro	Glb	5.00	4.50	22.50
Herramientas electricas	Glb	15.00	4.50	67.50
Herramientas obras civiles	Glb	25.00	4.50	112.50
<b>CABLES Y ACCESORIOS</b>				
<b>2,970.00</b>				
INST. CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR N2XSY - 15 KV, 1x50	ml	45.00	6.00	270.00
INST. TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO INTEROR	Kit	6.00	250.00	1,500.00
INST. TERMINAL UNIPOLAR 15 KV, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO EXTERIOR	Kit	4.00	300.00	1,200.00
<b>CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES</b>				
<b>2,175.00</b>				
EXCAVACION DE ZANJA DE 0.60 x 1.20 m DE PROFUNDIDAD. RELLENO, COMPACTACION Y COLOCACION DE CINTA	ml.	30.00	22.00	660.00
ZANJA DE 0.60 x 1.20 M. DE PROFUNDIDAD.	ml.	30.00	32.00	960.00
PREPARACIÓN E INSTALACIÓN DE BALDOZAS PARA CABLES	ml	30.00	18.50	555.00
RETIRO DE MATERIALES RESIDUALES DE LA OBRA REALIZADA.	CJTO.	1.00	1,000.00	1,000.00
<b>TRABAJOS VARIOS</b>				
<b>1,700.00</b>				
PAGOS A MUNICIPALIDAD DE AMAZONAS POR LICENCIA DE TRABAJOS EN TERRENOS	gbal.	1.00	1,200.00	1,200.00
PRUEBAS ELECTRICAS Y PUESTA EN SERVICIO	gbal.	1.00	500.00	500.00
				<b>9,285.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>48,974.00</b>

## Análisis financiero

### Variante 1: Suministro de EE de la Red nacional

Tabla N° 14: Inversión y monto de financiamiento bancario para electrificación con EE Red nacional Quebrada seca

<b>Inversión y financiamiento bancario</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Equipos		<b>213,569.26</b>
<b>TOTAL DE COSTOS ESTIMADOS</b>		213,569.26
<b>TOTAL INVERSION DEL PROYECTO</b>		<b>S/. 213,569.26</b>
<b>FINANCIAMIENTO</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Aporte propio, % Inversión total	20%	<b>S/. 42,713.85</b>
Financiamiento		<b>S/. 170,855.41</b>
Total inversión		<b>S/. 213,569.26</b>

#### Condiciones del Financiamiento

<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Préstamo		S/. 170,855.41
Tasa efectiva anual		12.50%
Tasa efectiva mensual		0.99%
Plazo, meses		<b>36</b>
cuota mensual, Soles/mes		S/. 5,661.50

Tabla N° 15: Plan de pagos del préstamo bancario

<b>Plan de Pagos mensuales</b>					
<b>Mes</b>	<b>Préstamo</b>	<b>Interés</b>	<b>Amortización</b>	<b>Cuota</b>	<b>Saldo</b>
1	170,855.41	1,685.25	3,976	5,661	166,879.16
2	166,879.16	1,646.03	4,015	5,661	162,863.69
3	162,863.69	1,606.42	4,055	5,661	158,808.62
4	158,808.62	1,566.42	4,095	5,661	154,713.54
5	154,713.54	1,526.03	4,135	5,661	150,578.08
6	150,578.08	1,485.24	4,176	5,661	146,401.82
7	146,401.82	1,444.05	4,217	5,661	142,184.37
8	142,184.37	1,402.45	4,259	5,661	137,925.33
9	137,925.33	1,360.44	4,301	5,661	133,624.27
10	133,624.27	1,318.01	4,343	5,661	129,280.79
11	129,280.79	1,275.17	4,386	5,661	124,894.46
12	124,894.46	1,231.91	4,430	5,661	120,464.88
13	120,464.88	1,188.22	4,473	5,661	115,991.60
14	115,991.60	1,144.09	4,517	5,661	111,474.19
15	111,474.19	1,099.53	4,562	5,661	106,912.23
16	106,912.23	1,054.54	4,607	5,661	102,305.27
17	102,305.27	1,009.10	4,652	5,661	97,652.88
18	97,652.88	963.21	4,698	5,661	92,954.59
19	92,954.59	916.87	4,745	5,661	88,209.96
20	88,209.96	870.07	4,791	5,661	83,418.53
21	83,418.53	822.81	4,839	5,661	78,579.84
22	78,579.84	775.08	4,886	5,661	73,693.42
23	73,693.42	726.88	4,935	5,661	68,758.81
24	68,758.81	678.21	4,983	5,661	63,775.52
25	63,775.52	629.06	5,032	5,661	58,743.08
26	58,743.08	579.42	5,082	5,661	53,661.00
27	53,661.00	529.29	5,132	5,661	48,528.80
28	48,528.80	478.67	5,183	5,661	43,345.97
29	43,345.97	427.55	5,234	5,661	38,112.02
30	38,112.02	375.92	5,286	5,661	32,826.45
31	32,826.45	323.79	5,338	5,661	27,488.74
32	27,488.74	271.14	5,390	5,661	22,098.38
33	22,098.38	217.97	5,444	5,661	16,654.86
34	16,654.86	164.28	5,497	5,661	11,157.64
35	11,157.64	110.05	5,551	5,661	5,606.20
36	5,606.20	55.30	5,606	5,661	0.00

Beneficio anual	17,383	S/año
<b>Costos operativos</b>		
Costo de Operación	0	S/año
Sueldos	0	S/año

\* VAN y TIR : Con financiamiento del préstamo del banco.

Flujo de Caja Financiero																					
	Año																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pago Servicio de deuda	0																				
Préstamo	-170855																				
Interes		17547	11249	4162																	
Amortización, S/año		50391	56689	63776																	
Costo Operación, S/año		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total egresos, S/año</b>		67938	67938	67938	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio anual		17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383
FLUJO DE CAJA FINANCIERO																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	-170,855.41	-50,555	-50,555	-50,555	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383	17,383
		-50,555	-101,110	-151,665	-134,282	-116,899	-99,516	-82,133	-64,750	-47,366	-29,983	-12,600	4,783	22,166	39,549	56,932	74,315	91,698	109,081	126,464	143,847

COK	12.5%
VAN	-206.762
TIR	-1%
Número de años	20 Años

PRI (Años)	11.49	Años
<b>PRI: Periodo de Retorno de la Inversión</b>		
PRI (Años)= (VA(lo)/(VA(Bn)/N)		

Figura N° 30: Flujo de caja financiero inversión de Red Nacional Eléctrica

Se observa que en esta variante la recuperación de la inversión se haría recién después de 11.5 años, el VAN y el TIR son negativos, por lo que no es rentable invertir en este Proyecto, se necesitaría más años de operación, pero sobrepasa la vida útil del proyecto.

## Variante 2: Sistema fotovoltaico aislado del SEIN

Tabla N° 16.16: Presupuesto para electrificación fotovoltaico

PRESUPUESTO SUMINISTROS EN BT ALIMENTACION CON EE DE SISTEMA FOTOVOLTAICO 30 kw, 24 VCC/460 V AC					
QUEBRADA SECA AMAZONAS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	U.M	Metrado	Costo Unit	Sub Total
<b>1.000</b>	<b>SUMINISTRO DE MATERIALES</b>				
1.100	Accesorios y dispositivos de distribución, en 460 V				<b>2,252.00</b>
	INTERRUPTORES AUTOMATICOS TRIFASICOS 460 V X 30 A	PIEZAS	2	300.00	600.00
	TABLEROS DE DISTRIBUCION EN 460 V, 70*70*30 cm	Piezas	1.00	950.00	951.00
	Interruptores generales trifásicos, 460 V, 150 A	Piezas	1.00	700.00	701.00
1.200	<b>CONDUCTORES ELECTRICOS Y ACCESORIOS</b>				<b>2,493.00</b>
	CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR THW 0.6 KV, 75°C 3x13.3 mm2.	m	30.00	28.50	855.00
	CABLE DE COBRE TIPO NLT 4 x 12 AWG.	m	12.00	6.50	78.00
	TERMINAL UNIPOLAR 0,46 KV, PARA CABLE DE 13.3 mm2. TIPO INTERIOR	cjto	3.00	520.00	1,560.00
1.300	<b>PUESTA A TIERRA en Motor eléctrico</b>				<b>2,180.00</b>
	BARRA DE COBRE DE 2.4 L X 3/4	Pieza	2	275	550.00
	TERMINAL DE 3/4	Cjto	2	120	240.00
	ALAMBRE DE COBRE DE 35 MM DE SECCION POR 7 MTS LARGO	Pieza	2	60	120.00
	CAJA DE THOR GEL	Glb	1	800	800.00
	CAJA DE REGISTRO DE PUESTA A TIERRA	Pieza	2	235	470.00
1.400	<b>FERRERIAS VARIOS</b>				<b>780.00</b>
	SOPORTES DE FIJACION METALICOS	CJTO	1.00	200.00	200.00
	PLATINAS DE FIJACION PARA TRAFOMIX	CJTO	1.00	100.00	100.00
	TERMINALES DE COMPRESION 1500 A	Pza	14.00	15.00	210.00
	CINTA SENALIZADORA PARA B.T.	ml	100.00	0.60	60.00
	TUBERIA DE FºGº 3" DE DIAMETRO x 6,00 m.	u	2.00	75.00	150.00
	TUBERIA DE FºGº 1" 1/4 DE DIAMETRO x 6,00 m.	u	1.00	60.00	60.00
1.500	<b>TRANSFORMADOR REDUCTOR DE TENSION, 15 KVA</b>				
	TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO SECO ENCAPSULADO EN RESINA (CAST RESIN) 15KVA 380 V/460 V ; 60HZ; Yd5; 1,000MSNM				
	Transformador Seco Encapsulado en resina equipado con:	u	1.00	3,750.00	<b>3,750.00</b>
	01 Controlador de temperatura digital control de alarma / disparo T154 - TECSYSTEM				
	03 Sensores Pt100 controladores de temperatura en bobinado del transformador				
1.60	<b>ELECTROBOMBA 100 M3/H, Pn = 7.5 kw</b>				<b>13,675.00</b>
	Motor trifasico 7.5 kw, 460 V, cos j = 0.86 s = 2%	Pieza	1	12200	12,200.00
	Tablero de arranque directo	Pieza	1	425	425.00
	Interruptor diferencia trifásico, 30 A, 30 ms	Piezas	1	350	350.00
	Guardamotor 30 A	Piezas	1	350	350.00
	Bomba centrífuga 100 m3/h, 20 mca	Piezas	1	0	0.00
	Accesorios para bomba centrífuga	GLB	1	0	0.00
	Interruptor termomagnético 30 A	Piezas	1	350	350.00
SUBTOTAL 1:				<b>25,130.00</b>	
<b>2.000</b>	<b>MONTAJE ELECTROMECHANICO Y CIVILES</b>				
2.100	<b>PUESTA A TIERRA</b>				<b>1,440.00</b>
	Ejecución puesta a tierra, excavación Pzo H = 2.4 M, Movimiento de MATERIALES, RELLENO, COMPACTACION.	Glb	96.00	15.00	1,440.00
	Instrumento de medida: telurómetro	Glb	5.00	4.50	22.50
	Herramientas eléctricas	Glb	15.00	4.50	67.50
	Herramientas obras civiles	Glb	25.00	4.50	112.50
2.200	<b>CABLES Y ACCESORIOS</b>				<b>1,810.00</b>
	INST. CABLE DE ENERGIA TIPO SECO UNIPOLAR N2XSY - 15 KV, 1x50 mm2.	ml	45.00	6.00	270.00
	INST. TERMINAL UNIPOLAR 460 V, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO INTERIOR	Kit	4.00	185.00	740.00
	INST. TERMINAL UNIPOLAR 460 V, PARA CABLE SECO 1x35 mm2. TIPO EXTERIOR	Kit	4.00	200.00	800.00
2.300	<b>CONSTRUCCION DE OBRAS CIVILES</b>				<b>1,965.00</b>
	EXCAVACION DE ZANJA DE 0.60 x 1.20 m DE PROFUNDIDAD.	ml.	30.00	22.00	660.00
	RELLENO, COMPACTACION Y COLOCACION DE CINTA SENALIZADORA, EN ZANJA DE 0.60 x 1.20 M. DE PROFUNDIDAD.	ml.	30.00	25.00	750.00
	PREPARACION E INSTALACION DE BALDOZAS PARA CABLES	ml	30.00	18.50	555.00
2.400	RETIRO DE MATERIALES RESIDUALES DE LA OBRA REALIZADA.	CJTO.	1.00	750.00	<b>750.00</b>
2.500	<b>TRABAJOS VARIOS</b>				<b>1,500.00</b>
	Pagos a Municipalidad de Amazonas por Licencia de Trabajos en Terrenos PRUEBAS ELECTRICAS Y PUESTA EN SERVICIO	gbal.	1.00	1,000.00	1,000.00
		gbal.	1.00	500.00	500.00
2.600	Panel fotovoltaico 500 w, 24 V, cc, eficiencia = 28%, monocristalino	Piezas	63	497.574	31,347.16
	Cable de CC calibre tipo: In =	ml	60	20	1,200.00
	Estabilizador de ensión 24 V, cc P = 3000 w	Piezas	3	1000	3,000.00
	Inversor de tensión: 24 V cc a 220 V CA, 3000 w	Piezas	3	3069.43	9,208.28
	Grupo de baterías, 24 V, 600 Ah	Grupos	15	1902.17	28,532.61
	Cable trifásico THW, 3x 5.69 mm2, In =30 A	ml	60	15.75	945.00
Mano de obra instalación y puesta en servicio sistema fotovoltaico 30 kw	GLB	1	4000	4,000.00	
SUB TOTAL 2:				<b>85,698.0578</b>	
<b>TOTAL</b>				<b>110,828.06</b>	

Tabla N° 17: Resumen inversión en electrificación fotovoltaica

<b>RESUMEN PRESUPUESTO TRABAJOS DE INSTALACIÓN SISTEMA FTV 30 KW SECTOR QUEBRADA SECA AMAZONAS, SOLES</b>	
1.0 SUMINISTRO DE MATERIALES	S/25,130.00
2.0 MONTAJE ELECTROMECHANICO	S/85,698.06
3.0 TRANSPORTE	S/2,216.56
<b>TOTAL COSTO DIRECTO SISTEMA FTV</b>	<b>S/113,044.62</b>
4.0 GASTOS GENERALES	S/3,191.00
5.0 COSTO TOTALSOLES	S/116,235.62

Tabla N° 18: Inversión y financiamiento bancario electrificación fotovoltaica

<b>Inversión y financiamiento bancario</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Equipos		<b>116,235.62</b>
Otros		-
<b>TOTAL DE COSTOS ESTIMADOS</b>		116,235.62
<b>TOTAL DE INVERSION DEL PROYECTO</b>		<b>S/. 116,235.62</b>
<b>FINANCIAMIENTO</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Aporte propio, % Inversión total	20%	<b>S/. 23,247.12</b>
Financiamiento		<b>S/. 92,988.50</b>
Total inversión		<b>S/. 116,235.62</b>
<b>Condiciones del Financiamiento</b>		
<b>Descripción</b>		<b>Monto (S/.)</b>
Préstamo bancario		S/. 92,988.50
Tasa efectiva anual		12.50%
Tasa efectiva mensual		0.99%
Plazo, meses		<b>36</b>
cuota mensual, Soles/mes		S/. 3,081.28

Beneficio neto, en variante con EE de un sistema fotovoltaico: Beneficio bruto  
(No se paga por consumo de EE) = 2172.885 soles/mes

### Atención de deuda bancaria.

Se realiza a una tasa de 12.5% anual y en un período de 36 meses, para ser compatible con la utilidad generada

Tabla N° 19: Plan de pagos del préstamo bancario variante energía fotovoltaica

Plan de Pagos mensuales					
Mes	Préstamo	Interés	Amortización	Cuota	Saldo
1	92,988.50	917.20	2,164	3,081	90,824.41
2	90,824.41	895.85	2,185	3,081	88,638.98
3	88,638.98	874.30	2,207	3,081	86,432.00
4	86,432.00	852.53	2,229	3,081	84,203.24
5	84,203.24	830.55	2,251	3,081	81,952.50
6	81,952.50	808.35	2,273	3,081	79,679.57
7	79,679.57	785.93	2,295	3,081	77,384.21
8	77,384.21	763.29	2,318	3,081	75,066.21
9	75,066.21	740.42	2,341	3,081	72,725.35
10	72,725.35	717.33	2,364	3,081	70,361.40
11	70,361.40	694.02	2,387	3,081	67,974.13
12	67,974.13	670.47	2,411	3,081	65,563.32
13	65,563.32	646.69	2,435	3,081	63,128.72
14	63,128.72	622.68	2,459	3,081	60,670.11
15	60,670.11	598.42	2,483	3,081	58,187.26
16	58,187.26	573.93	2,507	3,081	55,679.91
17	55,679.91	549.20	2,532	3,081	53,147.83
18	53,147.83	524.23	2,557	3,081	50,590.77
19	50,590.77	499.01	2,582	3,081	48,008.50
20	48,008.50	473.54	2,608	3,081	45,400.75
21	45,400.75	447.81	2,633	3,081	42,767.28
22	42,767.28	421.84	2,659	3,081	40,107.83
23	40,107.83	395.61	2,686	3,081	37,422.16
24	37,422.16	369.12	2,712	3,081	34,709.99
25	34,709.99	342.36	2,739	3,081	31,971.07
26	31,971.07	315.35	2,766	3,081	29,205.14
27	29,205.14	288.07	2,793	3,081	26,411.92
28	26,411.92	260.52	2,821	3,081	23,591.16
29	23,591.16	232.69	2,849	3,081	20,742.57
30	20,742.57	204.60	2,877	3,081	17,865.88
31	17,865.88	176.22	2,905	3,081	14,960.82
32	14,960.82	147.57	2,934	3,081	12,027.10
33	12,027.10	118.63	2,963	3,081	9,064.45
34	9,064.45	89.41	2,992	3,081	6,072.57
35	6,072.57	59.90	3,021	3,081	3,051.19
36	3,051.19	30.10	3,051	3,081	0.00

Beneficio anual	25,010	S/año
<b>Costos operativos</b>		
Costo de Operación	0	S/año

\* VAN y TIR : Con financiamiento del préstamo del banco.

Flujo de Caja Financiero en Período de vida útil del Proyecto																					
	Año																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pago Servicio de deuda	0																				
<b>Préstamo</b>	<b>-92988</b>																				
<b>interés</b>		9550	6122	2265																	
<b>Amortización, S/año</b>		27425	30853	34710																	
Costo Operación, S/año		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total egresos, S/año</b>		36975	36975	36975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beneficio anual		25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010
<b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO</b>																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	-92,988.50	-11,965	-11,965	-11,965	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010	25,010
		-11,965	-23,931	-35,896	-10,886	14,124	39,134	64,144	89,154	114,165	139,175	164,185	189,195	214,205	239,215	264,225	289,235	314,245	339,255	364,265	389,275

<b>COK</b>	12.5%
<b>VAN</b>	67
<b>TIR</b>	13%
<b>Número de años</b>	20 <b>Años</b>

PRI (Años)	2.96	<b>Años</b>
<b>PRI: Período de Retorno de la Inversión</b>		
PRI (Años)= (VA(lo))/(VA(Bn)/N)		

Figura N° 31: Flujo de caja financiero variante energía fotovoltaica

Se observa que en esta variante la recuperación de la inversión se haría recién en el año 3, el VAN y el TIR son positivos, por lo que no es rentable invertir en este Proyecto.

Este análisis es en base a importación directa desde China, para los componentes del sistema fotovoltaico, que permite el ahorro en un 40% del valor en relación a la compra local, cuando se importa a partir de 10 unidades

### 3.5. Análisis del impacto medio ambiental

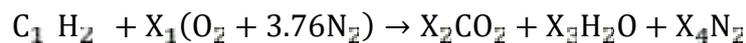
Se determina la emisión de flujos de gases de efecto invernadero, de CO<sub>2</sub>, que se emiten en la combustión del combustible gasoil, que se quema en la cámara de combustión del motor de la motobomba actual, gases que dejarán de emanar.

La fórmula química general del gasóleo común es C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>

El **gasóleo** o **diésel**, también llamado **gasoil**, es un hidrocarburo líquido con densidad de 832 kg/m<sup>3</sup>, compuesto por parafinas y usado como combustible en motores diésel. Su poder calorífico inferior es de 43,100 KJ/kg que depende de su composición.

#### Combustión perfecta del gasóleo

Se realiza con coeficiente exceso de aire  $\alpha = 0$ , sirve para determinar la ecuación con combustión completa, la que a su vez, permitirá determinar los ratios de gases y combustibles



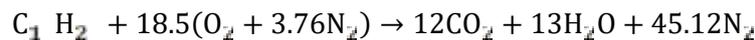
Para carbono:  $X_2 = 12$

Para hidrógeno:  $26 = 2X_3 \mid X_3 = 13$

Para oxígeno:  $2X_1 = 2*12 + 13 \mid X_1 = 18.5$

Para nitrógeno:  $12*3.76*2 = 2X_4 \mid X_4 = 45.12$

Ecuación de combustión perfecta final:



) Masa de combustible:  $12*12+26*1 = 170$  kg

) Masa de aire teórico:  $18.5*(32 + 3.76*28) = 2539.68$  kg

#### Análisis de combustión completa del gasóleo

De la relación aire combustible:

$$R_{a-c} = \frac{43100 - 1607.76}{1607.76 - 29.25} = 26.28 \frac{\text{kg - aire}}{\text{kg - cble}} = \frac{m_{a-r}}{m_c}$$

- ) Temperatura del gas en motor: 1200 °C
- ) Entalpía del gas caliente: 1607.76 kJ/kg
- ) Temperatura de aire para combustión: 25°C
- ) Entalpía del aire para combustión: 1.17 kJ/(kg\*°C) \*25 °C = 29.25 kJ/kg
- ) PCI del gasóleo: 43100 kJ/kg

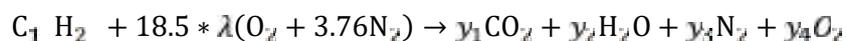
Se obtiene:  $m_{a-r}$ : masa de aire para combustión real:

$$m_{a-r} = R_{a-c} * m_c = 26.28 \frac{\text{kg - aire}}{\text{kg - cble}} * 170 \text{ kg} = 4467.6 \text{ kg}$$

Resulta el coeficiente de exceso de aire  $\lambda$  para el proceso de combustión completa:

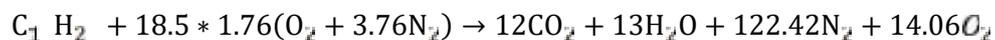
$$\lambda = \frac{m_{a-r}}{m_{a-t}} = \frac{4467.6 \text{ k}}{2539.68 \text{ k}} = 1.76$$

Balance de combustión completa:



- ) Para carbono:  $y_1 = 12$
- ) Para hidrógeno:  $26 = 2y_2 \quad y_2 = 13$
- ) Para oxígeno libre:  $18.5 * 1.76 * 2 = 2 * 12 + 13 + 2y_3 \quad y_3 = 14.06$
- ) Para nitrógeno:  $18.5 * 1.76 * 3.76 * 2 = 2y_4 \quad y_4 = 122.42$

Ecuación para la combustión completa del gasóleo



Ratios de combustión gases y combustible:

$$R_{CO_2-c} = \frac{m_{CO_2}}{m_c} = \frac{12 \text{ kmol} * 44 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}{170 \text{ kg}} = 3.106 \frac{\text{kg } CO_2}{\text{kg}_c}$$

$$R_{H_2O-c} = \frac{m_{H_2O}}{m_c} = \frac{13 \text{ kmol} * 18 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}{170 \text{ kg}} = 1.376 \frac{\text{kg } H_2O}{\text{kg}_c}$$

$$R_{N_2-c} = \frac{m_{H_2O}}{m_c} = \frac{122.42 \text{ kmol} * 28 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}{170 \text{ kg}} = 20.16 \frac{\text{kg } N_2}{\text{kg}_c}$$

$$R_{O_2-ll} - c = \frac{m_{H_2O}}{m_c} = \frac{14.06 \text{ kmol} * 32 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}}{170 \text{ kg}} = 2.64 \frac{\text{kg } O_2}{\text{kg}_c}$$

En el motor de combustión interna de la motobomba de agua se quema, en promedio un flujo volumétrico de 0.36 gal/h de gasóleo.

Teniendo en cuenta que el gasóleo tiene una densidad de 3.62 kg/galón.

Entonces:

Flujo másico de gasóleo que se quema: 0.36 gal/h\*3.62 kg/gal = 1.30 kg/h

Flujos de componentes de gases de combustión escape del motor Diesel:

$$m_{G-i} = R_{g-i-c} \left( \frac{\text{Kg}_{G-i-c}}{\text{kg}_c} \right) * m_c \left( \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right)$$

Reemplazando y desarrollando:

$$m_{CO_2} = 3.106 \left( \frac{\text{kg } CO_2}{\text{kg}_c} \right) * 1.30 \left( \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = 4.0378 \frac{\text{kg } CO_2}{\text{h}}$$

$$m_H = 1.376 \left( \frac{\text{kg } H_2O}{\text{kg}_c} \right) * 1.30 \left( \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = 1.78 \frac{\text{kg } H_2O}{\text{h}}$$

$$m_{N_2} = 20.16 \left( \frac{\text{kg } N_2}{\text{kg}_c} \right) * 1.30 \left( \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = 26.208 \frac{\text{kg } N_2}{\text{h}}$$

$$m_{O_2-ll} = 2.64 \left( \frac{\text{kg } O_2-ll}{\text{kg}_c} \right) * 1.30 \left( \frac{\text{kg}}{\text{h}} \right) = 3.432 \frac{\text{kg } O_2-ll}{\text{h}}$$

Entonces, el flujo mensual de gases de invernadero, como CO2 que se dejarán de emitir a la atmósfera, por reemplazar la motobomba con motor Diesel, es de 3.432 kg/h = 2265.12 kg CO2/mes

#### IV. DISCUSIÓN

##### a. Reconversión de motor diésel por motor eléctrico en la Empresa Promatin S-A.

Según los señores German Edo. Castellanos Castellanos y Mario Alejandro Morales Oñate, 2012; en su tesis Reconversión de un motor diésel por motor eléctrico en la Empresa Promatin S.A.

El constante crecimiento Industrial, afecta directamente al calentamiento global y por el contrario, lo convierten en un factor fundamental, de lo anterior, lleva a este sector productivo a la necesidad de buscar y analizar ofertas tecnológicas más limpias, que permitan reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>, crecimiento de la eficiencia productiva y energética, obtener beneficios económicos y mejorar las condiciones sociales y de seguridad de sus trabajadores.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; partiendo de los parámetros de operación y datos de placa del MCI determinan la potencia de la bomba centrífuga y la del motor eléctrico, resultando ser del tipo trifásico, de 460 V y potencia nominal igual a 7.5 kw*

#### **b. Sistemas de Energía Eléctrica en Media y Baja Tensión**

Juan Sebastián Martín (SEBASTIAN, 2007), con su tesis ‘Sistemas de Energía Eléctrica en MT y BT’, en donde detalla seis proyectos realizados con el objetivo principal es de proveer soluciones a problemas de suministro de energía a efectos a la red de media y baja tensión. Presenta criterios de diseño para regular el funcionamiento en la red de distribución según el código nacional de electricidad. destacando en todos los casos la importancia de brindar una adecuada seguridad a personas y equipos en el diseño de los proyectos eléctricos.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; detallan el dimensionamiento de los componentes de un sistema eléctrico de potencia nominal igual a 15 KVA, que recibe tensión en MT: 10 kv, lo transforma a 460 V, considerando dispositivo de protección del tipo de interruptor automático en caja moldeada y de interruptor diferencial, para proteger personas y equipos*

**c. Estandarización de Tableros de Protecciones Control y Medición Para Subestaciones Eléctricas de Acuerdo a Especificación CFE V6700-62, Mediante Equipos Marca Sel.**

Víctor Morales Solís, realiza un estudio sobre Sistemas de protección la cual tienen que ser más complejos, rápidos y adaptables.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; detallan el dimensionamiento de los componentes de protección en MT de dispositivos de protección, del tipo Cut Out, de 10 A, para un sistema eléctrico de potencia nominal de 15 KVA, que recibe tensión en MT: 10 kv, lo transforma a 460 V, y en BT dimensiona y selecciona dispositivos de protección como lo es el interruptor automático en caja moldeada y el interruptor diferencial, para proteger personas y equipos, de acuerdo a normas eléctricas.*

**NACIONAL**

**d. Optimización del Sistema de Bombeo de Agua Subterránea, para Satisfacer su Demanda Volumétrica, en Volcán Compañía Minera S.A.A.-Unidad Chungar (FRANCO J. , 2015)**

La metodología aplicada fue la de analizar el funcionamiento del actual sistema de bombeo, y así proponer una optimización del sistema de bombeo de agua, con la finalidad de satisfacer sus demandas en la Unidad de Chungar.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; analizan el sistema de bombeo de riego auxiliar en el sector de Quebrada Seca, de Bgua Grande, Amazonas – Perú, y proponen una optimización, fijado en el costo de bombeo, para hacerlo sostenible, en ese sentido se dimensiona y selecciona un sistema fotovoltaico, de 30 kw. Utilizando el método de A-h, determinando en modo positivo su viabilidad técnico económica*

**e. Desarrollo y Propuesta de Implementación Práctica de un Sistema de Control Avanzado de un Motor de Combustión Interna Nissan GA-15.**

(MAS, 2017) Según su Tesis de Maestrea el Ing° Ronald Mas Bautista denominado Desarrollo y Propuesta de Implementación Práctica de un Sistema de Control Avanzado de un Motor de Combustión Interna Nissan GA-15.

Los motores de combustión interna (MCI) son los mayores agentes de emitir gases de efecto invernadero, muy negativo a nuestra naturaleza, por lo que en la actualidad resulta necesario lograr mejorar la eficiencia mediante la reducción del consumo de combustible en este tipo de equipos.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; determinan que el motor de combustión a Diesel que acciona la bomba centrífuga de 100 m<sup>3</sup>/h de capacidad en Sector Quebrada Seca de Bagua Grande, Amazonas, tienen un impacto negativo eon el medio ambiente, pues emiten a la atmósfera 4.05 kg/h CO<sub>2</sub>, como resultado de la combustión de 1.3 kg/h de biodiesel en el motor de combustión interna, para el accionamiento de la bomba de riego. En este caso, se justifica desde el punto de vista medio ambiental, el reemplazo de la motobomba actual, por una electrobomba alimentada con EE de una fuente de energía renovable*

**f. Diseño de un Sistema de Arranque Electrónico para la puesta en marcha de Motores Síncronos (SEDANO, 2016)**

En el Perú en los últimos tiempos está implementándose en la industrialización, por lo que requiere maquinas eléctricas.

La tesis que indica Sedano el objetivo estudiar, diseñar y simular los circuitos de un motor sincrónico, así como su alimentación con análisis completo.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; determinan que se debe utilizar una electrobomba de 7.5 kw de potencia, para lo cual el diseño del sistema de arranque será del tipo de arranque directo, por ser de baja potencia, contará con un interruptor termomagnético del tipo trifásico, de tres bornes, de 15 A, un guardamotor trifásico, siempre de 15 A y un interruptor diferencial, de 15 A, 30 ms, además de pulsador de arranque y pulsador de parada, con contactor electromagnético, de 15 A.*

**g. Martin Sánchez Barboza, en su tesis: “DISEÑO DE UN SUMINISTRO ELECTRICO CON ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE EQUIPOS DE BOMBEO AGRICOLA DEL ESTABLO GESA -LAMBAYEQUE, 2016**

UCV - FACULTAD DE INGENIERÍA - ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA ELÉCTRICA

Concluye:

- 1.- En nuestro medio que nos rodea existen otros tipos de energía eléctrica que se puede aprovechar para un sistema de bombeo, en donde se logran diseñar un sistema de bombeo fotovoltaico para el establo GESA
2. La demanda de agua del Establo GESA es de 290 L/h de agua, para uso productivo agrícola, más de 5% de reserva. Siendo el diseño de estudio para bombear 1000.50 litros de H<sub>2</sub>O diarios.

*Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; determinan que se debe adquirir los componentes del sistema fotovoltaico, de 30 kw, de China, para reducir el monto de inversión, aprovechando la cantidad, 61 módulos fotovoltaicos, de 500 w, 24 V, monocristalinos, tres controladores solares de 3000 w cada uno, cinco grupos de baterías, de 24 V y 600 A-h cada uno e inversores de 3000 w, 24 Vcc/220 V AC*

*El requerimiento de agua es de 92 m<sup>3</sup>/h, se toma una capacidad de 100 m<sup>3</sup>/h, para el nuevo sistema*

**h. William José Lorenzo Prada Araujo, en su tesis: “PROPUESTA DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA BOMBLEAR AGUA SUBTERRÁNEA EN VIVIENDA UBICADA EN EL CASERIO LA LAGUNA-DISTRITO DE MORROPE”**

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Chiclayo, Perú – 2016

Concluye:

- ) La radiación solar se solicitó a la Base Meteorológica de Chiclayo, donde nos da como mes crítico es en mayo, radiación promedio de 4.66 Kw.h/ día, teniendo una demanda de agua de 750L por día, cabe recalcar que no se contara con radiación por tres días.
- ) La Bomba sumergible solar SHURFLO-9300 de corriente continua. Con una potencia de 65 w, caudal de 432 L/h, altura de bombeo 12.2 metros.
- ) El sistema fotovoltaico cuenta con un PANEL SOLAR DE LA MARCA SOLARLAND, MODELO SLP120S-12U, el cual tiene una potencia de 120W.
- ) El costo del Sistema Fotovoltaico será de S/. 4,476.90, si consideramos los ingresos de una casa normal por el consumo de agua domiciliaria y de energía esta tiene anualmente un gasto de S/. 296.84.
- ) *Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio en el presente estudio; concluyen:*
  - La radiación solar promedio en Bagua grande es de 1200 w/m<sup>2</sup>*
  - La demanda actual de agua es de mínimo 100 m<sup>3</sup>/h*
  - El sistema fotovoltaico, tendrá una capacidad de 30 kw*
  - El costo del sistema fotovoltaico, alcanza el valor de 116,000 soles, con retorno de 3 años, VAN igual a 67, TIR igual a 15%*

## V. CONCLUSIÓN

### 5.1 Parámetros de operación de la motobomba con el uso de petróleo Diesel

Del análisis realizado resultan los siguientes parámetros operativos:

- ) La motobomba consume 0.36 Galones/h de biodiesel, equivalente a 1.36 kg/h
- ) El motor de combustión interna que acciona la bomba centrífuga opera con rendimiento térmico de 35%.
- ) El Poder Calorífico del BioDiesel que se quema en el motor térmico es de 140,000 kJ/galón.
- ) La potencia en eje del motor térmico resulta ser de 4.1 kw
- ) La bomba opera con los siguientes parámetros en tubería:
  - Pérdida de presión en tubería: 4.5 metros columna de agua = 0.45 bar
  - Diámetro interior: 0.1487 m
  - Densidad del agua fría: 995 kg/m<sup>3</sup>
  - Longitud equivalente de la tubería: 315 m
  - Velocidad del agua en tubería: 1.55 m/s

### 5.2 Dimensionar la potencia de electrobombas y la demanda de energía para la alimentación de electrobombas.

- ) La bomba centrífuga tiene una capacidad de 97.92 m<sup>3</sup>/h de agua
- ) El rendimiento volumétrico de la bomba es de 76 %
- ) La altura total de bombeo de la bomba es de 13.5 metros columna de agua

Con estos datos, resulta que la potencia en el eje de la bomba centrífuga es de 4.71 kw

#### Motor eléctrico accionamiento de bomba centrífuga:

- Potencia nominal: 7.5 kw
- Tensión: 460 V
- Frecuencia: 60 Hz
- Tipo: trifásico

### 5.3 Realizar el análisis comparativo de energía fotovoltaica y eléctrica en BT para el accionamiento de la electrobomba.

Se hizo el análisis comparativo de las características técnicas entre ambos, resultando:

Tabla N° 20 Análisis Cuadro Comparativo

ANÁLISIS COMPRATIVO ENTRE ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA RED NACIONAL Y LA FOTOVOLTAICA				
			EE DE RED NACIONAL	EE FOTOVOLTAICA
1	Potencia	kw	12.90	30
2	Tensión de cargas	V	460	460
3	Características del transformador	KVA	15	30
		U1/U2	10/0.46 Kv	380/460 V
4	Capacidad de electrobomba	m3/h	100	100
5	Inversión	Soles	213,569.00	116,235.62
6	Costo operación	soles/año	814.275	0
7	Vida útil	Años	20	20

Fuente : Propia

Se concluye que ambas variantes son viables, desde el punto de vista técnico y tecnológico, son tecnologías maduras. Se concluye que el sistema fotovoltaico tiene la ventaja de no pagar por consumo de EE

### 5.4 Realizar el análisis del impacto medio ambiental

Para el consumo actual de combustible, del orden de 1.30 kg/h, se tienen los siguientes flujos máxicos horarios; que se emiten al medio ambiente

$$m_{CO_2} = 3.106 \left( \frac{kg CO_2}{kg_c} \right) * 1.30 \left( \frac{kg}{h} \right) = 4.0378 \frac{kg CO_2}{h}$$

$$m_H = 1.376 \left( \frac{kg H_2O}{kg_c} \right) * 1.30 \left( \frac{kg}{h} \right) = 1.78 \frac{kg H_2O}{h}$$

$$m_{N_2} = 20.16 \left( \frac{kg N_2}{kg_c} \right) * 1.30 \left( \frac{kg}{h} \right) = 26.208 \frac{kg N_2}{h}$$

$$m_{O_2-II} = 2.64 \left( \frac{kg O_2-II}{kg_c} \right) * 1.30 \left( \frac{kg}{h} \right) = 3.432 \frac{kg O_2-II}{h}$$

Entonces, el flujo mensual de gases de invernadero, como CO2 que se dejarán de emitir a la atmósfera, por reemplazar la motobomba con motor Diesel, es de 3.432 kg/h = 2265.12 kg CO2/mes

Se concluye que el impacto medio ambiental por reemplazar la motobomba accionada por un motor de combustión interna es positiva

### **5.5 Realizar el análisis económico financiero del estudio**

El análisis económico financiero se realizó en ambas variantes, en un período de vida útil del sistema de 20 años:

#### **Variante 1: Suministro de Energía eléctrica de la Red Nacional Eléctrica**

- ) Presupuesto en activos, insumos, mano de obra: 213,569.26 soles
- ) Beneficio bruto: 23,897.28 soles/me
- ) Costo operativo (Pago por consumo de EE): 6514.20 soles/año
- ) Beneficio neto: 17,383 soles/año

#### **En el análisis financiero:**

Tasa de interés: 12.5 % anual

VAN: -206.762 soles

TIR: -1%

Período de retorno de la inversión: 11.49 años

#### **Variante 2: Suministro de Energía eléctrica desde de un Sistema Fotovoltaico de 30 kw**

- ) Presupuesto en activos, insumos, mano de obra: 116,235.62 soles
- ) Beneficio bruto: 25,010 soles/año
- ) Costo operativo (Pago por consumo de EE): 0 soles/año
- ) Beneficio neto: 25,010 soles/año

#### **En el análisis financiero:**

Tasa de interés: 12.5 % anual

VAN: 67 soles

TIR: 13 %

Período de retorno de la inversión: 2.96 años

Se concluye que es más conveniente invertir en la instalación de un sistema fotovoltaico, de 30 kw, adquiriendo los componentes en China, para beneficiarse del descuento del 35 % en promedio, por adquirir más de 10 equipos por tipo, de otro modo se hace inviable el proyecto.

## VI. RECOMENDACIONES

- J Implementar el sistema fotovoltaico, pues demanda menos inversión, si se importa directamente del fabricante; tiene un buen tiempo de vida útil, 20 años, demanda poco mantenimiento, labores básicas de limpieza, no demanda costo operacional adicional al que se tiene con motobomba, y el período de retorno de la inversión es menor que en la variante eléctrica de electrificación de la Red Nacional Peruana.
- J Realizar capacitaciones adecuadas en sistemas fotovoltaicos al personal de operación e implementar formatos de registro de datos que permitan determinar capacidades reales y rendimientos, que posibiliten tomar medidas para sostener los resultados
- J Verificar que los dispositivos de protección funcionen adecuadamente, tanto el de puesta a tierra como el correspondiente a la intensidad de cortocircuito
- J Verificar que el ángulo de inclinación es el correcto, para obtener los mejores resultados, en cuanto a captar la radiación solar y la energía eléctrica generada
- J Validar los resultados esperados, en cuanto a capacidad y costo de generación de energía eléctrica.
- J Analizar la posibilidad de adquirir paneles fotovoltaicos, del tipo policristalino, que son más caros, pero más eficientes, en un futuro cercano

## VII. REFERENCIAS

ABC. (2017). Motor Electrico. Obtenido de [www.definicionabc.com/motor/motor-electrico.php](http://www.definicionabc.com/motor/motor-electrico.php)

Abriega, R. (2017). ELECTRICIDAD Y ELECTRONICA INDUSTRIAL. SALTILLO, COAHUILLA.

Andina. (s.f.). Perú: producción de energía eléctrica crecerá 2.5% en el 2018. <http://andina.pe/agencia/noticia-peru-produccion-energia-electrica-crecera-25-el-2018-706212.aspx>

Aquino, E. B. (2015). Electrificación de un condominio residencial. Mexico.

CENTElsa. (s.f.). CABLES PARA BAJA TENSIÓN. Obtenido de <http://www.centelsa.com/cables-para-baja-tension/>

CEPER. (2018). Obtenido de <http://www.ceper.com.pe/pdf/102/cables-media-tensionn.PDF>

Cornejo, L. (julio de 2014). IMPORTANCIA DE LOS HIDROCARBUROS. Recuperado el 17 de mayo de 2018, de [www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n2/m11.html](http://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n2/m11.html)

DIESEL, M. (s.f.). MOTOR DIESEL. Obtenido de [sites.google.com/site/motordiesel1280/home](http://sites.google.com/site/motordiesel1280/home)

Economía, A. (23 de 9 de 2017). Perú consume solo la mitad de la energía que producen todas sus centrales eléctricas. [www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-consume-solo-la-mitad-de-la-energia-que-producen-todas-sus-centrales](http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/peru-consume-solo-la-mitad-de-la-energia-que-producen-todas-sus-centrales)

Electricidad, E. (13 de 05 de 2010). <https://electricidad-viatger.blogspot.com/2010/05/postes-de-alta-y-baja-tension-1.html>

FRANCO, S. (2015). TESIS OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO . Obtenido de [repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3626/Franco%20Sullca.pdf](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3626/Franco%20Sullca.pdf)

Gonzales, L. (s.f.). SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. Recuperado el 19 de 05 de 2018, de [www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=1159&edi=50&xit...a-tierra...electricas](http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=1159&edi=50&xit...a-tierra...electricas)

JhorDy, G. (s.f.). Cómo se Obtiene la Energía Eléctrica. <https://es.scribd.com/doc/105413658/Como-se-Obtiene-la-Energia-Elctrica-en-el-Peru>

Luis, A. <https://www.forbes.com.mx/por-que-es-importante-un-sistema-de-gestion-de-energia/>

- MAS, R. (2017). Motores de combustión interna--Contaminación. Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/9784>
- MORALES, MARIO.GERMA EDO CASTELLANOS CASTELLANOS. (2012). RECONVERSIÓN TECNOLÓGICA DE UN MOTOR DIESEL POR MOTOR ELÉCTRICO EN LA EMPRESA PROMATIN S.A. MEDELLIN. Obtenido de [repository.udem.edu.co/.../Reconversión%20tecnológica%20de%20un%20motor%20](http://repository.udem.edu.co/.../Reconversión%20tecnológica%20de%20un%20motor%20)
- MORALES, V. (2008). Recuperado el 06 de 2018, de Estandarizacion de tableros de protecciones control y mdicion para subestaciones electricas de acuerdo a la especificacion CFEV6-62 [https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/568610/DocsTec\\_6386.pdf?sequence=1](https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/568610/DocsTec_6386.pdf?sequence=1)
- MORALES, V. (2008). ESTANDARIZACION DE TABLEROS DE PROTECCIONES CONTROL Y MEDICION. [https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/568610/DocsTec\\_6386.pdf?sequence=1](https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/568610/DocsTec_6386.pdf?sequence=1)
- MUNDIAL, A. E. (2017). INFORME SOBRE EL INDICE DE RENDIMIENTO DE LA ARQUITECTURA ENERERTICAMUNDIAL.
- Nacion, L. (2018). El sueño Electrico de un mundo sin Petroleo. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/2119795-el-sueno-electrico-de-un-mundo-sin-petroleo>
- Narvaez, Y. (2012). DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUICION DE MDIA Y BAJA TENSION PARA LA NOMALIZACION DEL BARIO DE PIÑONCITO DE CAMPO D E. BARRANQUILLA.
- País, E. (14 de 11 de 2017). El mundo consumirá un 30% más de energía en 2040. [https://elpais.com/economia/2017/11/14/actualidad/1510661591\\_352717.html](https://elpais.com/economia/2017/11/14/actualidad/1510661591_352717.html)
- Pais, E. (10 de mayo de 2018). [https://elpais.com/economia/2018/05/10/actualidad/1525964076\\_530918.html?rel=lom](https://elpais.com/economia/2018/05/10/actualidad/1525964076_530918.html?rel=lom).
- TENSIÓN, F. H. (s.f.). [www.janelec.com/marcas/SIBA/Catalogo%20HHD%20Espanol.pdf](http://www.janelec.com/marcas/SIBA/Catalogo%20HHD%20Espanol.pdf)

ANEXOS

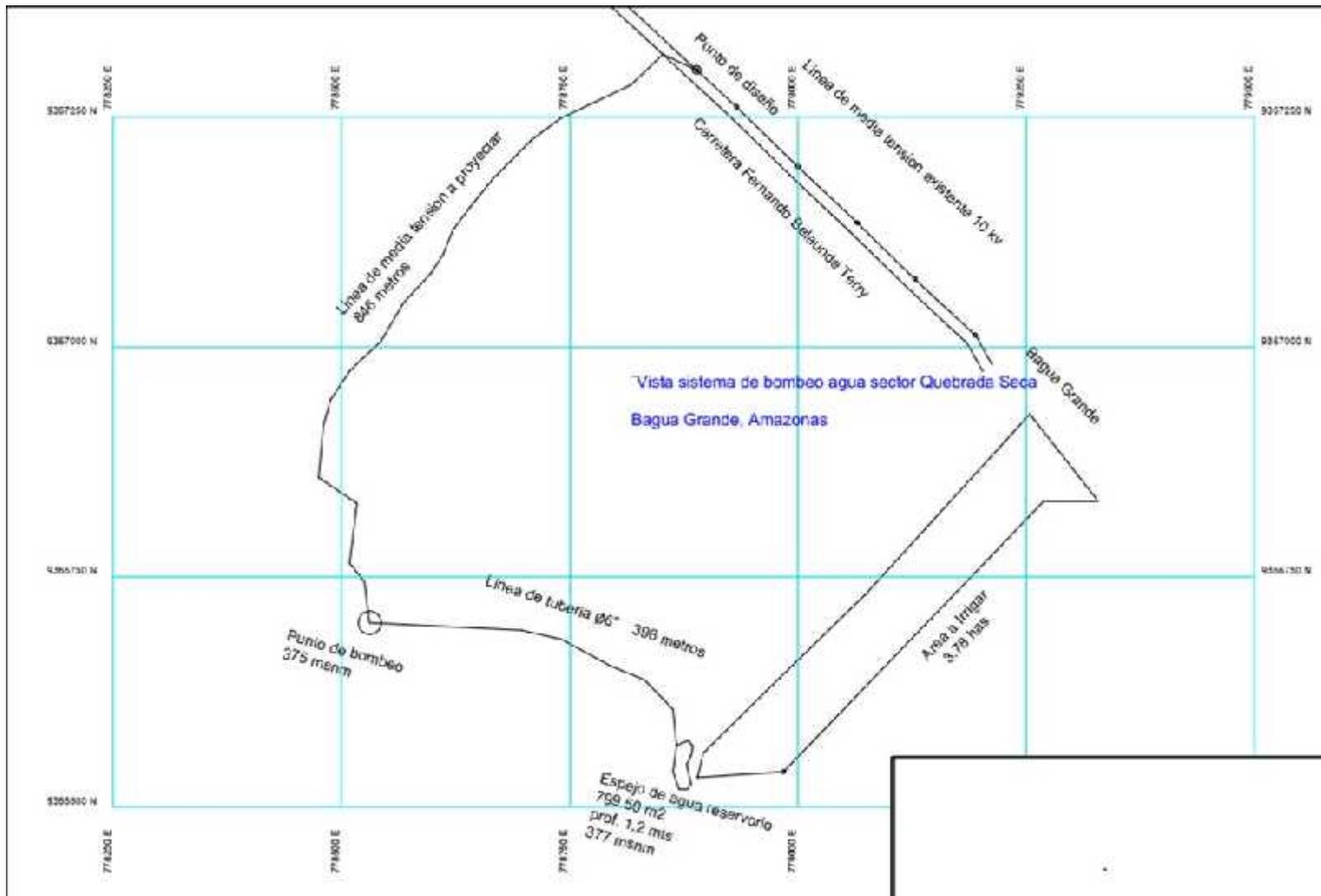




Motores trifásicos WEG, 460 V, 60 Hz, de alta eficiencia

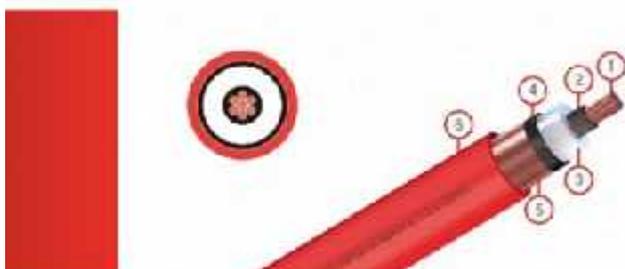
Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (Nm)	Corriente con rotor trabado I/I <sub>n</sub>		Par de arranque Ta/Tn	Par máximo Tm/Tn	Inercia J (kgm <sup>2</sup> )	Tiempo máx. con rotor trabado (s)		Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	460 V						Corriente nominal In (A)
				Letra	Ia/I <sub>n</sub>				Caliente	Frio				% de la potencia nominal			Corriente nominal In (A)			
														Rendimiento		Factor de potencia				
HP	kW												50	75	100	50	75	100		
IV polos																				
1	0,75	143/5T	3,99	L	8,4	3,2	3,5	0,0049	18	40	18,5	51,0	1750	80,0	84,0	85,5	0,55	0,68	0,75	1,47
1,5	1,1	143/5T	6,00	L	8,4	2,5	3,4	0,0060	14	31	22,0	51,0	1755	82,5	85,5	86,5	0,60	0,70	0,79	2,02
2	1,5	143/5T	8,03	K	8,0	2,7	3,2	0,0066	11	24	23,0	51,0	1750	85,5	86,5	86,5	0,57	0,70	0,79	2,76
3	2,2	182/4T	12,0	K	8,1	2,3	3,4	0,0143	23	51	41,0	56,0	1750	87,5	88,5	89,5	0,61	0,73	0,79	3,91
5	3,7	182/4T	20,0	J	7,5	2,3	3,2	0,0169	15	33	43,0	56,0	1755	88,5	89,5	89,5	0,62	0,74	0,80	6,45
7,5	5,5	213/5T	29,9	H	7,1	2,2	3,1	0,0566	20	44	70,0	58,0	1765	89,5	91,0	91,7	0,66	0,76	0,82	9,18
10	7,5	213/5T	39,8	H	6,4	2,0	3,0	0,0637	17	37	78,0	58,0	1765	91,0	91,7	91,7	0,66	0,77	0,83	12,4
15	11	254/5T	59,7	G	6,4	2,3	2,7	0,1104	17	37	114	64,0	1765	91,0	91,7	92,4	0,68	0,78	0,83	18,0
20	15	254/5T	79,6	H	6,9	2,3	2,7	0,1305	15	33	132	64,0	1765	91,7	92,4	93,0	0,68	0,79	0,84	24,1
25	18,5	284/5T	99,5	G	6,2	2,4	2,7	0,2153	24	53	176	64,0	1765	92,4	93,0	93,6	0,70	0,80	0,84	29,5
30	22	284/5T	119	G	6,1	2,4	2,4	0,2467	20	44	198	64,0	1765	93,0	93,0	93,6	0,70	0,80	0,84	35,1
40	30	324/5T	158	G	6,1	2,2	2,4	0,3861	20	44	223	66,0	1775	93,6	94,1	94,1	0,72	0,80	0,85	47,1
50	37	324/5T	198	G	6,2	2,3	2,7	0,3861	15	33	243	66,0	1775	93,0	94,1	94,5	0,66	0,77	0,83	59,2
60	45	364/5T	237	G	6,6	2,4	2,6	0,9448	15	33	394	67,0	1775	94,1	94,5	95,0	0,75	0,83	0,87	68,3
75	55	364/5T	297	G	6,4	2,4	2,6	0,9798	14	31	417	67,0	1775	94,5	95,0	95,4	0,73	0,82	0,86	84,1
100	75	404/5T	396	H	7,3	2,4	2,6	1,26	13	29	517	68,0	1775	95,0	95,0	95,4	0,77	0,84	0,88	111
125	90	444/5T	493	G	6,5	2,0	2,3	2,41	27	59	721	73,0	1780	95,0	95,4	95,4	0,74	0,82	0,85	139
150	110	444/5T	592	G	6,6	2,0	2,5	2,81	27	59	760	73,0	1780	95,4	95,8	95,8	0,74	0,82	0,85	170
200	150	445/7T	787	G	6,8	2,3	2,5	3,21	16	35	950	73,0	1785	95,8	96,2	96,2	0,73	0,82	0,85	230
250	185	447/9T	987	G	6,5	2,3	2,4	3,77	15	33	943	75,0	1790	95,8	96,2	96,2	0,75	0,83	0,86	281
300	220	447/9T	1184	G	6,5	2,3	2,3	3,77	16	35	1080	75,0	1790	95,8	96,2	96,2	0,77	0,84	0,87	330
350	260	447/9T	1381	G	6,4	2,5	2,4	4,98	14	31	1213	75,0	1780	95,8	96,2	96,2	0,77	0,84	0,86	394
400	300	586/7T	1570	G	6,3	2,0	2,2	7,55	19	42	1567	78,0	1790	95,8	96,2	96,2	0,78	0,85	0,86	455
450	330	586/7T	1766	G	6,4	2,2	2,1	8,99	16	35	1651	78,0	1790	95,8	96,2	96,2	0,78	0,83	0,85	507
500	370	586/7T	1962	G	6,5	2,2	2,3	10,8	16	35	1774	78,0	1790	95,8	96,2	96,2	0,80	0,85	0,87	555
550	400	586/7T	2158	G	7,1	2,2	2,5	9,92	16	35	1966	78,0	1790	96,2	96,4	96,5	0,74	0,82	0,86	605
600	440	586/7T	2354	G	7,1	2,3	2,5	9,92	16	35	1966	78,0	1790	96,2	96,4	96,5	0,74	0,82	0,86	665
650	480	588/9T	2551	H	7,4	2,5	2,7	12,7	22	48	1993	81,0	1790	96,0	96,5	96,6	0,71	0,81	0,85	734
700	515,2	588/9T	2747	G	6,5	2,5	2,2	14,1	23	51	2079	81,0	1790	96,2	96,5	96,6	0,76	0,81	0,85	788
750	550	588/9T	2943	G	7,0	2,4	2,5	14,6	29	64	2246	81,0	1790	96,3	96,6	96,7	0,70	0,80	0,85	840

Plano vista sistema de bombeo agua sector de Quebrada Seca, Bagua Grande: Amazonas



## N2XSY 8,7/15 (17,5) KV

Adecuados para instalaciones tanto horizontales como verticales, sujetas o no a vibraciones, en ambientes secos o húmedos, para tendidos subterráneos.



### Descripción cable:

1. Conductor de cobre
2. Semiconductor interno
3. Aislamiento
4. Semiconductor externo
5. Pantalla
6. Cubierta

### 1. DESCRIPCIÓN:

1. Conductor de Cobre electrofítico temple suave cableado redondo compactado, clase 2 según norma IEC 60228.
2. Pantalla semiconductor extruida sobre el conductor.
3. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
4. Pantalla semiconductor rotulada "SEMICONDUCTOR" y extruida sobre el aislamiento.
5. Pantalla metálica: Hilos y/o cinta de cobre, puede incluir una cinta semiconductor higroscópica sobre y debajo esta pantalla metálica para bloquear ingreso longitudinal de agua, según requerimientos.
6. Cubierta exterior de cloruro de polivinilo (PVC ST2) color rojo.

### 2. APLICACIONES:

Adecuados para instalaciones tanto horizontales como verticales, sujetas o no a vibraciones, en ambientes secos o húmedos, para tendidos subterráneos.

### 3. TENSIÓN DE DESIGNACIÓN:

$U_0/U = 8,7/15$  KV.

### 4. TEMPERATURA MÁXIMA EN EL CONDUCTOR:

En operación normal	: 90° C
En condiciones de emergencia	: 130° C
En condiciones de cortocircuito	: 250° C

### 5. NORMA DE FABRICACIÓN:

NTP-IEC 60502-2

### 6. MÁXIMA TENSIÓN DEL SISTEMA:

$U_m = 17,5$  Kv (categorías A o B según norma NTP-IEC 60502-2)



Energía Media Tensión

## 7. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES:

Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	Número de Hilos por Conductor	Espesor Nominal (mm)		Diámetro Sobre Aislante (mm)	Diámetro Exterior Nominal (mm)	Peso Total Aproximado (kg/km)
		Aislante	Cubierta			
25	7	4,5	1,8	17,0	25,0	726
35	7	4,5	1,8	18,0	26,0	839
50	19	4,5	1,8	19,0	27,0	980
70	19	4,5	1,8	20,5	29,0	1204
95	19	4,5	1,8	22,5	31,0	1485
120	37	4,5	1,9	24,0	32,0	1744
150	37	4,5	1,9	25,5	34,0	2033
185	37	4,5	2,0	27,0	36,0	2419
240	61	4,5	2,1	29,5	38,0	3009
300	61	4,5	2,1	31,5	40,0	3604
400	61	4,5	2,2	34,5	43,0	4427
500	61	4,5	2,3	37,5	47,0	5514

Valores nominales sujetos a tolerancias normales de manufactura.

## 8. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

Sección Nominal (mm <sup>2</sup> )	Resistencia Conductor (Ohm/km)		Capacidad Nominal $\mu$ F/km	Reactancia Inductiva Ohm/km a 60 Hz	Capacidad de Corriente (Amp)	
	a 20°C c.c.	a 90°C c.a.			Aire Libre 30°C	Enterrado Temp=25°C 0,9K-m/W
25	0,727	0,927	0,171	0,243	196	167
35	0,524	0,668	0,187	0,233	239	200
50	0,387	0,494	0,205	0,224	288	237
70	0,268	0,342	0,231	0,216	358	289
95	0,193	0,247	0,259	0,209	436	346
120	0,153	0,196	0,280	0,204	501	393
150	0,124	0,159	0,303	0,200	570	440
185	0,0991	0,128	0,330	0,198	655	498
240	0,0754	0,098	0,367	0,193	770	576
300	0,0601	0,079	0,401	0,189	880	649
400	0,0470	0,062	0,442	0,184	1020	739
500	0,0366	0,050	0,491	0,181	1167	834

Capacidad de corriente para 3 cables instalados con separación de un diámetro y en un solo plano. Profundidad de instalación enterrada: 80 cm.

CAPACIDAD DE CORRIENTE PARA CONDUCTORES TRIFASICOS										
CALIBRE		Temperatura ambiente: 30 °C aire libre y 25 °C enterrado TW, THW Y NNY Unipolar - 3 conductores por tubo								
Escala métrica	Escala americana	TW Tensión 660V Temp. Max. 60 °C		THW Tensión 750V, Temp. Max. 75 °C		NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 80 °C			NYY - NYSY Tensión 0,6/1KV Temp. Max. 90 °C	
		Tubo	Aire	Tubo	Aire	Tubo	Aire	Enterrado	Aire	Enterrado
1.5		10	16	12	18	23	27	31	31	41
2.08	14	15	20	15	22					
2.5		18	22	20	25	35	38	45	41	54
3.31	12	20	25	20	28					
4		25	32	27	37	44	50	58	55	70
5.26	10	30	40	30	45					
6		35	45	38	52	56	66	76	69	87
8.37	8	40	55	45	65					
10		46	67	50	78	83	91	99	94	117
13.3	6	55	80	65	90					
16		62	90	75	105	110	125	125	125	151
21.15	4	70	105	85	120					
25		80	120	95	140	143	165	160	168	193
33.62	2	95	140	115	160					
35		100	150	120	175	176	200	195	206	231
42.41	1	110	165	125	195					
50		125	185	145	220	217	245	230	251	271
53.51	1/0	125	195	150	230					
67.44	2/0	145	225	175	265					
70		150	230	180	270	255	295	285	317	331
85.02	3/0	165	260	200	310					
95		180	275	215	330	305	355	335	393	395
107.2	4/0	195	300	230	360					
120		210	320	245	380	345	405	380	455	448
126.7	250	215	340	255	400					
150		240	375	285	445	395	465	430	523	500
152	300	240	375	285	445					
177.4	350	260	420	310	505					
185		275	430	320	515	440	530	485	604	562
202.7	400	280	455	335	545					
240		320	500	375	595	505	620	560	722	649

Propiedades físicas gases de combustión a p = 101325 Pa, composición volúmica: CO2 =13% ; H2O=11% ; N2 = 76%									
t[°C]	T (K)	[Kg/m <sup>3</sup> ]	Cp [KJ/Kg*K]	h(kJ/kg)	k*10 <sup>2</sup> [W/m*K]	a*10 <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> /h]	μ*10 <sup>6</sup> [N*s/m <sup>2</sup> ]	v *10 <sup>6</sup> [m <sup>2</sup> /s]	Pr
0	273.15	1.30	1.05	0.00	2.28	6.08	15.78	12.20	0.72
78	351.15	1.03	1.06	83.27	2.94	10.00	19.38	19.49	0.70
100	373.15	0.95	1.07	106.76	3.13	11.10	20.39	21.54	0.69
160	433.15	0.83	1.09	174.33	3.66	15.00	22.86	28.30	0.68
200	473.15	0.75	1.10	219.38	4.01	17.60	24.50	32.80	0.67
250	523.15	0.68	1.11	278.01	4.43	21.38	26.36	39.31	0.66
300	573.15	0.62	1.12	336.63	4.84	25.16	28.23	45.81	0.650
350	623.15	0.57	1.14	398.60	5.27	30.10	29.96	53.10	0.65
400	673.15	0.53	1.15	460.56	5.70	35.04	31.69	60.38	0.640
415	688.15	0.51	1.16	480.34	5.83	36.33	33.51	62.77	0.64
500	773.15	0.46	1.18	592.45	6.56	43.61	43.85	76.30	0.63
515	788.15	0.45	1.19	612.86	6.69	45.22	42.96	78.90	0.63
600	873.15	0.41	1.21	728.52	7.42	54.32	37.87	93.61	0.62
620	893.15	0.40	1.22	756.32	7.59	56.69	38.43	97.31	0.62
700	973.15	0.36	1.24	867.51	8.27	66.17	40.69	112.10	0.61
735	1008.15	0.35	1.25	917.91	8.58	70.69	41.63	119.00	0.61
800	1073.15	0.33	1.26	1011.52	9.15	79.09	43.38	131.80	0.60
822	1095.15	0.32	1.27	1044.31	9.34	82.12	43.94	136.35	0.60
900	1173.15	0.30	1.29	1160.55	10.01	92.87	45.91	152.50	0.59
943	1216.15	0.29	1.30	1223.22	10.39	99.90	46.97	161.87	0.59
1000	1273.15	0.28	1.31	1306.30	10.90	109.21	48.36	174.30	0.58
1085	1358.15	0.26	1.32	1432.95	11.62	122.10	50.36	193.68	0.57
1100	1373.15	0.26	1.32	1455.30	11.75	124.37	50.71	197.10	0.57
1165	1438.15	0.25	1.33	1554.40	12.31	135.36	52.19	212.64	0.56
1200	1473.15	0.24	1.34	1607.76	12.62	141.27	52.99	221.00	0.56
1273	1546.15	0.23	1.35	1723.22	13.33	154.97	54.85	240.38	0.55
1300	1573.15	0.22	1.36	1765.92	13.59	160.04	55.54	247.55	0.55
1350	1623.15	0.21	1.37	1846.86	14.07	169.43	56.80	260.83	0.55
1400	1673.15	0.20	1.38	1927.80	14.56	178.82	58.07	274.11	0.54
1422	1695.15	0.20	1.38	1964.23	14.77	182.95	58.63	279.95	0.54
1500	1773.15	0.18	1.40	2093.40	15.53	197.61	60.61	300.67	0.53
1548	1821.15	0.17	1.40	2174.67	15.99	206.73	61.83	313.42	0.53
1600	1873.15	0.16	1.41	2262.72	16.49	216.61	63.15	327.23	0.52
1605	1878.15	0.16	1.42	2271.37	16.54	217.54	63.28	328.56	0.52
1700	1973.15	0.15	1.43	2435.76	17.46	235.19	65.69	353.79	0.51
1728	2001.15	0.14	1.44	2485.25	17.74	240.45	66.40	361.23	0.51
1800	2073.15	0.13	1.45	2612.52	18.43	253.98	68.23	380.36	0.50
1849	2122.15	0.12	1.46	2700.96	18.91	263.19	69.47	393.38	0.50
1900	2173.15	0.11	1.47	2793.00	19.40	272.77	70.77	406.94	0.49
1982	2255.15	0.09	1.49	2944.04	20.17	288.18	72.84	428.74	0.48
2000	2273.15	0.09	1.49	2977.20	20.34	291.56	73.30	433.53	0.48

Instrumentos

**Instrumento de evaluación nr.1: Toma de datos volumen de combustible quemado en motor Diesel de Quebrada Seca**

<b>Instrumentos de evaluación nr.1: Proceso Transformación y distribución de EE Planta</b>					
Proceso:	Quebrada Seca, Bagua Grande - Amazonas				
Empresa:	Sistema auxiliar de bombeo Quebrada Seca, Bagua Grande - Amazonas				
Responsable:	Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio				
Item	Variable	UM	Valor	Fecha	Observaciones
Abr-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	31	Abr-16	
May-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	29	May-16	
Jun-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	32	Jun-16	
Jul-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	28.5	Jul-16	
Ago-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	28	Ago-16	
Set-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	29	Set-16	
Oct-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30	Oct-16	
Nov-16	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	31	Nov-16	
Abr-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30.5	Abr-17	
May-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30.2	May-17	
Jun-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30	Jun-17	
Jul-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	31.2	Jul-17	
Ago-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	29.75	Ago-17	
Set-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	29.9	Set-17	
Oct-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	29.5	Oct-17	
Nov-17	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	28.6	Nov-17	
May-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30	May-18	
Jun-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30.5	Jun-18	
Jul-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30	Jul-18	
Ago-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30	Ago-18	
Set-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30.8	Set-18	
Oct-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30.2	Oct-18	
Nov-18	Variable: Volumen de combustible	litros/mes	30.3	Nov-18	
<b>Parámetros estadísticos descriptivos</b>					
Media aritmética	30.00	litros/mes			
Mediana	30	litros/mes			
Moda	30	litros/mes			
Varianza	0.88				
Variación Pearson	0.84				
Desviación estándar	0.94				

**Validación de los instrumentos**

## Matriz de consistencia

ANEXO: MATRIZ DE CONSISTENCIA				
AUTOR: Luna Rodríguez, Wilser Mitchell y Yalta Aguilar, Jorge Eladio			FECHA: 18 / 12 / 18	
ASESOR: RAÚL PAREDES ROSARIO				
TÍTULO: "DISEÑO DE SISTEMA ELÉCTRICO PARA ACCIONAR ELECTROBOMBA DE RIEGO Y REDUCIR COSTO DE BOMBEO EN QUEBRADA SECA, BAGUA GRANDE, AMAZONAS"				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<b>1. Problema General:</b>	<b>1. Objetivo General:</b>	<b>1. Hipótesis General:</b>	<b>V. Independiente:</b>	<p>1. Tipo de Investigación: Es investigación del tipo aplicada, pues hace uso de técnicas y procedimientos de la ingeniería eléctrica para analizar y plantear soluciones a un problema, como es diseñar un sistema eléctrico para accionar una electrobomba de agua para riego auxiliar en Bagua Grande, Amazonas</p> <p>2. Nivel de Investigación Por el alcance de la investigación es descriptiva pues caracteriza un sistema eléctrico e hidráulico</p> <p>3. Método: Se empleará el método deductivo pues se particularizará el estudio a un sistema electrohidráulico, con metodologías generales de diseño de sistemas electrohidráulicos.</p> <p>4. Diseño de la Investigación: El diseño de investigación es no experimental pues no se manipulará variable alguna; es transversal porque el estudio se realizará por única vez en un determinado momento.</p> <p>5. Población: Sistema de bombeo de riego auxiliar del Departamento de Amazonas</p> <p>6. Muestra: Sistema de bombeo auxiliar de riego de Quebrada Seca, Bagua Grande - Amazonas</p> <p>7. Técnicas: Observación del proceso de bombeo agua auxiliar de riego, Análisis documental de consumo de combustible</p> <p>8. Instrumentos: Ficha de registros</p> <p>9. Indicadores: Nivel de tensión (V) Consumo de combustible, litros/mes Tiempo de bombeo, h/mes Consumo eléctrico, kw radiación solar, w/m2</p>
¿En qué medida es viable de modo técnico y económico el diseño e implementación de un sistema eléctrico para accionar una electrobomba de riego y reducir el costo de bombeo en Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas?	Diseñar un sistema eléctrico de accionamiento de electrobomba agua de riego en sector de Quebrada Seca, en reemplazo de motobomba a Diesel, para reducir costos de bombeo.	Es viable de modo técnico y económico el diseño e implementación de un sistema eléctrico para accionar una electrobomba de riego y reducir el costo de bombeo en Quebrada Seca, Bagua Grande, Amazonas	* Sistema eléctrico accionamiento de electrobomba	
<b>2. Problemas Específicos:</b>	<b>2. Objetivos Específicos</b>	<b>2. Hipótesis Específicas (opc)</b>	<b>V. Dependiente:</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar Parámetros de operación de la motobomba con el uso de petróleo Diesel</li> <li>Dimensionar la potencia de electrobombas y la demanda de energía para la alimentación de electrobombas.</li> <li>Realizar el análisis comparativo de energía fotovoltaica y eléctrica en BT para el accionamiento de la electrobomba.</li> <li>Realizar el análisis económico del estudio</li> <li>Realizar el análisis del impacto medio ambiental</li> </ul>		Reducción de costos de bombeo agua  V. Intervinientes:	