



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,
ELECTRÓNICA Y SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA



**“CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA
GLOBAL DE UN SISTEMA DE BOMBEO SOLAR EN EL
LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN DE LA
EPIME UNA-PUNO-2018”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. FRAN BLADIMIR ESCOBAR MAMANI

Bach. CESAR CHOQUE SALINAS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, Julio y Dominga, pilares fundamentales en mi vida, por su amor incondicional, por inculcar en mí, los mejores valores morales y por el gran esfuerzo de velar mi educación en el transcurso de mi vida.

A mi hermano Wilson por compartir su experiencia y darme el aliento incansable y su apoyo absoluto.

A mis seres queridos por su cordialidad y convicción.

Fran Escobar



DEDICATORIA

A dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida y poder cumplir todas mis metas y objetivos.

A mis padres Damián y Sebastiana por su apoyo incondicional e impulsarme a seguir adelante y alcanzar tan anhelada meta.

Cesar Choque



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por darnos la vida y el privilegio de llegar a este momento en nuestras vidas.

A la Universidad Nacional del Altiplano y a La Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por la formación integral, por orientarnos a ser profesionales competentes con identidad cultural y responsabilidad social.

A los docentes, quienes inagotablemente fueron guías y orientadores del proceso de nuestro aprendizaje, a fin de aportar y generar logros en la sociedad.

A nuestro asesor M.Sc. Jose Manuel Ramos Cutipa, por el asesoramiento en el presente trabajo, sugerencias y consejos que nos brindó para que fuese posible la culminación de nuestra tesis.

Finalmente, nuestro agradecimiento a las personas que directa e indirectamente ayudaron a que tan anhelado propósito sea posible.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 14

ABSTRACT..... 15

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 19

1.1.1 Descripción del problema..... 19

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 20

1.2.1 Problema general 20

1.2.2 Problemas específicos 20

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 20

1.3.1 Hipótesis general 20

1.3.2 Hipótesis específicas 20

1.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 21

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 23

1.5.1 Objetivo general 23

1.5.2 Objetivos específicos..... 23

CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO..... 24

2.1.1 El sol..... 24

2.1.2 Radiación solar 24

2.1.3 Unidades de medida 27

2.1.4 Eficiencia de un panel fotovoltaico. 28

2.1.5 Sistema fotovoltaico 29

2.1.6 Radiación incidente en sistemas fotovoltaicos 30



2.1.7	Generadores fotovoltaicos	30
2.1.8	Paneles fotovoltaicos	32
2.1.8.1	Tipos de panel fotovoltaicos.....	32
2.1.8.2	Inclinación y orientación	33
2.1.8.3	Pérdidas por sombreado	35
2.1.8.4	Fuerza del viento	35
2.1.9	Baterías	36
2.1.9.1	Parámetros para caracterizar una batería.....	38
2.1.10	Reguladores de carga	40
2.1.11	Inversores.....	43
2.1.12	Sistema de bombeo de agua.....	45
2.1.13	Bombas	47
2.1.13.1	Tipos de bombas.....	48

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	MATERIALES	53
3.1.1	Panel solar monocristalino	53
3.1.2	Controlador solar de carga de batería	54
3.1.3	Batería.....	55
3.1.4	Analizador de redes	55
3.1.5	Bomba trifásica de ½ hp.....	56
3.1.6	Interruptor termo magnético.....	57
3.1.7	Porta fusible.....	57
3.1.8	Módulo de potencia	58
3.1.9	PLC.....	59
3.1.10	Módulo de expansión.....	60
3.1.11	Inversor	61
3.2	METODOLOGÍA	61
3.3	MATERIALES	62
3.4	ALCANCES DEL PROYECTO	62
3.4.1	Población beneficiada.....	62
3.5	MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	63
3.5.1	Métodos.....	63
3.5.2	Técnicas.....	63



3.5.3	Recopilación de información.....	63
3.5.4	Cálculos justificativos del proyecto.....	63
3.5.4.1	Montaje e instalación de equipos y accesorios.....	63
3.5.4.2	Toma de datos	64
3.5.4.3	Determinación de variables	64

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	RESULTADOS OBTENIDOS	65
4.1.1	Monitoreo de la radiación solar para un día típico	65
4.1.2	Datos tomados por el módulo para un día típico.....	66
4.1.3	Caracterización de la radiación solar por hora	69
4.1.3.1	Primera hora de 6.00 am a 7.00 am.....	69
4.1.3.2	Segunda hora de 7.00 am a 8.00 am.....	70
4.1.3.3	Tercera hora de 8.00 am a 9.00 am.	72
4.1.3.4	Cuarta hora de 9.00 am a 10.00 am.....	73
4.1.3.5	Quinta hora de 10.00 am a 11.00 am.....	74
4.1.3.6	Sexta hora de 11.00 am a 12.00 m.	75
4.1.3.7	Séptima hora de 12.00 m a 13.00 pm.....	76
4.1.3.8	Octava hora de 13.00 pm a 14.00 pm.....	77
4.1.3.9	Novena hora de 14.00 pm a 15.00 pm.....	78
4.1.3.10	Décima hora de 15.00 pm a 16.00 pm.....	79
4.1.3.11	Undécima hora de 16.00 pm a 17.00 pm.....	80
4.1.3.12	Duodécima hora de 17.00 pm a 18.00 pm.....	81
4.1.3.13	Curva de la radiación solar	83
4.1.3.14	Datos tomados por el módulo para los meses desde enero a marzo.....	84
4.1.4	Evaluación de sistemas solares fotovoltaicos en la región puno	85
4.1.4.1	Evaluación y comportamiento de la tensión y corriente generada por los paneles solares en la región de puno	88
4.1.4.2	Evaluación de comportamiento en provincia azángaro.....	88
4.1.4.3	Evaluación de comportamiento en provincia carabaya.....	89
4.1.4.4	Comportamiento en todas las provincias.....	90
4.1.5	Evaluación de eficiencias del sistema solar fotovoltaico.	93
4.1.5.1	Eficiencia para los paneles solares.....	94
4.1.5.2	Eficiencia para el controlador.....	95



4.1.5.3 Eficiencia para el inversor.....	96
4.1.5.4. Eficiencia para el variador de velocidad.	98
4.1.5.5 Eficiencia para la bomba.	98
4.1.5.6. Eficiencia global del sistema de bombeo solar en laboratorio de control y automatización.....	102
V. CONCLUSIONES.....	104
VI. RECOMENDACIONES.....	106
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS.....	108

Tema : Eficiencia Global de un Módulo Fotovoltaico
Área : Conservación Medio Ambiente

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 06 de octubre del 2020



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Posición del sol e irradiación solar	26
Figura 2.2: Sistema fotovoltaico	31
Figura 2.3: Contacto de radiación	34
Figura 2.4: Orientación.....	35
Figura 2.5: Descarga de batería	39
Figura 2.6: Bombas centrífugas de eje horizontal	49
Figura 2.7: Bomba centrífuga vertical.....	49
Figura 2.8: Bomba sumergible	50
Figura 2.9: Rendimiento máximo.....	52
Figura 3.1: Panel fotovoltaico monocristalino	53
Figura 3.2: Controlador solar de carga	54
Figura 3.3: Batería Solite.....	55
Figura 3.4: Analizador de redes.....	56
Figura 3.5: Motor trifásico	56
Figura 3.6: Termomagnético	57
Figura 3.7: Porta fusible	58
Figura 3.8: Módulo de potencia	59
Figura 3.9: PLC controlador lógico controlable.....	60
Figura 3.10: Módulo de señal.....	60
Figura 3.11: Inversor de corriente.	61
Figura 3.12: Esquema del módulo.....	61
Figura 4.1: Software Tia portal V15	65
Figura 4.2: Conexión de módulo con la computadora	66
Figura 4.3: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 6:00 am.....	69
Figura 4.4: Comportamiento de la radiación 6.00 am a 7.00 am	70
Figura 4.5: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 7:00 am.....	71
Figura 4.6: Comportamiento de la radiación 7.00 am a 8.00 am	71
Figura 4.7: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 8:00 am	72
Figura 4.8: Comportamiento de la radiación 8.00 am a 9.00 am	72
Figura 4.9: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 9:00 am.....	73
Figura 4.10: Comportamiento de la radiación 9.00 am a 10.00 am	73
Figura 4.11: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 10:00 am.....	74



Figura 4.12: Comportamiento de la radiación 10.00 am a 11.00 am	74
Figura 4.13: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 11:00 am.....	75
Figura 4.14: Comportamiento de la radiación 11.00 am a 12.00 m	75
Figura 4.15: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 12:00 m	76
Figura 4.16: Comportamiento de la radiación 12.00 pm a 1.00 pm.....	76
Figura 4.17: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 1:00 pm	77
Figura 4.18: Comportamiento de la radiación 1.00 pm a 2.00 pm.....	77
Figura 4.19: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 2:00 pm	78
Figura 4.20: Comportamiento de la radiación 2.00 pm a 3.00 pm.....	78
Figura 4.21: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 3:00 pm	79
Figura 4.22: Comportamiento de la radiación 3.00 pm a 4.00 pm.....	79
Figura 4.23: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 4:00 pm	80
Figura 4.24: Comportamiento de la radiación 4.00 pm a 5.00 pm.....	80
Figura 4.25: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 5:00 pm	81
Figura 4.26: Comportamiento de la radiación 5.00 pm a 6.00 pm.....	81
Figura 4.27: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 6:00 pm	82
Figura 4.28: Curva típica de radiación solar	83
Figura 4.29: Irradiancia periodo enero - marzo.....	84
Figura 4.30: Localización de mediciones de sistemas FV	85
Figura 4.31: Comportamiento de tensión y corriente en provincia de Azángaro.....	89
Figura 4.32: Comportamiento de tensión y corriente en provincia de Carabaya	90
Figura 4.33: Comportamiento en todas las provincias	92
Figura 4.34: Eficiencias del sistema solar fotovoltaico.....	93
Figura 4.35: Comportamiento de la potencia en el panel solar FV	95
Figura 4.36: Comportamiento de la potencia en el inversor	97
Figura 4.37: Comportamiento de la potencia trifásica	101



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Caracterización de irradiancia	66
Tabla 4.2: Medición de valores para Azángaro	87
Tabla 4.3: Medición de valores para Carabaya	87
Tabla 4.4: Tensión y corriente en provincia de Azángaro.....	88
Tabla 4.5: Comportamiento de tensión y corriente en provincia de Carabaya.....	89
Tabla 4.6: Comportamiento de tensión y corriente	90
Tabla 4.7: Datos para 02 paneles solares.....	94
Tabla 4.8: Datos para controlador marca Phocos	95
Tabla 4.9: Datos para inversor marca TECSOL.....	96
Tabla 4.10: Datos para variador de velocidad marca SIEMENS	98
Tabla 4.11: Datos para bomba eléctrica	99
Tabla 4.12: Resultado de variables	103



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- **Codsum:** Código de usuario
- **Distrito:** Subdivisión administrativa
- **Centro poblado:** Subdivisión especial de provincia.
- **Inst Lat :** Latitud de la instalación
- **Inst Long :** Longitud de la instalación
- **Pv :** Voltaje del panel solar (conectado a la batería)
- **Voc:** Voltaje en circuito abierto
- **Isc:** Corriente de circuito cerrado
- **Vb:** Nivel de tensión de la batería
- **TempBat:** Temperatura interna de la batería
- **HoraMed:** Hora de la medición.
- **I_m:** Corriente de máxima potencia
- **V_m:** Tensión de máxima potencia
- **η:** Eficiencia
- **FF:** Factor de forma
- **Voc:** Máxima tensión en circuito abierto
- **Isc:** Máxima corriente en cortocircuito
- **G:** Irradiancia (kWh/m²) sobre la célula o panel
- **Área:** Área en metros cuadrados del panel o célula
- **Pulg.:** Pulgadas
- **W:** Watts
- **A:** Amperio
- **V:** Voltio



- **Kpa:** Kilopascales
- **m:** Metro
- **s:** Segundo
- **η_p :** Eficiencia de paneles
- **η_c :** Eficiencia de controlador
- **η_i :** Eficiencia de inversor
- **η_v :** Eficiencia de variador de velocidad
- **η_b :** Eficiencia de bomba
- **η_g :** Eficiencia global
- **A_E :** Área de tubería de ingreso
- **A_S :** Área de tubería de salida
- **D:** Diámetro de tubería de ingreso
- **Q:** Caudal del fluido (agua)
- **HSP:** Horas Sol Pico
- **MPPT:** Punto de Máxima Potencia



RESUMEN

La sostenibilidad ambiental por la demanda energética en la región es muy importante, por ello la presente investigación permitirá evaluar y caracterizar la eficiencia global de un sistema de bombeo con energía fotovoltaica, así como las eficiencias de las diferentes etapas y componentes de un sistema fotovoltaico para bombeo existente en el laboratorio de control y automatización de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la UNA-PUNO, permitirá también realizar un análisis de sistemas solares fotovoltaicos en Puno y el comportamiento de la radiación solar. Para realizar esta investigación se utilizó un controlador lógico programable (PLC) para automatizar el sistema de bombeo, un sistema fotovoltaico para la medición de la irradiancia solar y producción energética, un sistema de instrumentación analógico de parámetros eléctricos integrados al PLC y un sistema de bombeo, para finalmente ser monitoreados en tiempo real determinando valores para determinar la eficiencia del sistema de bombeo solar. Durante la intervención, el módulo de medición ha recolectado exitosamente los datos de radiación solar, así mismo, valores para determinar las eficiencias en los componentes del sistema fotovoltaico para bombeo. Por medio de la investigación también se realizó un análisis y comparación de diversos sistemas solares fotovoltaicos instalados en la región de Puno. Los resultados muestran para un día típico un valor promedio máximo de radiación de 1001 W/m^2 y una eficiencia global de 8.23% en el sistema de bombeo solar. Siendo las principales conclusiones, que del 100% de energía que incide sobre el panel solo se aprovecha dicho porcentaje, esto a causa de la baja eficiencia del panel fotovoltaico, la energía solar durante días soleados garantiza la producción de electricidad para su utilización en el sistema de bombeo solar dentro de las Horas Sol Pico (HSP).

Palabras clave: Fotovoltaico, irradiancia solar, eficiencia, PLC, sistema de bombeo.



ABSTRACT

Environmental sustainability due to energy demand in the region is very important, therefore this research will allow to evaluate and characterize the global efficiency of a pumping system with photovoltaic energy, as well as the efficiencies of the different stages and components of a photovoltaic system for existing pumping in the control and automation laboratory of the Professional School of Electrical Mechanical Engineering of UNA-PUNO, will also allow an analysis of photovoltaic solar systems in Puno and the behavior of solar radiation. To carry out this research, a programmable logic controller (PLC) was used to automate the pumping system, a photovoltaic system for measuring solar irradiance and energy production, an analog instrumentation system for electrical parameters integrated into the PLC, and a pumping system. , to finally be monitored in real time determining values to determine the efficiency of the solar pumping system. During the intervention, the measurement module has successfully collected solar radiation data, as well as values to determine the efficiencies in the different components of the photovoltaic pumping system. Through the research, an analysis and comparison of various photovoltaic solar systems installed in the Puno region was also carried out. The results show for a typical day a maximum average radiation value of 1001 W/m^2 and an overall efficiency of 8.23% in the solar pumping system. The main conclusions being that of 100% of the energy that affects the panel, only that percentage is used, this due to the low efficiency of the photovoltaic panel, solar energy during sunny days guarantees the production of electricity for use in the system of solar pumping within Peak Sun Hours (HSP).

Key words: Photovoltaic, solar irradiance, efficiency, PLC, pumping system.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El efecto fotovoltaico consiste en que la luz puede generar una corriente eléctrica al iluminar ciertos materiales. Fue descubierto en 1839 por el físico francés Alexandre-Edmond Becquerel. A pesar de este temprano descubrimiento, fue hasta la década de los años cincuenta del siglo XX que se encontró un material que presentaba el efecto fotovoltaico de manera eficiente: el silicio.(Arancibia & Best, 2010)

El sistema energético actual está fundamentalmente basado en los combustibles fósiles. El ritmo de consumo es tal que en un año la humanidad consume lo que la naturaleza tarda un millón de años en producir, por lo que el posible agotamiento de las reservas existentes es una realidad que no admite discusión.(Schallenberg et al., n.d.)

Esta gran dependencia de la sociedad actual de la energía eléctrica conlleva un mayor consumo, cuyas consecuencias afectan no sólo al medioambiente, sino también a la salud; desde los sistemas de producción de energía eléctrica, que en su mayoría utilizan recursos energéticos no renovables (carbón, gas, petróleo o uranio) al impacto causado por los sistemas de distribución de energía. Conocer todos los pasos que sigue la electricidad desde que se produce hasta que encendemos una simple bombilla nos llevará a tomar conciencia sobre la necesidad de hacer un buen uso de la misma y a adoptar hábitos y medidas para su ahorro y su mejor aprovechamiento.(Schallenberg et al., n.d.)

En la actualidad, la contribución de las energías renovables (con respecto al consumo total de energía primaria) a nivel mundial ronda el 8% y en Europa es del 6%; estos porcentajes corresponden casi exclusivamente a energía hidráulica y biomasa.(Schallenberg et al., n.d.)



El Sol, de forma directa o indirecta, es el origen de todas las energías renovables, exceptuando la energía maremotriz y la geotérmica. La energía del Sol se desplaza a través del espacio en forma de radiación electromagnética, llegando una parte de esta energía a la atmósfera. De esta energía que llega a la atmósfera, una parte es absorbida por la atmósfera y por el suelo, y otra parte es reflejada directamente al espacio desde el suelo. Es por esto por lo que menos de la mitad de la radiación solar llega efectivamente a la superficie terrestre, siendo esta parte la que podemos utilizar con fines energéticos en nuestro planeta (Schallenberg et al., n.d.).

Dentro de las energías renovables la solar fotovoltaica es la que tiene un auge más considerable, debido al encarecimiento de las energías convencionales y a los aumentos de la contaminación (Tobajas Vazques, 2002).

El uso de la técnica de generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar a manifestado gran conveniencia en los últimos años, sería pues, irreflexivo no evaluar estas técnicas.

La energía es fundamental para cualquier actividad productiva; su ausencia disminuye la posibilidad de un desarrollo sustentable. Con ella es posible llevar a cabo los trabajos que el hombre por sí solo es incapaz de hacer. Existen diversas fuentes de energía, entre ellas están los combustibles fósiles y las fuentes de energía renovable como el sol y el viento.

No sería racional no intentar aprovechar, por todos los medios técnicamente posibles, esta fuente energética gratuita, limpia e inagotable, que puede ayudar a reemplazar con el tiempo de la dependencia del petróleo o de otras alternativas poco seguras, contaminantes o simplemente agotables y que hoy en día se encuentran en una



serie de alzas, que afectan en gran medida el bolsillo de los consumidores de energía (Ángeles, 2009).

La tecnología fotovoltaica que transforma Directamente la luz solar en electricidad, ha mostrado ser de gran utilidad para la generación de energía eléctrica en lugares apartados y remotos.

Con el objetivo de reducir el consumo de combustibles fósiles, la contaminación atmosférica, los costos de producción y satisfacer la demanda eléctrica en lugares rurales alejados de la red se han desarrollado investigaciones sobre los aprovechamientos de la energía solar en los hogares y la agricultura en países como Reino Unido, Etiopía, Francia, India, y especialmente, Estados Unidos de América. (Pérez, 2007).

El bombeo de agua con energía solar fotovoltaica (FV) es una aplicación de especial interés en sistemas aislados. Esta tecnología ha demostrado a lo largo de los años ser un modo efectivo de suministro de agua potable para usuarios y comunidades rurales, así como para aplicaciones agrícolas (irrigación) y ganaderas (abrevaderos). Desde las primeras instalaciones de bombeo FV realizadas.

El bombeo de agua con energía fotovoltaica, se presenta como una de las aplicaciones más importantes de la energía solar, y tiene un especial impacto en comunidades rurales donde no existe suministro de energía eléctrica convencional. Siendo el bombeo de agua subterránea para riego, una aplicación que puede presentar en el futuro un gran potencial de desarrollo, teniendo en cuenta que las necesidades de agua para riego, suelen ir asociadas a las épocas de mayor insolación, dando una excelente coincidencia entre oferta y demanda, lo que una solución fotovoltaica resulta ser adecuada para este tipo de aplicaciones (Gorka, 2012).



Una de las variables más importantes hoy en día está la tecnificación con equipos automatizados que operan con paneles solares que generan energía limpia como también para una buena optimización se usa el control mediante sensores de humedad, nivel de agua en los tanques y su manejo adecuado del agua para planificar el riego de un cultivo, en una región climática, y en un suelo con unas características determinadas (Gorka, 2012).

La importancia que recae sobre esto, es que se le tiene que dar un uso óptimo al agua, y automatizar el sistema de riego ya que el recurso hídrico es cada vez más caro y escaso en el planeta.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Gracias a los sistemas de generación de energía fotovoltaica, el ser humano ha podido alimentar su intelecto e interés por la ciencia y la tecnología además de ser más consciente del respeto que merece nuestra naturaleza. Es por ello que en carencia de sistemas que evalúen el comportamiento de la radiación solar y que midan las eficiencias tanto globales como en cada punto de un módulo solar, se plantea en este trabajo, desarrollar una alternativa para realizar estas mediciones, cabe resaltar la importancia de conocer esta información para mejorar los procesos en cuanto a energía fotovoltaica se refiere.



1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

- ¿Se podrá analizar un sistema de bombeo solar con paneles fotovoltaicos automatizado y hallar la eficiencia global de un sistema bombeo solar en el laboratorio de control y automatización de la EPIME UNA-PUNO?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo se realizará un análisis de sistemas solares fotovoltaicos en Puno y verificar el comportamiento de la radiación?
- ¿Cuál es el método que se ajuste a evaluar la eficiencia global en un sistema solar fotovoltaico?
- ¿Cuál será la eficiencia global del sistema solar fotovoltaico?

1.3 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 HIPÓTESIS GENERAL

- Con la evaluación y caracterización de la eficiencia global de un sistema de bombeo en el laboratorio de control y automatización de EPIME se podrá hallar la óptima eficiencia en el módulo experimental.

1.3.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El análisis y el comportamiento del sistema solar fotovoltaico es similar en toda la región Puno.
- Es viable una evaluación de los métodos para determinar eficiencias globales en sistemas solares fotovoltaicos.



- Es viable evaluar la eficiencia global de un sistema solar fotovoltaico.

1.4 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

En el Perú, la energía solar nos ofrece una magnífica opción de aprovechar dicho recurso para la generación de energía eléctrica, se distingue por ser una de las llamadas energías renovables o energías limpias. A diferencia de los países Europeos, el territorio peruano, a merced de estar próximo al ecuador terrestre, cuenta con radiación solar en la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una alta radiación solar anual correspondiendo a la sierra aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m², 5.0 a 6.0 kWh/m² a la Costa y 4.5 a 5.0 kWh/m² a la selva.

Perú es un país rico en materias primas que presentan un fuerte contraste social entre una minoría enormemente rica y una mayoría extremadamente pobre. La división desigual de la riqueza se refleja también el acceso a la red eléctrica. En las zonas rurales. Solo el 70% de la población tiene acceso continuo a la red eléctrica esa es la razón por la que el gobierno de Lima se ha comprometido a solventar las carencias en la red eléctrica antes del final del próximo decenio. (del grupo Tozzi Green).

Los paneles solares son introducidos en Perú por empresas independientes y los gobiernos locales y ejecutados por ambas en comunidades alejadas de la red eléctrica; pero existen muchos inconvenientes. Si bien fue instalado por técnicos capacitados, el mantenimiento de estos módulos fotovoltaicos no fue incluido, lo cual ocasionó que muchos módulos quedaran inoperativos a los pocos días de su funcionamiento.

Con la experticia de los gobiernos locales y falta de conocimiento del uso y mantenimiento de paneles fotovoltaicos, el ministerio de energía y minas hace un contrato para la instalación masiva a nivel nacional contando con las siguientes medidas



(instalación, verificación y mantenimiento). El encargado de planeación y ejecución es ERGON.

El acceso a la energía se considera una condición mínima para el desarrollo de la población, y su disponibilidad está asociada a la mejora de las condiciones de educación, la salud y la seguridad, así como el aumento de la actividad productiva. El acceso a la energía representa uno de los pilares en la lucha contra la pobreza a nivel universal; por esta razón, el gobierno de Lima se ha comprometido solventar las carencias de la red eléctrica antes del próximo decenio. Una parte importante de este proceso se ha puesto en manos de la sociedad ERGON PERU (del grupo Tozzi Green).

La electrificación de la zona rural por parte de ERGON comprende tres modalidades llamadas:

RER1: comprende equipo fotovoltaico doméstico de corriente continua (12V) que dispone de componentes internos y externos para instalación doméstica.

RER2: comprende equipos fotovoltaicos comunitarios de corriente alterna de (220V con inversor) componentes internos y externos para la instalación (postas médicas).

RER3: comprende equipos fotovoltaicos de corriente alterna (220V con inversor) componentes internos y externos para institutos escolares.

La investigación del presente proyecto se apoya con la complementación de un módulo lo que a su vez permitirá monitorear y recolectar datos de eficiencia en base al módulo fotovoltaico que existe en laboratorio de la EPIME.



La complementación de este módulo permitirá analizar la eficiencia en los componentes del módulo panel solar, controlador, inversor y bomba, donde además se podrá monitorear y almacenar datos para su análisis.

Los resultados obtenidos de esta investigación cooperarán a futuras investigaciones en cuanto a una óptima utilización de la energía solar se refiere.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar la evaluación y caracterización de la eficiencia global de un sistema de bombeo fotovoltaico en el laboratorio de control y automatización de la EPIME.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis de sistemas solares fotovoltaicos en Puno y comportamiento de la radiación solar.
- Evaluar los métodos para determinar eficiencias globales en sistemas solares fotovoltaicos.
- Evaluar la eficiencia global del sistema solar fotovoltaico.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 EL SOL

Hace unos 4600 millones de años el sistema solar se condensó a partir de una nube de gas y polvo interestelar conocida como la nebulosa solar. Esta, pues, viene a ser aproximadamente la edad del Sol, la estrella del sistema en que vivimos. La radiación electromagnética que este emite, aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene la vida en la Tierra.(Díaz Felipe, 2013).El Sol es la fuente de energía que mantiene vivo al planeta Tierra. Emite continuamente una potencia de 62 mil 600 kilowatts (o kilovatios) por cada metro cuadrado de su superficie. Esto ha venido ocurriendo a lo largo de 4 mil 500 millones de años, y se estima que continuará así por otros 5 mil millones de años, lo cual, en términos de la existencia que ha tenido la humanidad, es prácticamente ilimitado. De hecho, en un periodo de tan sólo dos días, el planeta recibe una cantidad de energía equivalente a todas las reservas probadas que existen de petróleo, gas y carbón. Esto equivale a cerca de 60 veces el consumo anual de la sociedad humana, lo cual nos da una idea del potencial impresionante que tiene la energía del Sol para satisfacer las demandas energéticas(Arancibia & Best, 2010)

2.1.2 RADIACIÓN SOLAR

Para hablar de radiación solar es necesario revisar cómo es su comportamiento respecto a la tierra. Para medir la distancia de la tierra al sol es necesario tener en cuenta las propiedades geométricas como el tamaño del radio terrestre; el movimiento de



traslación alrededor del Sol y el ángulo entre el plano solar (elíptica) y el ecuador terrestre denominado declinación (Ballén, 2011).

La radiación emitida por el Sol atraviesa el espacio vacío en todas direcciones. No sufre pérdidas apreciables por interacción con medios materiales. Sin embargo, la irradiancia solar, definida como la densidad de flujo radiante solar, es atenuada de acuerdo con el cuadrado de la distancia. Parte de esta irradiancia solar es interceptada por el planeta Tierra. Dada la relación entre la distancia con el Sol y el tamaño de nuestro planeta, es razonable asumir que su valor es constante en toda la superficie exterior de nuestra atmósfera. Se define la constante solar, B_0 , como el valor de irradiancia solar incidente en un plano normal al vector Sol-Tierra en el límite superior de la atmósfera terrestre. Diferentes campañas de medidas han obtenido valores diferentes para la constante solar, pero se acepta como representativo el valor promedio de $B_0 = 1367 \text{ W/m}^2$ propuesto por la Organización Meteorológica Mundial (Perpiñan Lamigueiro, 2012).

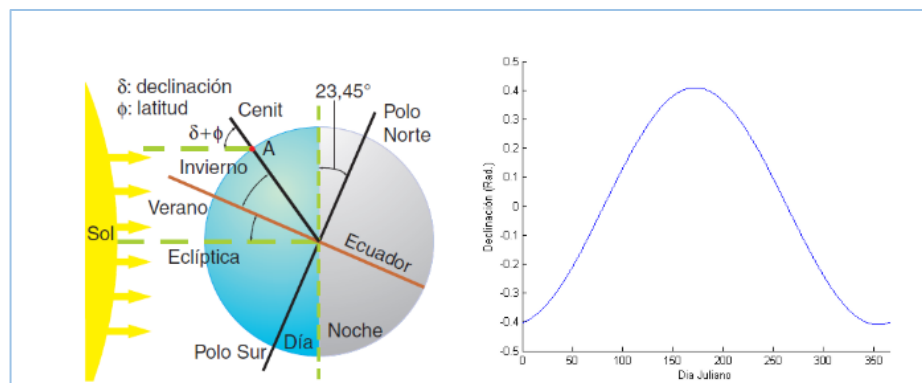
Respecto al espectro electromagnético, para diferentes temperaturas, hipotéticamente un cuerpo negro emite su máxima radiancia, por ejemplo, el sol a 6000 K alcanza su máxima radiancia en el rango del espectro visible (Ballén, 2011).

El ingreso de la radiación solar a la tierra antes de traspasar su atmósfera se le denomina irradiancia global; durante su tránsito por la atmósfera interactúa con diferentes componentes químicos: oxígeno, helio, argón e hidrógeno, entre otros; así como el vapor de agua, el dióxido de carbono, el monóxido de carbono y las nubes, todos juntos disminuyen la potencia con la que la radiación llega a la superficie terrestre. Cuando no se presentan interferencias del nivel señalado se le denomina irradiación directa y cuando estas ocurren se le denomina irradiación difusa. Gráficamente se puede apreciar el espectro de referencia para las distintas clases de irradiación global, directa y difusa y niveles de escala (Ballén, 2011).

También es importante considerar la variable tiempo y como esta se relaciona en los cálculos respecto a la época del año, esto se puede evidenciar mediante la función de tiempo que aparece representada en la gráfica de ecuación del tiempo.(Ballén, 2011)

De esta manera, la traslación y la inclinación de la tierra sobre su eje de rotación son causas que hacen variar la radiación solar en la tierra, dado que la distancia de la tierra al sol no es siempre constante teniendo en cuenta la trayectoria elíptica que describe la tierra alrededor del sol. En esta trayectoria, el plano de referencia solar (eclíptica) forma un ángulo al interceptar el ecuador terrestre que recibe el nombre de declinación y tiene un valor de $23^{\circ}27'$, por ello, van a existir días del año en los cuales la tierra estaría más cerca o lejana del sol y la declinación también variará, lo cual genera que ciertas zonas dependiendo de la latitud del lugar, estarán más expuestas a la incidencia de la energía solar; El vínculo de estos fenómenos se puede verificar mediante la gráfica de la declinación versus la fecha juliana del año (Ballén, 2011).

Figura 2.1: Posición del sol e irradiación solar



Fuente: (Ballén, 2011)

El sistema de proyección espacial para fijar la posición del sol en el horizonte o desde la posición del observador se denomina sistemas de coordenadas ecuatoriales. Sin embargo, cuando se tiene en cuenta la posición para un observador en la tierra estas coordenadas reciben el nombre de coordenadas horizontales y miden la posición del sol respecto al azimut y altura que éste presenta (Ballén, 2011).



2.1.3 UNIDADES DE MEDIDA

Según (Tobajas Vazques, 2002), Hay dos unidades que son importantes para poder averiguar la radiación solar y su incidencia en la placa solar fotovoltaica:

Hora solar pico (HSP): cantidad de horas de sol, con una intensidad de radiación de 1.000 W/m^2 que inciden sobre la superficie del módulo solar. En España, este valor está comprendido entre las 2 o 3 horas en invierno y las 4 o 5 horas en verano. Su cálculo se puede extraer a partir de las tablas de radiación del Anexo 1.

Vatio pico (WP): máxima potencia que puede recibir un panel o módulo fotovoltaico y coincide con una irradiancia de 1.000 W/m^2 o 100 mW/cm^2 a una temperatura de la célula de 25°C . Por este motivo es obligado saber la conversión entre la radiación recibida y la radiación recogida, para ello vamos hacer una descripción sobre las unidades empleadas y su correspondencia. Para poder relacionar la radiación solar con las HSP y los WP es necesario el apoyo de las leyes físicas, que a continuación se detallan.(Tobajas Vazques, 2002)

La radiación solar que llega a la superficie terrestre procede de tres componentes básicos:

Radiación directa (Rd). Formada por los rayos procedentes del Sol directamente, es decir, que no llegan a ser dispersados. ▪ Radiación difusa (Rdf). Aquella procedente de toda la bóveda celeste, excepto la que llega del Sol. Originada por los efectos de dispersión mencionados anteriormente.

Radiación del albedo (Ra). Procedente del suelo, debida a la reflexión de parte de la radiación incidente sobre montañas, lagos, edificios, etc., depende muy directamente de la naturaleza de estos elementos, se obtiene del cociente entre la radiación reflejada y



la incidente sobre una superficie. La suma de estas tres componentes da lugar a la Radiación global (R_g) (Tobajas Vazques, 2002).

2.1.4 EFICIENCIA DE UN PANEL FOTOVOLTAICO.

En cuanto al factor de forma. El Fill Factor (FF) de una celda o panel solar, es el cociente de potencia real ($V_m \times I_m$) de las células solares frente a la salida de potencia en corto-circuito ($V_{oc} \times I_{sc}$). Este es un parámetro clave para evaluar el rendimiento de las células solares comerciales. Tiene la siguiente fórmula

$$FF = \frac{I_m V_m}{I_{sc} V_{oc}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Donde

I_m = es la corriente de máxima potencia

V_m = es la tensión de máxima potencia

I_{sc} = es la corriente de corto circuito

V_{oc} = es la tensión de circuito abierto

Eficiencia. La cantidad de energía aprovechada en un área determinado

$$\eta = \frac{FF \times V_{oc} \times I_{sc}}{G \times Area} \dots \dots \dots (2.2)$$

Donde:

η : Eficiencia

FF : Factor de forma

Voc : Máxima tensión en circuito abierto

Isc : Máxima corriente en cortocircuito



G : Irradiancia (kWh/m²) sobre la célula o panel

Área : En metros cuadrados del panel o célula

En cuanto a la eficiencia para un elemento eléctrico. La eficiencia se puede expresar como la potencia de salida sobre la potencia de entrada multiplicada por 100. Entonces se tendrá la siguiente fórmula.

$$\eta = \frac{W_{sal}}{W_{entra}} \dots \dots \dots (2.3)$$

También se puede expresar de la siguiente forma.

$$\eta = \frac{P_s - P_{pot}}{P_s} \dots \dots \dots (2.4)$$

Donde:

P_s = es Potencia de salida

P_{pot} = Pérdida de potencia máxima

2.1.5 SISTEMA FOTOVOLTAICO

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de equipos eléctricos y electrónicos que producen energía eléctrica a partir de la radiación solar. El principal componente de este sistema es el módulo fotovoltaico, a su vez compuesto por células capaces de transformar la energía luminosa incidente en energía eléctrica de corriente continua. El resto de equipos incluidos en un sistema fotovoltaico depende en gran medida de la aplicación a la que está destinado. A grandes rasgos los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse en tres grandes grupos: conectados a red, autónomos y de bombeo (Schallenberg et al., n.d.).



2.1.6 RADIACIÓN INCIDENTE EN SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Es conocimiento común que la potencia entregada por un generador fotovoltaico es tanto mayor cuanto mayor sea el nivel de radiación efectiva incidente en el mismo. El cálculo de la radiación efectiva incluye las pérdidas por reflexión, efecto relacionado con el ángulo formado entre la línea que une el generador con el sol y la perpendicular al plano del módulo. Cuanto mayor es este ángulo, mayor es la radiación reflejada, efecto que podemos experimentar si observamos desde diferentes ángulos la intensidad de nuestra imagen en una superficie acristalada de un edificio. Teniendo en cuenta que la radiación directa es, en general, proporcionalmente superior a la radiación difusa, y que las pérdidas por reflexión disminuyen si el apuntamiento al sol mejora, se diseñan los sistemas de seguimiento solar. Su objetivo común es reducir el ángulo formado entre el vector solar y el vector director del plano generador a lo largo del movimiento celeste del sol. Las diferentes técnicas de seguimiento buscan concretar este objetivo general sacrificando un apuntamiento perfecto en aras de conseguir sistemas estructurales más económicos y mejores aprovechamientos del terreno (Perpiñan Lamigueiro, 2012)

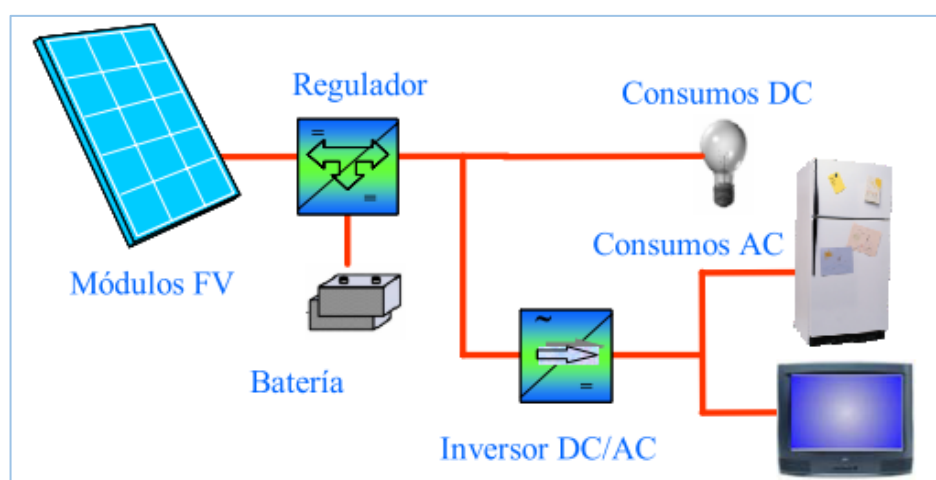
2.1.7 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

Una de las principales características de los generadores fotovoltaicos que la diferencia de otras fuentes de energía renovable es que únicamente producen electricidad cuando reciben la luz del Sol (irradiancia solar) y además la cantidad de energía que generan es directamente proporcional a la irradiancia solar que incide sobre su superficie. Resulta evidente que en multitud de aplicaciones el consumo energético se produce independientemente de la radiación solar (claro ejemplo resulta un sistema de iluminación donde precisamente de lo que se trata es de tener energía durante la noche). En este tipo de aplicaciones es necesario incluir un sistema de almacenamiento energético o de acumulación, en los sistemas FV la energía producida por los módulos FV se almacena

en baterías. En otras aplicaciones, como el bombeo de agua o los sistemas conectados a la red no se necesitan baterías, en el primer caso la energía se acumula en forma de energía hidráulica mientras que en el segundo la energía se acumula en la propia red eléctrica (Abella, 2015).

El generador FV es el encargado de transformar la energía del Sol en energía eléctrica. Está formado por varios módulos fotovoltaicos conectados en serie y/o paralelo, y a su vez cada módulo fotovoltaico está formado por unidades básicas llamadas células fotovoltaicas. La potencia que puede suministrar una única célula FV típica es del orden de 3W. Este valor resulta pequeño para la mayoría de las aplicaciones hace que el fabricante las agrupe conectándolas en serie y/ paralelo para formar los módulos FV (¡que es lo que uno compra en la tienda!). La potencia que puede suministrar un módulo FV dependerá del número de células que posea. Un valor típico para módulos compuestos por 36 células conectadas en serie oscila entre los 50 y 100 W, dependiendo del área de cada una de las células. Si esta potencia aún resulta insuficiente para una determinada aplicación, el instalador conecta los módulos necesarios, en serie y en paralelo, hasta obtener la potencia requerida (Abella, 2015).

Figura 2.2: Sistema fotovoltaico



Fuente: (Abella, 2015)



Los consumos o cargas que el sistema fotovoltaico ha de satisfacer (luminarias, batidoras, radio, TV, motores, etc), pueden ser DC o AC. Se considera a los consumos como una parte substancial del sistema fotovoltaico ya que estos son los que determinan el tamaño del sistema (lo que se conoce como dimensionado del sistema FV). En algunos sistemas FV los consumos se conocen a priori con exactitud, como en el caso de sistemas de telecomunicación; pero en otros casos resulta extremadamente difícil predecir el consumo de una instalación, como puede ser en el caso de una instalación de electrificación rural donde el consumo viene definido por el tiempo de utilización de las cargas por parte de un determinado usuario. Esta incertidumbre viene determinada por la dificultad de prever el comportamiento del usuario con su instalación.(Abella, 2015)

2.1.8 PANELES FOTOVOLTAICOS

2.1.8.1 TIPOS DE PANEL FOTOVOLTAICOS

Su función es captar la energía radiante solar y transformarla en energía eléctrica. Un panel solar está compuesto por un número variable de células solares, entre 31 y 36, conectadas eléctricamente en serie, del número de células depende el voltaje de salida; el fabricante es el que decide el número mínimo para garantizar la carga efectiva del banco de baterías(Tobajas Vazques, 2002).

La superficie del panel oscila entre 0,5 y 1,3 m², donde las células están ensambladas entre dos estratos, uno superior de cristal de silicio y otro inferior de material plástico. Estos dos productos se colocan en un horno de alta temperatura resultando un bloque único laminado, donde se añaden marcos que normalmente son de aluminio (Tobajas Vazques, 2002).

Paneles solares monocristalinos: proporcionan el rendimiento más elevado, alrededor del 20% en la fabricación en serie y un 24% en modelos de laboratorio. Se



obtienen de silicio puro fundido y dopado con boro, su inconveniente es que tienen un precio medio alto. Por su rentabilidad energética son las placas más utilizadas.(Tobajas Vazques, 2002).

Paneles solares policristalinos: proporcionan un rendimiento entre 12 y 14%, tienen un espesor reducido de varias micras. Se diferencian de los paneles monocristalinos en que son de forma cuadrada, esto hace que se aproveche mejor el espacio entre las células que componen el panel solar, también se tendrá en cuenta que el coste por panel es menor, ya que se aplica menos silicio en su fabricación y su proceso es menos complicado.(Tobajas Vazques, 2002)

Paneles solares amorfos: proporcionan un rendimiento inferior al 10%, tienen como ventaja su maleabilidad. Actualmente se instalan en tejados (tejas solares) y superficies de edificios de oficinas donde se aplica en tamaños considerables por su adaptabilidad. Ser extremadamente delgados y económicamente rentables hace que tengan un futuro muy prometedor.(Tobajas Vazques, 2002)

2.1.8.2 INCLINACIÓN Y ORIENTACIÓN

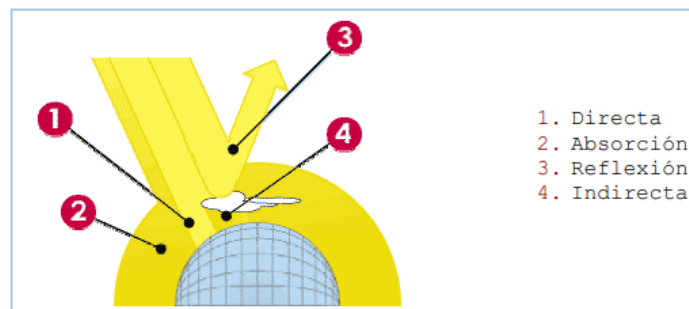
Para obtener el mayor rendimiento del generador fotovoltaico se ha de procurar que reciba la mayor cantidad posible de luz solar sobre su superficie activa, como el sol varia su posición en el cielo cambiando su altura y la inclinación de sus rayos ,se debe determinar cuál será la colocación ideal (Ruiz, 2015).

Lo más avanzado en esta materia consiste en no realizar cálculos de ningún tipo y dotar al generador de un dispositivo que haga que el conjunto de paneles siga continuamente la trayectoria del sol en el cielo. De esta manera se puede tener el máximo de energía solar. Esto requiere una inversión económica, un mantenimiento y , además, consume energía eléctrica (Ruiz, 2015).

a) Orientación

La luz solar viaja en línea recta desde el sol hasta la tierra. Al penetrar la atmósfera terrestre, una parte se dispersa y otra cae sobre la superficie en línea recta, finalmente, una última parte es absorbida por la atmósfera. La luz sol que cae sobre la superficie sin dispersarse ni ser absorbida, es por supuesto, radiación directa. Como todos habrán constatado gracias a los baños de sol y al trabajo al aire libre, la radiación directa es la más intensa. (Martínez Hernández, 2006)

Figura 2.3: Contacto de radiación



Fuente: (Martínez Hernández, 2006)

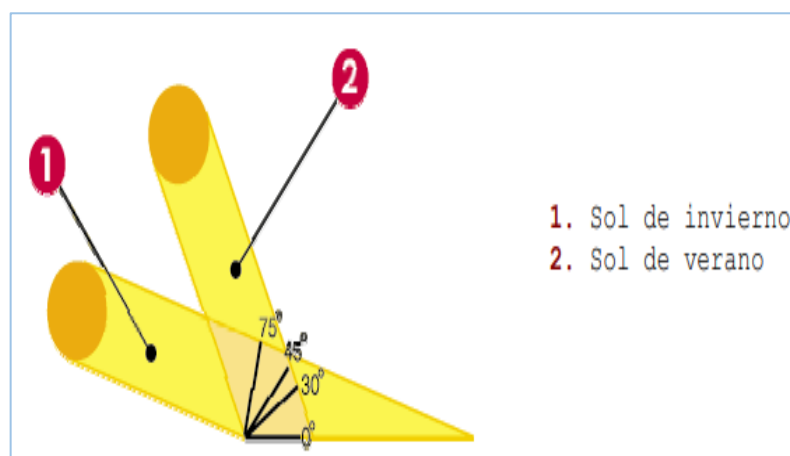
b) Ángulo de inclinación

El sol se desplaza de este a oeste. Los paneles solares alcanzan su máxima efectividad cuando están orientados hacia el sol, en un ángulo perpendicular con este a mediodía. Por lo general, los paneles solares son colocados sobre un techo o una estructura y tienen una posición fija; no puede seguir la trayectoria del sol. Por lo tanto, no estarán orientados hacia el astro con un ángulo óptimo (90° grados) durante la jornada. El ángulo entre el plano horizontal y el panel solar se denomina ángulo de inclinación.

Debido al movimiento terrestre alrededor del sol, existen también variaciones estacionales fig. b. en invierno, el sol no alcanza el mismo ángulo que en verano, idealmente, en verano los paneles solares deberían ser colocados en posición ligeramente más horizontal para aprovechar al máximo la luz solar. Sin embargo, los mismos paneles

no estarán, entonces, en posición óptima para el sol del invierno. Con el propósito de alcanzar un mejor rendimiento anual promedio, los paneles solares deberán ser instalados en un ángulo fijo, determinado en algún punto entre los ángulos óptimos para el verano y para el invierno. Cada latitud presenta un ángulo de inclinación óptimo. Los paneles deben colocarse en posición horizontal únicamente en zonas cercanas al ecuador (Martínez Hernández, 2006)

Figura 2 4: Orientación



Fuente: (Martínez Hernández, 2006)

2.1.8.3 PÉRDIDAS POR SOMBREADO

La sombra provoca una inconsistencia de energía, si la productividad de un panel fotovoltaico baja demasiado debido a la sombra, el sistema que alimenta sufre fluctuaciones de energía, lo cual, puede dañar irremediablemente los accesorios que se utilizan, como el inversor de corriente o la batería (Ayllu solar, 2018).

2.1.8.4 FUERZA DEL VIENTO

El viento ejerce sobre las placas fotovoltaicas una fuerza que se puede dividir en la suma de dos fuerzas. Una arrastra el panel hacia la dirección del viento y la otra puede levantar el panel hacia arriba o empujando hacia abajo. El peor caso ocurre cuando el viento trata de arrancar hacia arriba los paneles (Ruiz, 2015).



2.1.9 BATERÍAS

En los sistemas fotovoltaicos las baterías o acumuladores fotovoltaicos se utilizan principalmente como sistema de almacenamiento energético, debido al desplazamiento temporal que puede existir entre los periodos de generación (durante el día) y los periodos de consumo (p.e. durante la noche), permitiendo la operación de las cargas cuando el generador FV por sí mismo no puede generar la potencia suficiente para abastecer el consumo. No obstante, también se pueden utilizar para otros cometidos tales como estabilizadores de voltaje o corriente y para suministrar picos de corriente (p.e. en el arranque de motores). Las baterías se utilizan habitualmente en la mayor parte de los sistemas FV autónomos (aunque hay excepciones, tales como los sistemas de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica) y en general no se utilizan en sistemas conectados a la red eléctrica (Abella, 2015).

La gran mayoría de las baterías del mercado son de Plomo-ácido (Pb-a), las cuales se adaptan bien a la operación en sistemas FV siempre y cuando se pueda realizar un mantenimiento adecuado. Se pueden encontrar baterías de Plomo-Calcio (Pb-Ca) y Plomo-Antimonio (Pb-Sb). Las primeras necesitan menor mantenimiento y tienen menor auto descarga, mientras que las segundas se deterioran menos en el ciclado diario y presentan mejores prestaciones para niveles bajos de carga (Abella, 2015).

Habitualmente se suelen utilizar dos tipos de baterías para aplicaciones fotovoltaicas: Plomo-ácido y Níquel-Cadmio. Debido a motivos de coste es más habitual la utilización de baterías de plomo-ácido, aunque las de Níquel-Cadmio se utilizan en ocasiones en aplicaciones profesionales en las que el coste no es un parámetro definitivo. Las baterías de Níquel-Cadmio presentan ventajas respecto de las de Plomo-ácido como son la posibilidad de sufrir descargas profundas o permanecer largos periodos en baja



carga sin sufrir deterioro. También cabe destacar una menor auto descarga y un menor mantenimiento (Abella, 2015).

Las baterías suelen estar formadas por elementos de dos voltios que conectados en serie proporcionan tensiones de trabajo de 12 V, 24 V, 48 V, etc. La capacidad (Ah) de un grupo de baterías conectadas es igual a la capacidad de cada uno de los elementos que lo componen. Si se conectan baterías en paralelo se suma la capacidad de sus elementos. La capacidad necesaria de las baterías en un sistema FV se calcula en función a los consumos y al número de días de autonomía del sistema. Por otro lado, es importante que el dimensionado del acumulador con relación al generador FV esté bien realizado. Un exceso de capacidad de almacenamiento respecto de la capacidad de generación del generador FV daría lugar a la batería tendría dificultades en poder cargarse completamente. Por el contrario, una baja capacidad de batería da lugar a poca autonomía y se corre el riesgo de quedarse sin suministro de energía en caso de ausencia de radiación solar (Abella, 2015).

Los acumuladores electroquímicos de plomo ácido o baterías son células electroquímicas en las que las reacciones en los electrodos son reversibles y por esta razón pueden ser utilizadas para acumular energía y posteriormente liberarla cuando se conectan a un circuito de carga exterior. Las células electroquímicas están constituidas esencialmente por placas, materia activa y electrolito (Abella, 2015).

Las placas forman los electrodos positivo y negativo que permiten la entrada y salida de la corriente eléctrica que circula por el interior de cada elemento de batería por efectos de los procesos de carga o descarga. Los electrodos sufren reacciones de oxidación/reducción y dependiendo del proceso funcionan como ánodo o como cátodo. Existen diferentes configuraciones de placas: empastadas, tubulares, cuya elección depende de las condiciones de operación (Abella, 2015).



Los materiales activos, constituyentes de cada célula o elemento, participan en la reacción electroquímica de carga y descarga. En algunos tipos de placas se utilizan rejillas para retener el material activo y mejorar la distribución de la corriente en la placa.

El electrolito es una solución diluida de ácido sulfúrico, en el caso de las baterías de plomo-ácido, que funciona como medio de transporte de cargas eléctricas entre las placas positiva y negativa y además interviene en la reacción de carga y descarga

2.1.9.1 PARÁMETROS PARA CARACTERIZAR UNA BATERÍA

- **Celda:** Es el menor elemento que forma una batería y puede ser asociada en serie o en paralelo con otras celdas con el objetivo de conseguir los valores de corriente y de tensión deseados (Martínez-Bertran, 2017).

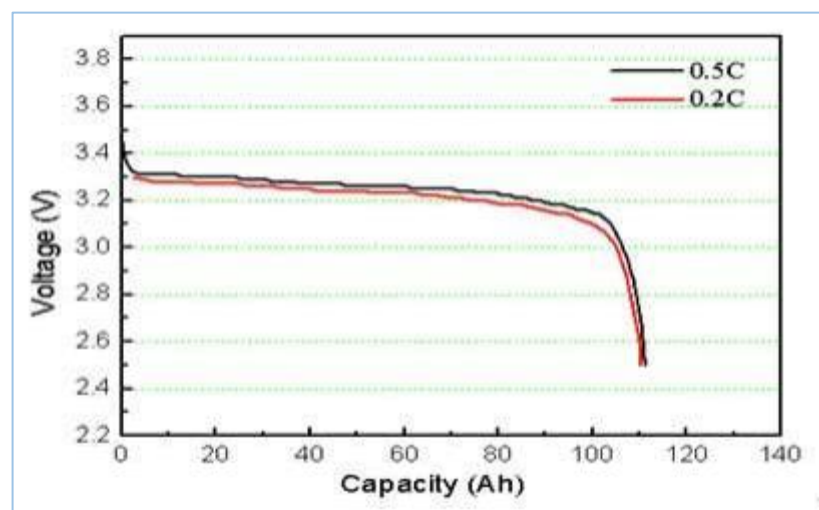
- **Capacidad:** La capacidad de una batería es la cantidad de electricidad que se puede almacenar para luego descargar medida en amperios-hora (Ah) (Martínez-Bertran, 2017).

- **Capacidad nominal:** Es la capacidad que puede entregar una batería desde plena carga hasta alcanzar una tensión en descarga determinada. Se mide a una temperatura ambiente fijada y utilizando una razón de descarga específica. Por ejemplo, una batería de una celda tiene una capacidad nominal de 80 Ah cuando descargándola desde plena carga, con una corriente constante de 20 A y a temperatura de 20 °C, es capaz de mantener la tensión por encima de 1 V durante al menos 4 h (Martínez-Bertran, 2017).

- **Capacidad real:** Capacidad que puede entregar una batería desde su estado de plena carga y en condiciones de funcionamiento diferentes a las establecidas para definir la capacidad nominal (exceptuando la tensión de finalización de descarga). La capacidad real puede ser mayor o menor que la capacidad nominal, dependiendo de la razón de descarga utilizada y de la temperatura de trabajo (Martínez-Bertran, 2017).

- **Capacidad retenida:** Capacidad conservada por la batería después de un periodo de reposo o inactividad (Martínez-Bertran, 2017).
- **Máxima corriente de descarga continua:** Es la máxima corriente que la batería puede descargar de forma continuada. Este límite viene definido por el fabricante para evitar daños o reducción de su capacidad (Martínez-Bertran, 2017).
- **Eficacia (%):** Es la fracción de energía eléctrica que devuelve la batería en relación a la que ha sido necesaria para cargarla (Martínez-Bertran, 2017).
- **Tiempo de recarga normal (h):** Es el tiempo necesario para realizar una recarga completa de la batería (Martínez-Bertran, 2017).
- **Tiempo de recarga rápida (h):** Son los tiempos necesarios para recargar la batería a la mitad o al 99% de su capacidad. Este tipo de carga no está enfocado a las actuales baterías de litio, en las que su tiempo de recarga ronda los 60 minutos.(Martínez-Bertran, 2017)
- **Curvas de carga / descarga:** Son los gráficos utilizados para definir el funcionamiento y prestaciones de una batería (Martínez-Bertran, 2017).

Figura 2.5: Descarga de batería



Fuente: (Martínez-Bertran, 2017)



2.1.10 REGULADORES DE CARGA

En la gran mayoría de los sistemas fotovoltaicos autónomos con baterías es necesario un sistema de regulación de carga.

La misión primordial de un regulador de carga en un sistema fotovoltaico autónomo con baterías es realizar un proceso óptimo de carga de la batería, permitiendo la carga completa, pero evitando la sobrecarga y la sobre descarga. La estrategia de control del regulador de carga determina el proceso de carga de una batería y es responsable en última instancia tanto de la capacidad del sistema de satisfacer los consumos como de la vida útil de la batería. Además de la vigilancia y control del estado de carga de la batería con el objeto de maximizar su vida útil, el regulador de carga puede disponer de funciones adicionales como compensación por temperatura de batería, alarmas, monitorización y visualizadores. A pesar de que el regulador de carga puede suponer sólo un 5% del coste total del sistema, su funcionamiento tiene una gran influencia en la vida útil de la batería y por tanto en el coste final del sistema (de un 20 a un 40% en función del coste de sustitución del sistema de baterías).(Abella, 2015)

El regulador de carga permite aprovechar al máximo la energía suministrada por el generador FV, a la vez que garantizar la protección adecuada y buen servicio de las baterías. En caso de sobrecarga pone el generador FV en circuito abierto evitando el paso de corriente del generador hacia la batería. En caso de sobredescarga puede cortar el suministro a los consumos o bien avisar mediante una alarma indicando que la tensión de batería es inferior a los niveles mínimos de seguridad. Una sobrecarga de las baterías provoca procesos de gasificación (hidrólisis del agua en hidrógeno y oxígeno) que pueden disminuir considerablemente la vida de la batería. Una sobredescarga afecta a la futura aceptación de carga de la batería.(Abella, 2015)



En un sistema fotovoltaico con baterías, durante el día la energía eléctrica que proviene del generador alimenta el consumo y el exceso de energía carga la batería y durante la noche la batería se descarga para alimentar el consumo. Las misiones del sistema de regulación de carga son, por un lado, evitar que debido a una corriente excesiva proporcionada por el generador, éste pueda sobrecargar el acumulador; y por otro, evitar que la baterías se sobre descarguen y su estado de carga decaiga por debajo del nivel mínimo permitido (normalmente se recomienda no descargar una batería de Pb-ácido más del 30%). La mayor parte de los reguladores permiten inicialmente que toda la corriente del generador pase hacia la batería, después, cuando la batería está cerca del final de la carga, suministrará corrientes intermitentes para mantener la batería en un estado de flotación. Algunos reguladores sobrecargan la batería periódicamente (cargas de equalización) para homogeneizar los distintos vasos que componen la batería y disminuir la estratificación del electrolito.(Abella, 2015).

Un regulador funciona habitualmente por control de la tensión, directamente relacionada con el estado de carga, medida en los terminales de la batería. Es recomendable que esta medida se realice por el método de cuatro puntas para descontar las caídas de tensión en los cables, fusibles u otros elementos situados entre el regulador y la batería. En función del método específico de control utilizado, puede ser de varios tipos, aunque los dos métodos básicos son el regulador serie y el regulador paralelo. El regulador serie, cuando detecta que la batería está completamente cargada, pone en circuito abierto el generador FV. El regulador paralelo deriva la corriente del generador FV a través de un dispositivo disipador situado en paralelo entre el generador fotovoltaico y la batería. Esta derivación es progresiva, disminuyendo la corriente de carga paulatinamente en función de la tensión de batería. Los reguladores paralelos únicamente son utilizados en sistemas de poca potencia, debido principalmente al problema que



supone disipar elevadas potencias. Una modificación habitualmente utilizada en los reguladores serie es la utilización de un control PWM para la carga de la batería. En lugar de poner el generador fotovoltaico en circuito abierto, a partir de unos determinados niveles de tensión, se produce una carga pulsada, PWM, de la corriente. Esto hace que se cargue mejor la batería.(Abella, 2015)

Las principales funciones de los reguladores son:

- Prevenir la sobrecarga de la batería. Limitar la energía suministrada a la batería por el generador FV cuando la batería está plenamente cargada.
- Prevenir la sobredescarga de la batería. Desconectar los consumos de la batería cuando el estado de carga de la batería es muy bajo.
- Proporcionar funciones de control del consumo. Conectar y desconectar automáticamente los consumos en un momento determinado (p.e. conectar una lámpara desde la puesta hasta la salida del Sol). Establecer un control de consumos prioritarios.
- Proporcionar información del estado del sistema a los usuarios u operarios, mostrando o indicando información como el voltaje y corriente de la batería, estado de carga, alarmas, etc...
- Servir como mecanismo de control para la conexión de otros generadores auxiliares de energía. • Servir como centro de cableado proporcionando un punto de conexión para otros componentes en el sistema, incluyendo el generador FV, la batería y las cargas o consumos.(Abella, 2015)



2.1.11 INVERSORES

Según (Abella, 2015), El generador FV produce corriente continua. En sistemas fotovoltaicos autónomos para poder utilizar cargas en corriente alterna se necesita un dispositivo electrónico, denominado inversor, que convierta la corriente continua en corriente alterna. Habitualmente en sistemas fotovoltaicos autónomos el inversor está conectado a una batería, mientras en un sistema fotovoltaico conectado a la red eléctrica el inversor está conectado directamente al generador fotovoltaico.(Abella, 2015)

Las funciones principales de los inversores son: inversión DC/AC, modulación de la onda alterna de salida y regulación del valor eficaz de la tensión de salida. Los inversores que se pueden encontrar normalmente pueden ser monofásicos o trifásicos a 50 Hz, con diferentes voltajes nominales de entrada con un amplio rango de potencias disponibles, de unos pocos vatios hasta varios megavatios. Pueden operar conectados a baterías o directamente al generador FV y pueden estar conectados a diferentes consumos o inyectar energía en la red eléctrica. Los inversores pueden clasificarse en función de la forma de onda de la tensión de salida:

- De onda cuadrada.
- De onda modificada o quasi-senoidal.
- De onda senoidal (muy parecida a la onda de la red eléctrica).

Los inversores de onda cuadrada son los más económicos. Se basan en un simple “chopeado” de la potencia DC de entrada, con muy poca modulación o filtrado. La onda resultante tiene un gran contenido en armónicos no deseados. La distorsión armónica total (THD) es bastante elevada, en torno al 40%, y su rendimiento está en torno al 50-60%. La potencia de sobrecarga es baja, del 10-20% de la potencia nominal. Su regulación de voltaje también es muy baja. Se suelen utilizar con pequeñas cargas inductivas o



resistivas, aunque algunos tipos de cargas pueden no operan satisfactoriamente. (Abella, 2015)

Los inversores de onda semi-senoidal o quasi-senoidal presentan una THD del 20% y sus rendimientos son mayores del 90%. Son utilizados en electrificación rural para alimentar los electrodomésticos más habituales, incluyendo ordenadores y equipos musicales. Algunas cargas como las impresoras láser, los microondas y los relojes (que pueden adelantar un 50%) pueden presentar problemas de operación con este tipo de inversores. (Abella, 2015)

Los inversores senoidales tienen un cuidadoso filtrado de la señal generada. En general son la mejor opción para la alimentación de cargas AC, no presentando ningún problema en relación con la THD o estabilidad de la tensión. Algunos tipos de consumos electrónicos como los equipos de telecomunicaciones o instrumentación delicada pueden requerir su utilización. Los inversores que producen ondas senoidales se están imponiendo sobre el resto de inversores que están dejando de ser utilizados, incluso para las aplicaciones más simples.(Abella, 2015)

Para cargas inductivas, como es el caso de los motores, la forma de la onda que llega al motor debe aproximarse lo más posible a una onda senoidal o a una onda PWM cuyos primeros armónicos se presenten a muy alta frecuencia, ya que el máximo rendimiento en el giro del motor se produce por el armónico fundamental a una frecuencia de 50 Hz. Cualquier otro armónico presente en la onda que llegue al motor no produce giro, sin embargo, disipa calor por efecto Joule como I^2R , lo que provoca calentamientos en las bobinas de cobre y cuerpo del motor y por tanto pérdidas de rendimiento. A menudo estos armónicos son los responsables de la degradación y destrucción de los aislamientos de las bobinas.(Abella, 2015)



La regulación del valor eficaz de la tensión de salida en inversores autónomos suele realizarse mediante control PWM. Ya que la tensión DC de entrada al inversor varía, también lo hace la producción de corriente de carga y en consecuencia la tensión de apagado de los interruptores de los semiconductores que forman el inversor. Como consecuencia la duración de los pulsos de la onda de salida debe ser modulado (estrechándolo o ensanchándolo). En algunos inversores la regulación de la tensión de salida se realiza con ayuda de transformadores o regulando la tensión antes del inversor.(Abella, 2015)

El funcionamiento general de un inversor está basado en puentes de interruptores de semiconductores de potencia con un ciclo controlado de apertura y cierre generando ondas de pulsos variables (cuantos más pulsos menor distorsión armónica y mayor proximidad a la onda pura senoidal).(Abella, 2015)

Existen determinadas aplicaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica en las que se necesita un convertidor CC/CC. Un ejemplo: pueden existir consumos que precisen 12 Vcc en instalaciones que generan y acumulan a 24 V ó 48 Vcc. Y para resolver esta situación, el convertidor CC/CC adapta la energía disponible (a 24 V ó 48 V), a la exigida por la carga (a 12 V).(país vasco, 2000)

2.1.12 SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA

En el bombeo de agua utilizando FV no se requiere batería ya que por lo general se usa tanque o recipiente grande que acumule agua u otro líquido requerido.

El bombeo de agua mediante la energía solar fotovoltaica proporciona una atractiva solución para suministro de agua para granjas, para irrigación o para suministro de agua potable. Estos sistemas no requieren baterías, no necesitan suministro de



combustible, son de muy bajo mantenimiento y automáticamente impulsa más agua cuando más sol hay (que normalmente es cuando más agua se necesita).(Abella, 2015)

Potencia del equipo de bombeo

El cálculo de la potencia de la bomba y del motor debe realizarse con la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q_b H_b}{76 \eta} \dots\dots\dots(2.5)$$

Donde:

P_b = Potencia de la bomba y del motor (HP).

Q_b = Caudal de bombeo (l/s).

H_b = Altura manométrica total (m).

η = Eficiencia del sistema de bombeo, $n = n_{motor} \times n_{bomba} \dots (2.6)$

Otra forma de calcular la potencia eléctrica.

$$P = Q \rho g H \dots\dots\dots (2.7)$$

Donde:

P = potencia de la bomba en (Watt)

Q = caudal de bombeo

ρ = densidad del agua

g = gravedad

H = altura manométrica

Altura útil (H)

La altura útil es la diferencia total entre la salida y entrada de la bomba. Este es el incremento de altura útil comunicada de la bomba a un fluido.

La ecuación matemática que lo representa matemáticamente es la siguiente ecuación.



$$\frac{P_E}{\rho g} + Z_E + \frac{V_E^2}{2g} + H = \frac{P_S}{\rho g} + Z_S + \frac{V_S^2}{2g} \dots\dots\dots (2.8)$$

Se despeja H, y se tiene:

$$H = \frac{P_E}{\rho g} + Z_E + \frac{V_E^2}{2g} - \left(\frac{P_S}{\rho g} + Z_S + \frac{V_S^2}{2g} \right) \dots\dots\dots (2.9)$$

Donde:

P_E = es la presión del fluido en el ingreso de la bomba

Z_E = es la altura de la de ingreso en la bomba (m)

V_E = es velocidad con la que entra el fluido.

También se debe considerar las siguientes equivalencias matemáticas

$$A_E = \frac{\pi D^2}{4} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$A_S = \frac{\pi D^2}{4} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$V_E = \frac{Q}{A_S} \dots\dots\dots (2.12)$$

Donde:

A_E = el área interior de la tubería de entrada

A_S = el área interior de la tubería de salida

D = el diámetro interior de la tubería

Q = caudal del fluido (agua)

2.1.13 BOMBAS

Las bombas son equipos mecánicos que permite elevar los líquidos y trasladarlos de un punto a otro consiguiendo aumentar su energía cinética o presión del fluido, es



decir, se aplica cierta cantidad de energía (carga) que permita vencer la resistencia de las tuberías a la circulación, así como la carga que representa la diferencia de nivel del punto de donde se desplaza el líquido hasta el punto donde se quiera llevar.(COSUDE, 2005)

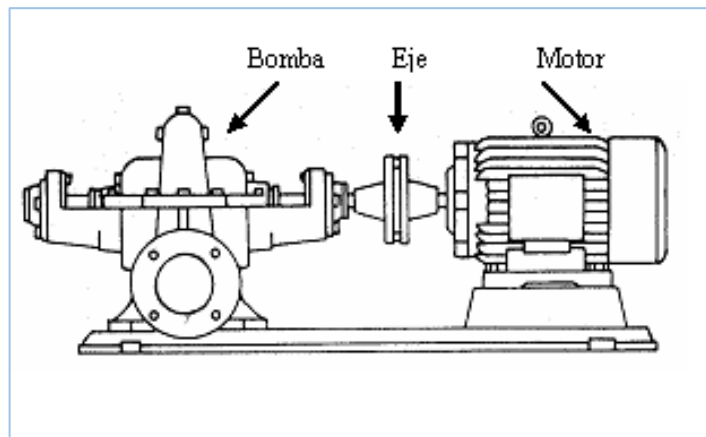
2.1.13.1 TIPOS DE BOMBAS

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles. El proyectista de acuerdo a las características del proyecto, seleccionará el tipo de bomba más adecuada a las necesidades del mismo.(COSUDE, 2005).

a) Bombas centrífugas horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal, tal como la figura 2.5, Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc. Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional. La mayor desventaja que presentan estas bombas es la limitación en la carga de succión, ya que el valor máximo teórico que alcanza es el de la presión atmosférica del lugar (10,33 m. a la altura del mar), sin embargo, cuando la altura de succión es de 7 metros la bomba ya muestra deficiencias de funcionamiento.(COSUDE, 2005).

Figura 2.6: Bombas centrífugas de eje horizontal

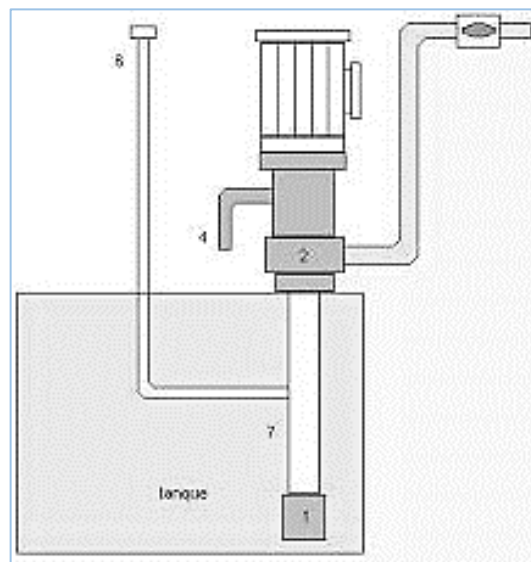


Fuente: (Calsina Pari, 2015)

b) Bombas centrífugas verticales

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos, tal como se observa en la figura 2.6.(COSUDE, 2005).

Figura 2.7: Bomba centrífuga vertical



Fuente: (Calsina Pari, 2015)

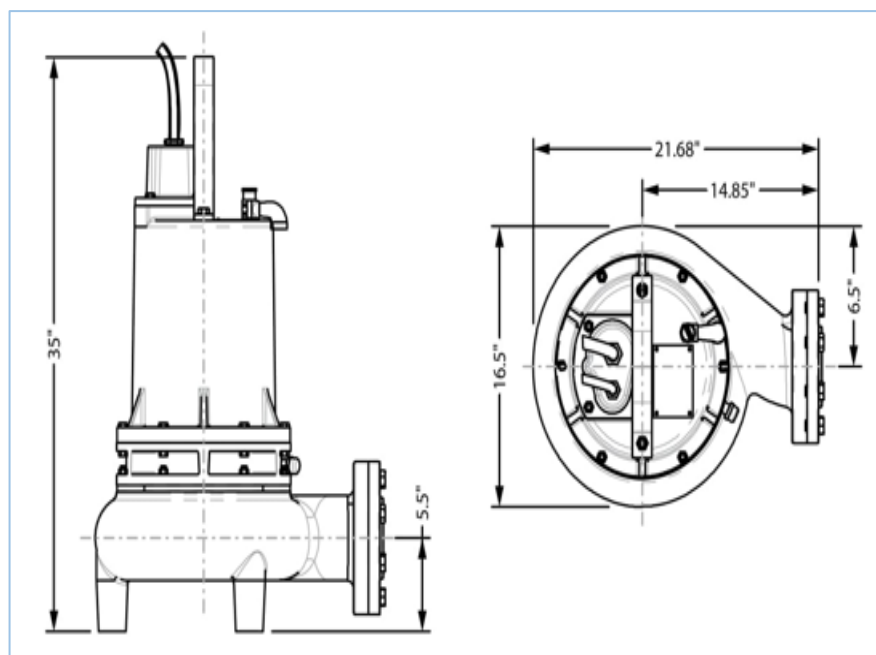
Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de

costo. La ventaja principal de estos equipos es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas están lo ruidosas que son y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación. Los costos de instalación de este tipo de bombas son menores a los demandados por la instalación de una bomba de eje horizontal; sin embargo, la operación y mantenimiento exige cuidado especial y mayores costos(COSUDE, 2005)

c) Bombas sumergibles

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplado en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación, figura 2.7; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

Figura 2.8: Bomba sumergible



Fuente: (Barnes de Mexico S.A., 2015)

Estas bombas tienen la desventaja de poseer eficiencia relativamente baja, por lo cual, aun cuando su costo puede ser relativamente bajo, el costo de operación es elevado



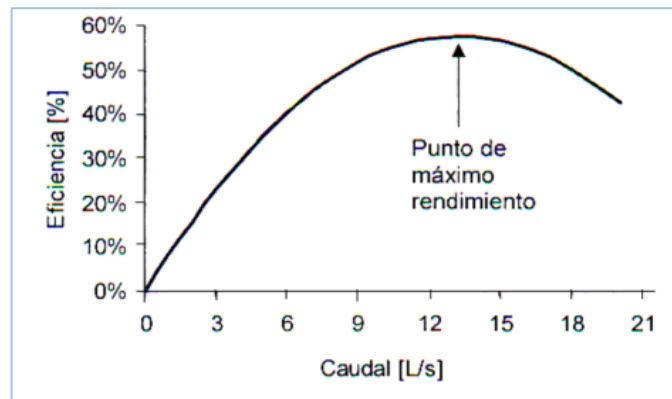
por su alto consumo de energía. Nota: como el eje debe atravesar la caja de la bomba en dos sitios, estas bombas requieren doble juego de prensa estopas. Otra desventaja es que al estar el motor y la bomba sumergidos, no existe forma de llegar a ellos cuando están instalados, en otras palabras la unidad no es susceptible de recibir mantenimiento sin paralizar el bombeo. Los motores sumergibles están concebidos con velocidades de operación altas y son máquinas muy rígidas con respecto a la misma, no es factible hacer regulaciones durante la operación para variar la velocidad.(COSUDE, 2005)

d) Eficiencia de la bomba centrífuga

Las bombas han tenido y tienen un papel decisivo en el desarrollo de la humanidad. No es posible imaginar los procesos industriales modernos sin la participación de estos equipos. Se encuentran presentes en las grandes centrales termoeléctricas, en las empresas de procesos químicos, en las industrias alimenticias, en los grandes equipos automotores. Juegan un papel importante en el confort de los grandes asentamientos humanos con el suministro de agua, evacuación de aguas residuales y suministro de aire acondicionado. También presentan una gran oportunidad para implementar en ellas técnicas de ahorro de energía.(Urgeles Asensio, Patiño Martinez, & Lopez, 2018)

La eficiencia de la bomba es una curva característica que se traza en función del caudal a una velocidad de giro constante, esta información nos la brinda el fabricante. La eficiencia de una bomba es la relación entre la potencia hidráulica agregada por la bomba al fluido y la potencia eléctrica consumida por el motor. A continuación se muestra una curva de isoeficiencia.(Urgeles Asensio et al., 2018)

Figura 2.9: Rendimiento máximo



Fuente: (Urgeles Asensio et al., 2018)

Si no contamos con las curvas de isoeficiencia, también podemos determinar la eficiencia de la bomba, de la siguiente manera:

- Se establece la potencia que demanda la bomba o la que es entregada al motor, mediante la siguiente ecuación: ecuación 2.13
- Se establece la potencia hidráulica, a través de la siguiente ecuación:

Donde:

- Q: Flujo volumétrico $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$
- H: Carga total $[\text{m}]$
- ρ : Densidad del fluido $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
- g: Aceleración gravitacional $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$

De modo que la eficiencia de la bomba se define de la siguiente manera:

$$\eta_{\text{Bomba}}(\%) = \frac{\rho g Q H}{\text{Potencia Demandada por la Bomba} \times 1,000 \frac{\text{w}}{\text{kw}}} \dots\dots (2.13)$$

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 PANEL SOLAR MONOCRISTALINO

Características del panel solar de silicio monocristalino.

- Célula solar: célula solar cristalina de alta eficiencia. Incluso si la luz es débil, el módulo solar puede producir una potencia máxima.
- Vidrio templado (vidrio templado): el recubrimiento anti reflectante y el vidrio de alta velocidad de transmisión aumentan la potencia de salida y la resistencia mecánica del módulo solar.
- Caja de conexiones: caja de conexiones multifunción con prueba de agua.
- Larga vida útil: ≥ 25 años; Menos disminución de potencia.
- Condiciones de prueba estándar, Irradiación: 1000 W/m².
- Buen desempeño de prevención contra clima atroz como viento y granizo.

Figura 3.1: Panel fotovoltaico monocristalino



Fuente: <http://www.puntosolar.cl>

3.1.2 CONTROLADOR SOLAR DE CARGA DE BATERÍA

Características regulador de carga marca phocos.

Los reguladores de carga permiten configuraciones 12/24V y corriente de carga máxima 10A, 15 A y 20 A respectivamente, son ideales para pequeñas instalaciones aisladas. El circuito electrónico interno está equipado con un microprocesador que provee una carga altamente eficiente y una correcta señalización del estado del sistema y alarmas. El método de regularización de carga (PWM) se ajusta a la batería de plomo ácido, líquidas.

- Señalización del estado de carga de las baterías mediante 3 LEDs
- Aviso sonoro previo a la desconexión del consumo
- Regulación por modulación de ancho de pulso (PWM), de tipo Serie
- Carga a fondo de baterías, ecualización y flotación, también para baterías tipo VRLA
- Detección automática de tensión nominal de 12 ó 24 V
- Control con compensación de temperatura
- Borneras para cables de hasta 16 mm²
- Desconexión por bajo voltaje de baterías, por voltaje o estado de carga
- Completa protección electrónica.

Figura 3.2: Controlador solar de carga



Fuente: <https://puntosolar.cl>

3.1.3 BATERÍA

Características batería marca Solite.

Procedencia Coreana, Solite cuenta con un rendimiento y vida útil más larga altamente confiable. Su interior libre de óxido metálico de calcio hace que tenga la mejor resistividad térmica y la fuerte inmunidad contra el cambio drástico de temperatura. Cuentan con tecnología de libre mantenimiento, totalmente sellados que evitan daños por vibración e impactos, por ello prolonga la duración y el rendimiento. Cumple con todo el estándar de calidad y eficiencia, reconocidas en el mercado nacional e internacional. Certificado ISO. Alta confiabilidad, Gran rendimiento, Larga vida Útil.

Figura 3.3: Batería Solite



Fuente: <http://www.todobaterias.pe>

3.1.4 ANALIZADOR DE REDES

Características analizador de redes marca Schneider.

Los medidores de la serie DM6x00H ofrecen un gran tipo de pantalla LED alfanumérica de 8 segmentos, navegación intuitiva con autoguiado 4 botones, LED brillantes de 14,2 mm de altura con 12 LED para indicar el porcentaje de carga en el circuito.

- Medición del factor de potencia.

- % de desbalance de tensión y corriente.
- Ángulo de fase entre la respectiva fase de tensión y corriente.
- Protocolo de comunicación Modbus RTU con puerto RS48 para la integración con el sistema de gestión de energía (DM6200H).

Figura 3.4: Analizador de redes



Fuente: <https://www.schneider-electric.com.pe>

3.1.5 BOMBA TRIFÁSICA DE ½ HP

Las bombas centrífugas o rotodinámicas son actualmente las más conocidas y utilizadas para bombear líquidos, transforman la energía mecánica en energía cinética hidráulica. El ejemplar en el laboratorio es una bomba de ½ HP, trifásica de 3 hilos calibre 10AWG, potencia de 376W.

Figura 3.5: Motor trifásico



Fuente: <https://www.schneider-electric.com.pe>

3.1.6 INTERRUPTOR TERMO MAGNÉTICO

Interruptor termo magnético o llave térmica, es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos

- Altitud sobre el nivel del mar hasta 4 500 m
- Humedad relativa entre 50 y 95%
- Temperatura ambiental entre $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Tensión de operación de 220 y 380 V

Figura 3.6: Termomagnético



Fuente: www.schneider-electric.com.pe

3.1.7 PORTA FUSIBLE

El portafusible es el encargado de salvaguardar el fusible en su interior, por el efecto Joule, cuando el voltaje del módulo alcance un valor alto y peligroso para el sistema, el hilo conductor del fusible se fundirá logrando así interrumpir el paso de la corriente.

Figura 3.7: Porta fusible



Fuente: www.schneider-electric.com.pe

3.1.8 MÓDULO DE POTENCIA

La Fuente de alimentación PM1207 de corriente continua estabilizada, es una fuente conmutada en el primario. Con diseño semejante al controlador, otorga una tensión estabilizada y confiable debido a su protección electrónica. La tensión de alimentación de la fuente, puede variar en un rango de 85...264V AC. Montaje a riel DIN para un óptimo desempeño en el entorno industrial.

Características Técnicas

- Rizado para carga nominal: $< 150\text{mVpp}$
- Rendimiento: $> 82\%$
- Alimentación: 120 / 230V AC
- Salida: 24V DC / 2,5 Amp.
- Índice/Clase de protección: IP-20/Clase 1

Figura 3.8: Módulo de potencia

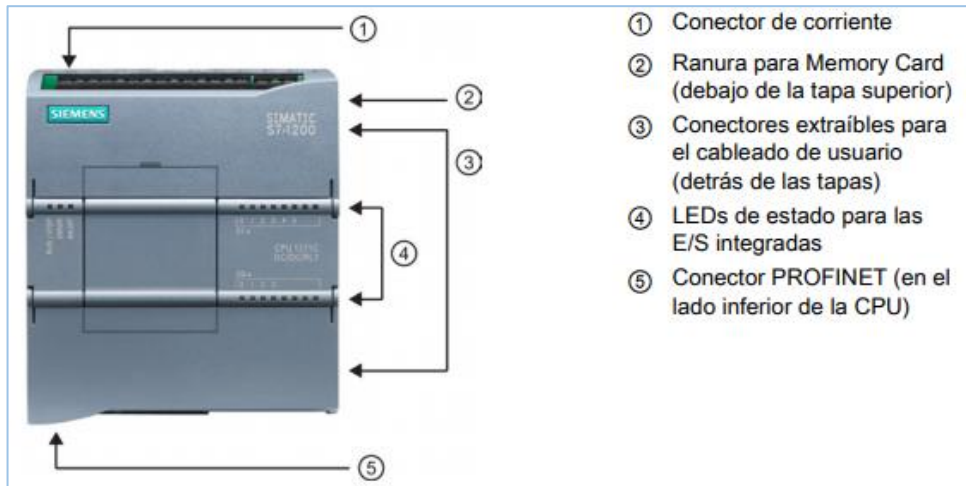


Fuente: <https://www.calimport.cl/>

3.1.9 PLC

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS, GPRS, RS485 o RS232.

Figura 3.9: PLC controlador lógico controlable



Fuente: <https://new.siemens.com/>

3.1.10 MÓDULO DE EXPANSIÓN

Módulos de señales, puede fácilmente ampliar el número de E / S del controlador para adaptarse exactamente a sus requisitos de aplicación.

- Los módulos digitales proveen canales digitales de E/S adicionales.
- Los módulos de medida analógica y temperaturas proveen canales analógicos de E/S adicionales.

Figura 3.10: Módulo de señal



Fuente: <https://w5.siemens.com>

3.1.11 INVERSOR

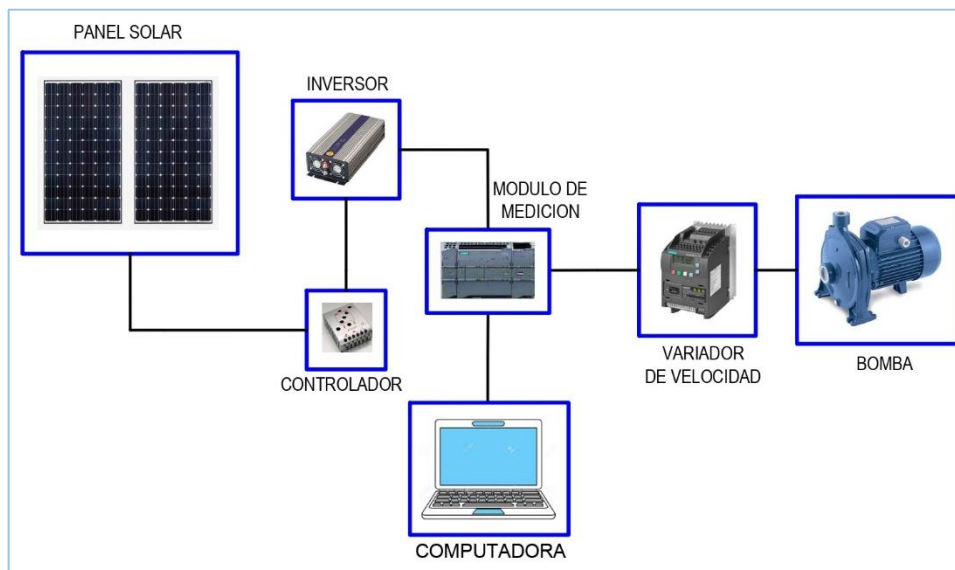
Es un instrumento magnético electromagnético capaz de convertir corriente directa a corriente alterna. DC/AC. Hay muchos tipos de ondas las principales en SFV onda senoidal pura, onda cuadrática y onda senoidal modificada.

Figura 3.11: Inversor de corriente.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12: Esquema del módulo



Fuente: Elaboración propia

3.2 METODOLOGÍA

La presente tesis es de tipo experimental comparativa e investigación, es experimental por que presentamos un módulo para el estudio experimental y así poder recolectar los datos necesarios para nuestra investigación, comparativa por que se comparan datos reales y actuales de diferentes geografías e investigación porque



planeamos la obtención de nuevos conocimientos para su futura aplicación en el campo de la ciencia y la tecnología.

Para el cumplimiento de nuestros objetivos se recolectarán datos de proyectos de tesis anteriores nacionales e internacionales, páginas webs, y la implementación de un módulo que permita cumplir con los valores requeridos.

3.3 MATERIALES

Para desarrollar el siguiente proyecto de tesis se revisa materiales biográficos básicos para los objetivos.

- Bibliografías referidas al tema al sistema de bombeo solar, control y automatización.
- Información bibliográfica de tesis elaboradas antes, referidas a bombeo solar.
- Catálogo y referencias de los fabricantes.
- Obtención de datos tomados en campo y geografía de Puno.

3.4 ALCANCES DEL PROYECTO

3.4.1 POBLACIÓN BENEFICIADA

La población beneficiada directa e indirecta serán los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, e incluso otros estudiantes de las demás escuelas que requieran el módulo fotovoltaico con la finalidad de realizar investigaciones que aporten al desarrollo de la Universidad y nuestra región.



3.5 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1 MÉTODOS.

La metodología que se emplea para este trabajo de tesis es experimental y descriptiva. Nos permitirá cumplir con los objetivos planteados, Analizar sistemas solares fotovoltaicos en Puno y comportamiento de la radiación solar, evaluar los métodos para determinar eficiencias globales en sistemas solares fotovoltaicos, evaluar la eficiencia global del sistema solar fotovoltaico. Finalmente, con los resultados obtenidos concluir y recomendar alcances del presente proyecto de tesis.

3.5.2 TÉCNICAS.

Para la ejecución del presente proyecto de tesis se seguirá el siguiente proceso:

3.5.3 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

La recopilación de información para implementación del módulo con materiales e instrumentos requeridos para el presente proyecto.

3.5.4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL PROYECTO

Con respecto al cálculo de justificación del proyecto, se seleccionaron los datos necesarios de los equipos y/o accesorios implementados y existentes del sistema de bombeo fotovoltaico.

3.5.4.1 MONTAJE E INSTALACIÓN DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

Con los equipos de medición adquiridos, se procedió a realizar el montaje e instalación de dichos equipos para implementar el módulo de medición para sistema de bombeo solar. Para la cual se requirieron las siguientes herramientas.

- Alicata universal



- Juego de destornilladores
- Multímetro digital
- otros

3.5.4.2 TOMA DE DATOS

Para la toma de datos tanto para conseguir los datos experimentales obtenidos por el módulo de medición por medio del programa TIA Portal y los datos experimentales complementarios obtenidos de manera presencial en el laboratorio se necesitaron.

- Sensor de corriente
- Sensor de tensión
- Pinza amperimétrica
- Voltímetro
- Sensor de presión
- PLC (Siemens)
- Software TIA Portal
- Conector de red (PC y PLC)

3.5.4.3 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

Se determinará de la siguiente manera.

Variables dependientes

- Flujo de entrada
- Flujo de salida
- Tiempo

Variable independiente

- radiación solar

CAPITULO IV

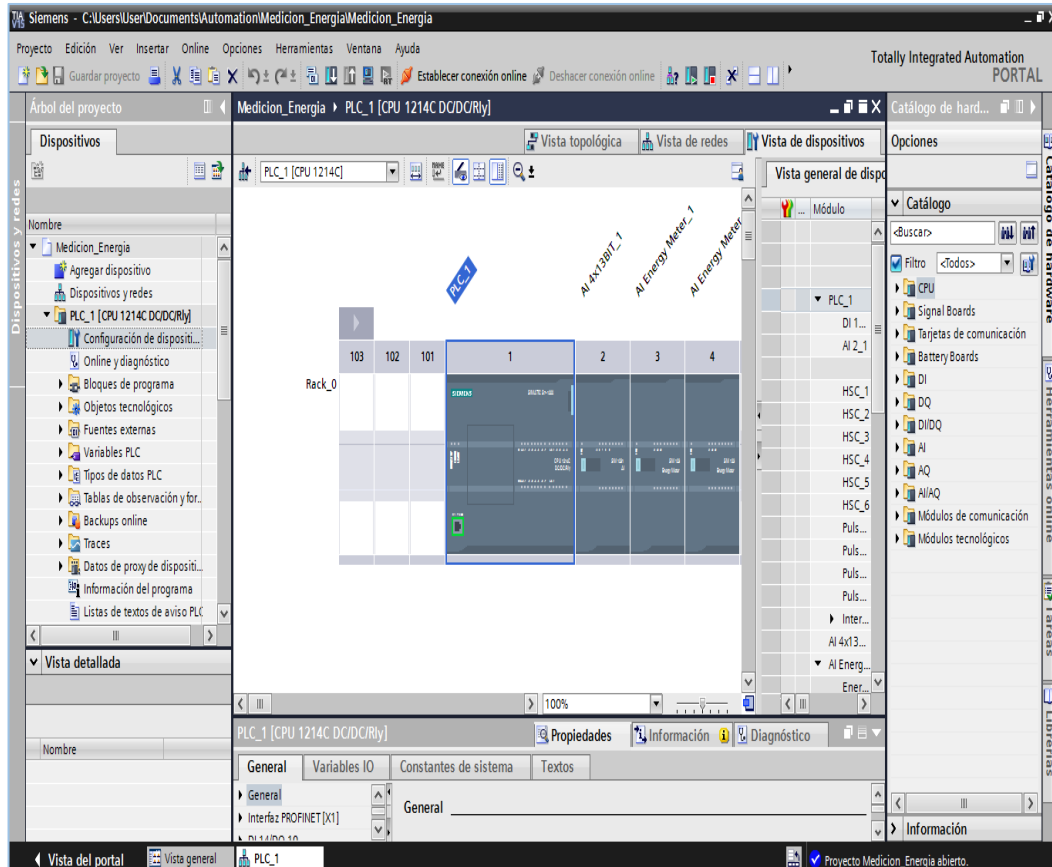
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS OBTENIDOS

4.1.1 MONITOREO DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA UN DÍA TÍPICO

Para el desenvolvimiento de nuestro proyecto, optamos por servirnos del software TIA PORTAL V15, una herramienta de programación perteneciente a la gigantesca empresa SIEMENS, el software por medio de un prototipo al cual se le ha implementado equipamientos, nos permite por medio de una conexión entre el módulo y la PC monitorear en tiempo real los datos necesarios para nuestra investigación.

Figura 4.1: Software Tia portal V15



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.2: Conexión de módulo con la computadora



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2 DATOS TOMADOS POR EL MÓDULO PARA UN DÍA TÍPICO.

Tabla 4.1: Caracterización de irradiancia

N°	HORA	RADIACIÓN (W/m ²)	ÍTEM	HORA	RADIACIÓN (W/m ²)
1	05:52:29 a.m.	0 (W/m ²)	81	12:32:29 p.m.	975 (W/m ²)
2	05:57:29 a.m.	1 (W/m ²)	82	12:37:29 p.m.	983 (W/m ²)
3	06:02:29 a.m.	2 (W/m ²)	83	12:42:29 p.m.	977 (W/m ²)
4	06:07:29 a.m.	4 (W/m ²)	84	12:47:29 p.m.	978 (W/m ²)
5	06:12:29 a.m.	7 (W/m ²)	85	12:52:29 p.m.	980 (W/m ²)
6	06:17:29 a.m.	10 (W/m ²)	86	12:57:29 p.m.	971 (W/m ²)
7	06:22:29 a.m.	14 (W/m ²)	87	01:02:29 p.m.	968 (W/m ²)
8	06:27:29 a.m.	16 (W/m ²)	88	01:07:29 p.m.	963 (W/m ²)
9	06:32:29 a.m.	19 (W/m ²)	89	01:12:29 p.m.	963 (W/m ²)
10	06:37:29 a.m.	24 (W/m ²)	90	01:17:29 p.m.	959 (W/m ²)
11	06:42:29 a.m.	28 (W/m ²)	91	01:22:29 p.m.	964 (W/m ²)
12	06:47:29 a.m.	30 (W/m ²)	92	01:27:29 p.m.	960 (W/m ²)
13	06:52:29 a.m.	32 (W/m ²)	93	01:32:29 p.m.	949 (W/m ²)



...continuación

14	06:57:29 a.m.	35 (W/m ²)	94	01:37:29 p.m.	943 (W/m ²)
15	07:02:29 a.m.	36 (W/m ²)	95	01:42:29 p.m.	942 (W/m ²)
16	07:07:29 a.m.	56 (W/m ²)	96	01:47:29 p.m.	936 (W/m ²)
17	07:12:29 a.m.	41 (W/m ²)	97	01:52:29 p.m.	926 (W/m ²)
18	07:17:29 a.m.	41 (W/m ²)	98	01:57:29 p.m.	917 (W/m ²)
19	07:22:29 a.m.	43 (W/m ²)	99	02:02:29 p.m.	906 (W/m ²)
20	07:27:29 a.m.	44 (W/m ²)	100	02:07:29 p.m.	892 (W/m ²)
21	07:32:29 a.m.	45 (W/m ²)	101	02:12:29 p.m.	879 (W/m ²)
22	07:37:29 a.m.	47 (W/m ²)	102	02:17:29 p.m.	867 (W/m ²)
23	07:42:29 a.m.	48 (W/m ²)	103	02:22:29 p.m.	850 (W/m ²)
24	07:47:29 a.m.	49 (W/m ²)	104	02:27:29 p.m.	834 (W/m ²)
25	07:52:29 a.m.	50 (W/m ²)	105	02:32:29 p.m.	820 (W/m ²)
26	07:57:29 a.m.	51 (W/m ²)	106	02:37:29 p.m.	803 (W/m ²)
27	08:02:29 a.m.	52 (W/m ²)	107	02:42:29 p.m.	786 (W/m ²)
28	08:07:29 a.m.	54 (W/m ²)	108	02:47:29 p.m.	766 (W/m ²)
29	08:12:29 a.m.	56 (W/m ²)	109	02:52:29 p.m.	746 (W/m ²)
30	08:17:29 a.m.	67 (W/m ²)	110	02:57:29 p.m.	726 (W/m ²)
31	08:22:29 a.m.	96 (W/m ²)	111	03:02:29 p.m.	706 (W/m ²)
32	08:27:29 a.m.	127 (W/m ²)	112	03:07:29 p.m.	684 (W/m ²)
33	08:32:29 a.m.	158 (W/m ²)	113	03:12:29 p.m.	662 (W/m ²)
34	08:37:29 a.m.	190 (W/m ²)	114	03:17:29 p.m.	640 (W/m ²)
35	08:42:29 a.m.	223 (W/m ²)	115	03:22:29 p.m.	618 (W/m ²)
36	08:47:29 a.m.	256 (W/m ²)	116	03:27:29 p.m.	593 (W/m ²)
37	08:52:29 a.m.	289 (W/m ²)	117	03:32:29 p.m.	569 (W/m ²)
38	08:57:29 a.m.	323 (W/m ²)	118	03:37:29 p.m.	548 (W/m ²)
39	09:02:29 a.m.	357 (W/m ²)	119	03:42:28 p.m.	522 (W/m ²)
40	09:07:29 a.m.	389 (W/m ²)	120	03:47:28 p.m.	495 (W/m ²)
41	09:12:29 a.m.	409 (W/m ²)	121	03:52:28 p.m.	472 (W/m ²)
42	09:17:29 a.m.	439 (W/m ²)	122	03:57:28 p.m.	447 (W/m ²)
43	09:22:29 a.m.	471 (W/m ²)	123	04:02:28 p.m.	423 (W/m ²)
44	09:27:29 a.m.	503 (W/m ²)	124	04:07:28 p.m.	397 (W/m ²)



...continuación

45	09:32:29 a.m.	538 (W/m ²)	125	04:12:28 p.m.	369 (W/m ²)
46	09:37:29 a.m.	576 (W/m ²)	126	04:17:28 p.m.	342 (W/m ²)
47	09:42:29 a.m.	610 (W/m ²)	127	04:22:28 p.m.	314 (W/m ²)
48	09:47:29 a.m.	642 (W/m ²)	128	04:27:28 p.m.	288 (W/m ²)
49	09:52:29 a.m.	673 (W/m ²)	129	04:32:28 p.m.	258 (W/m ²)
50	09:57:29 a.m.	705 (W/m ²)	130	04:37:28 p.m.	229 (W/m ²)
51	10:02:29 a.m.	735 (W/m ²)	131	04:42:28 p.m.	184 (W/m ²)
52	10:07:29 a.m.	767 (W/m ²)	132	04:47:28 p.m.	33 (W/m ²)
53	10:12:28 a.m.	794 (W/m ²)	133	04:52:28 p.m.	29 (W/m ²)
54	10:17:28 a.m.	828 (W/m ²)	134	04:57:28 p.m.	25 (W/m ²)
55	10:22:29 a.m.	849 (W/m ²)	135	05:02:28 p.m.	22 (W/m ²)
56	10:27:29 a.m.	873 (W/m ²)	136	05:07:28 p.m.	18 (W/m ²)
57	10:32:29 a.m.	897 (W/m ²)	137	05:12:28 p.m.	13 (W/m ²)
58	10:37:29 a.m.	914 (W/m ²)	138	05:17:28 p.m.	9 (W/m ²)
59	10:42:29 a.m.	930 (W/m ²)	139	05:22:28 p.m.	6 (W/m ²)
60	10:47:29 a.m.	940 (W/m ²)	140	05:27:28 p.m.	3 (W/m ²)
61	10:52:29 a.m.	946 (W/m ²)	141	05:32:28 p.m.	2 (W/m ²)
62	10:57:29 a.m.	957 (W/m ²)	142	05:37:28 p.m.	1 (W/m ²)
63	11:02:29 a.m.	960 (W/m ²)	143	05:42:28 p.m.	0 (W/m ²)
64	11:07:29 a.m.	959 (W/m ²)	144	05:47:28 p.m.	0 (W/m ²)
65	11:12:29 a.m.	963 (W/m ²)	145	05:52:28 p.m.	0 (W/m ²)
66	11:17:29 a.m.	975 (W/m ²)	146	05:57:28 p.m.	0 (W/m ²)
67	11:22:29 a.m.	974 (W/m ²)	147	06:02:28 p.m.	0 (W/m ²)
68	11:27:29 a.m.	996 (W/m ²)	148	06:07:28 p.m.	0 (W/m ²)
69	11:32:29 a.m.	997 (W/m ²)	149	06:12:28 p.m.	0 (W/m ²)
70	11:37:29 a.m.	997 (W/m ²)	150	06:17:28 p.m.	0 (W/m ²)
71	11:42:29 a.m.	999 (W/m ²)	151	06:22:28 p.m.	0 (W/m ²)
72	11:47:29 a.m.	1001 (W/m ²)	152	06:27:28 p.m.	0 (W/m ²)
73	11:52:29 a.m.	1000 (W/m ²)	153	06:32:28 p.m.	0 (W/m ²)
74	11:57:29 a.m.	991 (W/m ²)	154	06:37:28 p.m.	0 (W/m ²)
75	12:02:29 p.m.	993 (W/m ²)	155	06:42:28 p.m.	0 (W/m ²)

...continuación

76	12:07:29 p.m.	989 (W/m ²)	156	06:47:28 p.m.	0 (W/m ²)
77	12:12:29 p.m.	993 (W/m ²)	157	06:52:28 p.m.	0 (W/m ²)
78	12:17:29 p.m.	991 (W/m ²)	158	06:57:28 p.m.	0 (W/m ²)
79	12:22:29 p.m.	971 (W/m ²)			
80	12:27:29 p.m.	980 (W/m ²)			

Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR POR HORA

Se procedió a evaluar la radiación solar de manera real y directa, es decir apreciando el cómo se comporta la radiación solar a cada minuto durante un día típico en el laboratorio de control y automatización de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional Del Altiplano, obteniendo los resultados mencionados a continuación.

4.1.3.1 PRIMERA HORA DE 6.00 AM A 7.00 AM.

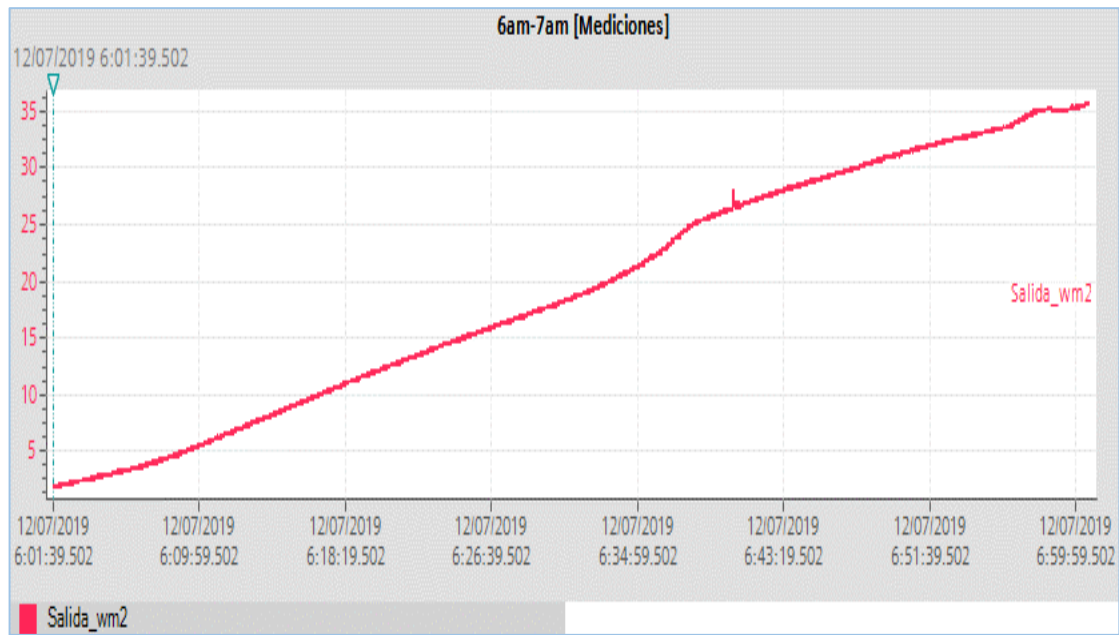
A las 6:01 am la radiación solar es casi imperceptible (3 W/m²) a razón de que los rayos solares aun no llegaron al panel solar tal como se muestra en la imagen 4.3, posteriormente la radiación solar se comporta de una manera progresivamente lenta y estable como se muestra en la imagen 4.4.

Figura 4.3: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 6:00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.4: Comportamiento de la radiación 6.00 am a 7.00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.2 SEGUNDA HORA DE 7.00 AM A 8.00 AM.

Entre las horas 7.03 am hasta las 7:13 am existe un comportamiento perturbado de la radiación solar, se presenta una gradual y rápida elevación de la radiación solar tomando un valor de aproximadamente 37 W/m², llegando a un pico máximo a las 7:09 am con una radiación de aproximadamente 71 W/m², este fenómeno fue captado por el módulo en el modo de observación de manera real y directa, es decir de manera presencial cada segundo tal como se muestra en la figura 4.6, el fenómeno fue a causa del reflejo de los vidrios que rodean a la escuela profesional de ingeniería mecánica eléctrica los cuales incidieron en el panel solar a la hora exacta mencionada. Luego comienza un descenso gradual hasta las 7:13 am con una radiación solar de 39 W/m², inmediatamente posterior a este comportamiento, la radiación vuelve a comportarse de forma más apacible (ver figura 4.6).

A las 7:40 am se presenta una caída puntual brusca de la radiación solar (ver figura 4.6), esta caída fue forzada ya que deslicé mi brazo sobre el panel solar para tomar una

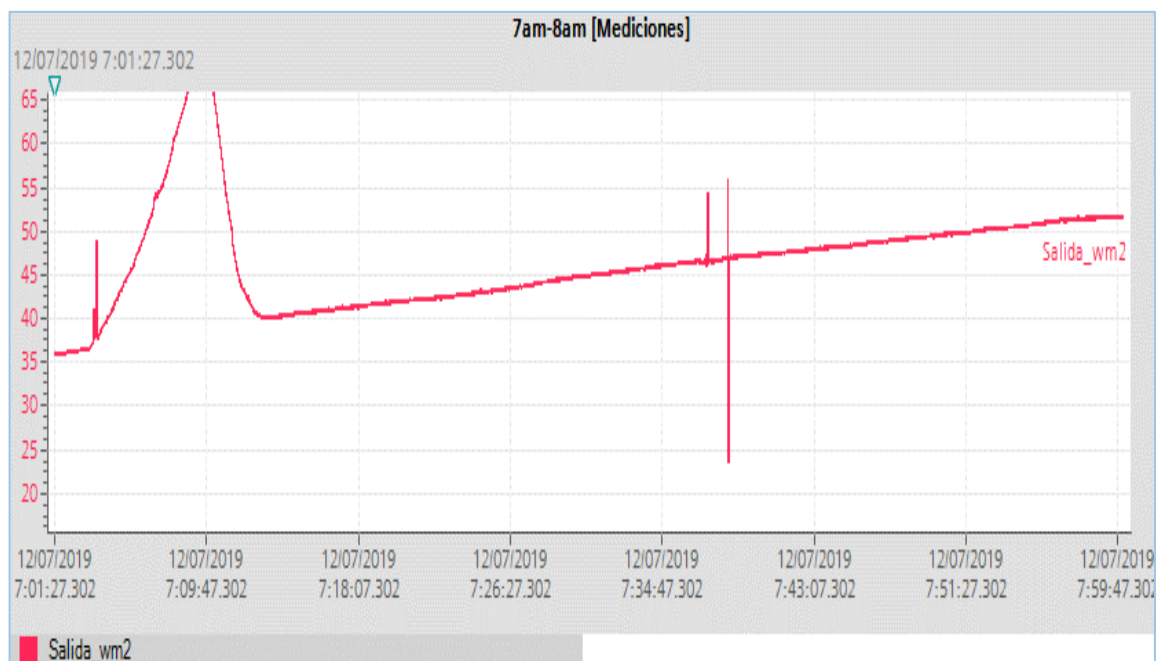
fotografía esto ha simulado una sombra para dicho panel y ha afectado la sensibilidad de su medición. Finalmente, para esta hora se mantiene una elevación de la radiación solar progresiva hasta las 7:59 am indicando un valor de 51.5 W/m².

Figura 4.5: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 7:00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.6: Comportamiento de la radiación 7.00 am a 8.00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.3 TERCERA HORA DE 8.00 AM A 9.00 AM.

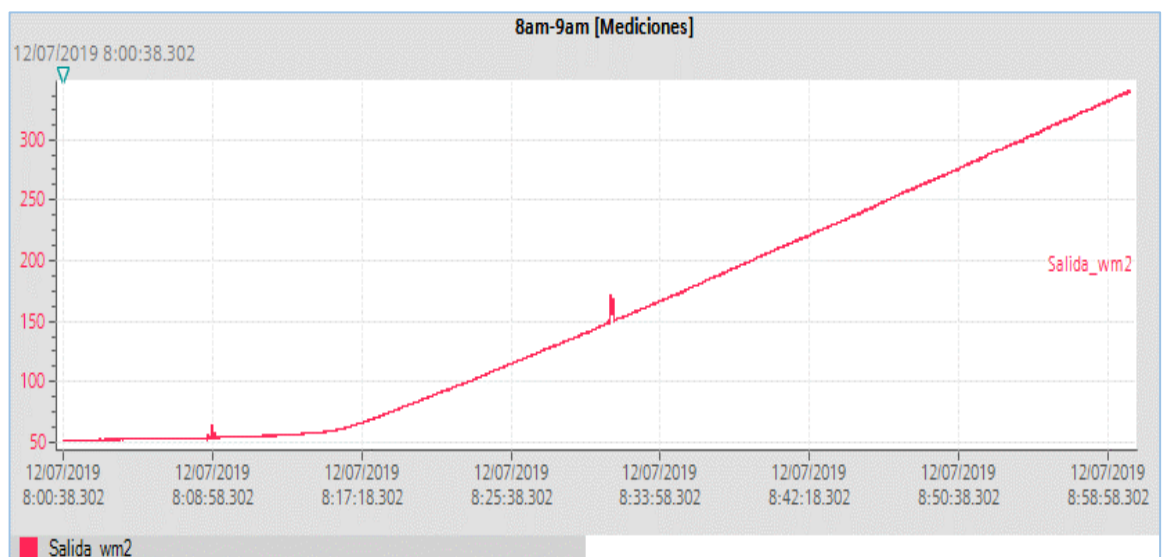
Empezando las 8:00 am se presenta un comportamiento similar a los minutos anteriores de la hora anterior hasta llegar a las 8:15 am con una radiación solar de 58 W/m² he aquí, a partir de esta hora, se exhibe un incremento acelerado de la radiación solar llegando a las 9:00 am con un valor de 345 W/m² (ver figura 4.8).

Figura 4.7: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 8:00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.8: Comportamiento de la radiación 8.00 am a 9.00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.4 CUARTA HORA DE 9.00 AM A 10.00 AM.

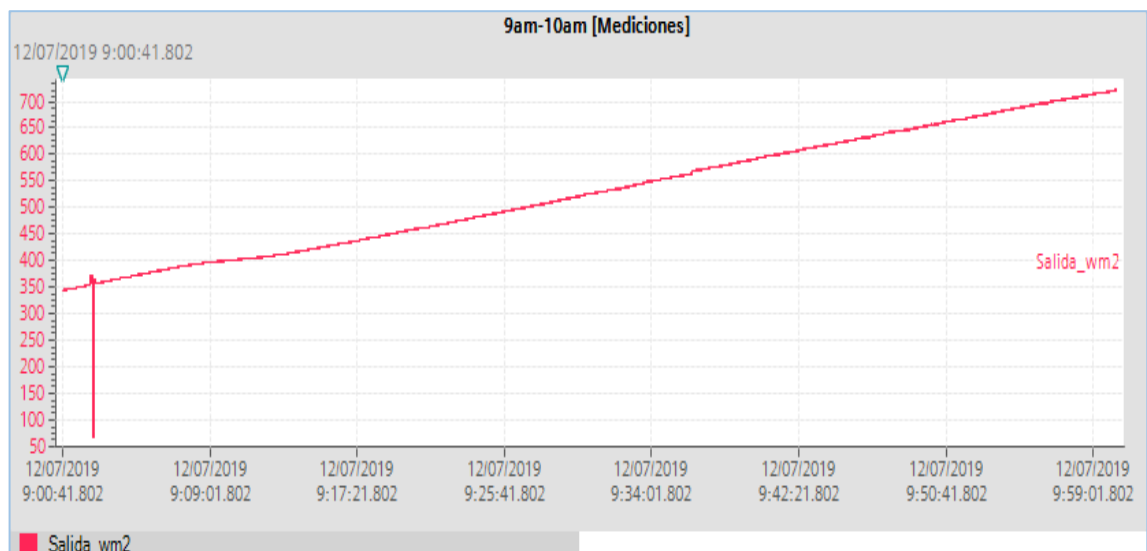
Elevación acelerada y constante de la radiación solar partiendo de las 9:00 am con un valor solar de 345 W/m² hasta 721.8 W/m² a las 10:00 am (ver figura 4.10)

Figura 4.9: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 9:00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.10: Comportamiento de la radiación 9.00 am a 10.00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.5 QUINTA HORA DE 10.00 AM A 11.00 AM.

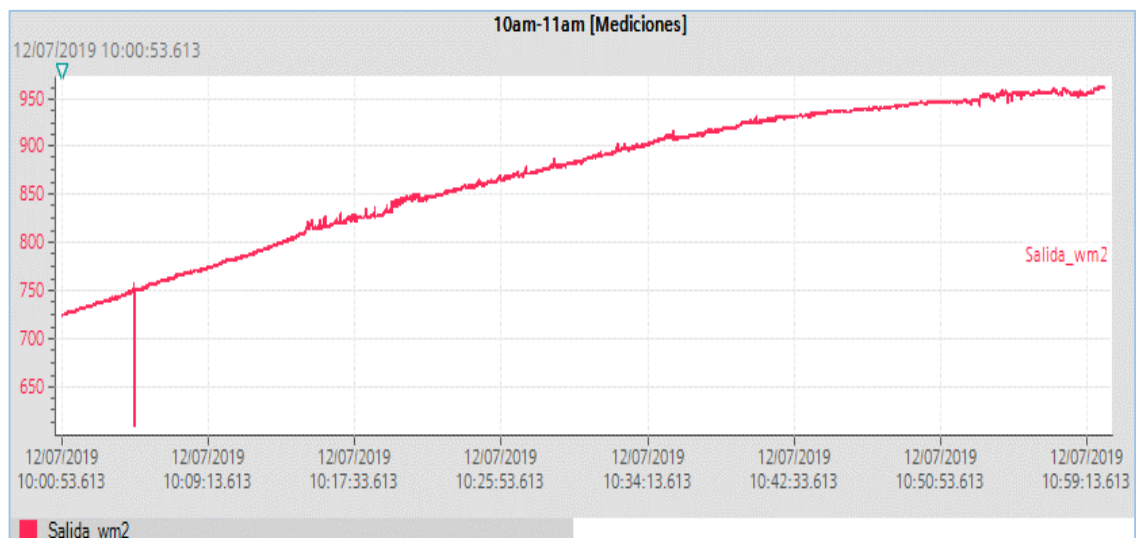
Elevación constante de la radiación solar partiendo de las 10:00 am con un valor solar de 721.8 W/m² hasta 956 W/m² a las 11:00 am , existen oscilaciones del valor de la radiación solar de aproximadamente 15 W/m² (ver figura 4.12)

Figura 4.11: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 10:00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.12: Comportamiento de la radiación 10.00 am a 11.00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.6 SEXTA HORA DE 11.00 AM A 12.00 M.

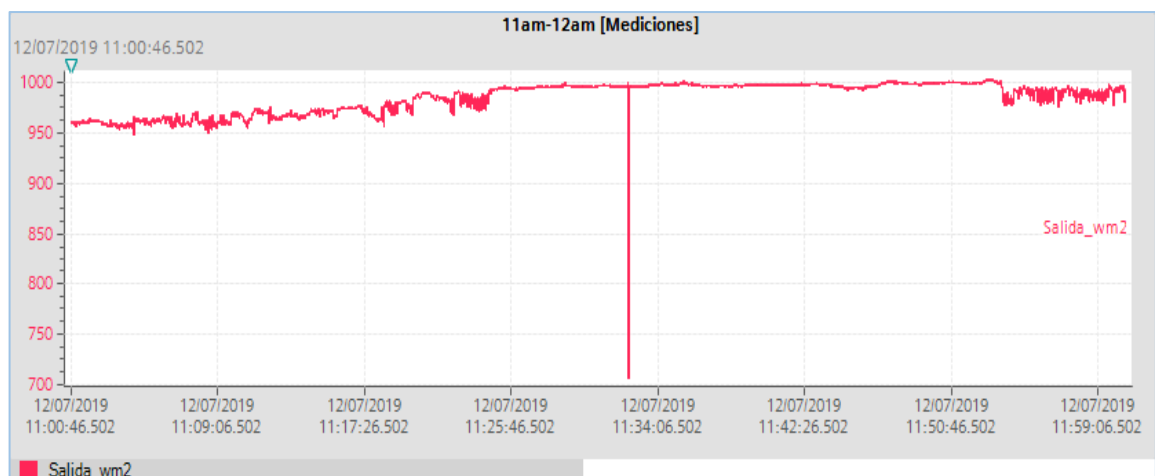
A partir de esta hora es cuando la radiación solar comienza a tener un comportamiento más calmado, hemos llegado pues, a la hora con presencia de mayor radiación solar (ver figura 4.14), Comienza con una radiación de 960.5 W/m² a las 11am, llegando a 1000 W/m² a las 11:52 am, es importante resaltar que este último valor fue el más alto obtenido para este día.

Figura 4.13: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 11:00 am



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.14: Comportamiento de la radiación 11.00 am a 12.00 m



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.7 SÉPTIMA HORA DE 12.00 M A 13.00 PM.

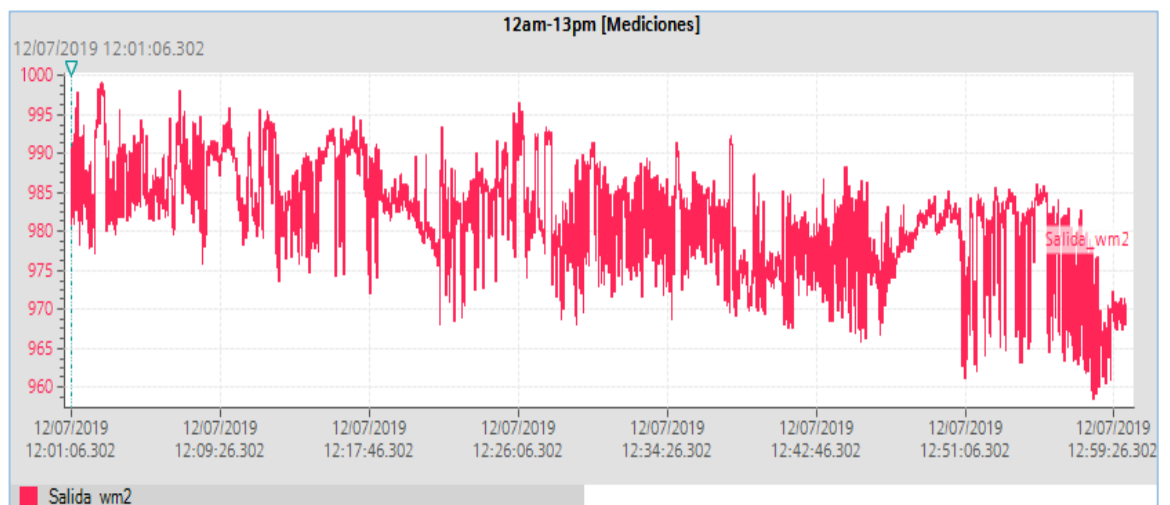
La radiación solar continua en su hora solar pico, se mantiene estable, con una oscilación de aproximadamente 20 W/m². En este intervalo de hora el valor de la radiación comienza con un valor de 991.6 W/m² a las 12 m, llegando a 970 W/m² a las 1pm (ver figura4.16).

Figura 4.15: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 12:00 m



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.16: Comportamiento de la radiación 12.00 pm a 1.00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.8 OCTAVA HORA DE 13.00 PM A 14.00 PM.

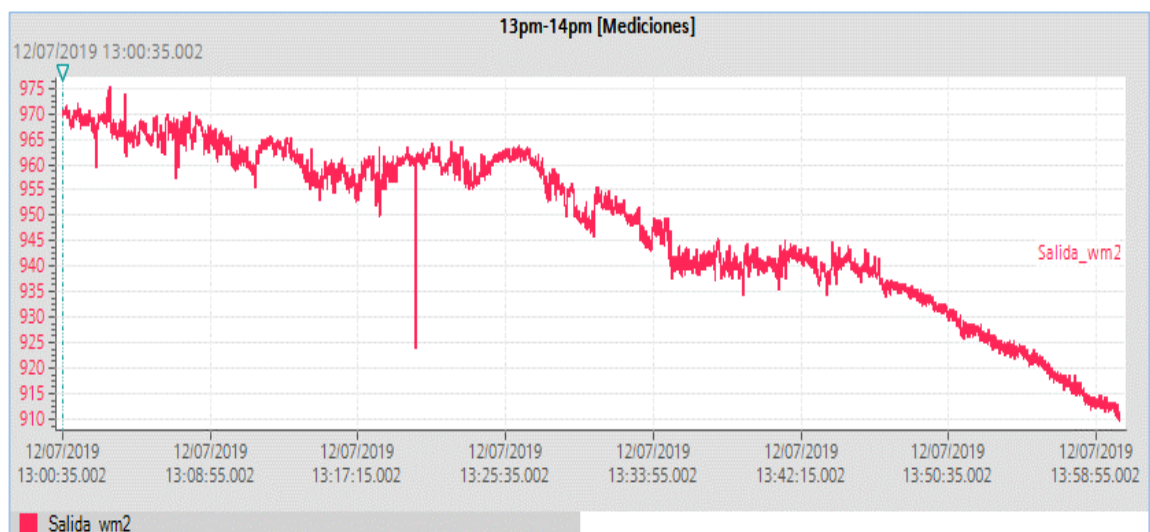
Ha acabado la hora solar pico, a partir de las 1 pm con un valor de 970 W/m² la radiación solar empieza a descender paulatinamente llegando a los 910 W/m². A las 01:20 pm se presenta una caída puntual brusca de la radiación debido a factores externos (ver figura4.18).

Figura 4.17: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 1:00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.18: Comportamiento de la radiación 1.00 pm a 2.00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.9 NOVENA HORA DE 14.00 PM A 15.00 PM.

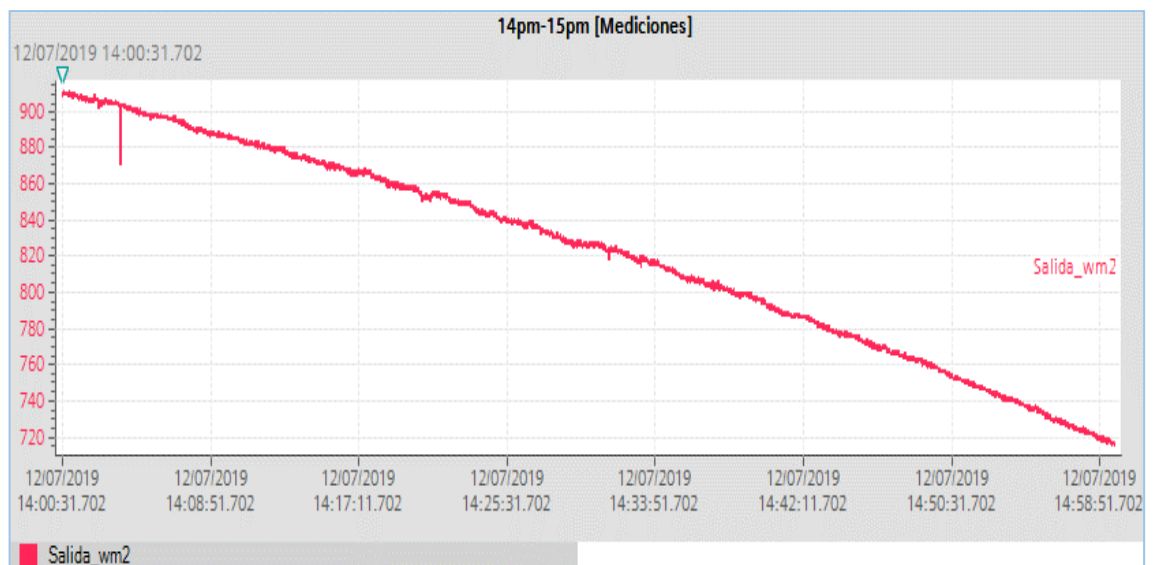
A partir de las 2 pm con un valor inicial de 910 W/m² la radiación solar continúa descendiendo llegando a un valor de 709 W/m² para este intervalo de hora. A las 02:03pm se presenta una caída puntual y brusca de la radiación debido a factores externos. (Ver figura 4.20).

Figura 4.19: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 2:00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.20: Comportamiento de la radiación 2.00 pm a 3.00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.10 DÉCIMA HORA DE 15.00 PM A 16.00 PM.

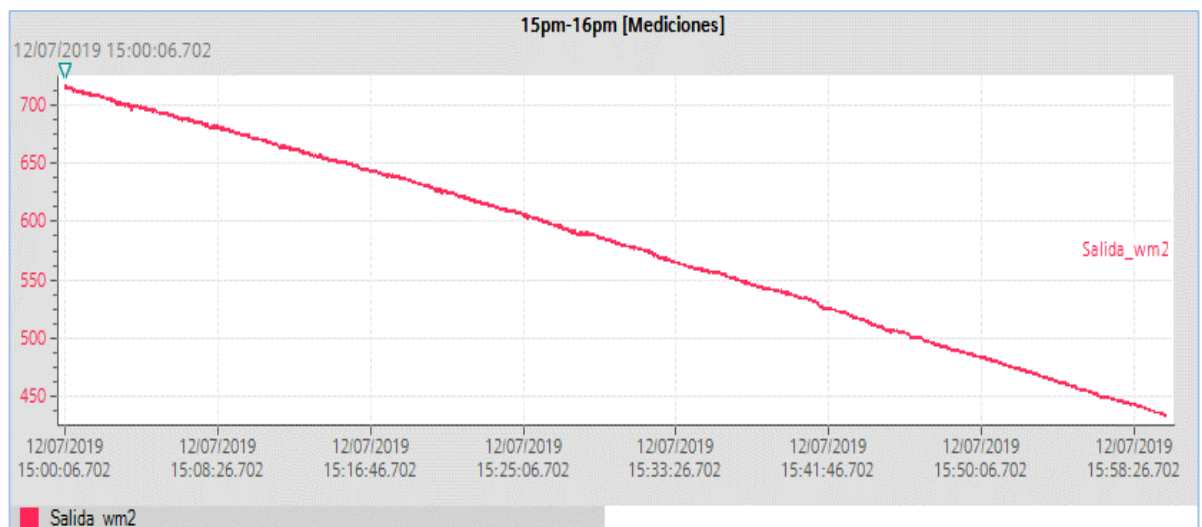
A partir de las 3 pm con un valor inicial de 709 W/m² la radiación solar continúa descendiendo, esta vez rápidamente, llegando a un valor de 430 W/m² para este intervalo de hora. (Ver figura 4.22).

Figura 4.21: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 3:00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.22: Comportamiento de la radiación 3.00 pm a 4.00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.11 UNDÉCIMA HORA DE 16.00 PM A 17.00 PM.

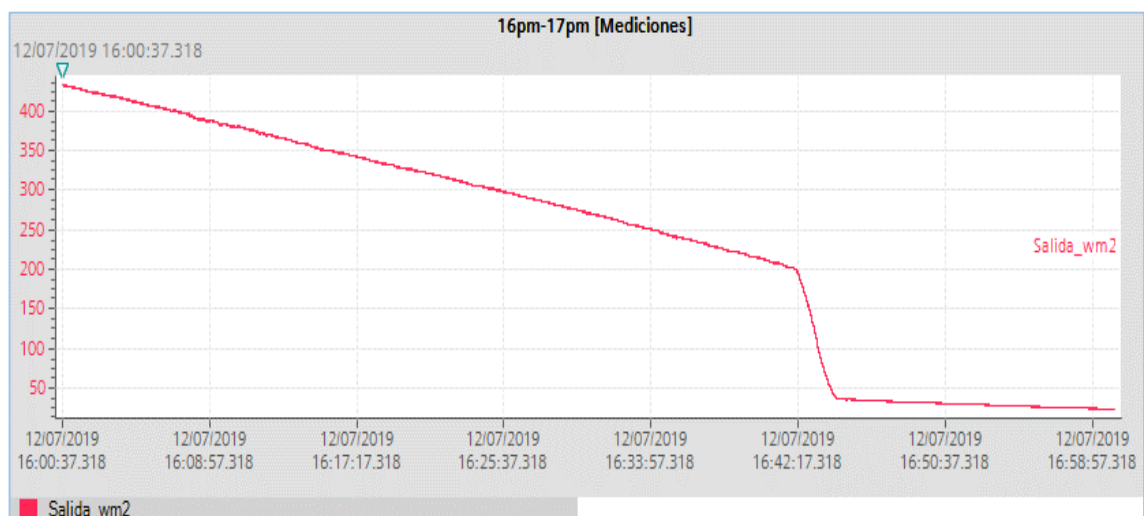
A partir de las 4 pm con un valor inicial de 430 W/m² la radiación solar continúa descendiendo. El descenso de la radiación solar es progresiva hasta las 4:41 marcando un valor de 204 W/m² p. A las 4:43 pm se presenta una caída brusca propia de la naturaleza, el cerro se interpone al sol y evita que los rayos solares lleguen al panel solar (Ver imagen 23), Culmina este intervalo de hora a las 5 pm con una radiación solar de 23 W/m² (Ver figura 4.24).

Figura 4.23: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 4:00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.24: Comportamiento de la radiación 4.00 pm a 5.00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.12 DUODÉCIMA HORA DE 17.00 PM A 18.00 PM.

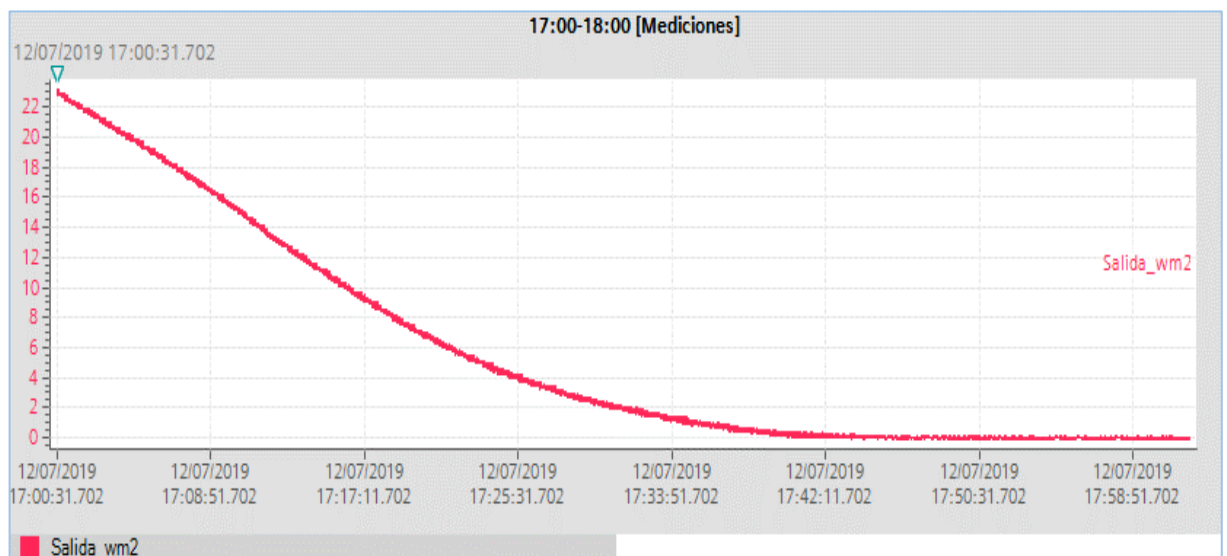
El ocaso se ha manifestado, las últimas radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol llegan al panel, esta manifestación se hace evidente con la medición del módulo (Ver imagen 26). Con un valor inicial de 23 W/m² hasta llegar al valor mínimo de 0 W/m² (Ver imagen 4.27).

Figura 4.25: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 5:00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.26: Comportamiento de la radiación 5.00 pm a 6.00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

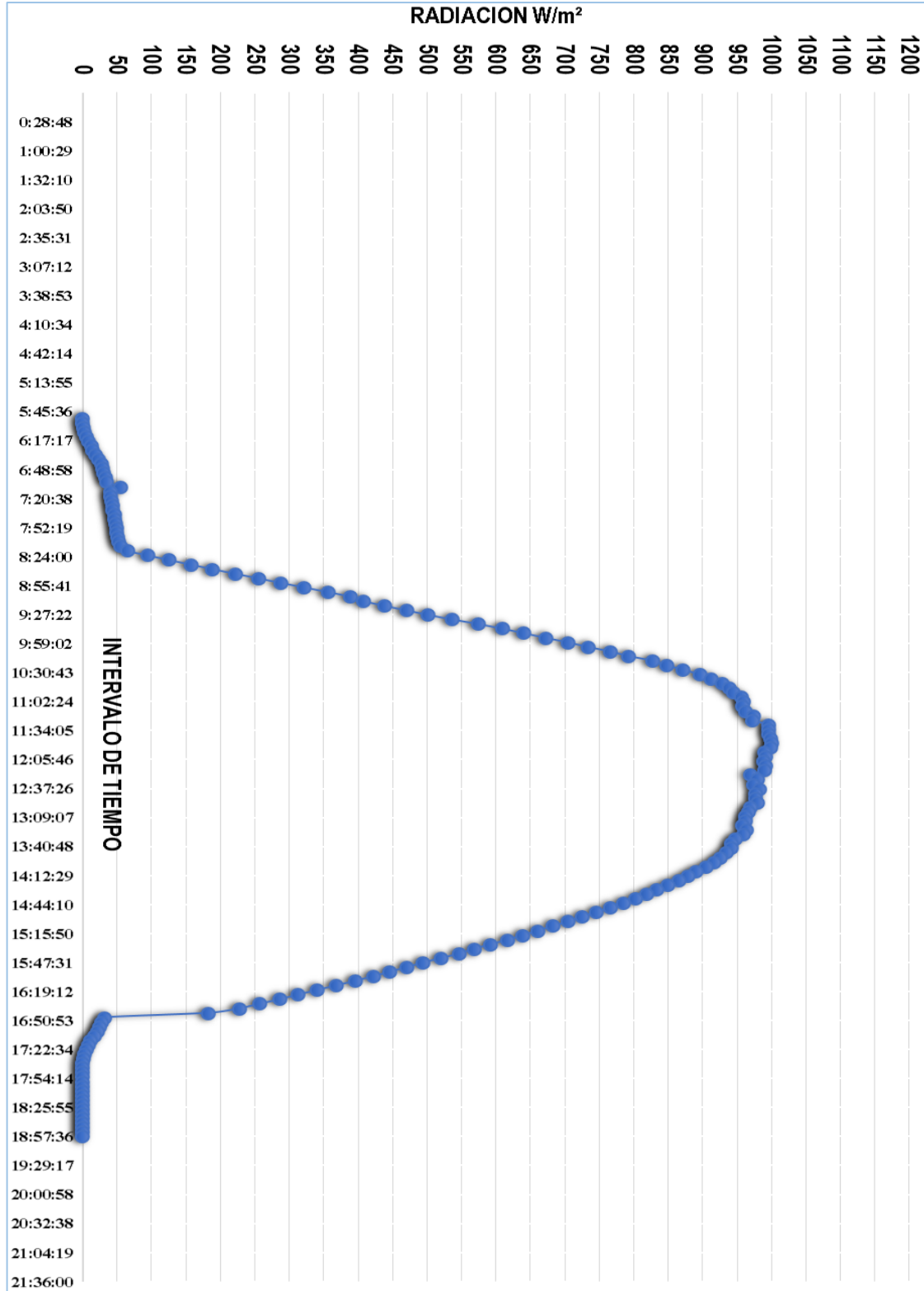
Figura 4.27: Incidencia de radiación sobre el panel, registrada a las 6:00 pm



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.3.13 CURVA DE LA RADIACIÓN SOLAR

Figura 4.28: Curva típica de radiación solar



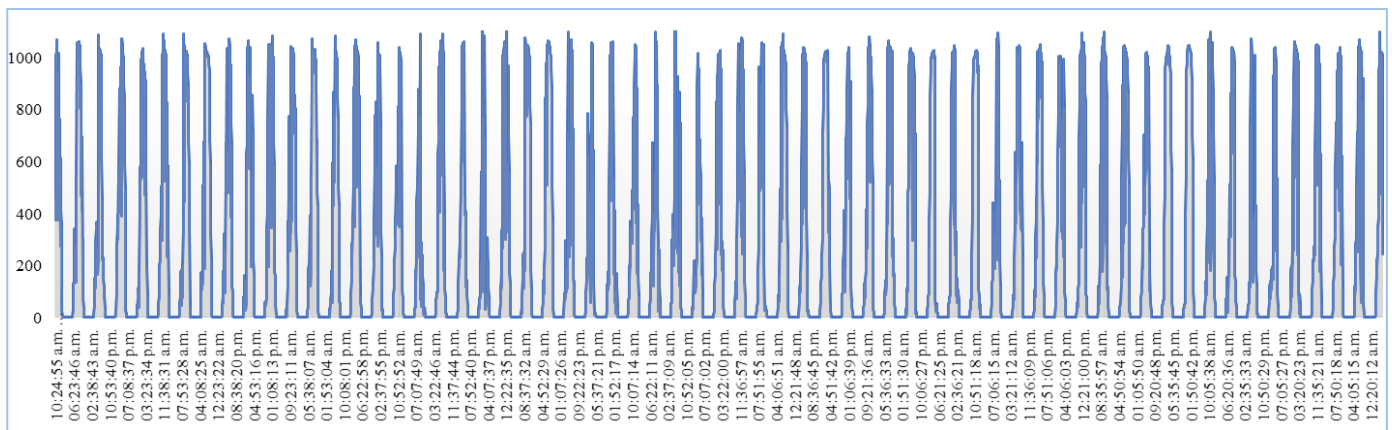
Elaborado por el equipo de trabajo.

De los datos obtenidos y mencionados detalladamente en la tabla 4.1, y para apreciar el comportamiento a mayor escala elaboramos la curva de radiación solar para un día típico en el laboratorio de control y automatización mostrados en la figura 4.28.

Podemos inferir que la energía solar durante días soleados garantiza la producción de electricidad para su utilización en el sistema de bombeo solar dentro de las Horas Sol Pico.

4.1.3.14 DATOS TOMADOS POR EL MÓDULO PARA LOS MESES DESDE ENERO A MARZO

Figura 4.29: Irradiancia periodo Enero - Marzo



Elaborado por el equipo de trabajo.

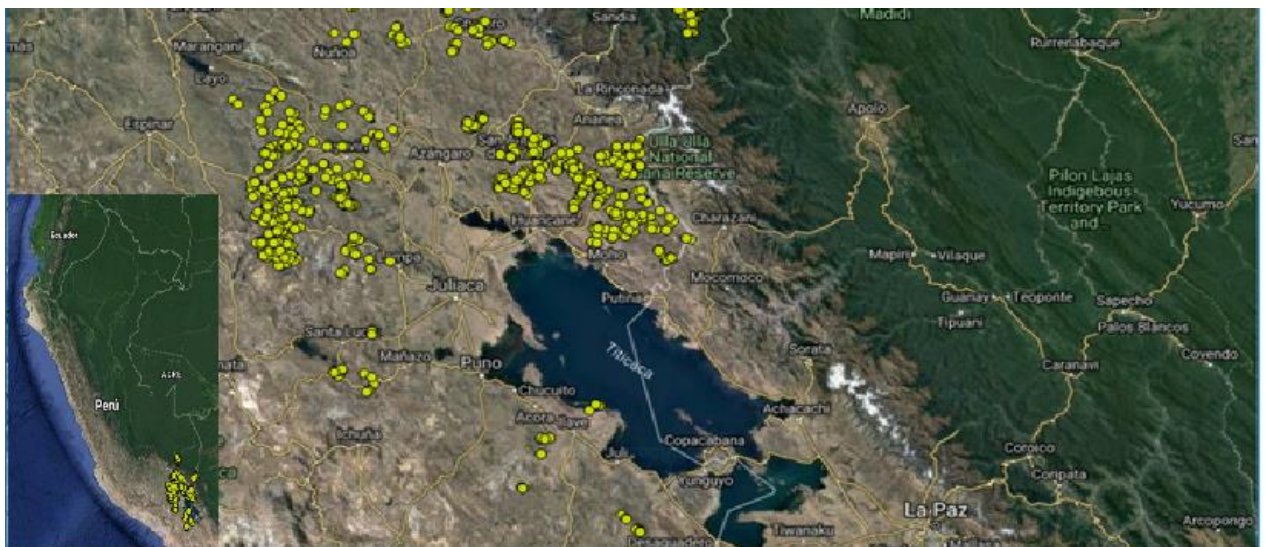
De los valores obtenidos en el periodo de toma de datos del módulo implementado, elaboramos una gráfica para visualizar el comportamiento de la radiación solar para los meses de enero, febrero y marzo del 2019 obteniendo así la gráfica mostrada en la figura 4.29.

El comportamiento de la radiación solar en los meses mencionados es relativamente uniforme, se puede apreciar que a pesar de ser meses donde se presentan lluvias en nuestra región, los valores máximos de radiación durante el día rodean el valor de 1000 W/m².

4.1.4 EVALUACIÓN DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS EN LA REGIÓN PUNO

En la figura mostrada a continuación, se puede apreciar los puntos geográficos que aportan a la evaluación de los sistemas solares fotovoltaicos instalados en la región de Puno, los puntos de color amarillo son puntos georreferenciados, es decir donde están instalados los paneles solares. Dichos puntos son evaluados a mayor detalle en los siguientes apartados.

Figura 4.30: Localización de mediciones de sistemas FV



Elaborado por el equipo de trabajo.

En las siguientes gráficas y tablas se puede apreciar en las columnas, las siguientes expresiones:

- Codsum: Código de usuario
- Distrito: Subdivisión administrativa
- Centro poblado: Subdivisión especial de provincia.
- Inst Lat : Latitud de a instalación
- Inst Long : Longitud de la instalación
- Pv : Voltaje de panel solar (conectada a la batería)



- Voc: Voltaje en circuito abierto
- Isc: Corriente de circuito cerrado
- Vb: Nivel de tensión de la batería
- TempBat: Temperatura interna de la batería
- HoraMed: Hora de de medición.

La intensidad de corriente que generan los paneles en cada instalación aumenta con la radiación, permaneciendo el voltaje aproximadamente constante. Es importante conocer este efecto ya que los valores de la radiación cambian a lo largo de todo el día.

Siendo uno de nuestros objetivos evaluar los sistemas solares fotovoltaicos en la región Puno, esta va depender del clima que presente cada distrito para cada provincia de la región, es decir para cada ubicación geográfica de acuerdo a su latitud y longitud. En las provincias de la región valga la redundancia se presenta un clima particular el cual influirá en la recepción de radiación en los paneles solares fotovoltaicos, este consecuentemente influirá en la intensidad de corriente que el panel puede generar. Es por ello que se ha acumulado esta información por experiencias propias y consultas a empresas de la región relacionadas al rubro de la energía solar, con dicha información es posible generar cuadros estadísticos y por medio de la intensidad de corriente darnos un panorama conveniente de cómo se comporta la radiación en cada distrito de cada provincia en la región Puno.

Se presentarán tablas y gráficas comparativas de valores mencionados líneas arriba, detallado para 02 provincias (Azàngaro y Carabaya).

Tabla 4.2: Medición de valores para Azángaro

PUNO-AZANGARO											
item	CodSum	Distrito	CentroPoblado	Inst_Lat	Inst_Long	PV	Voc	Isc	Vb	TempBat	Hora
26	00020497-S	Azangaro	Sacacani	-14.7389866	-70.0814105	15.29	21.8	6.4	14.8	18.19	11:37
40	00071031-S	MuÑani	Juan velasco	-14.7103656	-70.0283403	21.64	22.12	5.2	14.5	12.71	11:42
76	00020504-S	Azangaro	Sacacani	-14.7392626	-70.0839664	21.47	21.8	6.1	13.6	17.44	2:10
187	00066696-S	Crucero	Humahuaripata	-14.3866256	-69.9171699	14.43	21.9	3.8	14.4	16.5	11:46
261	00067861-S	Macusani	Nueva esperanza	-13.3131223	-70.3038767	19.72	19.86	4	14.5	31.39	11:12
262	00066707-S	Crucero	Humahuaripata	-14.3884314	-69.9093875	22.78	22.9	4.5	15	12.86	12:44
263	00024043-S	Crucero	Huaraj pampa	-14.2502818	-70.1642529	21.55	20.98	6.2	13.1	11.05	11:31
267	00023167-S	Macusani	Surimana	-13.2857042	-70.3306094	12.41	20.12	3.1	12.3	30.88	12:58
597	00024753-S	San gaban	Rio blanco	-13.4163858	-70.3080174	20.8	21.97	2	14.1	26.09	1:52
1093	00086347-S	San gaban	Rio blanco	-13.4002784	-70.3369195	20.08	20.13	4.3	14.6	27.83	1:21
1482	00083515-S	San gaban	Alianza	-13.4144287	-70.3376074	19.31	20.21	4.4	14.6	30.94	10:58
1584	00086342-S	San gaban	Rio blanco	-13.4173231	-70.3129252	20.08	20.14	4.1	14.7	26.09	9:59

Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 4.3: Medición de valores para Carabaya

PUNO-CARABAYA											
item	CodSum	Distrito	CentroPoblado	Inst_Lat	Inst_Long	PV	Voc	Isc	Vb	TempBat	Hora
187	00066696-S	Crucero	Humahuaripata	-14.3866256	-69.91716988	14.43	21.9	3.8	14.35	16.5	11:46
261	00067861-S	Macusani	Nueva esperanza	-13.3131223	-70.30387666	19.72	19.86	4	14.5	31.39	11:12
262	00066707-S	Crucero	Humahuaripata	-14.3884314	-69.90938754	22.78	22.9	4.5	15	12.86	12:44
263	00024043-S	Crucero	Huaraj pampa	-14.2502818	-70.16425289	21.55	20.98	6.2	13.08	11.05	11:31
267	00023167-S	Macusani	Surimana	-13.2857042	-70.33060936	12.41	20.12	3.1	12.3	30.88	12:58
355	00023359-S	Macusani	Coricancha	-13.3460761	-70.36191131	13.9	20.12	2.5	13.86	27.86	11:39
365	00086002-S	Macusani	Surimana	-13.2631873	-70.34779502	12.89	16.54	2	12.75	24.47	11:18
366	00086021-S	Macusani	Limapampa	-13.354638	-70.32046356	20.25	21.74	1.5	14.5	26.95	12:42
378	00085174-S	Macusani	Surimana	-13.3021433	-70.33411167	13.03	19.54	1.2	12.97	25.95	12:08
365	00086002-S	Macusani	Surimana	-13.2631873	-70.34779502	12.89	16.54	2	12.75	24.47	11:18

Elaborado por el equipo de trabajo.

En la tabla 4.2 se puede apreciar en el ítem 26 la temperatura interna de la batería (TemBat=18.19°C), esta temperatura afecta en la tensión del panel (PV=15.30V), sin embargo, la tensión sin intervención de la batería no afecta la tensión del panel en circuito abierto (Voc=21.8V). Si analizamos la columna de temperatura podemos afirmar que mientras la temperatura de la batería es baja, la acumulación de energía por parte del panel es alta, sin embargo, también depende del nivel de tensión que tenga la batería. Como dato adicional la provincia de Azángaro se encuentra 3850 msnm. La tabla 4.3 también se puede apreciar el mismo patrón explicado en la tabla 1. Afirmando que la temperatura de la batería y nivel de tensión en la batería están directamente involucrados.

4.1.4.1 EVALUACIÓN Y COMPORTAMIENTO DE LA TENSIÓN Y CORRIENTE GENERADA POR LOS PANELES SOLARES EN LA REGIÓN DE PUNO

A continuación se mostrará tablas y gráficas del comportamiento de las tensiones y corrientes de corto circuito y circuito abierto emitidos por los paneles solares instalados en las diversas provincias de la región Puno, estos valores están ligados a la radiación solar, altitud, temperatura, entre otros. Los datos de las tablas y gráficas son producto de experiencias y consultas con respecto a proyectos relacionados a la energía solar que fueron ejecutados en los distritos y provincias involucrados, se muestra 27 puntos geográficos de la región Puno, como dato adicional es importante aclarar que los valores mostrados en las tablas son extraídos de la información presentada en los anexos en donde se puede apreciar información detallada para las 13 provincias de Puno.

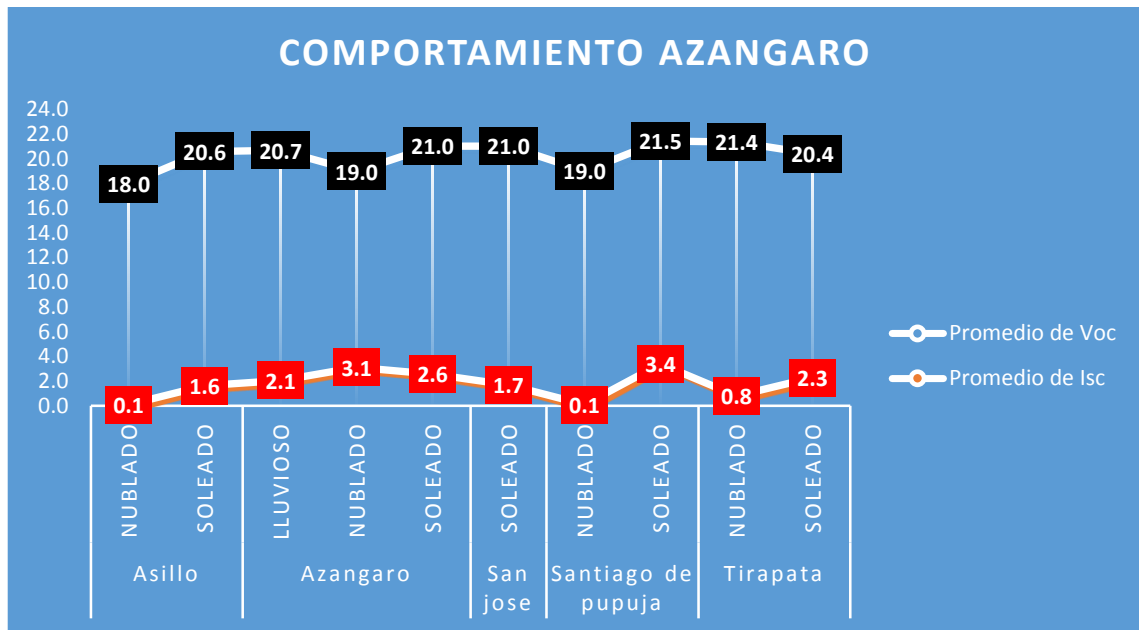
4.1.4.2 EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO EN PROVINCIA AZÁNGARO.

Tabla 4.4: Tensión y corriente en provincia de Azángaro

Provincia	Azángaro		
Distrito	Clima	Promedio de Voc	Promedio de Isc
Asillo	Nublado	18	0.1
Asillo	Soleado	20.6	1.6
Azángaro	Lluvioso	20.7	2.1
Azángaro	Nublado	19	3.1
Azángaro	Soleado	21	2.6
San jose	Soleado	21	1.7
Santiago de pupuja	Nublado	19	0.1
Santiago de pupuja	Soleado	21.5	3.4
Tirapata	Nublado	21.4	0.8
Tirapata	Soleado	20.4	2.3

Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.31: Comportamiento de tensión y corriente en provincia de Azángaro



Elaborado por el equipo de trabajo.

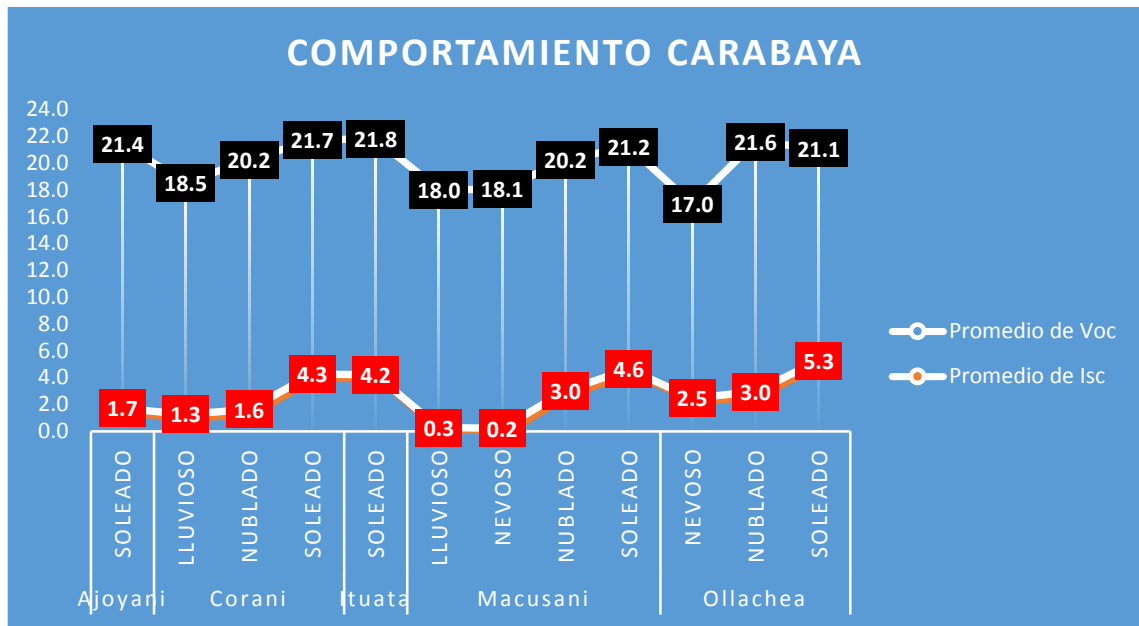
4.1.4.3 EVALUACIÓN DE COMPORTAMIENTO EN PROVINCIA CARABAYA.

Tabla 4.5: Comportamiento de tensión y corriente en provincia de Carabaya

Distrito	Clima	Promedio de Voc	Promedio de Isc
Ajoyani	Soleado	21.4	1.7
Corani	Lluvioso	18.5	1.3
Corani	Nublado	20.2	1.6
Corani	Soleado	37.7	4.3
Ituata	Soleado	21.8	4.2
Macusani	Lluvioso	18	0.3
Macusani	Nevo	18.1	0.2
Macusani	Nublado	20.2	3
Macusani	Soleado	21.2	4.6
Ollachea	Nevo	17	2.5
Ollachea	Nublado	21.6	3
Ollachea	Soleado	21.1	5.3

Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.32: Comportamiento de tensión y corriente en provincia de Carabaya



Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.4.4 COMPORTAMIENTO EN TODAS LAS PROVINCIAS.

Tabla 4.6: Comportamiento de tensión y corriente

Distrito	Promedio de Voc	Promedio de Isc
Acora	21.3	3.4
Ajoyani	21.4	1.7
Antauta	20.1	3.6
Asillo	20.5	1.6
Ayaviri	20.8	2.5
Azangaro	20.4	2.7
Cabanillas	21.4	5.7
Calapuja	19	3.5
Chucuito	21	2.1
Corani	21.8	4
Cupi	20	2.6
Ituata	21.8	4.2
Lampa	21.6	2.8
Macari	22.4	2.7
Macusani	21.1	4.5
Nicasio	21.2	4
NuÑ±oa	20.8	3.9

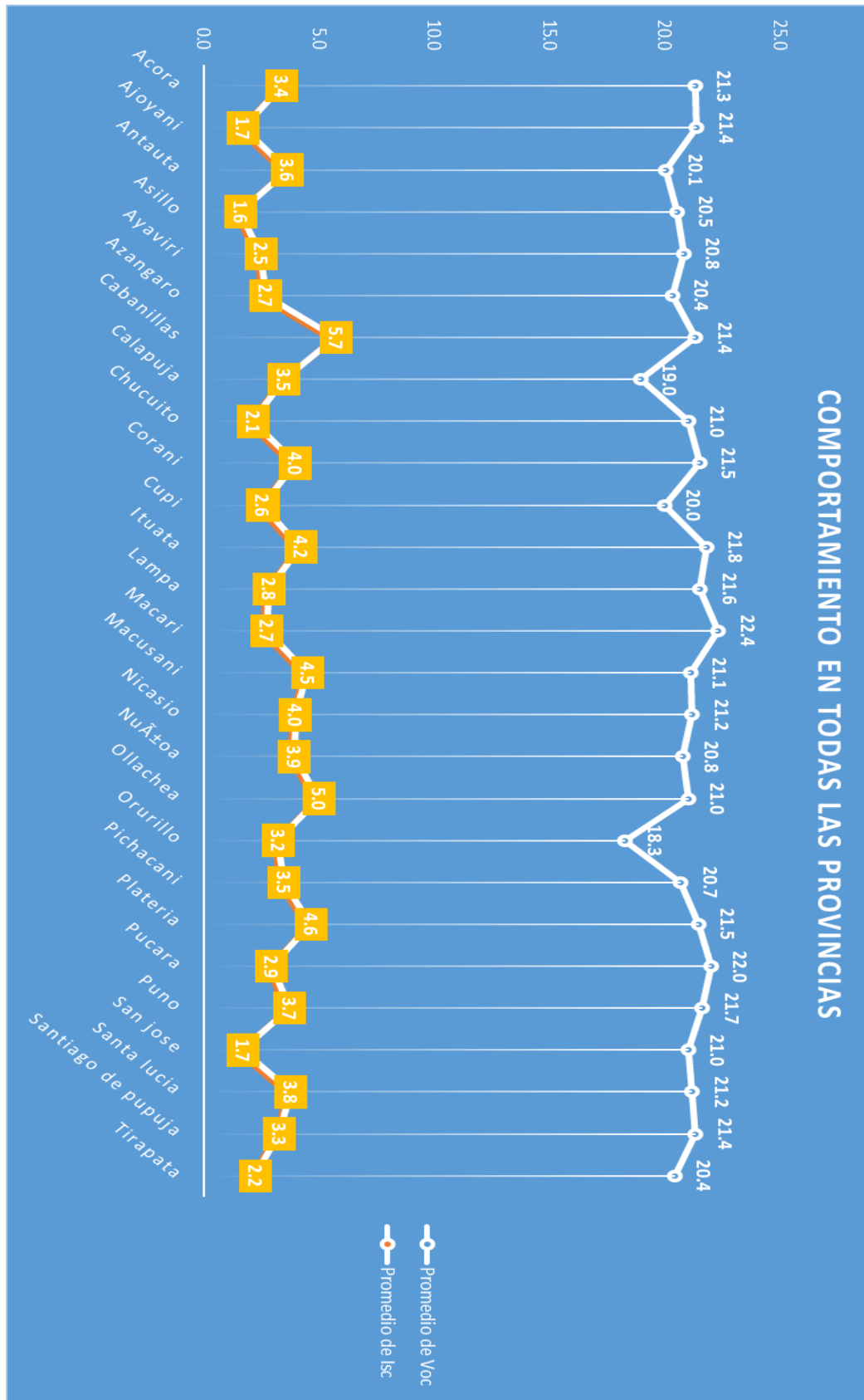


...continuación

Ollachea	21	5
Orurillo	18.3	3.2
Pichacani	20.7	3.5
Plateria	21.5	4.6
Pucara	22	2.9
Puno	21.7	3.7
San jose	21	1.7
Santa lucia	21.2	3.8
Santiago de pupuja	21.4	3.3
Tirapata	20.4	2.2

Elaborado por el equipo de trabajo.

Figura 4.33: Comportamiento en todas las provincias



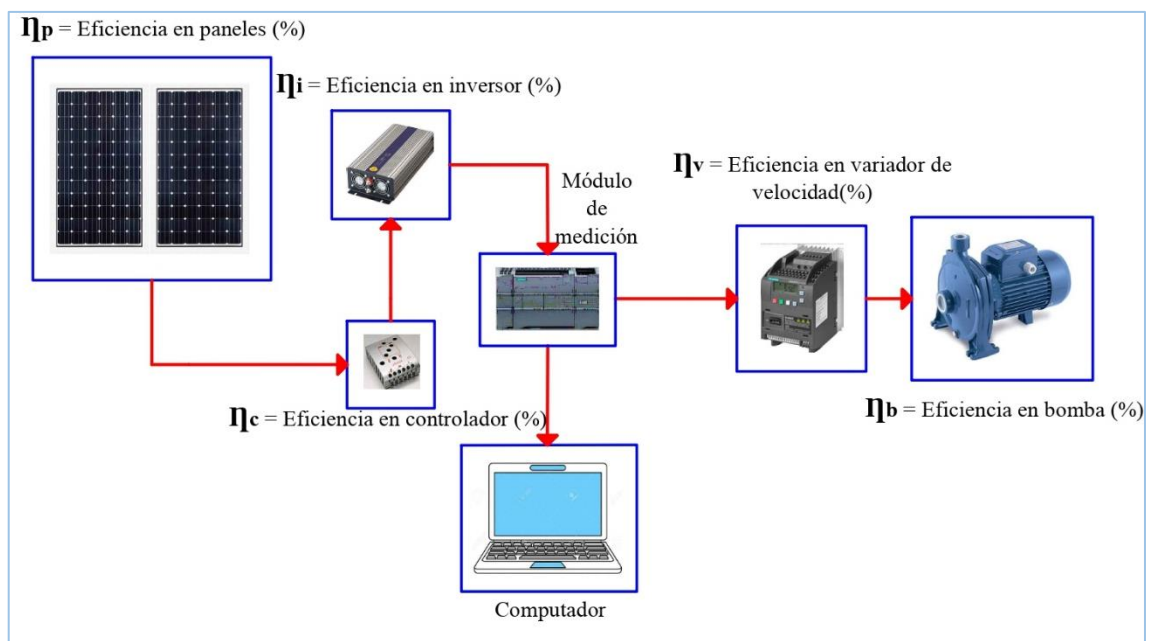
Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.5 EVALUACIÓN DE EFICIENCIAS DEL SISTEMA SOLAR

FOTOVOLTAICO.

Con la finalidad de evaluar las eficiencias de un sistema solar fotovoltaico se ha implementado un prototipo existente en el laboratorio de control y automatización, con transformadores de corriente, inversor de corriente, medidores de energía de redes monofásicas y trifásicas y convertidor analógico de corriente para poder conseguir medir los valores de eficiencia en el sistema solar fotovoltaico. Con los datos obtenidos del módulo implementado y los datos medidos del sistema de bombeo solar fotovoltaico, procedemos a calcular las eficiencias en cada componente del sistema, sirviéndonos de las ecuaciones mencionadas en los ítems anteriores a fin de realizar una comparación teórica y experimental.

Figura 4.34: Eficiencias del sistema solar fotovoltaico



Elaborado por el equipo de trabajo.

En la figura N° 4.3.1 se puede visualizar un esquema general de la conexión de los equipos cuyas eficiencias fueron evaluadas.

4.1.5.1 EFICIENCIA PARA LOS PANELES SOLARES.

Para calcular la eficiencia en los paneles solares conectados en paralelo, se tomó los datos obtenidos de los paneles en el laboratorio de control y automatización:

Tabla 4.7: Datos para 02 paneles solares

DATOS DE 02 PANELES SOLARES			
ABR.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Im	Corriente de máxima potencia	13.64	A
Vm	Tensión de máxima potencia	17.6	V
Isc	Corriente de corto circuito	14.18	A
Voc	Tensión de circuito abierto	22.4	V
G	Irradiación	1000	W/m ²
Area	Área	1.5	m ²

Elaborado por el equipo de trabajo.

Reemplazando en la ecuación para hallar el factor de forma:

$$FF = \frac{I_m V_m}{I_{sc} V_{oc}}$$

$$FF = \frac{13.64 \times 17.60}{14.18 \times 22.0}$$

$$FF = 0.756$$

Reemplazando en la ecuación para hallar la eficiencia del panel:

$$\eta_p = \frac{FF \times V_{oc} \times I_{sc}}{G \times Area}$$

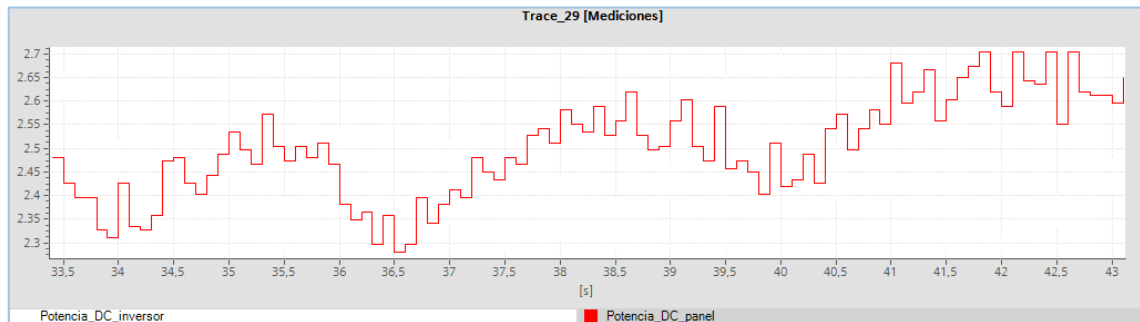
$$\eta_p = \frac{0.756 \times 22.4 \times 14.18}{1000 \times 1.50}$$

$$\eta_p = 0.15997$$

$$\eta_p = 16\%$$

Simultáneamente los datos obtenidos del módulo de medición implementado en el laboratorio y en cuanto a la potencia del panel, oscilan en los valores de entre 230 W y 270W, el valor utilizado para hallar la eficiencia del panel es de 240W.

Figura 4.35: Comportamiento de la potencia en el panel solar FV



Elaborado por el equipo de trabajo.

La oscilación de la figura donde se muestra el comportamiento de la potencia en el panel solar se debe a que la irradiancia percibida por el panel es variable en el transcurso del día.

4.1.5.2 EFICIENCIA PARA EL CONTROLADOR.

Para calcular la eficiencia en el controlador, se cuantificaron los datos medidos experimentalmente en el laboratorio, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.8: Datos para controlador marca Phocos

DATOS DE CONTROLADOR (PHOCOS)			
ABR.	DESCRIPCIÓN	VALOR	MEDIDA
Ir	Corriente regulada	16.9	A
Vr	Tensión regulada	14	V
Im	Corriente de máxima potencia	13.64	A
Vm	Tensión de máxima potencia	17.6	V

Elaborado por el equipo de trabajo.

Para hallar la potencia de salida:

$$W_{sal} = V_r \times I_r$$



$$W_{sal} = 16.9 \times 14 = 236.6 \text{ W}$$

Para hallar la potencia de entrada:

$$W_{ent} = V_m \times I_m$$

$$W_{ent} = 13.64 \times 17.6 = 240.064 \text{ W}$$

Para hallar la eficiencia:

$$\eta_c = \frac{W_{sal}}{W_{entra}}$$

$$\eta_c = \frac{236.6}{240.064}$$

$$\eta_c = 0.9855$$

$$\eta_c = 98.5\%$$

4.1.5.3 EFICIENCIA PARA EL INVERSOR.

Para calcular la eficiencia en el inversor, se cuantificaron los datos medidos experimentalmente en el laboratorio, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 4.9: Datos para inversor marca TECSOL

DATOS DE INVERSOR (TECSOL)			
ABR.	DESCRIPCIÓN	VALOR	MEDIDA
Ve	Voltaje de entrada	14	V
Ie	Corriente de entrada	16.9	A
Vs	Voltaje de salida	220	V
Is	Corriente de salida	1	A

Elaborado por el equipo de trabajo.

Para hallar la Potencia de salida:

$$W_{sal} = I_s \times V_s$$

$$W_{sal} = 220 \times 1 = 220 \text{ W}$$

Para hallar la Potencia de entrada:

$$W_{ent} = I_e \times V_e$$

$$W_{ent} = 16.9 \times 14 = 236.6 \text{ W}$$

Para hallar la Eficiencia:

$$\eta_i = \frac{W_{sal}}{W_{entra}}$$

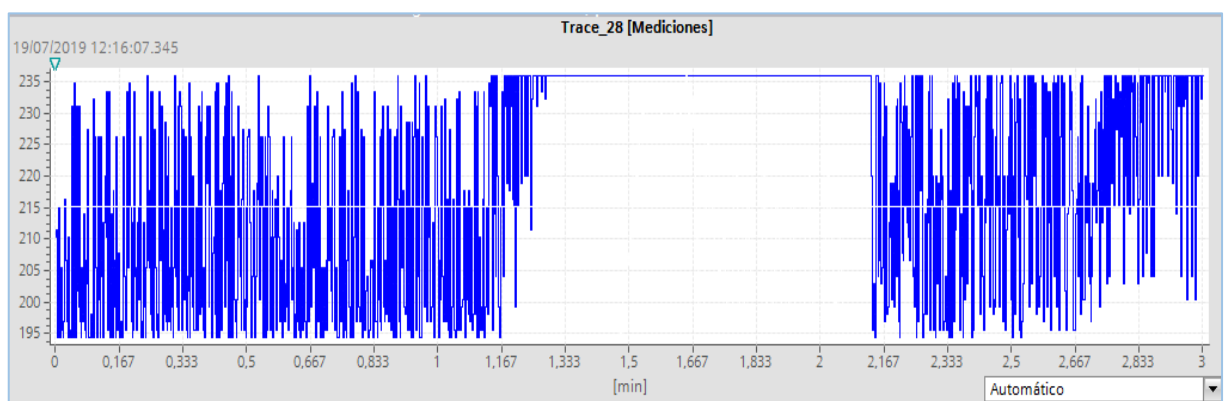
$$\eta_i = \frac{220}{236.6}$$

$$\eta_i = 0.9298$$

$$\eta_i = 93\%$$

Simultáneamente los datos obtenidos del módulo de medición implementado en el laboratorio y en cuanto a la potencia del inversor, esta se estabiliza en un valor aproximado de 236 W.

Figura 4.36: Comportamiento de la potencia en el inversor



Elaborado por el equipo de trabajo.

La oscilación inicial mostrada para la gráfica del inversor es debida al funcionamiento en vacío del inversor y la sensibilidad del instrumento de medición, en

este caso el sensor de corriente de precisión. Cuando se enciende la electrobomba controlada con el variador de frecuencia es cuando la potencia del inversor en corriente continua, se estabiliza tal como se muestra en la figura.

4.1.5.4. EFICIENCIA PARA EL VARIADOR DE VELOCIDAD.

Para calcular la eficiencia en el variador de velocidad, se tomaron los datos del catálogo del variador según modelo y fabricante, en este caso para el variador de velocidad SINAMICS V20 de la marca SIEMENS, dicho catalogo esta adjunto en los anexos.

Tabla 4.10: Datos para variador de velocidad marca SIEMENS

DATOS PARA VARIADOR (SIEMENS)			
ABR.	DESCRIPCIÓN	VALOR	MEDIDA
Ps	Potencia de salida	370	W
Ppot	Pérdida de potencia máxima	29	W

Elaborado por el equipo de trabajo.

Para hallar la Eficiencia reemplazamos en la ecuación:

$$\eta_v = \frac{P_s - P_{pot}}{P_s}$$

$$\eta_v = \frac{370 - 29}{370}$$

$$\eta_v = 0.921$$

$$\eta_v = 92.1\%$$

4.1.5.5 EFICIENCIA PARA LA BOMBA.

Para calcular la eficiencia en la bomba se tomaron los siguientes datos:

Tabla 4.11: Datos para bomba eléctrica

DATOS PARA LA BOMBA			
ABR.	DESCRIPCIÓN	VALOR	MEDIDA
Q	Caudal	27	l/m
D ₁	Tubo entrada PVC	1	pulg.
D ₂	Tubo salida PVC	0.75	pulg.
Z _s - Z _e	Diferencia de altura de bomba	0.14	m
Pe	Presión manométrica a la entrada	13.82	Kpa
Ps	Presión manométrica a la salida	309.85	Kpa
g	Gravedad	9.81	m/s ²
d	Densidad	1000	Kg/m ³

Elaborado por el equipo de trabajo.

Hallamos las secciones para las tuberías de 1" y 3/4" Schedule 40 del módulo, para el cual consideramos los diámetros interiores correspondientes en metros:

$$\text{Para: } D_1=1'' \text{ pulg.} \rightarrow D_{1(\text{interior})}=0.0262 \text{ m}$$

$$\text{Para: } D_2=3/4'' \text{ pulg.} \rightarrow D_{2(\text{interior})}=0.0206 \text{ m}$$

$$A_E = \frac{\pi(D_{1(\text{interior})})^2}{4} = \frac{\pi(0.0262)^2}{4} = 0.000539 \text{ m}^2$$

$$A_S = \frac{\pi(D_{2(\text{interior})})^2}{4} = \frac{\pi(0.0206)^2}{4} = 0.000333 \text{ m}^2$$

Para hallar las velocidades de entrada y salida:

$$Q = 27 \text{ l/min} = 0.00045 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_E = \frac{Q}{A_E} = \frac{0.00045}{0.000539} = 0.84 \text{ m/s}$$

$$V_S = \frac{Q}{A_S} = \frac{0.00045}{0.000333} = 1.36 \text{ m/s}$$

Reemplazamos en la ecuación de Bernoulli para hallar la altura:



$$H = \frac{P_E}{\rho g} + Z_E + \frac{V_E^2}{2g} - \left(\frac{P_S}{\rho g} + Z_S + \frac{V_S^2}{2g} \right)$$

$$H = \frac{P_S - P_E}{\rho g} + Z_S - Z_E + \frac{V_S^2 - V_E^2}{2g}$$

$$H = \frac{(309.85 - 13.82) \times 1000}{1000 \times 9.81} + 0.14 + \frac{1.36^2 - 0.84^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 30.374 \text{ m}$$

Reemplazamos en la ecuación para hallar la potencia Útil:

$$P_{\text{util}} = Q \rho g H$$

$$P_{\text{util}} = 0.00045 \times 1000 \times 9.81 \times 30.374$$

$$P_{\text{util}} = 134.1 \text{ W}$$

La Potencia absorbida medida por el módulo es:

$$P_{\text{absorvida}} = 220 \text{ W}$$

Para el cálculo de la eficiencia de la bomba reemplazamos en la ecuación:

$$\eta_b = \frac{P_{\text{util}}}{P_{\text{absorvida}}}$$

$$\eta_b = \frac{134.1}{220}$$

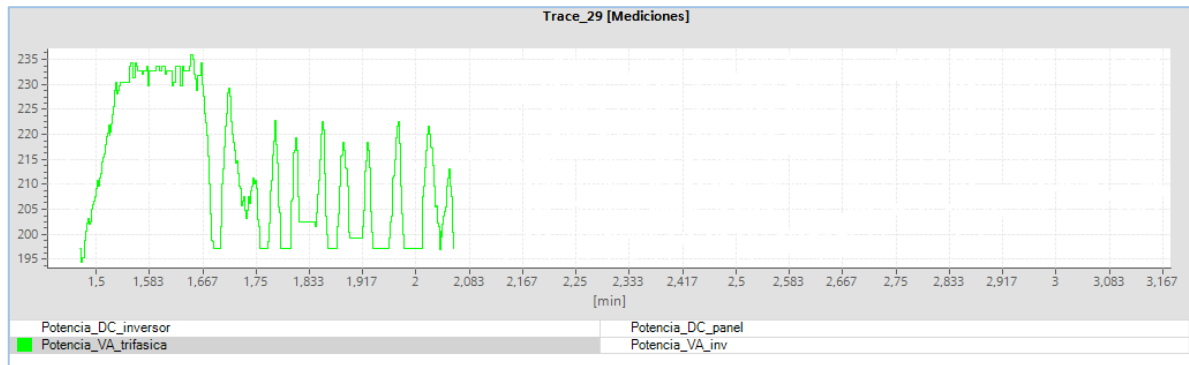
$$\eta_b = 0.60948$$

$$\eta_b = 61\%$$

A la vez, los datos obtenidos del módulo de medición implementado en el laboratorio y en cuanto a la potencia eléctrica absorbida por la bomba, oscilan en los

valores de entre 200 W y 235 W, el valor utilizado para hallar la eficiencia de la bomba es de 240 W (Potencia absorbida).

Figura 4.37: Comportamiento de la potencia trifásica



Elaborado por el equipo de trabajo.

Adicionalmente realizamos una comparación con el catálogo de una bomba con las características y prestaciones similares a la que tenemos en el laboratorio. Como se puede apreciar según fabricante CEMER AIG, para una potencia de 0.5 Caballos de vapor(CV) que es equivalente a 0.493 caballos de fuerza(HP), se tiene una eficiencia de 65%, el cual es aproximado al valor obtenido.

Figura 4.38: Modelo y características para bombas de superficie

MOTORES DE SUPERFICIE

Serie MS / MY / EG

CEMER **AIG**
PUMPS

MODELO/CARACTERÍSTICAS
Motores trifásicos Serie IE1-MS / EG Velocidad síncrona 3000 rpm - 2 polos 400 V, 50 Hz

TIPO	Potencia		M_n N.m	n rpm	Eficiencia clase IE1 EN 60034-2-1 100%	I_n 400 V A	I_v/I_n	Cos ϕ	M_v/M_n	M_v/M_n	J Kgm ²	Nivel sonoro dB(A)	m Kg
	kW	CV											
MS 56 1-2	0,09	0,12	0,32	2710	53	0,36	4	0,72	2,2	2,3	0,00006	58	2,6
MS 56 2-2	0,12	0,17	0,42	2700	61	0,4	4	0,72	2,2	2,3	0,00008	58	3,0
MS 56 3-2*	0,18	0,25	0,63	2710	63	0,55	6	0,75	2,2	2,4	0,00010	61	4,0
MS 63 1-2	0,18	0,25	0,63	2710	63	0,55	6	0,75	2,2	2,4	0,00013	61	4,0
MS 63 2-2	0,25	0,33	0,88	2710	65	0,71	6	0,78	2,2	2,4	0,00015	61	4,2
MS 63 3-2*	0,37	0,5	1,30	2710	65	1,05	6	0,78	2,2	2,4	0,00017	62	4,7

Fuente: Catálogo CEMER IAG para motores de superficie

4.1.5.6. EFICIENCIA GLOBAL DEL SISTEMA DE BOMBEO SOLAR EN LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.

Para el cálculo de la eficiencia global del sistema reemplazamos en la ecuación:

$$\eta_{\text{Global}} = \eta_{\text{Panel}} \times \eta_{\text{Controlador}} \times \eta_{\text{Inversor}} \times \eta_{\text{Variador}} \times \eta_{\text{Bomba}}$$

$$\eta_{\text{total}} = 0.16 \times 0.985 \times 0.93 \times 0.921 \times 0.61$$

$$\eta_{\text{total}} = 0.0823$$

$$\eta_{\text{total}} = 8.23\%$$

Este resultado se interpreta de modo que del 100% de energía que es recibida por el panel solar fotovoltaico, solo se aprovecha en las medidas realizadas en nuestro sistema en 8.23%, esto principalmente a causa del impacto que genera la baja eficiencia del panel fotovoltaico en la ecuación. En las últimas décadas se han desarrollado investigaciones para identificar los factores que afectan el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, a fin de mitigar sus efectos y conseguir mejoras significativas en términos de eficiencia. Son las variaciones climáticas, altas temperaturas en las células del panel, exposiciones a climas adversos, pérdidas de reflexión óptica en la interfaz del panel, formaciones de sombras producidas por elementos cercanos como árboles y estructuras que impiden que la luz llegue uniformemente al panel y que afectan a su rendimiento. Según diversos autores, los paneles solares absorben en promedio el 80% de la irradiación solar recibida. Sin embargo, solo una parte de esta irradiancia se convierte en electricidad y la restante se convierte en calor, lo que provoca una reducción en la eficiencia.

Tabla 4.12: Resultado de variables

RESULTADO DE VARIABLES			
ABR.	DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
Im	Corriente de máxima potencia del panel solar	13.64	A
Vm	Tensión de máxima potencia del panel solar	17.6	V
Isc	Corriente de corto circuito del panel solar	14.18	A
Voc	Tensión de circuito abierto del panel solar	22.4	V
G	Irradiancia de panel solar	1000	W/m ²
Area	Área de panel solar	1.501	m ²
Ir	Corriente regulada de controlador	16.9	A
Vr	Tensión regulada de controlador	14	V
Im	Corriente de máxima potencia de controlador	13.64	A
Vm	Tensión de máxima potencia de controlador	17.6	V
Ve	Voltaje de entrada para el inversor	14	V
Ie	Corriente de entrada para el inversor	16.9	A
Vs	Voltaje de salida para el inversor	220	V
Is	Corriente de salida para el inversor	1	A
Ps	Potencia de salida de variador de velocidad	370	W
Ppot	Pérdida de potencia máxima de variador de velocidad	29	W
Q	Caudal	0.00045	m ³ /s
Ae	Sección de tubo a la entrada	0.00054	m ²
As	Sección de tubo a la salida	0.00033	m ²
Ve	Velocidad de entrada	0.84	m/s
Vs	Velocidad de salida	1.36	m/s
Zs-Ze	Diferencia de altura de bomba	0.14	m
Pe	Presión manométrica a la entrada	13.82	Kpa
Ps	Presión manométrica a la salida	309.85	Kpa
g	Gravedad	9.81	m/s ²
d	Densidad	1000	Kg/m ³
H	Altura	30.374	m
P	Potencia de la bomba	134.1	W
Pabs	Potencia absorbida	220	W

Elaborado por el equipo de trabajo.

Se presenta un resumen de los resultados de las variables que fueron empleados para hallar la eficiencia en cada componente del sistema, esto a fin de una mejor visibilidad de las variables consideradas y sus resultados.



V. CONCLUSIONES

Se realizó un análisis de los sistemas solares fotovoltaicos en Puno con los valores de tensión, corriente, temperatura, altitud, los cuales están relacionados al comportamiento de la radiación solar. Se observó el comportamiento de la misma para un día típico en el laboratorio de control y automatización de la EPIME, obteniendo un valor de radiación máximo de 1001 W/m² a las 11: 47 am, esta observación detallada es específicamente para la posición geográficamente exacta del panel, ya que está detallada a cada minuto, lo que conlleva a que sea sensible a cualquier factor externo, como vidrios, edificios, aves, son las formaciones de sombras producidas por elementos cercanos que impiden que la luz llegue uniformemente al panel, éstas afectan al rendimiento.

Se evaluaron los métodos para determinar las eficiencias globales en sistemas solares fotovoltaicos, optamos por servirnos de los valores emitidos por el módulo de medición, sin embargo, nos apoyamos de la teoría para llegar al objetivo que es la eficiencia global, como otra opción, los valores obtenidos por el módulo pudieron haber sido medidos con herramientas convencionales como pinzas amperimétricas, voltímetros, sin embargo, consideramos que a pesar de ser de menor costo no aportan en la precisión y el tiempo de la obtención de dichos datos, además, con el módulo se puede apreciar en tiempo real el comportamiento de cada componente mostrándonos gráficas con curvas oscilatorias de valores concretos como se ha mostrado en la investigación.

Se obtuvo un valor de 8.23% para la eficiencia global, con este valor se puede deducir, que del 100% de energía que incide sobre panel solar fotovoltaico, solo se aprovecha el 8.23% por el agua que fue bombeada, esto es a causa del impacto que genera la baja eficiencia del panel fotovoltaico en el sistema. Del total de irradiancia solar que reciben los paneles, solo una parte de esta irradiación se convierte en electricidad y la



restante se convierte en calor, lo que provoca una reducción en la eficiencia, también tiene alto impacto las variaciones climáticas y ubicación poco favorable del panel para el cual no le permita llegar los rayos del sol uniformemente.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda colocar el panel solar en una ubicación en donde no sea susceptible a interferencias externas al clima, como sombras provenientes de edificaciones, árboles.

Se sugiere que los datos obtenidos de radiación solar de enero, febrero y marzo sean considerados como valores de radiación aproximados para la ciudad de Puno.

A fin de obtener una mayor eficiencia en los paneles solares se puede optar por usar paneles de material mono-cristalino, ya que tiene mayor eficiencia según fabricantes. También se sugiere implementar un mecanismo de seguimiento focalizado al sol a fin de aprovechar al máximo el recurso energético solar.

Se recomienda que con los datos recopilados en la presente investigación se abra camino a continuas mejoras y así surjan nuevos temas de investigación, como el mejor aprovechamiento del recurso solar controlando el aumento de temperatura en los paneles solares por medio de sistemas de refrigeración o aprovechando el calor generado en el panel para otros usos.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(Ruiz, 2015), Diseño De Una Instalación Solar Fotovoltaica Para El Suministro De Energía Eléctrica De Una Vivienda Aislada

(Ayllu solar, 2018), Manual sobre instalaciones de plantas fotovoltaicas

(Urgeles Asensio et al., 2018), Consideraciones En El Ámbito Eléctrico Para Un Sistema De Bombeo Eficiente

(Martínez-Bertran, 2017), Métodos de estimación del estado de carga de baterías electroquímicas

(Perpiñan Lamigueiro, 2012), E S Fotovoltaica

(Schallenberg et al., n.d.), Energías renovables y eficiencia energética

(Tobajas Vazques, 2002), Energía Solar Fotovoltaica

(Ballén, 2011), Estimación de irradiancia solar aplicando el algoritmo HELIOSAT 1 con imágenes satelitales GOES en la región Cundiboyacense para el año 2011

(Díaz Felipe, 2013), Modelo numérico para la generación de mapas de radiación solar y su aplicación al aprovechamiento de energía solar fotovoltaica y termoeléctrica

(Arancibia & Best, 2010), Energía del Sol

(Abella, 2015), Master en Energías Renovables y Mercado Energético Energía Solar Fotovoltaica Escuela de Organización Industrial Sistemas Fotovoltaicos

(Martínez Hernández, 2006), Control digital para convertidor multinivel alimentado con energía solar



ANEXOS

Anexo 1: Datos de valores de voltaje en paneles solares en la región Puno.

Nº	CodSum	Provincia	Inst_Lat	Inst_Long	PV	Voc	Isc	Vb	Temp Bat	Hora Mant
1	00061779-S	Lampa	-15.335557	-70.844468	0	22.2	4.23	0	0	10:15
2	00066164-S	Melgar	-14.982687	-70.759437	21.1	20.9	6.51	15	14.73	10:20
3	00023486-S	Carabaya	-13.311651	-70.27938	13.1	19.1	0.96	13.1	31.7	5:21
4	00063355-S	Lampa	-15.377429	-70.485541	0	21.6	4.81	0	0	11:09
5	00063707-S	Melgar	-14.765137	-70.820848	21.4	21.4	0	13.4	19.67	12:04
6	00041308-S	Puno	-16.324374	-69.854913	0	21.4	4.31	0	0	3:12
7	00041309-S	Puno	-16.324644	-69.856083	0	21.4	4.78	0	0	2:53
8	00041337-S	Puno	-16.329375	-69.851155	0	20.8	1.14	0	0	4:22
9	00030257-S	Lampa	-15.28019	-70.852642	0	21.2	6.36	0	0	12:41
10	00067656-S	Carabaya	-14.322338	-70.1371	0	21.7	6.46	0	0	9:27
11	00067891-S	Carabaya	-13.319569	-70.306572	0	20.2	2.6	0	0	10:57
12	00023103-S	Carabaya	-13.260193	-70.34193	14.2	20.9	4.13	14.1	21.47	9:55
13	00041292-S	Puno	-16.327437	-69.851189	0	21	1	0	0	3:38
14	00033122-S	Melgar	-14.841422	-70.605602	21.3	21.3	1.14	0	0	3:13
15	00065944-S	Carabaya	-14.299917	-70.016592	0	21.6	3.75	0	0	12:14
16	00067359-S	Carabaya	-13.288005	-70.343616	0	20.4	3.69	0	0	2:22
17	00067318-S	Carabaya	-13.31899	-70.259048	16	20	1.37	13.6	31.47	1:28
18	00061515-S	Lampa	-15.268048	-70.94496	0	11.1	1.37	0	0	1:13
19	00067947-S	Carabaya	-13.303897	-70.324858	14.7	19	4.01	14.6	26.27	9:09
20	00065334-S	Melgar	-14.783147	-70.478193	22.2	22.2	3.15	0	0	10:05
21	00067325-S	Carabaya	-13.344122	-70.384283	0	18.4	0.37	0	0	3:40



...continuación

22	00061790-S	Lampa	-15.298053	-70.83699	0	21.9	5.85	0	0	2:23
23	00061860-S	Lampa	-15.117515	-70.924408	0	21.6	7.83	0	0	6:26
24	00062635-S	Melgar	-14.157653	-70.680162	0	22	5.24	0	0	11:58
25	00059429-S	Lampa	-15.38735	-70.596483	0	22	4.53	0	0	1:18
26	00020497-S	Azangaro	-14.738987	-70.081411	15.3	21.8	6.39	14.8	18.19	11:37
27	00065996-S	Carabaya	-14.226215	-70.060283	0	21.5	1.15	0	0	1:55
28	00065972-S	Carabaya	-14.243102	-70.170718	0	20.8	8.48	0	0	10:20
29	00030175-S	Lampa	-15.14457	-70.957168	0	21.3	2.95	0	0	1:01
30	00061536-S	Lampa	-15.316543	-70.94045	13.9	19.5	5.21	13.9	9.52	5:20
31	00061523-S	Lampa	-15.312175	-70.907537	0	20.9	0.49	0	0	1:03
32	00030196-S	Lampa	-15.053567	-70.91184	0	21.1	5.14	0	0	3:59
33	00061784-S	Lampa	-15.322963	-70.862328	14.2	17	3.51	14.2	11.29	8:54
34	00063260-S	Lampa	-15.37761	-70.485474	0	21.4	1.44	0	0	11:09
35	00060523-S	Lampa	-15.308988	-70.816208	0	21.2	4.37	0	0	12:29
36	00063570-S	Lampa	-15.246043	-70.927202	0	22.4	1.65	0	0	7:45
37	00067257-S	Carabaya	-13.317877	-70.302516	0	19.9	3.86	0	0	1:53
38	00067360-S	Carabaya	-13.259161	-70.356293	0	20.2	4.32	0	0	2:23
39	00069901-S	Melgar	-15.031633	-70.60363	22.2	22.2	2.19	15.3	13.37	12:34
40	00071031-S	Azangaro	-14.710366	-70.02834	21.6	22.1	5.16	14.5	12.71	11:42
41	00061897-S	Lampa	-15.038765	-70.812695	0	21.9	4.21	0	0	2:24
42	00030154-S	Lampa	-15.263367	-70.878157	0	22.2	3.84	0	0	11:04
43	00059948-S	San roman	-15.842097	-70.619868	13.1	16.9	0.38	13.1	15	7:10
44	00059932-S	San roman	-15.814032	-70.6049	13.8	21.1	1.06	13.1	15	7:19
45	00067276-S	Carabaya	-13.309302	-70.317555	20.5	20.6	5.63	14.7	27.88	12:50



...continuación

46	00059763-S	El collao	-16.730857	-69.738005	21	21.2	5.23	15	13.43	7:21
47	00066752-S	Carabaya	-14.291629	-70.014221	21.7	21.6	5	14.9	17.72	7:57
48	00024355-S	Carabaya	-14.197213	-70.089121	20.7	21.7	5.24	13.3	8.55	8:02
49	00061525-S	Lampa	-15.289062	-70.8889	0	21.9	5.05	0	0	3:49
50	00033499-S	Melgar	-14.842503	-70.669295	14.7	14.7	2.82	14.7	13.3	11:55
51	00069921-S	Melgar	-15.091146	-70.578328	20.1	20.1	0.74	0	0	2:38
52	00067293-S	Carabaya	-13.311708	-70.325532	19.3	20.2	4.89	14.7	26.16	12:15
53	00067374-S	Carabaya	-13.327616	-70.40112	20.3	20.3	2.12	14.7	23.66	12:53
54	00067344-S	Carabaya	-13.334498	-70.394226	0	19.8	1.16	0	0	8:36
55	00061528-S	Lampa	-15.323223	-70.862052	0	22.4	1.53	0	0	8:43
56	00069937-S	Melgar	-14.639275	-70.903615	20.8	20.8	0.55	0	0	8:54
57	00067850-S	Carabaya	-13.285609	-70.330682	14.1	20.2	5.16	14.1	33.56	1:24
58	00061781-S	Lampa	-15.332792	-70.851768	0	21.8	5	0	0	2:25
59	00063779-S	Melgar	-14.719322	-70.81367	20.7	20.7	0.92	0	0	4:10
60	00064315-S	Lampa	-15.257215	-70.932045	13	21.1	4.12	13	9.87	4:09
61	00067324-S	Carabaya	-13.335618	-70.249585	19.5	20.2	4.16	14.7	26.55	10:12
62	00062709-S	Melgar	-14.7765	-70.938597	21.6	21.6	0.47	0	0	12:57
63	00061898-S	Lampa	-15.040595	-70.829997	0	21.5	1.95	0	0	10:39
64	00053617-S	Lampa	-15.248296	-70.869657	0	17.3	2.11	0	0	3:39
65	00061518-S	Lampa	-15.32394	-70.917633	14	21.1	5.82	13.9	8.27	12:21
66	00061850-S	Lampa	-15.139567	-70.863138	0	22.3	4.84	0	0	1:52
67	00061837-S	Lampa	-15.187955	-70.858135	17.6	19.3	6.8	15	12.87	1:57
68	00061862-S	Lampa	-15.112797	-70.857098	0	21.3	9.44	0	0	1:07
69	00061821-S	Lampa	-15.242913	-70.830107	0	21.1	1.92	0	0	3:47



...continuación

70	00059970-S	San roman	-15.819453	-70.637465	0	21.1	4.08	0	0	2:03
71	00061899-S	Lampa	-15.034903	-70.807617	20.9	20.3	6.51	15	13.95	2:00
72	00067352-S	Carabaya	-13.343687	-70.38927	19.4	20.2	3.12	14.6	29.5	1:34
73	00061537-S	Lampa	-15.30543	-70.927905	0	21.2	0.54	0	0	4:42
74	00061824-S	Lampa	-15.216048	-70.878043	0	22.2	3.72	0	0	11:53
75	00061870-S	Lampa	-15.094022	-70.849783	21.1	21	6.58	14.9	15.96	12:14
76	00020504-S	Azangaro	-14.739263	-70.083966	21.5	21.8	6.12	13.6	17.44	2:10
77	00039449-S	Melgar	-14.990278	-70.79058	0	21	1.43	0	0	4:22
78	00028799-S	El collao	-16.732122	-69.725757	21.1	20.5	3.56	15	13.66	7:21
79	00061887-S	Lampa	-15.049197	-70.861442	13.7	15.8	3.54	13.3	16.19	5:24
80	00041314-S	Puno	-16.329255	-69.851174	0	21.8	3.04	0	0	4:12
81	00033269-S	Melgar	-15.086117	-70.570639	14.8	14.8	1.44	14.7	16.38	3:09
82	00033187-S	Melgar	-14.940088	-70.726384	0	21	2.66	0	0	2:35
83	00066736-S	Carabaya	-14.375855	-69.932815	0	21.9	4.67	0	0	10:36
84	00067420-S	Carabaya	-13.306484	-70.33045	13.1	19.1	2.45	13.1	27.27	2:52
85	00061802-S	Lampa	-15.277108	-70.848097	22	22	4.82	14.9	12.34	1:53
86	00065351-S	Melgar	-14.386236	-70.354788	21.6	21.3	8.66	15.1	11.16	12:08
87	00066242-S	Carabaya	-13.993209	-70.490674	13.8	21.4	6.42	13.7	10.8	6:07
88	00066714-S	Carabaya	-14.328685	-70.044362	22.4	21.9	3.5	15	12.39	2:47
89	00039294-S	Melgar	-14.838617	-70.789748	21.3	21.2	6.51	14.6	11.62	4:10
90	00067256-S	Carabaya	-13.332107	-70.395754	0	19.6	0.74	0	0	12:53
91	00059079-S	Lampa	-15.31819	-70.81455	0	15	3.21	0	0	11:50
92	00030146-S	Lampa	-15.158773	-70.89549	22.1	21.1	6.85	15	13.86	4:05
93	00060518-S	Lampa	-15.330042	-70.800957	0	21.8	4.45	0	0	12:42



...continuación

94	00060621-S	San roman	-15.827517	-70.63413	13.1	18.6	1.11	13.1	15.97	7:02
95	00070941-S	Azangaro	-14.725715	-70.022931	0	21.9	2.9	0	0	3:22
96	00021388-S	Azangaro	-14.77623	-69.876291	21.2	21.9	3.9	15	13.71	1:12
97	00074121-S	Puno	-16.111467	-69.771625	0	21.4	6.02	0	0	1:20
98	00032466-S	Melgar	-14.312243	-70.37611	21.1	21.2	7.14	13.6	15.44	1:01
99	00062956-S	Melgar	-14.756568	-70.949662	21.9	21.9	0	14.3	13.06	12:46
100	00061822-S	Lampa	-15.24293	-70.830113	0	21.1	2.56	0	0	3:39
101	00059437-S	Lampa	-15.381662	-70.599038	0	22.2	2.54	0	0	1:42
102	00061801-S	Lampa	-15.27733	-70.854157	0	19.9	7.24	0	0	12:12
103	00061505-S	Melgar	-14.622675	-70.86067	21	21	0.25	0	0	4:22
104	00070962-S	Azangaro	-14.75021	-70.054108	0	21.8	4.93	0	0	11:22
105	00061854-S	Lampa	-15.128568	-70.74902	0	21.7	5.57	0	0	1:23
106	00061527-S	Lampa	-15.313997	-70.867035	0	20.3	1.94	0	0	9:30
107	00061857-S	Lampa	-15.122335	-70.73659	0	21.4	8.81	0	0	2:30
108	00066171-S	Melgar	-14.383308	-70.583872	22.3	21.7	7.12	15	16.56	12:57
109	00061891-S	Lampa	-15.042841	-70.8352	21.3	21	6.51	15	13.01	11:19
110	00037393-S	Melgar	-14.217517	-70.780172	22.1	21.1	4.12	15	12.06	12:08
111	00070975-S	Azangaro	-14.759612	-70.06806	13.7	21.5	1.98	13.6	13.86	12:25
112	00021403-S	Azangaro	-14.771053	-69.88015	21.9	20.9	2.5	15	12.05	3:25
113	00061783-S	Lampa	-15.322918	-70.862352	0	20.4	6.06	0	0	9:04
114	00068072-S	Melgar	-14.213778	-70.77716	0	21.6	5.5	0	0	9:03
115	00035061-S	Melgar	-14.83332	-70.894422	0	24.1	5.14	0	0	1:52
116	00030494-S	Lampa	-15.116941	-70.742402	0	21.5	11.3	0	0	2:56
117	00061542-S	Lampa	-15.300967	-70.911675	14.4	21	5.26	14.3	14.85	3:26



...continuación

118	00024612-S	Carabaya	-14.01685	-70.329475	22	22.1	8.01	15	9.52	4:04
119	00066591-S	Melgar	-14.820457	-70.723505	21.4	21.4	1.95	15	15.28	7:34
120	00034505-S	Melgar	-15.017387	-70.976133	21.8	22.1	6.02	15	15.72	2:03
121	00067345-S	Carabaya	-13.336344	-70.386077	0	19.9	6.93	0	0	12:31
122	00024650-S	Carabaya	-13.932303	-70.491905	22.6	21.6	5.81	15	13.81	9:35
123	00077381-S	San antonio de putina	-14.872369	-69.682254	22.5	21.8	6.47	15	13.51	12:56
124	00077412-S	San antonio de putina	-14.944074	-69.705185	13.9	20.8	4.74	13.8	12.79	1:30
125	00078297-S	San antonio de putina	-14.949698	-69.632571	0	21	5.36	0	0	3:48
126	00060519-S	Lampa	-15.33143	-70.794797	0	21.5	4.09	0	0	12:19
127	00061820-S	Lampa	-15.242862	-70.830173	0	21.6	2.8	0	0	3:31
128	00020499-S	Azangaro	-14.736884	-70.080967	0	20.6	8.75	0	0	12:48
129	00068073-S	Melgar	-14.21382	-70.77718	19.2	20.1	4.12	14.9	16.38	12:52
130	00045612-S	San antonio de putina	-14.990996	-69.865238	0	20.8	1.38	0	0	2:54
131	00045160-S	San antonio de putina	-14.886593	-69.904587	13.1	20.5	4.21	13.1	12.46	5:53
132	00031211-S	Lampa	-15.643787	-70.481957	0	20.6	1.8	0	0	12:14
133	00027315-S	El collao	-15.968067	-69.538868	0	21.6	5.47	0	0	9:26
134	00057583-S	El collao	-15.970682	-69.530587	0	21.1	6.61	0	0	9:27
135	00072045-S	Melgar	-14.91796	-70.680443	13.9	19.5	5.25	13.9	21.16	5:20
136	00072793-S	San antonio de putina	-14.971534	-69.820482	21.1	20.4	5.8	13.7	13.07	12:08
137	00021116-S	Azangaro	-14.753657	-70.054677	21.8	22	2.35	14.5	11.83	10:21
138	00022114-S	Azangaro	-14.753956	-69.855363	21.4	21.6	3.96	14.5	14.36	10:04



...continuación

139	00077599-S	San antonio de putina	-14.828472	-69.748803	0	21.6	4.5	0	0	9:48
140	00065421-S	Lampa	-15.234595	-70.556916	0	21.9	4.85	0	0	3:05
141	00021153-S	Azangaro	-14.762595	-69.877278	21.6	22.1	4.56	14.5	25.36	1:01
142	00034628-S	Melgar	-14.723042	-70.949198	21.4	21.4	1.81	0	0	3:05
143	00072186-S	Azangaro	-14.75017	-70.085502	13.1	20.1	4.25	13.1	15.86	4:28
144	00061105-S	Melgar	-14.693933	-70.808656	0.51	0.51	0	13.3	15.79	6:32
145	00061888-S	Lampa	-15.049225	-70.861537	13.6	15.3	2.84	13.6	13.71	5:24
146	00071224-S	Melgar	-14.955265	-70.663387	19.9	21	5.47	15	20.8	1:48
147	00071080-S	Azangaro	-14.751397	-70.05647	0	22.3	4.48	0	0	10:54
148	00034003-S	Melgar	-14.879342	-70.879193	0	21.6	5.41	0	0	11:31
149	00061789-S	Lampa	-15.298303	-70.835935	0	21.6	6.1	0	0	2:09
150	00072794-S	San antonio de putina	-14.872928	-69.783735	21.2	22.2	2.89	14.5	13.18	2:31
151	00021398-S	Azangaro	-14.78781	-69.866814	14.8	21.5	3.9	14.8	11.5	11:12
152	00082626-S	Melgar	-14.137705	-70.64595	22.1	21.5	6.33	15	9.34	10:02
153	00081368-S	Huancane	-15.007522	-69.597526	21	21.5	5.63	15	15.02	1:02
154	00039355-S	Melgar	-14.937718	-70.785009	12.8	13.8	0.96	13	17.36	6:06
155	00067088-S	Carabaya	-14.056454	-70.391833	0	21.5	4.62	0	0	7:21
156	00023229-S	Carabaya	-13.334282	-70.388803	0	19.7	0.39	0	0	10:24
157	00037963-S	Melgar	-14.69923	-70.49375	13.7	13.7	1.42	13.6	16.86	3:23
158	00065961-S	Carabaya	-14.312885	-70.157962	21.6	21	5.23	15	12.23	10:52
159	00046081-S	San antonio de putina	-14.938858	-69.645487	14.8	21.8	4.78	14.6	17.44	12:19
160	00059196-S	Lampa	-15.325538	-70.824033	0	22.1	6.09	0	0	1:32
161	00059934-S	San roman	-15.814488	-70.609973	0	20.7	1.83	0	0	7:17



...continuación

162	00059929-S	San roman	-15.811878	-70.606108	16	21.1	1.12	14.4	16	12:38
163	00061545-S	Lampa	-15.262625	-70.901575	0	21.6	3.24	0	0	2:37
164	00082515-S	Huancane	-15.148046	-69.395353	0	21.3	6.69	0	0	8:28
165	00082495-S	Huancane	-15.205254	-69.409076	0	20.3	5.41	0	0	1:47
166	00029211-S	Huancane	-15.070545	-69.344977	18.2	20.6	2.98	13.1	11.08	1:41
167	00078652-S	Huancane	-15.022754	-69.583341	13.9	21.5	5.23	138	10.47	3:16
168	00023128-S	Carabaya	-13.277461	-70.334008	0	1.98	6.14	0	0	10:17
169	00061228-S	Lampa	-15.355967	-70.861062	0	22.6	4.32	0	0	7:13
170	00064655-S	Lampa	-15.080153	-70.84977	0	21	9.43	0	0	11:11
171	00029865-S	Lampa	-15.331798	-70.49544	0	21.3	5.19	0	0	1:56
172	00023195-S	Carabaya	-13.29024	-70.336484	13.1	19.2	1	13	24.08	5:15
173	00045153-S	San antonio de putina	-14.882814	-69.932682	0	20.4	3.22	0	0	4:19
174	00077408-S	San antonio de putina	-14.943553	-69.707036	15.1	21.8	4.83	15	12.34	8:08
175	00037859-S	Melgar	-14.65668	-70.585905	21.3	21.3	1.56	0	0	10:06
176	00046019-S	San antonio de putina	-14.891869	-69.709792	13	20.1	0.03	13.1	15.05	8:08
177	00067227-S	Carabaya	-13.341942	-70.387395	20.1	20.2	2.13	14.6	27.48	10:30
178	00046726-S	San roman	-15.87251	-70.474157	0	21.5	7.5	0	0	12:43
179	00061858-S	Lampa	-15.119963	-70.764419	0	21.9	4.7	0	0	3:07
180	00037535-S	Melgar	-14.344943	-70.636014	20.1	20.1	7.44	14.9	14.81	1:51
181	00070991-S	Azangaro	-14.730608	-70.08556	0	20.7	4.57	0	0	1:13
182	00032598-S	Melgar	-15.088148	-70.593573	21	21	1.71	0	0	2:09
183	00060516-S	Lampa	-15.345018	-70.836482	0	16.9	3.51	0	0	9:16
184	00069911-S	Melgar	-15.0894	-70.59666	21.4	21.4	1.73	0	0	2:29



...continuación

185	00069915-S	Melgar	-15.097487	-70.587802	14.6	14.6	3.89	14	18.2	1:21
186	00066733-S	Carabaya	-14.388498	-69.909343	21.7	21.9	3.9	15	9.34	1:03
187	00066696-S	Carabaya	-14.386626	-69.91717	14.4	21.9	3.8	14.4	16.5	11:46
188	00080985-S	Huancane	-14.923673	-69.35524	0	22.1	4.36	0	0	2:42
189	00057865-S	Puno	-16.180913	-69.773582	21.2	19.9	3.23	13.8	13	10:18
190	00061834-S	Lampa	-15.18985	-70.800807	0	21.5	7.59	0	0	11:49
191	00063565-S	Lampa	-15.191158	-70.782187	0	21.7	9.44	0	0	9:40
192	00021418-S	Azangaro	-14.716213	-70.014448	14.2	21.6	2.98	13.9	17.09	2:37
193	00045503-S	San antonio de putina	-14.959339	-69.839844	21.2	22.7	6.12	14.8	19.95	5:45
194	00078599-S	San antonio de putina	-14.908839	-69.641843	13.7	21.6	2.13	13.7	11.51	3:28
195	00072919-S	San antonio de putina	-14.916804	-69.788808	0	17.7	2.1	0	0	5:27
196	00050610-S	Sandia	-14.291242	-69.140951	14.5	15.2	3.1	14.5	22.48	9:51
197	00067289-S	Carabaya	-13.279528	-70.349245	0	19.9	6.07	0	0	8:08
198	00069893-S	Chucuito	-16.51032	-69.361158	0	21	7.49	0	0	1:29
199	00069903-S	Melgar	-15.061018	-70.63205	14	14	0.16	13.7	12.16	4:53
200	00034525-S	Melgar	-14.968101	-70.86243	0	22	7.99	0	0	12:56
201	00025079-S	Chucuito	-16.501565	-69.368373	0	21.2	4.49	0	0	2:46
202	00031204-S	Lampa	-15.643515	-70.48145	0	20.8	1.41	0	0	11:43
203	00000282-S	El collao	-15.966527	-69.542608	0	21.4	3.86	0	0	9:20
204	00025130-S	Chucuito	-16.440565	-69.437057	21.1	21.1	4.69	13.3	9.13	11:09
205	00066700-S	Carabaya	-14.389461	-69.902367	21.8	21.9	3.8	15	13.35	3:08
206	00059931-S	San roman	-15.814058	-70.604918	18.7	22	1.96	14.5	17	7:20
207	00064734-S	Melgar	-15.09813	-70.560619	0	21.1	1.18	0	0	12:56



...continuación

208	00032709-S	Melgar	-14.994733	-70.61653	0	20.8	9.4	0	0	11:13
209	00070937-S	Azangaro	-14.73276	-69.872615	0	21.7	6.79	0	0	12:19
210	00021109-S	Azangaro	-14.761993	-70.063705	0	22	1.09	0	0	1:17
211	00023415-S	Carabaya	-13.270097	-70.304097	0	19.1	6.21	0	0	12:36
212	00082629-S	Melgar	-14.154086	-70.639919	22.9	22	5.23	15	8.77	12:24
213	00021968-S	Azangaro	-14.396737	-69.995405	21.9	21.1	6.32	15.1	12.22	3:11
214	00061544-S	Lampa	-15.262478	-70.901595	0	20.9	2.55	0	0	2:29
215	00024116-S	Carabaya	-14.220437	-70.049738	0	20.9	1.39	0	0	7:22
216	00039622-S	Melgar	-14.975025	-70.765612	14	17	3.54	13.9	14.77	2:39
217	00067585-S	Melgar	-14.980625	-70.752327	19.6	19.2	6.51	15	15.95	9:00
218	00035178-S	Melgar	-14.66398	-70.928535	21.4	21.4	0.91	0	0	1:55
219	00077488-S	Huancane	-15.247856	-69.146496	21.5	20.3	5.31	15	10.14	8:43
220	00067373-S	Carabaya	-13.317474	-70.269257	18	20.3	3.95	14.1	30.92	2:29
221	00064316-S	Lampa	-15.156281	-70.864355	0	21.5	8.1	0	0	10:15
222	00030258-S	Lampa	-15.277948	-70.854083	21	20.6	3.91	14.6	12.84	12:00
223	00061847-S	Lampa	-15.14351	-70.922117	21	21.5	5.61	15	14.91	12:12
224	00021102-S	Azangaro	-14.764485	-70.07421	0	21.8	3.64	0	0	12:10
225	00082587-S	Melgar	-14.134848	-70.65048	0	22.4	6.66	0	0	2:04
226	00078316-S	Huancane	-15.009642	-69.580088	0	21.9	5.49	0	0	12:35
227	00081366-S	Huancane	-15.041038	-69.599086	13.5	21.1	4.21	13.5	11.1	4:51
228	00059974-S	San roman	-15.82768	-70.634243	13.6	17.6	0.48	12.9	15	3:11
229	00064317-S	Lampa	-15.260883	-70.936749	0	20.9	0.31	0	0	3:40
230	00061814-S	Lampa	-15.257793	-70.878295	0	16.5	4	0	0	5:43
231	00030193-S	Lampa	-15.265843	-70.837438	15.5	16.5	3.51	13	11.25	3:33



...continuación

232	00067292-S	Carabaya	-13.303341	-70.321662	20	20.7	2.01	14.7	23.94	1:29
233	00069920-S	Melgar	-15.096028	-70.579444	21.5	21.5	1.67	0	0	3:02
234	00044933-S	San antonio de putina	-15.001282	-69.921019	21.3	20.9	5.74	13.1	13.29	11:13
235	00021385-S	Azangaro	-14.768569	-69.880075	13.6	21.6	5.1	13.6	11.94	5:19
236	00072385-S	San antonio de putina	-15.017568	-69.907003	0	20.9	2.43	0	0	2:52
237	00060525-S	Lampa	-15.310933	-70.821103	0	21.1	3.55	0	0	12:40
238	00030341-S	Lampa	-15.093887	-70.84987	22.1	21.3	6.81	14.9	18.05	12:55
239	00045101-S	San antonio de putina	-15.020339	-69.952077	13.6	21.5	4.12	13	14.42	3:47
240	00044864-S	San antonio de putina	-15.011964	-69.951482	0	21.3	2.23	0	0	3:16
241	00045001-S	San antonio de putina	-14.988138	-69.92275	0	21.9	2.5	0	0	3:35
242	00072881-S	San antonio de putina	-14.971157	-69.82122	21	20.5	4.23	13.8	14.66	11:43
243	00061835-S	Lampa	-15.200822	-70.801837	0	21.1	3.8	0	0	11:10
244	00021046-S	Azangaro	-14.74868	-69.868724	21.6	21.2	3.65	14.5	13.48	11:01
245	00059947-S	San roman	-15.840962	-70.621252	13.8	16.9	0.74	13.1	17	7:06
246	00061813-S	Lampa	-15.258055	-70.939662	0	20.6	0.66	0	0	3:26
247	00039479-S	Melgar	-14.910303	-70.760413	21.5	21	4.83	14.9	16.68	2:51
248	00061796-S	Lampa	-15.280225	-70.923881	0	21.2	6.8	0	0	1:05
249	00061531-S	Lampa	-15.33224	-70.875563	14.3	17	3.51	14.2	5.34	7:45
250	00067303-S	Carabaya	-13.352992	-70.36231	0	19.2	1.39	0	0	2:22
251	00072851-S	San antonio de putina	-14.872945	-69.783836	21.9	22.2	3.54	14.5	17.88	2:19



...continuación

252	00072861-S	San antonio de putina	-14.84327	-69.89537	21.3	22.1	4.16	14.5	20.63	11:08
253	00023323-S	Carabaya	-13.383237	-70.314603	17.8	22	4.97	14	30.58	2:41
254	00085764-S	Carabaya	-13.272057	-70.297012	14.2	19.8	2.11	14.1	26.39	10:17
255	00086039-S	Carabaya	-13.381459	-70.313587	20	20.2	2.41	14.6	28.12	1:53
256	00072888-S	San antonio de putina	-14.961394	-69.840041	21.2	21.5	6.21	14.9	16.97	11:15
257	00045754-S	San antonio de putina	-14.869919	-69.881346	13.6	21.6	4.51	13.5	14.05	12:26
258	00061538-S	Lampa	-15.305399	-70.927926	13.9	20.2	5.21	13.8	9.73	4:21
259	00021164-S	Azangaro	-14.74878	-70.046194	0	21.9	6.5	0	0	1:46
260	00071009-S	Azangaro	-14.754592	-69.865241	0	21.2	6.57	0	0	10:35
261	00067861-S	Carabaya	-13.313122	-70.303877	19.7	19.9	3.97	14.5	31.39	11:12
262	00066707-S	Carabaya	-14.388431	-69.909388	22.8	22.9	4.5	15	12.86	12:44
263	00024043-S	Carabaya	-14.250282	-70.164253	21.6	21	6.24	13.1	11.05	11:31
264	00061524-S	Lampa	-15.291272	-70.898212	22.9	21.6	6.21	15	12	4:31
265	00059442-S	Lampa	-15.400092	-70.6059	0	21.4	2.58	0	0	3:52
266	00067398-S	Carabaya	-13.343005	-70.384102	14.3	20.7	4.01	13.5	31.58	3:24
267	00023167-S	Carabaya	-13.285704	-70.330609	12.4	20.1	3.14	12.3	30.88	12:58
268	00065330-S	Melgar	-14.797365	-70.455042	13	13	0.19	13	14.45	4:13
269	00045015-S	San antonio de putina	-15.026135	-69.888916	21	21.5	6.12	14.8	20.12	12:32
270	00045716-S	San antonio de putina	-14.948112	-69.840847	14.9	21.5	6.24	14.8	12.38	9:11
271	00086375-S	Carabaya	-13.384488	-70.342412	0	19.1	0.39	0	0	4:49
272	00086009-S	Carabaya	-13.28573	-70.33161	0	19.9	6.09	0	0	10:16
273	00030574-S	Lampa	-15.235835	-70.550957	0	21	5.07	0	0	3:28



...continuación

274	00071221-S	Melgar	-14.989355	-70.785613	0	20.6	2.01	0	0	3:57
275	00020495-S	Azangaro	-14.736838	-70.080937	13.6	21.8	6.8	13.5	37.31	3:42
276	00045628-S	San antonio de putina	-14.941707	-69.781722	22	20.5	5.74	15	14.04	3:17
277	00061845-S	Lampa	-15.151368	-70.965343	21.3	21.5	5.11	15	14.52	12:23
278	00071076-S	Azangaro	-14.740323	-70.083207	13.2	20.5	4.23	13.1	13.47	2:49
279	00021052-S	Azangaro	-14.769111	-69.860258	0	21.1	2.34	0	0	3:03
280	00070992-S	Azangaro	-14.739444	-70.079452	0	21.8	4.99	0	0	11:07
281	00072857-S	San antonio de putina	-14.780417	-69.829499	0	21.7	2.15	0	0	3:57
282	00072859-S	San antonio de putina	-14.888916	-69.889652	13.2	20.1	3.46	13.2	12.56	2:33
283	00021814-S	Azangaro	-14.393096	-70.128465	13.7	21.8	6.21	13.7	17.38	3:08
284	00075937-S	Huancane	-15.050496	-69.419795	13.7	20.5	5.64	13.6	12.66	6:30
285	00074272-S	San antonio de putina	-14.8916	-69.709248	21.5	21.7	4.85	15	12.07	5:08
286	00070984-S	Azangaro	-14.754597	-70.044265	21.4	21.9	2.17	14.5	14.15	12:20
287	00045749-S	San antonio de putina	-14.84324	-69.895428	21.2	21.8	3.89	14.5	16.91	10:53
288	00044931-S	San antonio de putina	-15.000817	-69.920642	21.1	21.5	6.21	13.8	12.75	11:59
289	00077505-S	Moho	-15.206571	-69.251314	19.2	21.5	7.02	15	10.06	2:53
290	00075442-S	Huancane	-15.094279	-69.636048	22.3	21.1	5.12	14.9	13.75	3:36
291	00077600-S	San antonio de putina	-14.831241	-69.759471	0	21.5	5.24	0	0	12:17
292	00063713-S	Melgar	-14.747955	-70.85677	14.3	14.3	0.58	14.2	20.78	5:01
293	00077399-S	San antonio de putina	-14.918886	-69.65878	13.9	20.5	3.41	13.8	14.78	2:56



...continuación

294	00028928-S	Huancane	-14.966189	-69.429079	13.4	20.1	4.23	13.4	10.26	2:30
295	00063410-S	Lampa	-15.377454	-70.485551	0	21.4	4.99	0	0	10:54
296	00053618-S	Lampa	-15.252185	-70.840843	0	20.6	2.35	0	0	2:54
297	00061513-S	Lampa	-15.291707	-70.938885	0	21.4	7.51	0	0	11:47
298	00061831-S	Lampa	-15.195582	-70.864718	0	21.8	3.61	0	0	10:45
299	00061856-S	Lampa	-15.12501	-70.7454	0	21.8	5.38	0	0	1:54
300	00059930-S	San roman	-15.81402	-70.604843	13.2	21.2	1.98	13.2	14	1:48
301	00073076-S	Melgar	-14.690683	-70.919012	22.3	22.3	2.29	14.9	15.86	7:51
302	00030327-S	Lampa	-15.194322	-70.865657	0	21.3	2.07	0	0	10:58
303	00061484-S	Melgar	-14.688733	-70.823102	20.6	20.6	0.82	0	0	2:54
304	00045506-S	San antonio de putina	-14.962339	-69.849448	14.7	21.5	4.9	14.7	18.39	6:12
305	00023131-S	Carabaya	-13.263364	-70.347753	14.4	19.6	2.13	14.3	24.25	8:53
306	00083852-S	Sandia	-14.210917	-69.036871	14.5	14.6	5.2	14.5	25.2	6:12
307	00063925-S	Melgar	-14.625693	-70.907228	21.4	21.4	3.57	0	0	8:48
308	00072780-S	Melgar	-14.636393	-71.065047	19.9	19.9	0.06	0	0	4:45
309	00072401-S	San antonio de putina	-15.026858	-69.885533	13.7	21.5	5.32	13.1	16.31	10:54
310	00061833-S	Lampa	-15.192232	-70.854103	13.1	19.4	7.02	15	11.85	1:23
311	00062576-S	Melgar	-14.3512	-70.55546	22	21.7	6.99	13.7	17.86	3:26
312	00067391-S	Carabaya	-13.347608	-70.381183	0	19.7	3.7	0	0	10:16
313	00021112-S	Azangaro	-14.761887	-70.061135	13.8	21.5	5.01	13.7	16.78	1:34
314	00021421-S	Azangaro	-14.710357	-70.028448	21.5	22.2	4.91	14.5	14.35	11:54
315	00044867-S	San antonio de putina	-15.013019	-69.947314	0	20.9	3.06	0	0	3:51
316	00061811-S	Lampa	-15.261675	-70.958458	0	22.7	6.58	0	0	9:11



...continuación

317	00046665-S	San roman	-15.899293	-70.494953	0	21.7	2.12	0	0	7:14
318	00070779-S	Melgar	-14.966335	-70.824275	0	20.6	2.26	0	0	4:47
319	00021117-S	Azangaro	-14.753588	-70.054657	15.3	21.6	4.21	13.8	13.43	10:38
320	00023390-S	Carabaya	-13.306304	-70.324889	0	20.4	3.49	0	0	9:33
321	00061890-S	Lampa	-15.046019	-70.840523	0	21.6	4.42	0	0	11:51
322	00061786-S	Lampa	-15.317047	-70.906025	0	21.8	2.46	0	0	11:14
323	00061816-S	Lampa	-15.248335	-70.869582	0	18.3	1.78	0	0	3:29
324	00061812-S	Lampa	-15.259111	-70.846435	0	21.6	3.45	0	0	2:46
325	00021717-S	Azangaro	-14.373475	-69.978681	21.2	22	6.32	15	16.08	1:32
326	00074012-S	San antonio de putina	-14.871397	-69.814532	0	21.1	5.91	0	0	4:17
327	00072830-S	San antonio de putina	-14.974446	-69.819839	21.3	21	6.12	15	15.12	1:44
328	00021689-S	Azangaro	-14.400532	-70.135809	21.4	21.4	6.32	0	0	2:11
329	00061151-S	Lampa	-15.351177	-70.840585	0	20.7	4.38	0	0	9:59
330	00061540-S	Lampa	-15.305365	-70.92797	0	21.8	0.14	0	0	4:02
331	00030153-S	Lampa	-15.194807	-70.879603	13.5	16.5	3.21	13.5	12.51	12:59
332	00035617-S	Melgar	-14.664168	-70.614623	21.4	21.4	2.15	15	13.99	10:47
333	00072783-S	Melgar	-14.636385	-71.06498	13.3	13.3	0.16	13.3	13.31	5:16
334	00070940-S	Azangaro	-14.723701	-70.021954	22	22.2	2.8	14.5	14.52	3:46
335	00070985-S	Azangaro	-14.753465	-70.044303	0	20.9	2.73	0	0	12:02
336	00021367-S	Azangaro	-14.769985	-69.876729	20.8	21	2.79	13.8	14.58	2:15
337	00028965-S	Huancane	-14.935518	-69.431755	0	21.4	5.85	0	0	6:15
338	00077598-S	San antonio de putina	-14.829048	-69.752769	21.4	22.1	4.32	14.5	10.66	11:39
339	00086353-S	Carabaya	-13.39294	-70.31449	13.1	19.1	1.72	13.1	31.56	4:49



...continuación

340	00083800-S	Sandia	-14.229323	-69.104692	19.6	20.4	3.4	14.5	26.36	4:07
341	00083994-S	Sandia	-14.165541	-69.062201	20	20	4.3	14	29	1:24
342	00085177-S	Carabaya	-13.297179	-70.336479	13.6	19	4.02	13.6	31.17	1:48
343	00076122-S	Huancane	-14.966143	-69.429171	13.1	20.1	3.54	13.1	11.81	3:02
344	00048387-S	Sandia	-14.220757	-69.111029	21.6	21.6	0.85	0	0	12:24
345	00083551-S	Carabaya	-13.269851	-70.339942	0	19.5	6.63	0	0	10:05
346	00085996-S	Carabaya	-13.347811	-70.323803	0	20.3	2.21	0	0	2:56
347	00084265-S	Sandia	-14.148023	-69.07449	20.4	20.5	5.3	14.7	27.6	10:18
348	00076025-S	Huancane	-14.885292	-69.390796	13.5	19.1	3.54	13.4	11.79	8:18
349	00076150-S	Huancane	-14.870174	-69.399743	14	21.5	5.63	13.8	12.52	8:11
350	00082491-S	Huancane	-15.211731	-69.385127	13.5	20.1	5.12	13.5	12.46	4:57
351	00077391-S	San antonio de putina	-14.891289	-69.70942	13.2	20.5	4.12	13.1	12.82	8:33
352	00046015-S	San antonio de putina	-14.8829	-69.67443	21.9	20.7	4.08	13.9	15.03	11:53
353	00086049-S	Carabaya	-13.380294	-70.312695	0	19.9	4.95	0	0	12:40
354	00023335-S	Carabaya	-13.384722	-70.344852	0	18.7	0.24	0	0	3:57
355	00023359-S	Carabaya	-13.346076	-70.361911	13.9	20.1	2.45	13.9	27.86	11:39
356	00083558-S	Carabaya	-13.277402	-70.333932	0	19.6	5.65	0	0	10:01
357	00061809-S	Lampa	-15.264265	-70.921513	14.8	16.5	3.51	14.8	9.42	12:14
358	00021386-S	Azangaro	-14.780572	-69.870875	21.9	21.7	1.9	15	12.84	1:24
359	00072209-S	Azangaro	-14.750112	-70.085437	13.1	22	4.32	13.1	16.97	4:44
360	00021390-S	Azangaro	-14.778688	-69.87058	0	21.2	6.05	0	0	10:52
361	00074275-S	San antonio de putina	-14.880693	-69.530045	0	21.5	6.22	0	0	9:57
362	00028777-S	El collao	-16.755608	-69.72643	13.5	21.6	4.65	13.5	15.84	4:28



...continuación

363	00021419-S	Azangaro	-14.716192	-70.014515	21.2	22.1	5.84	14.5	15.21	1:21
364	00076139-S	Huancane	-14.966111	-69.429051	12.9	20.1	3.45	12.9	10.53	2:45
365	00086002-S	Carabaya	-13.263187	-70.347795	12.9	16.5	1.95	12.8	24.47	11:18
366	00086021-S	Carabaya	-13.354638	-70.320464	20.3	21.7	1.53	14.5	26.95	12:42
367	00084125-S	Sandia	-14.263359	-69.143238	21.2	20.1	6.2	14.5	25.2	2:15
368	00061803-S	Lampa	-15.27476	-70.882695	0	21.7	7.2	0	0	11:41
369	00061795-S	Lampa	-15.281123	-70.876562	0	21.8	5.03	0	0	12:12
370	00061206-S	Lampa	-15.360183	-70.873562	0	22.5	3.57	0	0	6:49
371	00038603-S	Melgar	-14.706473	-70.679	22.3	22.3	3.44	14.9	18.56	11:35
372	00084007-S	Sandia	-14.156014	-69.075827	20	20	5.3	14	30	12:58
373	00084820-S	Sandia	-14.163617	-69.09045	21	21	1.41	0	0	3:13
374	00021348-S	Azangaro	-14.724284	-70.019038	20.3	21.5	2.8	14.5	12.14	4:15
375	00071085-S	Azangaro	-14.710342	-70.028415	14	21.5	2.56	13.9	13.8	11:26
376	00021170-S	Azangaro	-14.745991	-70.043394	13.7	21.5	4.36	13.6	13.76	1:35
377	00021045-S	Azangaro	-14.709428	-70.014639	21.9	21.7	1.63	15	13.54	1:56
378	00085174-S	Carabaya	-13.302143	-70.334112	13	19.5	1.24	13	25.95	12:08
379	00086059-S	Carabaya	-13.276225	-70.28617	0	20.3	6.94	0	0	11:24
380	00083774-S	Sandia	-14.217925	-69.183037	20.5	20.5	6.5	0	0	1:30
381	00072389-S	San antonio de putina	-15.012717	-69.950502	13.6	20.5	2.62	13.5	16.23	3:32
382	00044929-S	San antonio de putina	-14.999723	-69.916008	21.4	20.9	6.32	13.8	16.33	12:59
383	00021716-S	Azangaro	-14.391599	-70.134506	13.7	22	4.58	13.1	13.23	2:42
384	00084027-S	Sandia	-14.2157	-69.202528	20.2	21.2	4.2	14.5	27.2	1:25
385	00089979-S	Sandia	-14.19417	-69.059958	17	20.2	4.2	14.5	27.44	11:37



...continuación

386	00030200-S	Lampa	-15.145027	-70.97042	0	21.8	6.4	0	0	11:36
387	00057685-S	Lampa	-15.650142	-70.475877	12.9	19.9	1.7	12.9	17	3:46
388	00078327-S	Huancane	-14.979545	-69.604726	22.2	21.5	5.23	15	13.13	4:28
389	00089948-S	Sandia	-14.172067	-69.100166	14.5	15.2	6.1	14.5	22.1	3:00
390	00055258-S	Sandia	-14.224849	-69.195716	20	20	4.2	14	28	9:49
391	00089976-S	Sandia	-14.190927	-69.062026	14.2	18.9	4.5	14.1	28.34	12:31
392	00044880-S	San antonio de putina	-15.013329	-69.947713	0	21	3.61	0	0	3:44
393	00083633-S	Carabaya	-13.354124	-70.366825	0	19.2	2.93	0	0	4:14
394	00089949-S	Sandia	-14.171697	-69.099012	20.6	20.6	4.94	0	0	2:15
395	00089934-S	Sandia	-14.187015	-69.117273	13.2	13.3	4.71	13.1	25.25	3:00
396	00077327-S	Huancane	-15.157254	-69.359371	22.3	22.2	6.1	14.9	15.62	1:12
397	00082625-S	Melgar	-14.160545	-70.649453	13.9	21	5.61	13.8	11.28	9:44
398	00022818-S	Carabaya	-14.196798	-70.137153	0	18.7	3.95	0	0	4:37
399	00082581-S	Melgar	-14.154712	-70.655695	22.9	21	5.61	15.2	9.22	9:32
400	00086077-S	Carabaya	-13.283502	-70.267167	13.9	19.8	1.6	13.8	28.41	11:18
401	00050600-S	Sandia	-14.285436	-69.135694	13.1	14.3	2.3	13.1	21.53	12:46
402	00050616-S	Sandia	-14.255855	-69.18822	15.5	16.2	3.4	14.7	23.14	3:07
403	00076198-S	Carabaya	-13.961844	-70.48801	21.9	21.3	6.43	14.9	15.35	9:36
404	00086076-S	Carabaya	-13.283485	-70.267307	19.5	10.8	2.94	13.9	30.3	11:00
405	00055272-S	Sandia	-14.227631	-69.104202	21.2	20.6	5.2	14.5	24.7	4:40
406	00084223-S	Sandia	-14.223613	-69.188018	20.4	21.3	3.6	14.7	24.83	11:26
407	00089964-S	Sandia	-14.202689	-69.086137	13.2	13	4.21	13.2	27.09	5:35
408	00084194-S	Sandia	-14.232256	-69.17764	14.5	18.2	5.2	14.5	28.5	3:09
409	00061516-S	Lampa	-15.272577	-70.947683	0	20.6	1.05	0	0	12:30



...continuación

410	00059933-S	San roman	-15.814442	-70.610008	0	21.1	1.82	0	0	7:17
411	00067283-S	Carabaya	-13.309439	-70.272944	13.7	19.9	2.1	13.7	25.62	8:52
412	00069922-S	Melgar	-15.082198	-70.588482	21.4	21.4	1.48	0	0	11:31
413	00081354-S	Huancane	-15.026986	-69.522414	0	20.6	5.06	0	0	4:52
414	00081408-S	Moho	-15.325183	-69.24277	0	21.8	6.3	0	0	2:46
415	00045084-S	San antonio de putina	-15.007958	-69.954522	13.5	20.5	2.84	13.4	13.28	2:41
416	00083630-S	Carabaya	-13.281052	-70.271396	0	19.1	4.36	0	0	11:17
417	00083542-S	Carabaya	-13.282284	-70.344219	0	20.4	6.18	0	0	1:15
418	00086273-S	Carabaya	-13.417893	-70.304717	0	19.8	4.44	0	0	2:36
419	00050673-S	Sandia	-14.232128	-69.177607	14.5	14.8	6.2	14.5	28.2	3:40
420	00089974-S	Sandia	-14.191052	-69.061985	14.7	14.7	2.5	14.6	27.94	12:19
421	00078321-S	Huancane	-14.979229	-69.605002	21.4	21.5	6.23	15	7.67	4:28
422	00083989-S	Sandia	-14.166298	-69.088124	13	15.3	3.2	12.9	21.5	2:23
423	00085182-S	Carabaya	-13.29422	-70.314283	14.1	19	2.01	14.1	27.02	9:57
424	00083778-S	Sandia	-14.206519	-69.039709	19.7	20	7.2	0	0	11:02
425	00078598-S	Carabaya	-14.236133	-70.077919	0	22.3	1.11	0	0	1:36
426	00077529-S	Huancane	-15.195696	-69.533144	0	21.9	8.1	0	0	12:49
427	00050603-S	Sandia	-14.286585	-69.136876	13.4	15.3	3.2	13.4	21.08	9:51
428	00084099-S	Sandia	-14.278939	-69.132463	14.7	15.3	5.3	14.5	27.87	2:57
429	00050571-S	Sandia	-14.26646	-69.149835	21.8	20.5	5.3	14.7	24.62	10:21
430	00084070-S	Sandia	-14.307862	-69.134356	19	19	5.2	13	21	3:52
431	00077404-S	San antonio de putina	-14.926535	-69.656655	0	21.7	4.85	0	0	2:17
432	00030155-S	Lampa	-15.209295	-70.856222	0	21.4	8.11	0	0	11:57



...continuación

433	00061499-S	Lampa	-15.159685	-70.917282	0	21.6	8.56	0	0	6:27
434	00045154-S	San antonio de putina	-14.876402	-69.941984	0	21.6	2.53	0	0	3:47
435	00088816-S	Melgar	-14.230171	-70.570902	0	21.8	6.06	0	0	2:54
436	00067802-S	Carabaya	-13.326335	-70.307222	0	19.6	2.07	0	0	1:40
437	00085167-S	Carabaya	-13.297775	-70.323586	0	13.9	0.78	0	0	9:06
438	00089960-S	Sandia	-14.219813	-69.088648	13.4	18.2	4.2	13.6	26.6	1:01
439	00069917-S	Melgar	-15.10179	-70.577121	13.8	13.8	1.07	13.7	18.41	3:55
440	00067354-S	Carabaya	-13.345892	-70.376862	0	17.2	0.93	0	0	4:53
441	00069926-S	Melgar	-15.088328	-70.60128	21.4	21.4	3.22	0	0	3:30
442	00065438-S	Lampa	-15.240658	-70.560416	14.1	21.7	1.4	14.9	19.2	4:42
443	00061788-S	Lampa	-15.309811	-70.874015	0	22.3	9.42	0	0	9:48
444	00061804-S	Lampa	-15.272337	-70.848753	0	22.2	2.02	0	0	2:15
445	00061815-S	Lampa	-15.257075	-70.951562	0	21.5	5.21	0	0	8:37
446	00061787-S	Lampa	-15.317097	-70.906062	0	22.6	3.99	0	0	11:25
447	00063561-S	Lampa	-15.267683	-70.882227	0	22.1	3.76	0	0	11:24
448	00023204-S	Carabaya	-13.370992	-70.310122	0	20	4.79	0	0	1:35
449	00077410-S	San antonio de putina	-14.94359	-69.707005	14.6	21.5	5.87	15	12.05	12:51
450	00045000-S	San antonio de putina	-14.987821	-69.932027	13.9	21.8	6.32	13.8	15.18	1:35
451	00029213-S	Huancane	-15.066185	-69.354753	19.2	20.7	5.12	13.1	11.27	1:25
452	00075947-S	Huancane	-15.057022	-69.439644	14.6	20.1	5.64	14.5	15.42	6:29
453	00082487-S	Huancane	-15.230984	-69.421969	0	21	5.43	0	0	12:33
454	00081396-S	Moho	-15.293325	-69.280305	22	21.9	8.18	13.9	9.94	2:54
455	00061840-S	Lampa	-15.177664	-70.894373	0	21.1	3.08	0	0	1:51



...continuación

456	00061277-S	Melgar	-14.600331	-70.884173	22	21	1.38	0	0	11:00
457	00089933-S	Sandia	-14.186537	-69.117853	16.7	18.9	4.5	13.6	23.8	2:45
458	00088801-S	Carabaya	-14.026727	-70.506301	21.5	21.8	5.61	15	10.59	6:07
459	00061805-S	Lampa	-15.271068	-70.821445	14.7	15.2	2.14	14.6	10.1	12:01
460	00060620-S	San roman	-15.821248	-70.620868	13.9	19.9	2.74	13.8	12.75	7:18
461	00067288-S	Carabaya	-13.307483	-70.322447	0	19	0.63	0	0	2:56
462	00021417-S	Azangaro	-14.71609	-70.019545	21.3	22	2.19	14.5	18.25	12:37
463	00066494-S	Melgar	-14.837385	-70.809934	0	20.9	1.63	0	0	4:03
464	00086028-S	Carabaya	-13.378109	-70.318907	18	20.5	4.42	13.6	30.13	2:20
465	00024356-S	Carabaya	-14.197078	-70.088953	21.6	20.3	4.52	13.5	8.9	12:32
466	00023334-S	Carabaya	-13.37591	-70.310642	0	20.3	4	0	0	2:51
467	00076060-S	Huancane	-15.150905	-69.314636	21.1	21	4.09	15	10.05	10:37
468	00077407-S	San antonio de putina	-14.943045	-69.707284	22	21.1	5.74	15	14.55	8:22
469	00033901-S	Melgar	-14.836047	-70.839147	13.5	16.5	2.48	13.4	16.31	4:44
470	00060520-S	Lampa	-15.341603	-70.808417	0	21.2	5.02	0	0	11:34
471	00023268-S	Carabaya	-13.336548	-70.392714	13.1	19.7	2.12	13.1	26.22	3:30
472	00023485-S	Carabaya	-13.31167	-70.279438	17.5	19.6	2.34	13.2	28.37	5:14
473	00067323-S	Carabaya	-13.28115	-70.268708	19.3	20.1	4.56	14.7	25.69	12:37
474	00045096-S	San antonio de putina	-15.018079	-69.936841	0	21.9	3.34	0	0	2:07
475	00081443-S	Huancane	-15.077476	-69.528888	0	21.5	5.23	0	0	11:52
476	00050604-S	Sandia	-14.285842	-69.137339	21.4	21.5	5.3	14.5	23.25	10:57
477	00033358-S	Melgar	-15.086062	-70.585709	20.2	20.2	2.23	15.1	16.28	12:32
478	00061500-S	Lampa	-15.131718	-70.913765	0	21	1.69	0	0	6:28



...continuación

479	00037775-S	Melgar	-14.194597	-70.756282	22.6	21.3	4.23	15	11.62	3:48
480	00033343-S	Melgar	-14.816954	-70.510871	21.1	21.1	1.77	15	14.56	2:50
481	00030453-S	Lampa	-15.17329	-70.933763	0	21.2	7.62	0	0	10:31
482	00061883-S	Lampa	-15.052195	-70.912347	0	21.9	5.1	0	0	6:25
483	00034964-S	Melgar	-14.742978	-70.786928	21.5	21	5.21	14.9	18.22	11:21
484	00061539-S	Lampa	-15.313753	-70.934257	13.6	19.6	4.12	13.7	10.29	5:49
485	00062636-S	Melgar	-14.142473	-70.67947	13.7	20.2	3.95	13.7	6.01	5:16
486	00021393-S	Azangaro	-14.74883	-69.877287	21.4	22.2	4.16	14.5	15.52	11:33
487	00021364-S	Azangaro	-14.768457	-69.873264	0	21.3	5.96	0	0	1:36
488	00071005-S	Azangaro	-14.780677	-69.870792	21.1	21.6	3.9	13.8	12.77	1:46
489	00083543-S	Carabaya	-13.273192	-70.342948	0	20.1	6.09	0	0	9:22
490	00083556-S	Carabaya	-13.278577	-70.334631	13.2	19	2.1	13.2	25.19	4:48
491	00083973-S	Sandia	-14.182275	-69.090597	0	20.4	4.19	0	0	11:29
492	00064346-S	Lampa	-15.263777	-70.891908	0	22.3	6.59	0	0	1:29
493	00057659-S	El collao	-15.971322	-69.529128	0	20.8	5.62	0	0	9:29
494	00057658-S	El collao	-15.9718	-69.527808	0	21.8	5.5	0	0	9:29
495	00069902-S	Melgar	-15.046015	-70.595965	21.6	21.6	1.95	0	0	2:20
496	00023186-S	Carabaya	-13.290139	-70.336679	13.6	19.6	1.03	13.5	31.77	5:00
497	00064336-S	Lampa	-15.138632	-70.895571	0	21.4	3.49	0	0	3:18
498	00044997-S	San antonio de putina	-14.984167	-69.930811	20.8	21.9	6.74	13.1	15.36	12:55
499	00073065-S	Melgar	-14.319337	-70.379587	0	21.9	2.53	0	0	12:34
500	00075422-S	Huancane	-15.17487	-69.230792	0	19.7	9.77	0	0	11:25
501	00033236-S	Melgar	-15.018988	-70.600307	13.5	13.5	1.15	13.5	12.9	4:52



...continuación

502	00074287-S	San antonio de putina	-14.919392	-69.69007	14.1	21.8	3.74	13.3	12.88	8:26
503	00075930-S	Huancane	-15.055885	-69.427932	13.5	19.1	3.42	13.4	10.77	6:28
504	00084123-S	Sandia	-14.263514	-69.144055	12.2	15.3	3.2	12.2	23.98	1:49
505	00084390-S	Sandia	-14.155843	-69.075592	20	20	6.5	0	0	1:16
506	00045507-S	San antonio de putina	-14.962213	-69.849543	21.9	20.9	5.74	15	16.61	2:57
507	00083569-S	Carabaya	-13.389246	-70.325025	0	20.3	4.64	0	0	1:17
508	00084088-S	Sandia	-14.285569	-69.135805	14.2	15.3	3.2	14.1	25.14	11:53
509	00081420-S	Huancane	-15.201899	-69.50237	0	21.8	8.78	0	0	11:21
510	00023143-S	Carabaya	-13.157784	-70.392681	0	15.7	1.05	0	0	10:44
511	00033405-S	Melgar	-14.965333	-70.535913	21.4	21.4	1.76	0	0	10:36
512	00023117-S	Carabaya	-13.259645	-70.342547	0	21.8	4.76	0	0	9:17
513	00069909-S	Melgar	-15.063442	-70.620878	19	19	1.95	0	0	5:16
514	00034138-S	Melgar	-15.027998	-70.930727	13.1	20.2	4.02	13	15.15	5:24
515	00072384-S	San antonio de putina	-15.01983	-69.905085	0	20.9	3.05	0	0	2:36
516	00077522-S	Huancane	-15.189405	-69.526867	22	22.5	8.29	15	11.94	11:31
517	00081422-S	Huancane	-15.20134	-69.499824	0	21.7	8.16	0	0	11:54
518	00085176-S	Carabaya	-13.298844	-70.319485	13.3	19	2.01	13.3	27.66	5:18
519	00063605-S	Lampa	-15.161012	-70.892955	0	21.3	6.27	0	0	3:09
520	00069886-S	Chucuito	-16.456598	-69.418461	22	22	4.26	15	14.25	10:06
521	00038208-S	Melgar	-14.685425	-70.52124	21.5	21.5	0.98	0	0	2:14
522	00067306-S	Carabaya	-13.261584	-70.356518	0	20.1	3.12	0	0	7:48
523	00065489-S	Lampa	-15.315695	-70.549608	0	21.6	4.61	0	0	2:00
524	00063558-S	Lampa	-15.324763	-70.878864	13.6	17	3.54	13.6	12.4	8:15



...continuación

525	00030310-S	Lampa	-15.172892	-70.8898	0	21.6	4.22	0	0	1:37
526	00029441-S	Huancane	-15.122217	-69.434817	0	21.9	3.3	0	0	12:45
527	00023123-S	Carabaya	-13.278762	-70.345442	20.1	19.8	6.09	14.7	25.03	11:58
528	00023401-S	Carabaya	-13.269943	-70.303768	18.6	19.6	4.45	13.6	26.34	12:06
529	00081383-S	Huancane	-14.977175	-69.557331	14.4	21.2	5.21	14.3	13.38	4:59
530	00023488-S	Carabaya	-13.276239	-70.281936	0	20	7.31	0	0	12:22
531	00063567-S	Lampa	-15.21072	-70.876238	0	21.4	6.46	0	0	12:18
532	00084319-S	Sandia	-14.161687	-69.058252	20	20	5.2	14	28	3:25
533	00023315-S	Carabaya	-13.389957	-70.308028	0	19.5	1.1	0	0	12:12
534	00023165-S	Carabaya	-13.29019	-70.33668	13.8	19.3	1.21	13.8	37.09	4:50
535	00080994-S	Huancane	-14.834049	-69.366204	22.4	20.1	4.52	15	8.7	10:54
536	00081379-S	Huancane	-14.990896	-69.577419	0	21.7	4.9	0	0	10:53
537	00084098-S	Sandia	-14.279064	-69.132472	14.8	15.8	5.2	14.5	25.2	2:59
538	00084129-S	Sandia	-14.257955	-69.150643	20	20	4.1	13	22	2:41
539	00082488-S	Huancane	-15.21347	-69.45943	0	21.8	6.16	0	0	3:14
540	00078563-S	Huancane	-14.99071	-69.617438	0	21.7	6.63	0	0	9:24
541	00021610-S	Azangaro	-14.394447	-69.994073	0	21.4	3.11	0	0	3:44
542	00023194-S	Carabaya	-13.292905	-70.33089	19.8	19.9	5.62	14.6	28.56	11:31
543	00023484-S	Carabaya	-13.303853	-70.287193	13.9	19.9	2.17	13.8	25.14	11:06
544	00078333-S	Huancane	-14.954822	-69.62899	0	22	4.57	0	0	2:04
545	00023455-S	Carabaya	-13.280355	-70.275702	0	18.6	1.04	0	0	2:03
546	00029411-S	Huancane	-15.116804	-69.462897	0	21.1	7.17	0	0	12:09
547	00078279-S	Carabaya	-14.196991	-70.089138	21.1	21	6.37	13.4	12.09	8:03
548	00076204-S	Carabaya	-14.060241	-70.403802	0	22.6	3.55	0	0	6:42



...continuación

549	00046018-S	San antonio de putina	-14.87045	-69.690712	13.7	21.8	5.41	13.7	15.64	4:05
550	00077523-S	Huancane	-15.189497	-69.526945	22	21.7	7.14	15	12.87	10:34
551	00082474-S	Huancane	-15.157717	-69.346273	21.5	21.6	6.62	13.8	13.45	2:19
552	00034409-S	Melgar	-15.025963	-70.880702	0	20.8	4.75	0	0	3:28
553	00066852-S	Carabaya	-14.342948	-70.054083	0	21.9	4.67	0	0	12:01
554	00077401-S	San antonio de putina	-14.925727	-69.762198	0	20.9	4.06	0	0	9:41
555	00077531-S	Huancane	-15.201132	-69.552186	22	22.4	8.15	15	14.96	3:23
556	00082631-S	Melgar	-14.141777	-70.660465	0	22.4	6.15	0	0	9:33
557	00048241-S	Sandia	-14.18741	-69.118949	13.5	14.5	3.2	13.5	23.3	5:02
558	00084348-S	Sandia	-14.153848	-69.049561	13.3	17.6	0.23	13.3	24.62	5:08
559	00074216-S	Huancane	-14.996131	-69.817318	20.9	21.5	5.23	14.9	17.39	1:54
560	00084053-S	Sandia	-14.339843	-69.134996	13.6	16.9	5.6	13.6	24.48	2:06
561	00086355-S	Carabaya	-13.392145	-70.313618	14.3	19.3	2.82	14.2	31.95	2:33
562	00086015-S	Carabaya	-13.350444	-70.322726	0	20	3.09	0	0	1:50
563	00084114-S	Sandia	-14.266805	-69.149488	21.2	20.1	5.2	14.5	22.7	10:47
564	00083791-S	Sandia	-14.228977	-69.109809	13.3	13.3	3.8	13.3	24.69	4:06
565	00083622-S	Carabaya	-13.297488	-70.286098	20.5	18.4	2.21	14.5	25.92	9:45
566	00083504-S	Carabaya	-13.270283	-70.3036	16.9	19.9	3.84	13.6	27.33	1:37
567	00085184-S	Carabaya	-13.291165	-70.310303	0	21.2	4.14	0	0	11:16
568	00078254-S	Huancane	-14.97172	-69.56964	0	22.2	4.38	0	0	2:43
569	00078645-S	Huancane	-15.050061	-69.604298	0	20.5	5.88	0	0	4:55
570	00061875-S	Lampa	-15.075987	-70.919977	0	20.1	0.51	0	0	4:15
571	00076569-S	Azangaro	-14.425264	-70.145521	20.9	21.5	6.32	13.6	15.05	11:14



...continuación

572	00074789-S	Puno	-16.111425	-69.771675	0	21.6	6.57	0	0	1:12
573	00072189-S	Azangaro	-14.756095	-70.082392	22	22.1	3.41	14.5	17.28	11:51
574	00045196-S	San antonio de putina	-14.8954	-69.89787	0	20.8	4.21	0	0	1:13
575	00072791-S	San antonio de putina	-14.850593	-69.785908	0	20.4	2.41	0	0	2:39
576	00085172-S	Carabaya	-13.302968	-70.32796	19.9	19	2.01	14.6	28.98	11:55
577	00085765-S	Carabaya	-13.269332	-70.300231	0	20.1	2	0	0	9:27
578	00048062-S	Sandia	-14.166023	-69.088957	0	20.6	1.56	0	0	2:24
579	00082497-S	Huancane	-15.204536	-69.411715	0	19.7	5.27	0	0	1:47
580	00078337-S	Huancane	-14.940858	-69.615472	0	21.8	3.42	0	0	2:02
581	00061859-S	Lampa	-15.118479	-70.776133	0	20.4	2.29	0	0	3:51
582	00078325-S	Huancane	-14.971865	-69.56961	0	22.1	4.29	0	0	9:28
583	00080984-S	Huancane	-14.900078	-69.468108	0	22	4.53	0	0	8:50
584	00055275-S	Sandia	-14.214599	-69.084967	20.6	21.2	4.1	14.5	22.31	10:10
585	00086376-S	Carabaya	-13.384106	-70.316038	0	19.8	1.54	0	0	3:18
586	00069851-S	Chucuito	-16.507426	-69.374437	0	21.3	1.28	0	0	4:04
587	00021352-S	Azangaro	-14.716252	-70.019467	20.9	21.6	3.46	14.5	16.38	12:49
588	00021423-S	Azangaro	-14.755099	-69.870014	0	22	1.86	0	0	2:12
589	00046047-S	San antonio de putina	-14.848819	-69.616469	0	21.7	8.33	0	0	11:21
590	00048228-S	Sandia	-14.216011	-69.022116	14	18.2	5.2	13.9	29.9	2:25
591	00086082-S	Carabaya	-13.269712	-70.335632	0	18.8	1.36	0	0	11:11
592	00086081-S	Carabaya	-13.394413	-70.315705	0	17.1	1.08	0	0	5:23
593	00083560-S	Carabaya	-13.266633	-70.333433	10.1	21	2.41	14.6	28.06	6:07



...continuación

594	00046133-S	San antonio de putina	-14.919266	-69.690073	20.8	21.7	5.23	13.6	13.54	8:23
595	00077406-S	San antonio de putina	-14.942829	-69.707704	14.4	21.5	4.23	14.3	13.04	12:58
596	00083545-S	Carabaya	-13.269675	-70.341883	20	20.1	3.98	14.7	24.94	6:03
597	00024753-S	Carabaya	-13.416386	-70.308017	20.8	22	2.03	14.1	26.09	1:52
598	00072387-S	San antonio de putina	-15.011935	-69.951495	0	21.5	1.61	0	0	3:07
599	00029369-S	Huancane	-15.111293	-69.630884	22.2	21.3	3.45	15	13.53	2:15
600	00086071-S	Carabaya	-13.28097	-70.270927	0	19.4	5.32	0	0	10:51
601	00048218-S	Sandia	-14.213634	-69.02803	20.8	21.2	5.3	14.5	26.53	1:43
602	00080992-S	Huancane	-14.841313	-69.375687	14.5	21	5.23	14.4	12.76	2:04
603	00080981-S	Huancane	-14.83225	-69.370883	22.1	21.5	6.23	15	11.32	12:40
604	00064332-S	Lampa	-15.098899	-70.923223	0	18.3	0.2	0	0	5:23
605	00045092-S	San antonio de putina	-15.02045	-69.950931	0	21.8	0.67	0	0	3:02
606	00077530-S	Huancane	-15.201137	-69.552259	21.9	21.7	7.98	14.9	15.3	3:51
607	00082483-S	Moho	-15.201974	-69.292987	0	21.5	3.44	0	0	9:59
608	00064674-S	Melgar	-15.08538	-70.585008	21.1	21.1	4.28	14.9	17.59	1:05
609	00076040-S	Huancane	-14.89511	-69.463466	14.9	20.1	5.41	14.7	9.59	12:23
610	00076072-S	Huancane	-15.057027	-69.439623	14.1	21.5	6.54	14.1	9.11	2:29
611	00076067-S	Huancane	-15.074265	-69.342693	0	22	3.8	0	0	1:59
612	00083531-S	Carabaya	-13.265603	-70.360039	14.4	19.9	2.84	14.4	35.25	6:15
613	00086358-S	Carabaya	-13.390971	-70.303725	12.7	18	2.05	12.7	26.22	4:56
614	00077518-S	Huancane	-15.160029	-69.38752	22.8	21.9	5.02	15	12.55	10:32
615	00081437-S	Huancane	-15.081349	-69.537667	21.2	21.1	7.44	13.9	12.09	1:53



...continuación

616	00023190-S	Carabaya	-13.284552	-70.326452	0	20.1	2.22	0	0	3:56
617	00083974-S	Sandia	-14.182491	-69.083503	20.6	21.2	4.2	11.5	26.2	4:35
618	00084083-S	Sandia	-14.286462	-69.13672	20.5	21.3	5.3	14.5	20.77	10:18
619	00084041-S	Sandia	-14.334593	-69.14944	20	20.3	3.5	0	0	2:08
620	00084361-S	Sandia	-14.151045	-69.076263	20.7	21.3	5.2	14.5	34.25	1:08
621	00078335-S	Huancane	-14.953939	-69.630758	0	21.4	2.23	0	0	2:43
622	00083606-S	Carabaya	-13.282849	-70.296833	14.7	20.1	2.13	14.5	25.06	8:58
623	00080978-S	Huancane	-15.065886	-69.354146	0	21	4.11	0	0	2:18
624	00081439-S	Huancane	-15.0798	-69.535555	21.6	21.2	7.14	15	10.48	1:26
625	00076157-S	Moho	-15.179607	-69.299877	0	21.5	2.84	0	0	3:59
626	00078299-S	San antonio de putina	-14.945768	-69.636708	0	18.9	1.29	0	0	4:48
627	00080988-S	Huancane	-14.885861	-69.401503	13.6	20.3	5.13	13.5	10.27	8:16
628	00074277-S	San antonio de putina	-14.881263	-69.52894	0	22.1	6.21	0	0	4:54
629	00086377-S	Carabaya	-13.383932	-70.316142	0	19	0.7	0	0	3:41
630	00086042-S	Carabaya	-13.378677	-70.308542	0	19.9	3.59	0	0	11:49
631	00086083-S	Carabaya	-13.267639	-70.331027	20.2	21	2.47	14.7	26.34	6:07
632	00067392-S	Carabaya	-13.304074	-70.332962	18.8	20.9	3.54	14.5	25.09	1:15
633	00029171-S	Huancane	-15.08738	-69.327356	0	21.3	2.6	0	0	2:49
634	00023090-S	Carabaya	-13.270295	-70.303602	17.9	19	1.98	13.6	26.86	11:48
635	00081427-S	Huancane	-15.20254	-69.49561	22.1	22	9.18	13.8	12.2	12:22
636	00082480-S	Huancane	-14.859609	-69.402226	0	22.4	6.96	0	0	1:53
637	00077533-S	Huancane	-15.208461	-69.507604	21.4	21.2	8.44	15	10.93	9:45
638	00080990-S	Huancane	-14.808725	-69.357732	22	21.2	5.23	15	6.79	9:05



...continuación

639	00028917-S	Huancane	-14.908434	-69.442073	13.7	20.1	6.52	13.6	10.15	3:12
640	00039696-S	Moho	-15.186382	-69.3103	0	21.4	2.57	0	0	4:32
641	00083596-S	Carabaya	-13.270199	-70.304129	0	20.6	5.1	0	0	10:49
642	00086383-S	Carabaya	-13.381946	-70.344303	0	17.3	1.24	0	0	5:07
643	00039731-S	Moho	-15.330216	-69.23009	17.9	21.2	5.23	15	12.82	12:39
644	00032725-S	Melgar	-15.091313	-70.565958	0	21.1	1.48	0	0	11:42
645	00059973-S	San roman	-15.82512	-70.63797	16.9	20.9	1.5	14.2	15	1:07
646	00084365-S	Sandia	-14.150231	-69.055618	12.6	18.5	4.6	12.6	22.97	1:53
647	00084101-S	Sandia	-14.277668	-69.13348	20.5	21.2	5.2	14.5	22.25	3:19
648	00084237-S	Sandia	-14.219201	-69.201499	20.2	21.2	4.2	14.5	27.12	11:45
649	00023391-S	Carabaya	-13.304567	-70.324355	0	18.7	1.13	0	0	1:49
650	00077402-S	San antonio de putina	-14.926614	-69.656528	0	21.7	1.68	0	0	2:06
651	00067320-S	Carabaya	-13.263668	-70.353416	20	20.1	4.56	14.6	30.56	7:56
652	00024209-S	Carabaya	-14.197119	-70.088908	21.6	21.8	6.42	0	0	1:52
653	00028781-S	El collao	-16.755513	-69.726783	0	21.2	1.87	0	0	4:49
654	00024131-S	Carabaya	-14.325837	-70.050169	21.6	21.6	3.8	15	9.02	10:36
655	00076155-S	Huancane	-14.895049	-69.463512	14	20.5	5.47	14.1	11.01	11:34
656	00084103-S	Sandia	-14.273487	-69.154253	14.5	20.6	6.2	14.4	22.86	3:03
657	00083999-S	Sandia	-14.164796	-69.084028	0	19.7	5.2	0	0	1:44
658	00084084-S	Sandia	-14.28615	-69.137108	16.7	18	6.1	14.5	23.25	10:48
659	00083525-S	Carabaya	-13.347042	-70.375038	0	18.4	2.03	0	0	11:21
660	00050590-S	Sandia	-14.284145	-69.133599	21.5	21.5	2.72	0	0	2:19
661	00074102-S	Puno	-16.111203	-69.735341	0	21.6	1.95	0	0	3:48
662	00076022-S	Huancane	-14.923736	-69.404382	0	22	3.56	0	0	12:34



...continuación

663	00081019-S	Huancane	-14.874651	-69.404575	22.5	21.5	5.42	15	8.62	8:15
664	00077411-S	San antonio de putina	-14.943795	-69.706789	0	21.6	1.03	0	0	2:17
665	00086385-S	Carabaya	-13.381881	-70.342414	0	19.2	2.03	0	0	11:53
666	00081370-S	Huancane	-15.010084	-69.597303	14.3	20.1	4.21	14.2	12.4	1:01
667	00086351-S	Carabaya	-13.397854	-70.334589	0	20.2	1.29	0	0	2:24
668	00065487-S	Lampa	-15.311908	-70.55056	0	21.4	5.86	0	0	1:32
669	00061497-S	Lampa	-15.134295	-70.917838	21.6	21.8	5.66	15	13.71	2:02
670	00077403-S	San antonio de putina	-14.926554	-69.656659	0	21.9	6.5	0	0	1:57
671	00077398-S	San antonio de putina	-14.923589	-69.659203	0	22.7	4.57	0	0	2:56
672	00083837-S	Sandia	-14.214863	-69.09108	20	20	5.2	14	28	4:06
673	00048329-S	Sandia	-14.219697	-69.123594	13.7	20.2	4.1	13.6	24.8	5:41
674	00086084-S	Carabaya	-13.271555	-70.330496	0	20.1	5.91	0	0	1:16
675	00029368-S	Huancane	-15.110369	-69.633809	22.2	21.4	5.46	15	11.7	1:44
676	00050592-S	Sandia	-14.284493	-69.151532	13.1	21.1	6.2	13.1	21.77	5:12
677	00086343-S	Carabaya	-13.417179	-70.312741	0	19.6	6.9	0	0	12:49
678	00086344-S	Carabaya	-13.416666	-70.311773	0	19.4	4.85	0	0	1:07
679	00067309-S	Carabaya	-13.346655	-70.380425	0	19.8	1.66	0	0	10:39
680	00064649-S	Lampa	-15.263892	-70.891934	0	22.9	6.65	0	0	1:17
681	00063571-S	Lampa	-15.183342	-70.841837	22.6	18.5	6.22	15	11.37	3:53
682	00063611-S	Lampa	-15.18342	-70.841965	21.7	21	5.42	13.3	10.45	4:12
683	00067819-S	Carabaya	-14.325842	-70.050244	13.7	20.9	2.9	13.7	13.7	11:23
684	00029276-S	Huancane	-14.996247	-69.817834	21	22.7	5.12	14.8	20.36	12:31
685	00021693-S	Azangaro	-14.388896	-70.125401	14	21.5	5.23	13.8	16.56	3:31



...continuación

686	00044953-S	San antonio de putina	-14.97496	-69.937388	0	20.9	3.64	0	0	12:32
687	00074202-S	Huancane	-15.048566	-69.831844	13.2	21.9	3.2	13.2	22.89	2:49
688	00072402-S	San antonio de putina	-14.965551	-69.928408	12.7	21.8	5.62	12.6	10.27	5:18
689	00084117-S	Sandia	-14.265363	-69.144145	21.2	20.2	5.2	14.5	25.2	3:40
690	00083617-S	Carabaya	-13.278472	-70.287941	13.4	19.7	1.1	13.4	26.2	4:53
691	00065937-S	Carabaya	-14.251137	-70.164586	0	21.2	6.94	0	0	11:06
692	00067855-S	Carabaya	-13.263379	-70.34764	20.1	20.1	3.15	13.7	26	8:48
693	00084364-S	Sandia	-14.150675	-69.056891	13.5	13.9	5.4	13.5	24.33	1:14
694	00083850-S	Sandia	-14.211548	-69.035318	20	20	2.3	14	20	10:02
695	00023102-S	Carabaya	-13.275045	-70.34389	0	21.2	2.64	0	0	11:17
696	00083604-S	Carabaya	-13.281597	-70.295072	13.7	20	1.16	13.6	24.45	8:04
697	00066238-S	Carabaya	-14.048838	-70.415863	0	21.1	8.28	0	0	8:40
698	00025074-S	Chucuito	-16.510988	-69.360285	0	21.2	5.75	0	0	1:44
699	00066307-S	Carabaya	-13.950437	-70.480989	22.2	21.5	5.62	15	11.24	8:52
700	00033892-S	Melgar	-14.882603	-70.896112	13.3	14.6	2.01	13.3	12.82	7:04
701	00067886-S	Carabaya	-13.261829	-70.35613	20.3	20.5	4.56	14.7	28.16	2:30
702	00034528-S	Melgar	-14.972462	-70.858407	13.3	21.6	6.75	13.3	11.43	2:09
703	00067272-S	Carabaya	-13.277729	-70.334856	16.4	20.1	2.24	14.7	23.5	1:36
704	00045753-S	San antonio de putina	-14.875356	-69.882782	20.2	21.6	5.12	14.5	14.58	12:56
705	00044898-S	San antonio de putina	-14.976514	-69.926454	0	22.4	3.51	0	0	3:52
706	00024755-S	Carabaya	-13.416089	-70.309495	0	20.6	3.57	0	0	12:20
707	00084042-S	Sandia	-14.343772	-69.157865	20.6	21.2	5.5	14.5	23.91	11:38



...continuación

708	00083608-S	Carabaya	-13.288555	-70.292542	13.3	13.4	1.11	13.3	24.97	7:27
709	00084085-S	Sandia	-14.285777	-69.123488	13.3	14.3	5.3	13.3	22.09	4:27
710	00083819-S	Sandia	-14.218648	-69.0943	13.3	13.5	4.1	13.3	23.89	4:29
711	00083976-S	Sandia	-14.177095	-69.092003	13.8	15.8	5.3	13.7	22.8	11:21
712	00022793-S	Carabaya	-14.254031	-70.173058	0	21.5	7.33	0	0	10:45
713	00083578-S	Carabaya	-13.391965	-70.322578	0	18.6	2.67	0	0	1:51
714	00084008-S	Sandia	-14.157952	-69.077067	20	20	5.2	14	26	9:05
715	00084196-S	Sandia	-14.231094	-69.180822	20	20	1.02	0	0	4:40
716	00086345-S	Carabaya	-13.415751	-70.309572	0	20.2	3.19	0	0	12:19
717	00055276-S	Sandia	-14.2102	-69.093236	20	20	5.2	14	28	8:40
718	00086067-S	Carabaya	-13.282822	-70.275372	0	19	0.18	0	0	2:41
719	00084127-S	Sandia	-14.258308	-69.161774	20	20	5.2	14	28	10:02
720	00083600-S	Carabaya	-13.27023	-70.303695	14	19.9	4.57	13.6	27.94	12:51
721	00083620-S	Carabaya	-13.297474	-70.286116	13.2	19.9	6.46	13.3	26	10:10
722	00083537-S	Carabaya	-13.338994	-70.349121	0	18.8	0.82	0	0	2:42
723	00083967-S	Sandia	-14.185989	-69.120668	14.6	19.2	5.1	14.5	25.61	4:01
724	00074210-S	Huancane	-14.971508	-69.779222	0	20.9	1.32	0	0	4:01
725	00074349-S	Melgar	-14.937177	-70.625943	20.3	20.2	5.51	14.9	17.96	12:51
726	00061871-S	Lampa	-15.088007	-70.795132	0	21.6	7.78	0	0	12:07
727	00075950-S	Huancane	-14.894985	-69.463461	22.1	20.5	5.42	15	9.2	11:43
728	00075942-S	Huancane	-15.057133	-69.427572	13.4	20.1	5.17	13.4	11.44	6:29
729	00050588-S	Sandia	-14.294331	-69.135307	13.9	13.6	2.21	13.9	24.66	1:37
730	00055271-S	Sandia	-14.224744	-69.106398	0	20.8	5.43	0	0	2:30
731	00078324-S	Huancane	-14.986173	-69.6153	22.1	21.2	5.23	15	9.45	9:25



...continuación

732	00077532-S	Huancane	-15.20121	-69.552338	21	21.7	7.96	15	15.2	4:20
733	00089906-S	Sandia	-14.17873	-69.098056	20.6	20.6	6.36	0	0	12:39
734	00084358-S	Sandia	-14.150966	-69.076168	20.8	21.2	5.2	14.5	33.44	1:50
735	00089939-S	Sandia	-14.188408	-69.115164	20.8	19.3	3.2	14.6	26.03	3:56
736	00089980-S	Sandia	-14.193984	-69.058902	14.4	18.2	5.5	14.4	25.03	12:08
737	00089991-S	Sandia	-14.207449	-69.034823	14	21.6	6.3	13.9	32.62	10:49
738	00077380-S	San antonio de putina	-14.870158	-69.657474	0	20.8	2.01	0	0	2:38
739	00083587-S	Carabaya	-13.391817	-70.313278	0	19.4	7.1	0	0	1:26
740	00086007-S	Carabaya	-13.275677	-70.332478	0	20.1	7.57	0	0	12:38
741	00084039-S	Sandia	-14.344647	-69.15853	20.5	21.3	3.4	14.5	24.92	12:45
742	00084255-S	Sandia	-14.209231	-69.066333	20	20	5.2	14	28	12:56
743	00032625-S	Melgar	-14.980267	-70.75534	21.4	20.9	6.51	14.1	13.91	9:37
744	00020333-S	Azangaro	-14.765423	-70.393769	21.8	21.8	1.96	0	0	3:32
745	00088765-S	Carabaya	-14.105453	-70.59339	14.4	20.2	5.63	14.3	9.52	1:53
746	00023151-S	Carabaya	-13.160622	-70.388833	0	20.4	0.79	0	0	12:38
747	00063544-S	Lampa	-15.271048	-70.821341	13.5	15.2	2.14	13.5	7.63	11:49
748	00069916-S	Melgar	-15.097508	-70.587797	21.7	21.7	2.49	15.1	11.56	12:26
749	00064675-S	Melgar	-15.088714	-70.601615	21.2	21.2	1.74	0	0	3:51
750	00066142-S	Melgar	-14.97231	-70.858479	17.4	21.5	6.26	13.4	13.2	1:52
751	00045129-S	San antonio de putina	-14.883455	-69.901368	0	21.4	1.45	0	0	1:34
752	00033705-S	Melgar	-14.916525	-70.682277	0	19.8	0.8	0	0	4:44
753	00072863-S	San antonio de putina	-14.971478	-69.820452	20.8	21.5	5.65	13.7	12.59	6:06
754	00081024-S	Huancane	-15.139333	-69.468942	0	20.8	1.8	0	0	3:04



...continuación

755	00080993-S	Huancane	-14.967668	-69.390978	0	21.6	5.28	0	0	9:27
756	00023421-S	Carabaya	-13.26911	-70.309715	12.8	20.1	2.16	12.8	26.05	1:55
757	00065720-S	Melgar	-14.206007	-70.751193	21.6	21.9	4.23	15.1	7.02	2:47
758	00084087-S	Sandia	-14.285574	-69.135885	20.2	21.2	5.2	14.5	21.2	11:36
759	00048328-S	Sandia	-14.225268	-69.127077	13.7	16.8	2.3	13.9	22.55	3:18
760	00089871-S	Sandia	-14.204221	-69.03657	20	20	4.2	14	30	12:40
761	00024082-S	Carabaya	-14.221298	-70.049737	0	22.1	3.16	0	0	2:35
762	00086365-S	Carabaya	-13.39257	-70.30022	0	17.9	0.31	0	0	4:55
763	00050612-S	Sandia	-14.29154	-69.140885	13.1	16.9	2.6	13	22.52	9:55
764	00081404-S	Moho	-15.323541	-69.253658	0	15.8	5.82	0	0	5:55
765	00089953-S	Sandia	-14.220605	-69.097665	21.2	20.2	5.2	14.5	27.2	7:26
766	00083849-S	Sandia	-14.211608	-69.035448	12	12	3.5	13	17	6:12
767	00084240-S	Sandia	-14.218059	-69.206004	20.6	20.5	4.3	14.7	26.6	10:43
768	00089940-S	Sandia	-14.193132	-69.112917	14.7	16.2	3.2	13.9	27.23	3:16
769	00088791-S	Carabaya	-14.052454	-70.400905	0	22.4	3.5	0	0	6:57
770	00086014-S	Carabaya	-13.350437	-70.322743	0	20.4	4.42	0	0	1:17
771	00083541-S	Carabaya	-13.262991	-70.345926	0	20.7	3.01	0	0	12:14
772	00083579-S	Carabaya	-13.39288	-70.322502	0	20.1	1.39	0	0	2:24
773	00083609-S	Carabaya	-13.282754	-70.291848	0	20	5.16	0	0	9:33
774	00088764-S	Carabaya	-14.105514	-70.593379	22.4	21.5	6.31	15	9.37	7:25
775	00080977-S	Huancane	-14.883936	-69.417261	0	21.9	5.58	0	0	12:18
776	00080995-S	Huancane	-14.810607	-69.357343	13.1	21.2	5.56	13	13.02	8:26
777	00078296-S	Huancane	-14.981418	-69.604336	13.8	21.2	5.32	13.7	10.98	4:49
778	00084028-S	Sandia	-14.20959	-69.069067	0	20.2	5.4	0	0	4:16



...continuación

779	00074332-S	San antonio de putina	-14.938835	-69.645517	17.9	21.8	6.82	14.1	15.52	12:00
780	00045630-S	San antonio de putina	-14.931044	-69.78497	14	21.7	2.54	14	17.81	11:44
781	00072911-S	San antonio de putina	-14.84668	-69.89372	12.7	21.6	1.99	12.6	11.85	10:20
782	00067843-S	Carabaya	-13.285238	-70.266652	0	19.9	3.54	2.54	0	12:01
783	00082618-S	Melgar	-14.151328	-70.642562	0	22.6	5.72	0	0	12:43
784	00023052-S	Carabaya	-13.300805	-70.313946	0	19.6	0.46	0	0	2:04
785	00029115-S	Huancane	-15.010263	-69.529662	0	21.5	5.83	0	0	3:27
786	00077534-S	Huancane	-15.208452	-69.507528	22	21.8	8.96	15	13.35	10:00
787	00057683-S	Lampa	-15.659153	-70.483162	0	21.2	5.22	0	0	6:35
788	00063596-S	Lampa	-15.103217	-70.801455	22	22	7.52	14.8	21.56	12:38
789	00057532-S	Puno	-16.11135	-69.771303	0	21.5	7.29	0	0	1:32
790	00063609-S	Lampa	-15.279635	-70.901096	13.8	15.2	2.14	13.7	10.63	5:26
791	00032721-S	Melgar	-15.097905	-70.555627	0	21.2	13	0	0	1:15
792	00057590-S	El collao	-15.971253	-69.529355	0	21.1	6.49	0	0	9:28
793	00057582-S	El collao	-15.966482	-69.54254	0	21.4	3.91	0	0	9:14
794	00030473-S	Lampa	-15.128437	-70.957035	0	19.7	5.18	12.9	0	2:25
795	00064338-S	Lampa	-15.040474	-70.828099	0	20.9	1.64	0	0	10:24
796	00065949-S	Azangaro	-14.347347	-70.034435	5.01	20.9	2.5	13	14.53	7:57
797	00038199-S	Melgar	-14.685482	-70.521342	21.3	21.3	1.64	0	0	2:24
798	00024600-S	Carabaya	-14.009363	-70.339102	20.2	21.1	5.18	13	8.91	4:55
799	00050584-S	Sandia	-14.285653	-69.135846	20.6	21.3	5.6	14.5	23.41	11:37
800	00029364-S	Huancane	-15.092804	-69.639495	0	21.9	5.21	0	0	2:59
801	00061498-S	Lampa	-15.151785	-70.92496	0	20.7	1.46	0	0	6:28



...continuación

802	00030147-S	Lampa	-15.182198	-70.836195	21.8	21.3	7.42	15	14.11	3:23
803	00064350-S	Lampa	-15.128363	-70.957	13.8	21.2	5.2	13.7	14.26	3:24
804	00035427-S	Melgar	-14.657441	-71.039862	19.5	19.5	0.26	0	0	3:23
805	00066205-S	Melgar	-14.997347	-70.966882	0	21.6	4.14	0	0	3:30
806	00037774-S	Melgar	-14.213843	-70.777212	21.8	21.5	4.12	15	10.18	12:33
807	00072190-S	Azangaro	-14.757643	-70.081945	22.2	21.6	2.4	14.5	16.23	11:30
808	00066474-S	Melgar	-14.867055	-70.927818	22.2	22.2	2.31	0	0	3:25
809	00066502-S	Melgar	-14.833762	-70.852298	0	20.9	2.19	0	0	12:59
810	00063610-S	Lampa	-15.297459	-70.905068	13.3	15.8	3.21	13.2	9.33	4:58
811	00083809-S	Sandia	-14.221741	-69.12716	20.9	20.9	4	0	0	2:13
812	00083825-S	Sandia	-14.217288	-69.020057	0	20.4	4.36	0	0	2:55
813	00078606-S	Huancane	-14.964558	-69.614021	21.4	20.6	6.54	15	14.72	3:34
814	00023494-S	Carabaya	-13.301089	-70.290357	0	20.8	3.01	0	0	2:49
815	00081358-S	Huancane	-15.02714	-69.521401	0	21.8	6.67	0	0	5:58
816	00034432-S	Melgar	-14.921152	-70.912247	21.1	21.3	0.96	15	15.08	1:36
817	00070012-S	Azangaro	-14.84439	-70.424802	13.1	13.1	0.13	13.1	14.66	3:53
818	00044928-S	San antonio de putina	-14.998689	-69.911627	22.1	21.4	6.85	15	14.55	2:37
819	00072905-S	San antonio de putina	-14.986377	-69.875857	0	20.8	1.32	0	0	11:32
820	00029032-S	Huancane	-14.872728	-69.359796	20.4	21.5	5.12	15	14.25	7:32
821	00077538-S	Huancane	-15.255632	-69.561065	0	21.1	7.76	0	0	10:05
822	00083539-S	Carabaya	-13.264013	-70.345481	21	21.1	4.56	14.7	24.72	11:46
823	00084137-S	Sandia	-14.25753	-69.154818	21	21	4.3	14	30	11:05
824	00076151-S	Huancane	-14.926871	-69.359235	0	22.3	5.91	0	0	3:17



...continuación

825	00076028-S	Huancane	-15.040432	-69.530503	0	21.7	5.95	0	0	10:23
826	00082514-S	Huancane	-15.148247	-69.394822	0	21.4	7.08	0	0	8:53
827	00045737-S	San antonio de putina	-14.871451	-69.814608	21.7	22.2	4.8	14.5	14.85	3:20
828	00023389-S	Carabaya	-13.303288	-70.321572	13.7	19	2.01	13.6	24.48	1:48
829	00048060-S	Sandia	-14.163542	-69.090491	13.4	18.2	4.2	13.3	24.44	2:51
830	00023491-S	Carabaya	-13.281372	-70.280696	13.7	19.9	5.88	13.5	35.38	1:57
831	00081411-S	Moho	-15.326796	-69.226904	19.1	21.6	5.83	15.1	14.79	1:31
832	00071063-S	Azangaro	-14.750155	-70.05411	0	21.7	2.15	0	0	11:28
833	00021347-S	Azangaro	-14.720692	-70.017432	21.7	21.9	3.46	14.5	15.34	3:05
834	00032818-S	Melgar	-14.91571	-70.684507	14.1	21.5	5.25	14	19.5	3:52
835	00086032-S	Carabaya	-13.392727	-70.318316	0	20	3.27	0	0	1:34
836	00055274-S	Sandia	-14.2146	-69.084525	20.1	21.2	6.2	14.5	23.19	11:02
837	00083823-S	Sandia	-14.21752	-69.093628	13.3	13.3	4.2	13.3	23.89	3:24
838	00083826-S	Sandia	-14.216808	-69.09331	20	20	5.2	14	30	11:55
839	00086040-S	Carabaya	-13.380763	-70.311928	0	20.4	2.26	0	0	3:25
840	00053699-S	San antonio de putina	-15.026799	-69.885453	14.6	21.5	6.32	14.5	18.44	11:18
841	00028841-S	Huancane	-15.165404	-69.217419	0	22.7	9.93	0	0	12:00
842	00084002-S	Sandia	-14.161909	-69.089426	13.4	15.2	3.4	13.4	21.58	4:32
843	00083598-S	Carabaya	-13.270186	-70.304019	17.1	19.9	4.05	14.1	29	2:44
844	00023115-S	Carabaya	-13.265036	-70.347482	0	20.2	1.1	0	0	12:49
845	00066291-S	Carabaya	-13.99326	-70.490596	20.9	21.6	6.53	15	10.68	6:04
846	00032627-S	Melgar	-14.98203	-70.761745	21.7	20.9	6.8	14.6	7.41	11:01
847	00024056-S	Carabaya	-14.246512	-70.160708	0	21.7	8.28	0	0	1:46



...continuación

848	00084044-S	Sandia	-14.342961	-69.158673	20.7	21.4	4.6	14.7	24.48	11:55
849	00083801-S	Sandia	-14.223458	-69.110156	13.6	15.9	3.6	13.5	24.8	1:22
850	00023343-S	Carabaya	-13.384707	-70.344752	0	18.4	0.91	0	0	3:44
851	00083872-S	Sandia	-14.207554	-69.025589	20	20	4.1	14	27	4:18
852	00082489-S	Huancane	-15.210347	-69.466858	0	20.8	2.84	0	0	2:40
853	00086341-S	Carabaya	-13.417645	-70.303454	0	20.5	2.5	0	0	2:29
854	00077400-S	San antonio de putina	-14.92569	-69.762478	0	21.1	6.15	0	0	9:51
855	00046104-S	San antonio de putina	-14.869521	-69.651313	0	21.2	4.71	0	0	2:10
856	00084236-S	Sandia	-14.219286	-69.20159	20.9	20.9	4.5	14.7	23.27	11:38
857	00045723-S	San antonio de putina	-14.828345	-69.797958	0	21.3	8.88	0	0	12:51
858	00082471-S	Huancane	-14.917999	-69.396145	13.7	20.12	3.25	13.7	12.11	4:09
859	00082499-S	Huancane	-15.197563	-69.426012	0	21.2	5.18	0	0	3:04
860	00081410-S	Moho	-15.322298	-69.23296	0	22.5	6.25	0	0	2:08
861	00029234-S	Huancane	-14.980485	-69.773045	13.8	20.9	3.5	13.8	20.36	4:58
862	00081351-S	Huancane	-15.025628	-69.528191	0	21.1	6.7	0	0	11:09
863	00078332-S	Huancane	-15.006097	-69.596729	14.9	20.1	5.41	14.8	11.51	11:32
864	00082622-S	Melgar	-14.159093	-70.653913	0	21.6	4.06	0	0	9:33
865	00023231-S	Carabaya	-13.351787	-70.358255	14.3	20.1	2.45	14.4	25.47	10:58
866	00083812-S	Sandia	-14.22023	-69.173599	20	20	5.2	14	28	3:08
867	00088802-S	Carabaya	-14.026453	-70.504709	0	21.8	6.1	0	0	6:09
868	00081425-S	Huancane	-15.221363	-69.496729	22.2	22.1	9.18	15	11.67	2:10
869	00048187-S	Sandia	-14.156123	-69.07878	20	20	4.3	14	28	10:51
870	00083822-S	Sandia	-14.218011	-69.183134	20.9	20.3	4.5	14.7	24.11	1:34



...continuación

871	00023342-S	Carabaya	-13.341229	-70.342395	13.2	19.3	3.52	13.2	32.59	4:20
872	00039403-S	Melgar	-14.989257	-70.789632	0	20.8	1.43	0	0	4:36
873	00064347-S	Lampa	-15.270985	-70.821375	14.1	15.5	2.14	13.5	11.52	11:29
874	00083855-S	Sandia	-14.210232	-69.029866	13.4	14.3	1.3	13.3	28.39	5:37
875	00083599-S	Carabaya	-13.270288	-70.304083	19.8	19.3	5.63	14.7	26.81	6:53
876	00083616-S	Carabaya	-13.285853	-70.290778	0	20.5	7.71	0	0	12:36
877	00086016-S	Carabaya	-13.351393	-70.322579	0	20.7	8.29	0	0	12:16
878	00029173-S	Huancane	-15.149806	-69.232739	0	21.4	1.3	0	0	2:54
879	00029134-S	Huancane	-15.122482	-69.274894	0	22	7.25	0	0	10:08
880	00029384-S	Huancane	-15.094641	-69.444166	0	21.3	2.59	0	0	4:31
881	00075461-S	Huancane	-15.11879	-69.465215	0	21.2	9.47	0	0	12:31
882	00082509-S	Huancane	-15.166939	-69.371356	0	20.5	8.24	0	0	11:56
883	00089951-S	Sandia	-14.17116	-69.098155	20.7	21.2	6.2	14.5	28.53	1:48
884	00089975-S	Sandia	-14.190966	-69.061943	14.2	20.8	2.22	14.2	24.64	12:04
885	00089959-S	Sandia	-14.219729	-69.088733	20.8	21.2	6.2	14.5	23.39	1:57
886	00081442-S	Huancane	-15.078146	-69.529322	0	21.3	4.96	0	0	12:14
887	00082507-S	Huancane	-15.169498	-69.404259	20.2	21.2	6.72	15	11.23	12:16
888	00082519-S	Huancane	-15.135858	-69.43581	19.2	20.8	2.15	12.6	9.68	3:09
889	00082617-S	Melgar	-14.156897	-70.651792	13.9	21.5	5.14	13.7	11.51	9:45
890	00081384-S	Huancane	-14.982396	-69.557105	22.3	20.2	5.61	15	9.59	5:02
891	00088771-S	Carabaya	-14.096741	-70.591244	13.7	20.1	3.12	13.7	8.51	2:52
892	00078328-S	Huancane	-14.968963	-69.572959	0	22.4	4.23	0	0	1:46
893	00078559-S	Huancane	-15.011105	-69.576696	22.2	21.6	5.12	15	11.79	4:16
894	00081341-S	Huancane	-15.011283	-69.532245	0	21.9	5.95	0	0	1:36



...continuación

895	00080974-S	Huancane	-14.869282	-69.457306	22.8	21.6	6.48	15	7.84	10:16
896	00030572-S	Lampa	-15.244783	-70.536368	0	19.9	5.72	0	0	5:04
897	00032693-S	Melgar	-15.101945	-70.577044	21	21	0.96	0	0	4:14
898	00033741-S	Melgar	-14.841262	-70.598872	21.5	21.5	2	14.9	15.99	1:48
899	00064878-S	El collao	-16.734268	-69.732353	21.5	21.5	4.69	15	11.04	2:27
900	00067613-S	Melgar	-14.353618	-70.39368	0	21.7	2.88	0	0	12:07
901	00078302-S	Huancane	-14.93053	-69.611609	0	21	4.13	0	0	2:49
902	00088800-S	Carabaya	-14.026707	-70.50637	21.7	22.3	5.61	15	8.8	6:10
903	00081538-S	Carabaya	-13.992293	-70.50311	0	22.2	5.69	0	0	6:11
904	00033249-S	Melgar	-15.012457	-70.609077	22	22	3.01	0	0	1:15
905	00033295-S	Melgar	-14.985985	-70.650488	0	21.5	4.38	0	0	4:04
906	00063542-S	Lampa	-15.34	-70.404233	13.1	13.6	0.07	13.6	15.05	6:58
907	00082506-S	Huancane	-15.169522	-69.404293	21.9	21.6	7.14	13.9	10.3	11:26
908	00082624-S	Melgar	-14.150067	-70.64823	0	21.8	5.67	0	0	11:26
909	00080998-S	Huancane	-14.967661	-69.391058	0	21.8	4.93	0	0	8:49
910	00000279-S	El collao	-15.965517	-69.545787	0	21.1	3.91	0	0	10:57
911	00071408-S	Melgar	-14.383495	-70.361203	22.1	22	8.86	13.7	15.83	12:58
912	00072297-S	Azangaro	-14.42029	-70.138905	21.7	21.8	6.23	14.9	15.66	1:25
913	00083802-S	Sandia	-14.223354	-69.110561	13.9	13.9	1.26	13.9	21.77	10:47
914	00066259-S	Carabaya	-13.99144	-70.334414	0	21.4	8.6	0	0	2:38
915	00032136-S	Melgar	-14.366892	-70.362472	0	22	5.8	0	0	11:31
916	00081031-S	Huancane	-15.121718	-69.482723	0	21.4	4.77	0	0	10:18
917	00021955-S	Azangaro	-14.373767	-69.99671	13.1	20.9	4.32	13.6	15.17	4:27
918	00084051-S	Sandia	-14.339897	-69.134967	13.6	20.6	6.8	13.5	22.25	1:59



...continuación

919	00065947-S	Carabaya	-14.295851	-70.014335	21.9	22	2.9	15	10.48	7:57
920	00066740-S	Carabaya	-14.388549	-69.909487	14.5	21.9	3.9	14.4	10.19	12:25
921	00081382-S	Huancane	-14.977206	-69.557517	15.9	20.1	5.51	14.9	10.16	5:00
922	00081360-S	Huancane	-15.047062	-69.51327	0	21.4	6.19	0	0	11:31
923	00048047-S	Sandia	-14.221833	-69.173311	13.5	18.2	6.2	13.4	28.53	3:35
924	00029062-S	Huancane	-14.935606	-69.399285	13.6	19.5	4.32	13.6	10.59	7:36
925	00076014-S	Huancane	-14.904516	-69.520644	0	21.5	6.53	15.4	15	6:26
926	00077395-S	San antonio de putina	-14.915755	-69.700857	0	21.6	2.38	0	0	1:03
927	00077597-S	San antonio de putina	-14.828067	-69.750171	0	21.5	2.47	0	0	10:21
928	00086367-S	Carabaya	-13.385761	-70.340572	13	18	2.01	13	24.86	9:48
929	00021622-S	Azangaro	-14.38662	-69.98193	0	21.5	4.04	0	0	2:15
930	00028994-S	Huancane	-14.903592	-69.488671	0	22	4.69	0	0	4:51
931	00076105-S	Huancane	-14.860191	-69.383301	14.5	20.14	5.24	14.4	12.08	7:33
932	00045179-S	San antonio de putina	-14.896642	-69.895764	21.5	21.7	3.65	14.5	14.82	12:52
933	00083623-S	Carabaya	-13.28207	-70.285421	14.3	20.1	3.16	14.2	25.42	5:31
934	00088760-S	Carabaya	-14.115087	-70.659301	0	22.3	6.11	0	0	7:26
935	00084015-S	Sandia	-14.22438	-69.129796	13.2	18.6	0.4	13.1	18.5	1:10
936	00064711-S	Melgar	-15.030225	-70.717858	20	19.8	6.54	15	15.82	2:15
937	00066501-S	Melgar	-14.839947	-70.849984	0	21.6	3.43	0	0	12:21
938	00033669-S	Melgar	-15.025699	-70.714994	0	19.1	6.97	0	0	12:38
939	00033953-S	Melgar	-14.842108	-70.834652	0	21.3	8.27	0	0	10:28
940	00064322-S	Lampa	-15.268084	-70.835034	18.4	17.5	3.51	15	9.52	3:03



...continuación

941	00078334-S	San antonio de putina	-14.898827	-69.637894	0	22.3	4.37	0	0	1:48
942	00081445-S	Huancane	-15.031915	-69.499629	13.8	20.1	4.61	13.8	9.98	6:02
943	00029114-S	Huancane	-15.010344	-69.532387	0	22.1	4.7	0	0	1:51
944	00084393-S	Sandia	-14.147405	-69.075282	21.2	22.3	5.3	14.7	26.47	11:57
945	00083540-S	Carabaya	-13.278362	-70.345243	19.6	19.3	6.46	14.6	24.61	12:35
946	00063591-S	Lampa	-15.26168	-70.864083	0	19.6	1.9	0	0	3:30
947	00076113-S	Huancane	-14.913856	-69.436256	22.2	21.5	3.52	15	10.29	10:50
948	00045165-S	San antonio de putina	-14.799534	-69.790279	20.9	21.9	1.3	15	14.32	11:03
949	00081395-S	Moho	-15.293311	-69.280367	22.2	22	8.45	15	10.1	3:09
950	00023137-S	Carabaya	-13.160707	-70.388871	13.6	20	1.01	13.6	24.42	7:08
951	00072924-S	San antonio de putina	-14.891241	-69.886047	13.7	21.6	2.56	13.6	20.94	1:29
952	00084004-S	Sandia	-14.161867	-69.063238	21.1	20.6	7.2	14.7	25.14	11:55
953	00077450-S	Huancane	-15.133632	-69.34954	20.3	20.1	5.05	14	10.48	1:32
954	00045614-S	San antonio de putina	-14.986635	-69.8665	0	20.8	1.92	0	0	2:13
955	00081003-S	Huancane	-14.828957	-69.370689	21.5	21.5	5.26	15	10.85	11:40
956	00081375-S	Huancane	-14.990983	-69.577419	21.1	20.1	5.11	15	10.13	10:43
957	00023376-S	Carabaya	-13.339088	-70.349137	0	19.6	3.12	0	0	3:09
958	00039635-S	Melgar	-14.979808	-70.77359	21.9	21.3	6.52	15	14.84	1:32
959	00039632-S	Melgar	-14.980565	-70.768923	13.7	17	3.51	13.4	13.32	12:22
960	00044949-S	San antonio de putina	-14.96546	-69.9285	12.9	21.8	3.85	12.9	13.51	8:10
961	00086055-S	Carabaya	-13.287005	-70.2928	12.5	19.6	2.19	12.4	25.55	7:48
962	00081372-S	Huancane	-15.025811	-69.59521	0	21.1	5.17	0	0	2:32



...continuación

963	00023457-S	Carabaya	-13.282968	-70.296835	0	20.3	2.53	0	0	8:46
964	00050564-S	Sandia	-14.263128	-69.141239	15.5	18.3	3.2	14.5	27.89	2:44
965	00082633-S	Melgar	-14.160477	-70.654375	21.5	20.2	5.51	15.2	10.97	9:35
966	00086088-S	Carabaya	-13.392718	-70.314178	19.8	20.1	2.01	13.4	27.89	4:08
967	00086079-S	Carabaya	-13.39306	-70.314668	0	18.4	1.29	0	0	5:06
968	00084082-S	Sandia	-14.286527	-69.136983	13.4	20.1	6.1	13.4	21.02	10:04
969	00083629-S	Carabaya	-13.281088	-70.271451	0	19.8	6.49	0	0	11:48
970	00083538-S	Carabaya	-13.277019	-70.347494	20	20.1	3.01	14.5	32.25	6:04
971	00069919-S	Melgar	-15.093831	-70.571087	0	21.5	1.25	0	0	12:14
972	00000280-S	El collao	-15.96578	-69.544952	14.1	21.6	5.91	14	16.17	7:16
973	00045505-S	San antonio de putina	-14.956092	-69.841107	21.7	21.8	6.12	14.9	17.14	9:44
974	00086019-S	Carabaya	-13.350086	-70.320738	0	20.5	4.04	0	0	1:41
975	00069914-S	Melgar	-15.099102	-70.591	0	21.4	6.48	0	0	2:52
976	00023161-S	Carabaya	-13.288171	-70.329817	19.9	20.1	4.16	14.7	29.28	11:16
977	00084229-S	Sandia	-14.221864	-69.197921	13.5	0	0	13.4	21.92	10:06
978	00067860-S	Carabaya	-14.007494	-70.337926	0	21.8	3.13	0	0	3:19
979	00067897-S	Carabaya	-13.285128	-70.265092	0	20.3	7.17	0	0	12:32
980	00044924-S	San antonio de putina	-14.974696	-69.928771	13.1	21.8	5.9	13.1	14.41	4:38
981	00081380-S	Huancane	-14.990022	-69.577214	0	21.9	5.02	0	0	11:32
982	00086087-S	Carabaya	-13.392842	-70.314143	13.1	19	1.01	13.1	28.73	4:32
983	00084020-S	Sandia	-14.264195	-69.177245	21.3	21.3	3.28	0	0	1:00
984	00083624-S	Carabaya	-13.282054	-70.285343	20.4	2.34	4.35	14.7	24.97	5:11
985	00023420-S	Carabaya	-13.270251	-70.304129	0	19.7	4.17	0	0	2:18



...continuación

986	00023239-S	Carabaya	-13.370678	-70.310142	0	21	5.17	0	0	12:50
987	00078293-S	Huancane	-14.976684	-69.571583	0	22.4	4.33	0	0	9:26
988	00045627-S	San antonio de putina	-14.937198	-69.78423	13.9	21.5	5.32	13.9	19.97	2:12
989	00039678-S	Moho	-15.207331	-69.252005	21.8	21.6	6.88	15	11.19	2:04
990	00075991-S	Huancane	-14.931356	-69.412646	14.5	20.5	4.25	14.5	12.27	7:38
991	00069900-S	Melgar	-15.028232	-70.59364	21.3	21.3	0.18	0	0	4:47
992	00064335-S	Lampa	-15.04706	-70.852522	18.3	18.2	2.14	14.9	14.83	4:35
993	00029210-S	Huancane	-15.066819	-69.353611	0	20.8	2.66	0	0	1:09
994	00086062-S	Carabaya	-13.291169	-70.284785	0	19.9	4.93	0	0	8:58
995	00083535-S	Carabaya	-13.372956	-70.35	0	18.7	1.06	0	0	1:27
996	00084241-S	Sandia	-14.217617	-69.203074	20.3	20.5	5.2	14.5	26.69	12:29
997	00084022-S	Sandia	-14.264273	-69.175297	14.3	15.2	3.2	14.2	26.19	1:42
998	00084120-S	Sandia	-14.264253	-69.175359	20	20	5.3	14	26	1:22
999	00064323-S	Lampa	-15.202882	-70.801193	0	21.6	7.66	0	0	10:51
1000	00063578-S	Lampa	-15.161633	-70.84867	0	21.8	5.04	0	0	11:37
1001	00023197-S	Carabaya	-13.29165	-70.330988	0	19.3	1.96	0	0	10:54
1002	00057407-S	El collao	-15.965532	-69.546162	0	21.2	3.16	0	0	11:08
1003	00067310-S	Carabaya	-13.260031	-70.345128	20.6	20.8	1.34	14.7	25.42	8:57
1004	00067386-S	Carabaya	-13.267808	-70.353382	13.4	19.9	1.01	13.3	23.31	8:26
1005	00070013-S	Azangaro	-14.846238	-70.426392	20.8	20.8	0.29	0	0	3:22
1006	00023431-S	Carabaya	-13.262672	-70.388004	0	20.6	1.38	0	0	2:08
1007	00063617-S	Lampa	-15.281151	-70.876547	0	21.1	2.79	0	0	12:05
1008	00030610-S	Lampa	-15.31183	-70.550578	0	21.5	4.62	0	0	1:44



...continuación

1009	00044934-S	San antonio de putina	-15.019929	-69.90485	0	20.7	4.48	0	0	2:24
1010	00072858-S	San antonio de putina	-14.916048	-69.78879	0	18.6	1.99	0	0	5:39
1011	00072807-S	San antonio de putina	-14.872041	-69.788589	21.6	22.1	3.46	14.5	15.19	1:45
1012	00083526-S	Carabaya	-13.351434	-70.373893	13.8	19.7	2.17	13.8	31.58	12:14
1013	00083782-S	Sandia	-14.204202	-69.038659	20.2	20.5	5.3	14.5	27.23	1:05
1014	00083772-S	Sandia	-14.23162	-69.12657	20.7	22.1	3.4	14.5	23.62	11:54
1015	00086360-S	Carabaya	-13.389178	-70.305013	0	20.8	1.87	0	0	10:48
1016	00066212-S	Melgar	-15.024575	-70.987206	22	22.2	6.55	15	13.66	1:00
1017	00066492-S	Melgar	-14.840583	-70.790793	0	22	7.3	0	0	4:30
1018	00077389-S	San antonio de putina	-14.882876	-69.674515	21.3	20.5	5.7	13.1	9.43	11:13
1019	00059906-S	San roman	-15.906583	-70.49378	0	22.2	4.78	0	0	3:35
1020	00067421-S	Carabaya	-13.302096	-70.322019	19.8	19	2.14	14.7	26.33	2:40
1021	00067364-S	Carabaya	-13.260577	-70.35377	0	20.7	4.81	0	0	9:14
1022	00064319-S	Lampa	-15.263208	-70.966835	0	21.4	7.79	0	0	9:41
1023	00080987-S	Huancane	-14.863657	-69.401661	0	22.5	6.77	0	0	8:10
1024	00082511-S	Huancane	-15.16002	-69.387429	20	20.2	4.02	13.7	12.61	10:10
1025	00023482-S	Carabaya	-13.283138	-70.274544	0	19.7	0.85	0	0	2:31
1026	00081347-S	Huancane	-15.0355	-69.530059	0	21.1	5.32	0	0	10:19
1027	00080983-S	Huancane	-14.966523	-69.394595	0	21.8	4.99	0	0	7:41
1028	00023480-S	Carabaya	-13.281082	-70.271372	0	19.6	3.57	0	0	11:32
1029	00083561-S	Carabaya	-13.268333	-70.332936	13.9	19	1.61	13.9	25.95	6:06
1030	00086001-S	Carabaya	-13.264157	-70.347247	0	20.1	0.62	0	0	3:12



...continuación

1031	00083830-S	Sandia	-14.215988	-69.021998	13.6	21.9	6.5	13.4	26.89	2:29
1032	00086086-S	Carabaya	-13.271484	-70.331932	0	20.1	6.6	0	0	12:28
1033	00039638-S	Melgar	-14.979728	-70.773658	22.1	22	7.45	14.9	17.72	1:43
1034	00080996-S	Huancane	-14.916239	-69.365809	13.1	19.3	3.42	13.1	11.55	4:58
1035	00078517-S	Huancane	-14.988338	-69.617159	0	21.5	4.45	0	0	11:39
1036	00023397-S	Carabaya	-13.267512	-70.312348	0	20	1.6	0	0	1:35
1037	00078305-S	Huancane	-15.017692	-69.577931	0	22	5.42	0	0	2:01
1038	00081345-S	Huancane	-15.006379	-69.530395	0	21.8	4.82	0	0	2:26
1039	00064153-S	Melgar	-14.7766	-70.937005	20.9	20.9	9.91	0	0	1:39
1040	00086354-S	Carabaya	-13.392763	-70.314163	13	19.1	4.01	12.8	27.48	4:02
1041	00078323-S	San antonio de putina	-14.949516	-69.63282	0	21.3	5.47	0	0	3:28
1042	00083799-S	Sandia	-14.22435	-69.129895	18.7	21.2	5.2	14.5	12.52	1:04
1043	00089941-S	Sandia	-14.191399	-69.111653	14	16.2	2.1	14.1	28.23	2:34
1044	00078615-S	Huancane	-15.019124	-69.596635	14.5	20.2	5.23	14.4	14.31	1:52
1045	00082501-S	Huancane	-15.192399	-69.413587	13.7	20.1	4.12	13.7	11.34	3:38
1046	00088776-S	Carabaya	-14.083475	-70.517513	21.7	21.9	5.23	15	9.02	11:04
1047	00030571-S	Lampa	-15.244702	-70.536541	0	21.4	5.31	0	0	4:44
1048	00024040-S	Carabaya	-14.250233	-70.164146	20.5	21.5	6.57	15	12.08	11:47
1049	00074010-S	San antonio de putina	-14.87145	-69.814776	14.4	21.5	3.18	14.4	19.53	3:39
1050	00067300-S	Carabaya	-13.267913	-70.367024	0	18.2	0.3	0	0	4:07
1051	00045197-S	San antonio de putina	-14.896671	-69.895926	14.1	21.3	3.54	14	17.06	11:57
1052	00085769-S	Carabaya	-13.265298	-70.310236	17.9	19.9	2.25	14.1	31.14	2:08
1053	00023257-S	Carabaya	-13.384528	-70.34483	0	19	0.29	0	0	3:26



...continuación

1054	00044930-S	San antonio de putina	-14.995883	-69.913846	22.3	21.4	4.21	13.9	15.13	1:48
1055	00067279-S	Carabaya	-13.357055	-70.355808	0	19.4	1.01	0	0	11:59
1056	00072837-S	San antonio de putina	-14.962228	-69.849562	21.8	21.2	5.74	14.9	19.05	6:00
1057	00021363-S	Azangaro	-14.76624	-69.873217	0	21.6	2.99	0	0	1:26
1058	00083553-S	Carabaya	-13.265657	-70.337128	13	19	1.03	12.9	24.97	10:23
1059	00077451-S	Huancane	-15.1337	-69.349532	20.1	21.2	4.22	13.7	12.22	1:21
1060	00078300-S	Huancane	-14.964878	-69.612473	0	21.8	1.31	0	0	4:12
1061	00045156-S	San antonio de putina	-14.891837	-69.898675	0	21	2	0	0	10:36
1062	00083585-S	Carabaya	-13.381319	-70.319967	0	18.1	2.2	0	0	12:41
1063	00082615-S	Melgar	-14.141017	-70.65095	0	21.7	5.7	0	0	2:46
1064	00086013-S	Carabaya	-13.352255	-70.323384	20.3	20.3	4.36	14.7	25.91	11:36
1065	00081415-S	Huancane	-15.221099	-69.496659	19.8	21.1	7.14	13.7	10.95	1:49
1066	00023154-S	Carabaya	-13.160629	-70.388861	0	20.3	1.75	0	0	1:01
1067	00081008-S	Huancane	-14.808768	-69.357778	22.3	21.2	5.31	15	8.02	4:52
1068	00081374-S	Huancane	-15.040051	-69.599966	13.8	20.1	4.55	13.7	10.81	4:50
1069	00081409-S	Moho	-15.332759	-69.239021	21.7	21.9	5.62	15	13.02	3:32
1070	00023116-S	Carabaya	-13.263528	-70.347068	0	20.4	1.46	0	0	2:51
1071	00039710-S	Moho	-15.341542	-69.24755	0	21.8	6.07	0	0	4:53
1072	00081419-S	Huancane	-15.19899	-69.502502	22.4	22.2	8.66	13.9	9.65	10:32
1073	00085767-S	Carabaya	-13.269852	-70.302962	0	20.8	2.33	0	0	9:05
1074	00032162-S	Melgar	-14.366595	-70.372652	0	21.8	7.83	0	0	11:00
1075	00066356-S	Melgar	-14.199673	-70.696302	0	21.7	5.74	0	0	2:19
1076	00028789-S	El collao	-16.726608	-69.724605	20.8	21.3	4.56	15	11.88	2:27



...continuación

1077	00034685-S	Melgar	-14.618574	-70.859825	20.8	20.8	0.57	0	0	4:59
1078	00077378-S	San antonio de putina	-14.869616	-69.651262	0	22.4	2.55	0	0	1:59
1079	00081363-S	Huancane	-15.048495	-69.501787	0	21	6.11	0	0	12:36
1080	00082620-S	Melgar	-14.138532	-70.652977	0	21.9	5.73	0	0	2:26
1081	00082485-S	Huancane	-15.240859	-69.475266	22	21.2	6.14	15	10.88	3:05
1082	00029116-S	Huancane	-15.01022	-69.530303	14	20.2	4.12	13.9	11.83	3:06
1083	00077540-S	Huancane	-15.25645	-69.560087	0	12.1	8.34	0	0	9:44
1084	00023053-S	Carabaya	-13.300193	-70.317038	13	19	2.12	13	30.98	3:56
1085	00081027-S	Huancane	-15.121926	-69.484457	0	21.1	5.11	0	0	2:17
1086	00082479-S	Huancane	-14.93268	-69.412603	0	19.6	4.83	0	0	4:00
1087	00039734-S	Moho	-15.338024	-69.245667	0	19.5	6	0	0	5:10
1088	00077537-S	Huancane	-15.220692	-69.538496	22.4	22.2	7.14	15	13.62	2:23
1089	00078523-S	Huancane	-15.044143	-69.606498	13.2	20.1	4.51	13.1	13.77	4:45
1090	00084366-S	Sandia	-14.148547	-69.080381	13.8	15.6	3.2	13.8	28.72	3:10
1091	00065326-S	Melgar	-14.791492	-70.45005	19.1	19.1	1.97	14.9	15.79	1:11
1092	00074234-S	San antonio de putina	-14.892285	-69.692097	0	21.5	5.68	0	0	12:06
1093	00086347-S	Carabaya	-13.400278	-70.33692	20.1	20.1	4.28	14.6	27.83	1:21
1094	00083532-S	Carabaya	-13.265499	-70.360132	14.3	20	3.47	14.3	34.34	2:41
1095	00077382-S	San antonio de putina	-14.882422	-69.6744	21.7	21.1	5.23	15	11.58	3:15
1096	00082510-S	Huancane	-15.160042	-69.387612	22.4	22.2	3.99	15	11.16	10:46
1097	00083506-S	Carabaya	-13.270028	-70.303587	0	19.9	1.74	0	0	11:33
1098	00085171-S	Carabaya	-13.307012	-70.322321	0	19.7	0.66	0	0	2:57
1099	00081418-S	Huancane	-15.199074	-69.502757	22.2	21.1	9.18	15.1	12.61	10:55



...continuación

1100	00029087-S	Huancane	-15.040166	-69.529611	0	21.9	5.85	0	0	10:38
1101	00083771-S	Sandia	-14.151003	-69.076305	20.7	22.1	5.3	14.5	34.6	1:57
1102	00083893-S	Sandia	-14.205332	-69.031659	20	20	5.3	14	32	1:44
1103	00078382-S	Huancane	-15.019136	-69.596522	21.8	21.3	4.52	15	12.88	2:09
1104	00021602-S	Azangaro	-14.394694	-69.994089	0	20.4	4.62	0	0	3:31
1105	00081365-S	Huancane	-15.040029	-69.600016	14.3	21.1	4.12	14.3	12.74	3:15
1106	00081377-S	Huancane	-14.990962	-69.577572	0	21.9	5.17	0	0	11:08
1107	00081348-S	Huancane	-15.010453	-69.529999	0	21.7	7.22	0	0	3:17
1108	00078526-S	Huancane	-14.993707	-69.616846	0	21.9	4.46	0	0	11:17
1109	00077528-S	Huancane	-15.19568	-69.533076	0	21.9	8.79	0	0	12:39
1110	00081342-S	Huancane	-15.016423	-69.531409	14.5	20.1	4.23	14.4	10.04	11:53
1111	00081028-S	Huancane	-15.121323	-69.483578	0	21.3	4.08	0	0	10:40
1112	00024577-S	Carabaya	-14.079811	-70.517037	0	21.6	5.23	0	0	11:22
1113	00046644-S	San roman	-15.908015	-70.501802	0	22.1	3.36	0	0	4:11
1114	00059928-S	San roman	-15.8119	-70.606268	20.3	21.3	1.56	13.8	11	7:19
1115	00030252-S	Lampa	-15.267823	-70.851209	0	20.5	2.52	0	0	3:01
1116	00033605-S	Melgar	-15.094613	-70.601949	19.9	19.9	0.45	0	0	4:41
1117	00023196-S	Carabaya	-13.295307	-70.332693	0	19.5	0.76	0	0	3:45
1118	00053591-S	Carabaya	-14.091328	-70.620237	13.6	20.2	5.15	13.6	12.41	4:56
1119	00088818-S	Melgar	-14.215165	-70.548139	21.9	21.7	8.02	13.9	9.62	12:57
1120	00023418-S	Carabaya	-13.270031	-70.304278	13.8	20	5.49	13.6	26.06	12:07
1121	00076044-S	Huancane	-14.898235	-69.437118	13.7	21.3	5.23	13.7	9.21	9:40
1122	00082520-S	Huancane	-15.135823	-69.435716	13.2	20.7	2.15	13.2	13.04	3:26
1123	00023468-S	Carabaya	-13.297305	-70.285878	13.1	19.8	2.11	13.1	24.97	9:03



...continuación

1124	00081367-S	Huancane	-15.007471	-69.597533	14.2	20.1	5.28	14.1	11.98	1:02
1125	00058141-S	Lampa	-15.643468	-70.481415	0	20.5	1.51	0	0	11:57
1126	00030421-S	Lampa	-15.155509	-70.859356	0	21.5	7.3	0	0	10:39
1127	00064710-S	Melgar	-15.035385	-70.715845	0	21.7	5.21	0	0	2:52
1128	00033962-S	Melgar	-14.840579	-70.853374	0	21.6	2.98	0	0	12:02
1129	00048108-S	Sandia	-14.198837	-69.059691	14.5	18.2	3.4	14.5	24.6	10:46
1130	00083621-S	Carabaya	-13.297337	-70.285794	13.5	19.9	3.16	13.5	24.77	8:42
1131	00067657-S	Carabaya	-14.317406	-70.133859	0	19.1	6.29	0	0	9:44
1132	00067342-S	Carabaya	-13.383395	-70.313968	0	20.3	5.55	0	0	1:05
1133	00088743-S	Carabaya	-14.165562	-70.484815	22.1	22	8.44	13.9	8.61	10:03
1134	00032949-S	Melgar	-14.976865	-70.675863	0	21.7	6.71	0	0	2:39
1135	00066318-S	Carabaya	-13.991475	-70.33441	22.8	22.6	8.44	15	10.46	2:11
1136	00067393-S	Carabaya	-13.291492	-70.333977	0	9.63	0.13	0	0	8:26
1137	00072879-S	San antonio de putina	-14.854533	-69.786385	21.9	21.9	3.2	15	14.54	3:49
1138	00045625-S	San antonio de putina	-14.938611	-69.78048	13.7	20.4	4.13	13.6	14.68	3:49
1139	00074211-S	Huancane	-14.968348	-69.782277	0	21	5.46	0	0	3:57
1140	00083991-S	Sandia	-14.164581	-69.084433	19.8	19.8	4.41	0	0	1:25
1141	00021405-S	Azangaro	-14.770007	-69.876781	20.7	22	4.5	15	12.7	2:28
1142	00033251-S	Melgar	-15.019172	-70.600438	14.4	14.4	1.49	14.4	21	4:27
1143	00045766-S	San antonio de putina	-14.868148	-69.883125	0	21.2	5.71	0	0	12:05
1144	00075258-S	San antonio de putina	-15.001264	-69.921023	0	21.3	6.08	0	0	12:19
1145	00072400-S	San antonio de putina	-15.026812	-69.885527	21.1	21.7	6.32	14.8	19.59	6:27



...continuación

1146	00084118-S	Sandia	-14.265324	-69.148651	20.2	20	5.2	14.5	25.2	12:39
1147	00082481-S	Moho	-15.199093	-69.309465	22.3	22	5.12	15	9.59	10:44
1148	00082490-S	Huancane	-15.212787	-69.381741	13.2	19.2	3.21	13.1	10.61	5:25
1149	00083597-S	Carabaya	-13.270142	-70.304	0	19.9	4.96	0	0	2:02
1150	00066495-S	Melgar	-14.830368	-70.813315	0	21.4	6.75	0	0	2:33
1151	00064342-S	Lampa	-15.088735	-70.921752	0	19.3	2.48	0	0	4:36
1152	00069910-S	Melgar	-15.059442	-70.605543	21.9	21.9	1.72	0	0	3:14
1153	00039450-S	Melgar	-14.96462	-70.784035	0	21.5	5.96	0	0	1:44
1154	00034166-S	Melgar	-15.052995	-70.969242	22	22.1	5.2	15	11.17	10:26
1155	00082475-S	Huancane	-15.138737	-69.368579	21.1	21.5	4.59	15	14.25	11:33
1156	00023055-S	Carabaya	-13.370175	-70.349847	13.2	19	2.12	13	22.38	2:13
1157	00078656-S	Huancane	-15.044144	-69.606451	21.8	14.5	5.17	15	11.88	4:53
1158	00023467-S	Carabaya	-13.293125	-70.29015	0	20.5	3.46	0	0	7:59
1159	00078317-S	Huancane	-14.962421	-69.622814	0	21.8	6.65	0	0	1:27
1160	00067616-S	Melgar	-15.004815	-70.891192	0	21.1	2.94	0	0	4:39
1161	00023121-S	Carabaya	-13.26379	-70.353484	15.8	19	5.05	14.6	29	6:15
1162	00082473-S	Huancane	-15.158035	-69.34698	21.5	21.1	6.42	13.8	13.7	2:35
1163	00045061-S	San antonio de putina	-15.007087	-69.888518	0	21.8	2.82	0	0	1:14
1164	00084122-S	Sandia	-14.263384	-69.180445	20	20	4.3	14	28	11:29
1165	00082849-S	Carabaya	-14.193682	-70.114522	22.4	21.5	5.31	14.9	18.62	3:21
1166	00085179-S	Carabaya	-13.29663	-70.337978	13.6	20	3.56	13.5	27.22	7:15
1167	00083867-S	Sandia	-14.208341	-69.024022	13.8	14.3	3.2	13.7	24.55	4:12
1168	00081004-S	Huancane	-14.883002	-69.401988	13.1	21.2	5.23	13.8	11.27	8:16
1169	00084389-S	Sandia	-14.147799	-69.077533	18.8	20.2	5.2	14.5	26.94	12:43



...continuación

1170	00083959-S	Sandia	-14.188694	-69.117591	12.1	12.2	3.46	13.1	22.5	5:32
1171	00084006-S	Sandia	-14.160727	-69.06562	20	20	5.2	14	28	10:18
1172	00066210-S	Melgar	-15.002253	-70.983468	0	21.6	5.35	0	0	2:55
1173	00020415-S	Azangaro	-14.830994	-70.432312	13.5	13.5	0	13	15.86	5:54
1174	00025081-S	Chucuito	-16.514917	-69.358184	0	21	7.5	0	0	12:56
1175	00066763-S	Carabaya	-14.387988	-69.902212	21.4	21.9	2.95	15	11.19	3:33
1176	00081000-S	Huancane	-14.837506	-69.37473	22.3	21.2	4.56	14.9	17.42	8:29
1177	00077521-S	Huancane	-15.189462	-69.526891	22	22.1	8.16	15	14.33	11:03
1178	00023479-S	Carabaya	-13.294678	-70.290067	0	20.9	4.7	0	0	8:23
1179	00081346-S	Huancane	-15.010148	-69.530319	0	21.2	6.58	0	0	2:41
1180	00082472-S	Huancane	-14.922452	-69.389783	13.9	20.4	5.42	13.8	13.09	7:43
1181	00084379-S	Sandia	-14.148654	-69.053523	20	20	5.3	14	26	11:12
1182	00077526-S	Huancane	-15.195332	-69.535649	0	22	7.74	0	0	1:17
1183	00065963-S	Carabaya	-14.341927	-70.033161	13.3	20.9	2.9	13.2	14.39	7:58
1184	00041056-S	Puno	-16.111645	-69.758562	0	21.9	5.55	0	0	2:30
1185	00045146-S	San antonio de putina	-14.887444	-69.895398	0	22.1	1.09	0	0	1:02
1186	00065436-S	Lampa	-15.24473	-70.536439	0	20	5.76	0	0	4:54
1187	00033002-S	Melgar	-15.036322	-70.605052	21.8	21.8	3.48	14.9	15.46	11:19
1188	00086005-S	Carabaya	-13.265692	-70.336988	13.8	19	1.01	13.7	24.77	10:01
1189	00081446-S	Huancane	-15.082864	-69.531972	0	21.3	5.39	0	0	2:20
1190	00081026-S	Huancane	-15.121854	-69.484495	22.3	22.1	7.68	13.5	11.26	11:00
1191	00070801-S	Melgar	-14.940522	-70.951832	0	0	0	0	0	4:47
1192	00076083-S	Huancane	-14.931257	-69.412685	22.5	21.5	5.12	15	10.18	7:37
1193	00086057-S	Carabaya	-13.290273	-70.290518	20.1	20.7	2.63	14.5	32.63	9:22



...continuación

1194	00048352-S	Sandia	-14.212559	-69.089895	18.2	21.2	4.2	14.5	27.2	7:55
1195	00055268-S	Sandia	-14.220347	-69.097156	18.7	20.2	4.2	14.5	21.56	7:17
1196	00046100-S	San antonio de putina	-14.861856	-69.673331	0	22.6	1.6	0	0	3:39
1197	00032710-S	Melgar	-14.993312	-70.617625	0	21.3	7.08	0	0	11:25
1198	00067890-S	Carabaya	-13.326618	-70.3028	0	19.8	1.7	0	0	2:23
1199	00075450-S	Huancane	-15.0866	-69.529736	0	22	8.38	0	0	11:06
1200	00045725-S	San antonio de putina	-14.832036	-69.807319	20.6	21.2	3.1	13.8	13.32	1:22
1201	00029371-S	Huancane	-15.06843	-69.617917	0	20.8	5.51	0	0	4:03
1202	00077390-S	San antonio de putina	-14.886392	-69.671019	0	21.4	5.04	0	0	11:02
1203	00089910-S	Sandia	-14.205735	-69.032259	20	20	5.2	0	0	1:07
1204	00083820-S	Sandia	-14.218486	-69.085758	0	20.3	7.2	0	0	12:05
1205	00078326-S	Huancane	-14.97933	-69.604862	21.4	21.6	4.56	15	13.87	10:27
1206	00077487-S	Huancane	-15.242951	-69.164501	13.6	21	5.41	12.5	12.67	8:44
1207	00086064-S	Carabaya	-13.290177	-70.282639	0	20.2	1.36	0	0	5:42
1208	00078331-S	Huancane	-14.988191	-69.612403	0	21.8	6.33	0	0	12:02
1209	00084135-S	Sandia	-14.255769	-69.188294	17	17	5.3	14	24	2:58
1210	00048386-S	Sandia	-14.223545	-69.110111	19.9	20.3	1.6	14.8	22.42	2:23
1211	00084235-S	Sandia	-14.219192	-69.201535	20.7	21.2	4.3	14.5	24.47	11:30
1212	00077543-S	Huancane	-15.2629	-69.538924	0	20.9	8.58	0	0	10:45
1213	00029000-S	Huancane	-14.875935	-69.501692	0	22.4	3.32	0	0	9:58
1214	00078538-S	Huancane	-15.013351	-69.592549	0	21.5	5.38	0	0	10:39
1215	00081359-S	Huancane	-15.027428	-69.521634	13.7	20.1	4.51	13.4	10.88	5:58
1216	00081018-S	Huancane	-14.833731	-69.364017	0	20.6	5.1	0	0	7:43



...continuación

1217	00081007-S	Huancane	-14.839479	-69.408484	0	21.5	6.37	0	0	1:10
1218	00081441-S	Huancane	-15.078169	-69.529383	0	21.6	5.19	0	0	12:23
1219	00077542-S	Huancane	-15.262848	-69.539214	0	20.9	8.47	0	0	10:54
1220	00061526-S	Lampa	-15.303202	-70.877317	0	20.7	1.93	0	0	3:24
1221	00044962-S	San antonio de putina	-14.975505	-69.941532	21.3	22.1	4.8	14.5	14.38	12:53
1222	00086089-S	Carabaya	-13.391858	-70.313398	0	20	2.56	0	0	6:35
1223	00046038-S	San antonio de putina	-14.882439	-69.525568	0	22	6.1	0	0	10:46
1224	00029363-S	Huancane	-15.087574	-69.626535	0	22.3	4.94	0	0	3:54
1225	00090058-S	Sandia	-14.117624	-69.07063	20	20	5.4	0	0	12:25
1226	00088772-S	Carabaya	-14.093849	-70.520431	0	21.6	5.56	0	0	9:58
1227	00059972-S	San roman	-15.824977	-70.63798	13.8	19.9	1.5	13.6	15	1:35
1228	00067366-S	Carabaya	-13.261755	-70.356187	13.7	20	3.46	13.6	23.89	7:30
1229	00089961-S	Sandia	-14.21104	-69.086847	21.5	21.5	5.2	14.5	22.5	9:15
1230	00048184-S	Sandia	-14.156104	-69.0769	20	20	5.2	14	30	9:43
1231	00089931-S	Sandia	-14.190514	-69.11846	13.9	15.3	2.6	13.9	29.89	5:26
1232	00063585-S	Lampa	-15.220485	-70.91135	13.5	20.1	5.17	13.4	11.09	5:00
1233	00021113-S	Azangaro	-14.751492	-70.050257	0	21.3	1.9	0	0	2:32
1234	00076085-S	Huancane	-14.961165	-69.388705	0	21.8	4.54	0	0	8:26
1235	00081421-S	Huancane	-15.203042	-69.500858	0	21.7	8.31	0	0	11:35
1236	00074288-S	San antonio de putina	-14.918764	-69.690261	22.3	21.5	4.74	15	12.66	12:01
1237	00089952-S	Sandia	-14.171152	-69.098235	20.5	21.2	5.6	14.5	29.39	1:43
1238	00082477-S	Huancane	-15.134874	-69.397581	21.1	21.1	6.42	15	12.31	9:52
1239	00028974-S	Huancane	-14.919799	-69.450715	0	22.1	6.04	0	0	1:12



...continuación

1240	00050587-S	Sandia	-14.286343	-69.123932	13.8	18.2	5.2	13.8	23.55	4:13
1241	00083755-S	Sandia	-14.147742	-69.073378	13.9	15.2	4.2	13.8	23.97	9:39
1242	00084225-S	Sandia	-14.222924	-69.181197	14.3	16.2	4.2	14	30.19	2:22
1243	00090062-S	Sandia	-14.115281	-69.068588	20	20	4.2	14	26	2:31
1244	00086061-S	Carabaya	-13.291145	-70.284863	0	19.8	3.87	0	0	9:12
1245	00084121-S	Sandia	-14.2637	-69.177868	19	19	5.2	14	26	12:26
1246	00084050-S	Sandia	-14.339777	-69.135015	13.1	16.9	2.3	13	25.27	2:20
1247	00048385-S	Sandia	-14.223493	-69.11063	13.7	13.8	2.68	13.6	24.8	12:08
1248	00078304-S	San antonio de putina	-14.949813	-69.632535	0	20.8	1.06	0	0	4:09
1249	00081356-S	Huancane	-15.027486	-69.521858	14	20.1	5.12	13.9	11.61	6:00
1250	00030526-S	Lampa	-15.290915	-70.591982	0	21.7	5.29	0	0	2:01
1251	00066496-S	Melgar	-14.829408	-70.819567	0	20.9	7.14	0	0	1:49
1252	00067423-S	Carabaya	-13.332498	-70.391293	0	20.3	5.7	0	0	1:40
1253	00064320-S	Lampa	-15.262637	-70.901632	0	21.5	2.78	0	0	2:47
1254	00082493-S	Huancane	-15.208157	-69.462135	0	20.7	2.76	0	0	1:18
1255	00082632-S	Melgar	-14.153827	-70.658768	0	21.7	5.35	0	0	9:33
1256	00081349-S	Huancane	-15.035618	-69.529452	0	21.4	5.64	0	0	10:32
1257	00023160-S	Carabaya	-13.292928	-70.330415	19.9	19.9	4.95	14.6	30.8	11:31
1258	00083785-S	Sandia	-14.231508	-69.123568	14	21.1	6.9	13.9	18.86	10:59
1259	00034255-S	Melgar	-14.980988	-70.853783	0	21.5	6.2	0	0	2:48
1260	00069931-S	Melgar	-14.844208	-70.905412	13.9	16.5	2.14	13.1	13.73	5:06
1261	00076570-S	Azangaro	-14.425587	-70.146012	21.9	21.5	6.37	15	12.95	6:13
1262	00083828-S	Sandia	-14.216616	-69.092921	20	20	5.2	14	30	1:26
1263	00081362-S	Huancane	-15.050178	-69.504652	0	20.5	5.65	0	0	6:02



...continuación

1264	00078525-S	Huancane	-15.011694	-69.596332	0	21.5	4.92	0	0	1:12
1265	00023399-S	Carabaya	-13.270157	-70.30381	14.6	18.9	3.97	14.1	26.11	11:44
1266	00081385-S	Huancane	-14.966643	-69.55011	21.6	21.3	6.31	15.1	10.6	5:00
1267	00033064-S	Melgar	-14.752243	-70.608227	21.5	21.5	1.16	0	0	8:51
1268	00078251-S	Carabaya	-14.200393	-70.090503	22.4	21.5	6.27	15	7.9	2:26
1269	00078363-S	Huancane	-14.981352	-69.604286	13.5	2012	3.42	13.5	13.18	5:39
1270	00023224-S	Carabaya	-13.352554	-70.368296	0	19.7	2.27	0	0	3:31
1271	00062666-S	Melgar	-14.182055	-70.684578	0	21.7	6.75	0	0	1:09
1272	00069924-S	Melgar	-15.084335	-70.598793	21.3	21.3	4.17	0	0	1:58
1273	00033575-S	Melgar	-14.838685	-70.606875	14.3	14.3	2.28	14.2	18.44	2:55
1274	00064672-S	Melgar	-15.093858	-70.567183	0	21.5	1.48	0	0	12:31
1275	00084104-S	Sandia	-14.271142	-69.156719	20.6	20.6	2.4	13.8	24.2	12:51
1276	00084210-S	Sandia	-14.208172	-69.024195	13.5	14.5	3.4	13.5	27.84	3:47
1277	00067380-S	Carabaya	-13.317548	-70.269397	19.3	22	3.97	13.6	10.67	9:51
1278	00061832-S	Lampa	-15.196629	-70.869149	0	22	5.55	0	0	11:20
1279	00032513-S	Melgar	-14.353408	-70.361682	0	21.1	2.5	0	0	2:12
1280	00077396-S	San antonio de putina	-14.918204	-69.690384	0	21	5.46	0	0	1:02
1281	00077579-S	Huancane	-15.039668	-69.845747	19.9	21.6	4.12	14.5	13.39	1:06
1282	00085173-S	Carabaya	-13.302493	-70.327113	0	20.8	4.79	0	0	11:26
1283	00084043-S	Sandia	-14.343642	-69.157761	20.9	21.2	6.2	14.5	23.55	11:22
1284	00086025-S	Carabaya	-13.378488	-70.319376	0	20.1	5.7	0	0	2:41
1285	00082521-S	Huancane	-15.213693	-69.459216	0	20.5	4.3	0	0	3:23
1286	00078303-S	Huancane	-14.960094	-69.567022	0	21.9	6.28	0	0	2:27
1287	00061879-S	Lampa	-15.05926	-70.86153	0	21.5	5.49	0	0	2:34



...continuación

1288	00077377-S	San antonio de putina	-14.869203	-69.652561	21.1	20.8	5.47	15	12.38	9:05
1289	00077397-S	San antonio de putina	-14.921325	-69.661578	14	21.7	6.45	14.2	13.02	3:17
1290	00086000-S	Carabaya	-13.26353	-70.347754	13.3	17.5	1.67	13.3	24.53	11:47
1291	00077409-S	San antonio de putina	-14.943413	-69.707123	0	21.7	4.02	0	0	1:53
1292	00083848-S	Sandia	-14.211749	-69.035534	20	20	5.3	13	23	5:54
1293	00055261-S	Sandia	-14.223515	-69.187917	20.6	22.2	6.8	14.8	22.67	10:56
1294	00067336-S	Carabaya	-13.281563	-70.33238	15.9	20.1	4.12	14.6	28.17	11:22
1295	00061810-S	Lampa	-15.262992	-70.942022	0	21.6	0.92	0	0	3:26
1296	00067287-S	Carabaya	-13.295642	-70.329258	0	20	3.4	0	0	2:53
1297	00080976-S	Huancane	-14.916202	-69.365778	13.2	20.1	3.69	13.2	16.17	7:42
1298	00080975-S	Huancane	-14.869349	-69.457306	22.2	21.5	6.45	14.9	15.62	8:06
1299	00023095-S	Carabaya	-13.281628	-70.332563	20.3	20.3	5.26	14.5	32.06	11:04
1300	00082619-S	Melgar	-14.146534	-70.652105	0	20.6	5.45	0	0	11:01
1301	00078306-S	Huancane	-15.019582	-69.579705	0	21.8	5.59	0	0	2:20
1302	00000255-S	Carabaya	-13.287377	-70.336185	20.3	20.2	3.59	14.6	29.98	11:24
1303	00083815-S	Sandia	-14.219763	-69.176987	20.6	21.2	4.1	14.5	23.83	1:28
1304	00023377-S	Carabaya	-13.305002	-70.322919	0	17.1	0.56	0	0	2:27
1305	00023378-S	Carabaya	-13.305885	-70.325663	20.7	20.2	3.19	14.7	26.27	7:56
1306	00069932-S	Melgar	-14.844333	-70.9055	14.3	16.5	3.21	14.9	16.9	4:51
1307	00060521-S	Lampa	-15.32935	-70.824328	0	21.3	5.14	0	0	1:20
1308	00023105-S	Carabaya	-13.280673	-70.343513	0	20.4	2.85	0	0	3:18
1309	00080989-S	Huancane	-14.841614	-69.45716	0	21.5	6.1	0	0	11:30
1310	00076027-S	Huancane	-14.926963	-69.359269	0	20.9	5.04	0	0	3:25



...continuación

1311	00088798-S	Carabaya	-14.027031	-70.506626	0	21.3	6.42	0	0	6:06
1312	00088795-S	Carabaya	-14.0273	-70.505296	21.5	22.5	6.31	15	8.97	6:08
1313	00064705-S	Melgar	-14.913688	-70.534173	20.1	20.1	0	0	0	12:12
1314	00076055-S	Huancane	-14.932804	-69.412614	0	22.5	4.8	0	0	3:34
1315	00077602-S	San antonio de putina	-14.831962	-69.758257	21.1	22	3.16	14.5	8.2	12:06
1316	00089978-S	Sandia	-14.194188	-69.059847	14.5	16.5	5.2	14.4	27.94	11:43
1317	00084090-S	Sandia	-14.284511	-69.150645	13.5	13.6	3.27	13.5	20.72	4:48
1318	00048354-S	Sandia	-14.210743	-69.086814	21	21.2	5.2	14.5	21.7	8:31
1319	00023476-S	Carabaya	-13.297646	-70.285823	13.5	19.9	3.86	13.5	24.77	7:58
1320	00084110-S	Sandia	-14.269928	-69.161199	20.4	20.2	3.72	12.3	23.37	4:55
1321	00083940-S	Sandia	-14.189886	-69.06154	20.7	17.6	0.9	14.8	23.02	11:27
1322	00088803-S	Carabaya	-14.026515	-70.504663	0	21.7	6.32	0	0	6:10
1323	00088817-S	Melgar	-14.226006	-70.555429	22.1	22	7.33	13.8	11.29	2:15
1324	00066497-S	Melgar	-14.826333	-70.851002	14	16.8	2.14	13.9	17.06	4:24
1325	00066491-S	Melgar	-14.826363	-70.814843	0	21.3	7.4	0	0	2:13
1326	00030620-S	Lampa	-15.294843	-70.592295	0	21.9	5.04	0	0	1:33
1327	00066459-S	Melgar	-14.863248	-70.922028	13.3	13.3	7.95	13.2	15.98	6:01
1328	00032689-S	Melgar	-15.103295	-70.576338	21.1	21.1	1.17	0	0	4:32
1329	00082508-S	Huancane	-15.167057	-69.371383	0	22.2	5.12	0	0	12:06
1330	00023126-S	Carabaya	-13.280567	-70.332562	0	20.8	6.29	0	0	10:52
1331	00023142-S	Carabaya	-13.156957	-70.39066	0	20.9	1.02	0	0	11:13
1332	00081371-S	Huancane	-15.04143	-69.596532	0	21.9	4.48	0	0	4:46
1333	00077527-S	Huancane	-15.195361	-69.535599	0	21.7	7.77	0	0	1:06
1334	00086386-S	Carabaya	-13.381409	-70.344297	0	19.4	3.22	0	0	4:24



...continuación

1335	00023481-S	Carabaya	-13.282812	-70.296805	0	19.6	2.41	0	0	9:04
1336	00000398-S	Lampa	-15.271078	-70.563519	0	21.6	4.5	0	0	11:47
1337	00064647-S	Lampa	-15.29638	-70.868165	22	21.3	5.55	15	12.02	1:33
1338	00066500-S	Melgar	-14.838942	-70.840458	13.8	15.4	3.51	13.6	16.31	5:22
1339	00048384-S	Sandia	-14.223503	-69.110624	14	14.5	1.2	13.9	23.8	12:29
1340	00078534-S	Carabaya	-14.197072	-70.088995	21.5	20.8	6.38	15	11.16	12:14
1341	00082517-S	Huancane	-15.148006	-69.395199	0	21.3	6.59	0	0	8:25
1342	00081381-S	Huancane	-14.980925	-69.562458	22.6	21.3	6.57	15.2	12.1	5:02
1343	00024273-S	Carabaya	-14.332037	-70.120517	0	21.1	8.49	0	0	8:59
1344	00084048-S	Sandia	-14.341496	-69.130613	14.2	14.2	4.61	14.1	28.66	12:56
1345	00084052-S	Sandia	-14.339634	-69.13517	13.9	14.9	3.65	13.8	24.7	2:38
1346	00084072-S	Sandia	-14.30495	-69.138952	16	16	5.2	14	23	1:52
1347	00083554-S	Carabaya	-13.264607	-70.335458	0	20.1	1.72	0	0	9:44
1348	00024121-S	Carabaya	-14.32595	-70.050177	21.1	21.5	3	15	14.77	2:04
1349	00082852-S	Carabaya	-14.193624	-70.114489	22.3	21.6	6.78	15	15.17	3:08
1350	00085180-S	Carabaya	-13.296137	-70.341148	13.9	20	4.62	13.8	26.55	7:16
1351	00086346-S	Carabaya	-13.415241	-70.305031	0	19.7	3.89	0	0	3:13
1352	00046103-S	San antonio de putina	-14.869199	-69.652617	14	21.5	6.74	13.9	10.62	1:40
1353	00078295-S	San antonio de putina	-14.912834	-69.639242	0	21.7	1.42	0	0	4:02
1354	00083814-S	Sandia	-14.219829	-69.123715	13.3	15.2	4.2	13.3	21.94	5:39
1355	00088773-S	Carabaya	-14.09194	-70.620663	0	21	5.02	0	0	7:24
1356	00065975-S	Carabaya	-14.24769	-70.161558	21.4	20.1	6.21	14.9	14.82	1:26
1357	00034219-S	Melgar	-15.005106	-70.89153	0	19	5.27	0	0	4:34



...continuación

1358	00024250-S	Carabaya	-14.322274	-70.032565	22.2	21.9	3.5	15	12.73	7:57
1359	00023495-S	Carabaya	-13.297546	-70.285879	19.8	21.4	1.76	14	27.86	10:55
1360	00024220-S	Huancane	-14.926225	-69.404144	21	21.5	4.23	15	11.43	12:11
1361	00031037-S	Lampa	-14.978525	-70.50452	21.4	21.4	0.84	0	0	11:10
1362	00065358-S	Melgar	-14.386562	-70.339257	0	21.6	8.23	0	0	11:22
1363	00034196-S	Melgar	-14.996038	-70.970155	13.8	21.9	5.74	13.8	13.75	3:56
1364	00032424-S	Melgar	-14.387819	-70.358728	0	20.8	7.96	0	0	12:38
1365	00034165-S	Melgar	-15.051405	-70.964672	22.2	21.9	6.28	14.9	14.59	11:55
1366	00065968-S	Carabaya	-14.250509	-70.163651	21.8	21.7	6.8	14.9	15.11	12:35
1367	00077452-S	Huancane	-15.133834	-69.349634	21.6	21.2	4.12	13.8	13.3	1:06
1368	00081012-S	Huancane	-14.828967	-69.370773	18	21.2	4.53	14.8	19.89	12:41
1369	00023235-S	Carabaya	-13.333793	-70.386218	14.3	20.1	2.45	14.3	27.97	4:46
1370	00023273-S	Carabaya	-13.390464	-70.305688	13.5	19.8	2.01	13.4	25.91	5:03
1371	00084073-S	Sandia	-14.303991	-69.139592	17	17	2.1	13	22	1:27
1372	00023306-S	Carabaya	-13.330775	-70.395607	0	20	7.02	0	0	11:38
1373	00083550-S	Carabaya	-13.270442	-70.341835	20	20.1	1.95	14.6	27.81	6:03
1374	00084040-S	Sandia	-14.343646	-69.157819	19.9	20.2	5.1	14.5	24.55	12:03
1375	00046125-S	San antonio de putina	-14.938796	-69.645472	21.5	21.3	6.51	13.8	16.05	12:41
1376	00084392-S	Sandia	-14.147688	-69.052681	21	21	4.6	15	29	12:11
1377	00048388-S	Sandia	-14.229035	-69.109822	13.1	14.2	1.5	13.1	25.5	3:52
1378	00084010-S	Sandia	-14.157694	-69.077166	18	18	0.9	14	29	9:16
1379	00048233-S	Sandia	-14.210978	-69.036841	5.32	10.6	2.5	13	28.2	5:50
1380	00083592-S	Carabaya	-13.389845	-70.306533	0	20.3	3.27	0	0	6:35
1381	00086075-S	Carabaya	-13.28346	-70.267347	20.4	21.8	1.4	14.7	27.14	9:49



...continuación

1382	00049049-S	Sandia	-14.117288	-69.071404	20	20	5.2	0	0	12:40
1383	00086003-S	Carabaya	-13.26343	-70.343639	0	19.5	2.45	0	0	10:58
1384	00083627-S	Carabaya	-13.281401	-70.280638	14.1	20.1	4.76	14.1	33.03	1:19
1385	00030576-S	Lampa	-15.255252	-70.558693	0	21.3	4.77	0	0	6:57
1386	00033783-S	Melgar	-15.025785	-70.602898	22.1	22.1	0.47	14.9	17.58	3:59
1387	00064680-S	Melgar	-15.012373	-70.609078	21.4	21.4	2.03	0	0	1:28
1388	00033340-S	Melgar	-15.025103	-70.598917	21.9	21.9	1.98	0	0	2:07
1389	00064736-S	Melgar	-15.027725	-70.600052	21.9	21.9	1.96	15	14.2	3:17
1390	00065380-S	Melgar	-14.366823	-70.362528	0	21.6	2.47	0	0	11:25
1391	00037234-S	Melgar	-14.189827	-70.704187	0	22	6.62	0	0	3:11
1392	00025085-S	Chucuito	-16.514895	-69.358266	0	21.2	7.52	0	0	12:48
1393	00082513-S	Huancane	-15.150124	-69.38503	0	22	5.37	0	0	9:25
1394	00081023-S	Huancane	-15.145328	-69.459203	20.3	21.1	4.26	13.4	11.08	2:56
1395	00023127-S	Carabaya	-13.266688	-70.336785	0	20.7	4.28	0	0	8:29
1396	00023162-S	Carabaya	-13.287631	-70.329848	20.2	20.3	4.28	14.6	28.92	11:12
1397	00034930-S	Melgar	-14.787395	-70.840862	13.3	13.3	1.96	13.3	15.94	2:07
1398	00059467-S	Lampa	-15.388648	-70.611398	16	21.6	1.5	14.5	14	2:36
1399	00064654-S	Lampa	-15.082393	-70.837472	13.7	15.3	2.14	13.6	13.63	4:43
1400	00037869-S	Melgar	-14.64932	-70.58171	21.6	21.6	1.45	0	0	12:02
1401	00089943-S	Sandia	-14.191556	-69.111723	14.2	18.2	4.5	14.2	33.12	2:45
1402	00023456-S	Carabaya	-13.278546	-70.288016	13.3	20.1	3.13	13.3	25.56	10:35
1403	00086350-S	Carabaya	-13.398245	-70.333652	0	20.4	5.93	0	0	2:02
1404	00086359-S	Carabaya	-13.38957	-70.308518	0	20.1	4.91	0	0	11:52
1405	00085768-S	Carabaya	-13.265728	-70.311801	0	19.1	0.38	0	0	9:05



...continuación

1406	00083975-S	Sandia	-14.182242	-69.084271	20	20.4	4.3	14.5	23.56	1:05
1407	00078620-S	Huancane	-14.981401	-69.604317	13.6	20.1	5.33	13.6	13.02	9:27
1408	00023402-S	Carabaya	-13.270097	-70.304198	0	19.4	4.56	0	0	2:51
1409	00081369-S	Huancane	-15.013334	-69.592475	0	21	5.51	0	0	10:49
1410	00085168-S	Carabaya	-13.302883	-70.312427	0	19.5	7.42	0	0	1:06
1411	00084824-S	Sandia	-14.218385	-69.190417	21.5	21.5	5.2	13	28	10:34
1412	00084078-S	Sandia	-14.291142	-69.140992	19	19	5.2	14	22	9:33
1413	00084045-S	Sandia	-14.342936	-69.158595	21.1	22.1	5.6	14.7	23.66	11:29
1414	00085771-S	Carabaya	-13.261806	-70.310998	17.5	19.5	1.14	12.9	42.75	2:59
1415	00086356-S	Carabaya	-13.392155	-70.313585	13.6	19	2.01	13.5	28.81	2:07
1416	00086352-S	Carabaya	-13.397129	-70.334849	0	20.1	1.2	0	0	2:35
1417	00083972-S	Sandia	-14.182264	-69.08246	13.2	21.1	5.2	13.2	21	2:01
1418	00084057-S	Sandia	-14.33029	-69.144837	0	0	0	0	0	11:24
1419	00083557-S	Carabaya	-13.278698	-70.334596	13	19	2.04	13	28.08	2:40
1420	00048242-S	Sandia	-14.185208	-69.121833	19.8	19.8	3.76	0	0	4:32
1421	00085744-S	Carabaya	-13.385757	-70.322997	0	19.2	1.38	0	0	3:34
1422	00085770-S	Carabaya	-13.265279	-70.31015	14.3	19.9	3.46	14.2	30.02	2:58
1423	00083533-S	Carabaya	-13.265042	-70.358514	14.5	19	3.61	14.5	33.53	1:35
1424	00086006-S	Carabaya	-13.271262	-70.335922	0	19.8	5.44	0	0	11:55
1425	00086018-S	Carabaya	-13.351564	-70.32122	0	19.4	2.35	0	0	1:09
1426	00089942-S	Sandia	-14.191505	-69.111658	14.1	18.2	4.3	14.1	22.97	2:20
1427	00081343-S	Huancane	-15.035234	-69.531373	0	21.9	5.72	0	0	10:05
1428	00030573-S	Lampa	-15.240798	-70.560452	0	22	5.29	0	0	3:56
1429	00034962-S	Melgar	-14.764475	-70.781212	0	20.9	2.07	0	0	12:06



...continuación

1430	00045004-S	San antonio de putina	-14.982286	-69.931044	21	21.5	5.83	15	10.24	12:35
1431	00074348-S	Melgar	-14.937527	-70.626052	20.9	20.3	6.58	14.9	17.95	12:33
1432	00045073-S	San antonio de putina	-14.999496	-69.923634	0	21.8	5.15	0	0	3:14
1433	00081022-S	Huancane	-14.839474	-69.408486	0	21.5	5.81	0	0	8:09
1434	00081378-S	Huancane	-14.990882	-69.577503	13.9	20.1	4.25	13.8	11.83	10:23
1435	00081436-S	Huancane	-15.048137	-69.603565	0	20.2	4.23	0	0	4:54
1436	00082494-S	Huancane	-15.207523	-69.467142	22	21.7	8.02	15	13.3	2:15
1437	00023182-S	Carabaya	-13.292182	-70.331702	20	19.5	5.77	14.6	28.45	11:32
1438	00086349-S	Carabaya	-13.400295	-70.336887	21.2	22	5.75	13.7	27.56	3:51
1439	00082579-S	Melgar	-14.154243	-70.643645	0	22.1	5.62	0	0	11:49
1440	00077539-S	Huancane	-15.256402	-69.56023	0	21.1	8.47	0	0	9:53
1441	00081361-S	Huancane	-15.046992	-69.511471	0	21.1	4.19	0	0	11:48
1442	00081364-S	Huancane	-15.028635	-69.493873	0	22.4	4.49	0	0	2:42
1443	00078336-S	Huancane	-14.963148	-69.635925	21.1	20.5	5.47	15	9.04	1:36
1444	00081357-S	Huancane	-15.027495	-69.521763	13.5	20.2	4.54	13.6	11.47	5:57
1445	00086041-S	Carabaya	-13.379298	-70.309247	20.4	20.2	2.46	14.7	25.94	3:36
1446	00085766-S	Carabaya	-13.269998	-70.303842	19.7	21	2.85	14.1	30.45	2:00
1447	00077485-S	Huancane	-15.240395	-69.166767	13.6	20.4	5.81	13.6	10.82	8:44
1448	00081376-S	Huancane	-14.990472	-69.575708	0	21.6	5.47	0	0	11:48
1449	00078658-S	Huancane	-14.965263	-69.612798	14.6	21.5	5.98	14.5	10.37	3:58
1450	00082505-S	Huancane	-15.180292	-69.385398	0	20.1	6.23	0	0	4:15
1451	00032761-S	Melgar	-15.092078	-70.598855	20.7	20.7	0.68	0	0	2:52
1452	00023122-S	Carabaya	-13.26516	-70.358673	20.1	20.3	4.36	14.6	30.94	1:16



...continuación

1453	00083619-S	Carabaya	-13.280587	-70.283704	0	19.1	1.61	0	0	3:29
1454	00086063-S	Carabaya	-13.290907	-70.283245	0	20.3	1.11	0	0	5:42
1455	00088755-S	Carabaya	-14.134681	-70.614261	0	20.6	5.17	0	0	10:33
1456	00066751-S	Carabaya	-14.197052	-70.136952	0	21.6	0.44	0	0	4:47
1457	00048263-S	Sandia	-14.185309	-69.08943	13.3	13.4	4.23	13.2	23.14	3:12
1458	00084381-S	Sandia	-14.14868	-69.053465	13.3	20.7	4.12	13.3	23.88	11:11
1459	00048353-S	Sandia	-14.212908	-69.095405	20	20	5.2	14	28	10:19
1460	00086073-S	Carabaya	-13.296433	-70.267878	0	19	7.76	0	0	12:01
1461	00050602-S	Sandia	-14.285902	-69.136847	20.4	21.2	6.1	14.5	22.75	11:07
1462	00084257-S	Sandia	-14.205514	-69.065774	13.5	15.3	2.1	13.5	23.7	3:07
1463	00084321-S	Sandia	-14.16096	-69.060483	20.6	20.5	5.3	14.7	25.73	2:48
1464	00033754-S	Melgar	-14.960597	-70.558562	21.5	21.5	1.9	14.9	16.83	12:46
1465	00033255-S	Melgar	-15.058247	-70.605017	21.8	21.8	1.15	0	0	2:52
1466	00033910-S	Melgar	-14.882705	-70.896183	13.1	15.8	2.1	13.1	10.96	6:47
1467	00048231-S	Sandia	-14.214963	-69.029154	14.5	18.2	5.2	14.5	29.8	4:13
1468	00085178-S	Carabaya	-13.29698	-70.338766	13.5	19	2.01	13.4	27.58	12:14
1469	00085181-S	Carabaya	-13.296078	-70.316633	14	19.1	2.01	14	26.86	11:25
1470	00084038-S	Sandia	-14.344691	-69.159026	20.2	21.2	5.2	14.5	25.2	1:08
1471	00083527-S	Carabaya	-13.335123	-70.393279	13.9	19.5	2.14	13.9	26.69	2:27
1472	00067350-S	Carabaya	-13.375673	-70.310515	0	19.8	1.11	0	0	2:32
1473	00083530-S	Carabaya	-13.354137	-70.365007	0	19	2.81	0	0	4:32
1474	00083628-S	Carabaya	-13.28315	-70.274597	0	19.7	0.89	0	0	2:39
1475	00083528-S	Carabaya	-13.347133	-70.372153	0	19.5	1.28	0	0	1:25
1476	00090060-S	Sandia	-14.116443	-69.069965	20	20	5.2	17	30	1:56



...continuación

1477	00072890-S	San antonio de putina	-14.808087	-69.804055	21	21.9	3.9	13.8	13.64	11:39
1478	00046034-S	San antonio de putina	-14.880957	-69.523627	0	20.9	6.08	0	0	11:03
1479	00048234-S	Sandia	-14.213982	-69.028174	14	21.6	6.3	13.9	32.34	1:41
1480	00083574-S	Carabaya	-13.385228	-70.323515	0	18.8	0.51	0	0	4:11
1481	00083555-S	Carabaya	-13.265777	-70.335112	0	19.9	4.96	0	0	10:11
1482	00083515-S	Carabaya	-13.414429	-70.337607	19.3	20.2	4.35	14.6	30.94	10:58
1483	00083501-S	Carabaya	-13.297446	-70.286204	19.8	17.9	2.44	14.6	27.58	10:30
1484	00085175-S	Carabaya	-13.295862	-70.311998	0	18.1	0.6	0	0	5:36
1485	00084115-S	Sandia	-14.266553	-69.149913	22	20.9	5.1	14.5	22.45	9:57
1486	00086074-S	Carabaya	-13.28402	-70.267438	0	20.2	6.55	0	0	1:07
1487	00088744-S	Carabaya	-14.165544	-70.48478	22.3	22.2	8.96	13.9	9.01	10:11
1488	00088788-S	Carabaya	-14.066992	-70.479281	0	22.2	6.61	0	0	7:19
1489	00030568-S	Lampa	-15.302039	-70.557081	0	22	4.46	0	0	5:24
1490	00032875-S	Melgar	-15.088178	-70.601147	14.7	14.7	2.82	14.7	13.3	3:10
1491	00066506-S	Melgar	-14.850017	-70.834732	21.6	21	6.51	14.9	15.47	10:06
1492	00077405-S	San antonio de putina	-14.926529	-69.656728	0	20.7	5.02	0	0	1:50
1493	00029367-S	Huancane	-15.092664	-69.639598	0	21.9	4.54	0	0	2:48
1494	00085763-S	Carabaya	-13.270061	-70.303816	20.1	21.9	3.64	14	31.67	12:29
1495	00083873-S	Sandia	-14.207564	-69.025645	17	17	3.2	13	26	4:02
1496	00065479-S	Lampa	-15.240685	-70.560503	14.9	114	0.99	14	13.49	6:47
1497	00034103-S	Melgar	-14.870288	-70.92978	0	21.6	3.64	0	0	8:26
1498	00032971-S	Melgar	-15.076742	-70.592927	20.6	20.6	2.03	0	0	1:30
1499	00066353-S	Melgar	-14.190573	-70.711094	0	21.8	7.05	0	0	2:27



...continuación

1500	00059696-S	El collao	-16.734542	-69.729721	21.9	21.9	3.25	15	15.02	2:58
1501	00024171-S	Carabaya	-14.335593	-70.055537	0	20.9	3.6	0	0	12:29
1502	00023395-S	Carabaya	-13.303434	-70.324993	13.5	19	2.01	13.4	30.58	4:10
1503	00086068-S	Carabaya	-13.295578	-70.27459	0	19.6	6.04	0	0	8:17
1504	00088796-S	Carabaya	-14.026828	-70.50648	0	21.5	5.71	0	0	6:09
1505	00066737-S	Carabaya	-14.375396	-69.929392	0	21	1.06	0	0	10:17
1506	00066490-S	Melgar	-14.840028	-70.834438	0	21.8	8.42	0	0	10:46
1507	00022763-S	Carabaya	-14.244838	-70.16897	21	20.9	6.21	15	15.65	10:01
1508	00061502-S	Lampa	-15.094141	-70.905788	0	21	7.58	0	0	6:25
1509	00065478-S	Lampa	-15.244601	-70.536384	13.1	20.4	1.07	13.1	12.89	4:22
1510	00063744-S	Melgar	-14.792633	-70.801888	13.6	17.2	1.51	13.5	18.95	2:01
1511	00088761-S	Carabaya	-14.115116	-70.659206	0	22.3	5.92	0	0	7:26
1512	00030609-S	Lampa	-15.311849	-70.55057	0	22	6.94	0	0	1:38
1513	00063556-S	Lampa	-15.105472	-70.83696	0	2.44	3.67	0	0	12:03
1514	00030575-S	Lampa	-15.235818	-70.553968	14.9	13.4	1.77	13.3	13.08	6:59
1515	00065970-S	Carabaya	-14.293983	-70.005469	21.6	21.9	5.02	15	9.55	4:27
1516	00024039-S	Carabaya	-14.247669	-70.161538	21.5	21	4.21	15	17.36	1:01
1517	00078609-S	San antonio de putina	-14.908789	-69.641816	13.4	21.7	4.16	13.3	13.34	3:44
1518	00064329-S	Lampa	-15.255666	-70.875915	13.7	16.6	1.24	13.6	11.05	5:25
1519	00064679-S	Melgar	-15.01296	-70.60781	21.9	21.9	2.51	15	11.83	11:58
1520	00067266-S	Carabaya	-13.311289	-70.279758	13.5	19.5	1.16	13.5	32.16	4:47
1521	00000281-S	El collao	-15.96615	-69.544022	0	21.2	3.86	0	0	9:38
1522	00045147-S	San antonio de putina	-14.883562	-69.901252	0	21.6	5.91	0	0	1:54



...continuación

1523	00075956-S	Huancane	-14.957059	-69.419619	13.5	21.6	6.25	13.6	13.04	4:06
1524	00024593-S	Carabaya	-14.061602	-70.386613	21.3	22	8.52	15	11.52	8:10
1525	00064677-S	Melgar	-15.091468	-70.601519	0	21.3	9.33	0	0	3:31
1526	00048058-S	Sandia	-14.163594	-69.090415	13.7	15.2	3.2	13.7	21.25	3:29
1527	00063356-S	Lampa	-15.37677	-70.488868	0	21.1	3.27	0	0	10:43
1528	00046419-S	San roman	-15.831778	-70.513303	0	21.3	2.27	0	0	4:29
1529	00033105-S	Melgar	-15.06679	-70.609528	20.7	20.7	1.23	0	0	3:36
1530	00060515-S	Lampa	-15.324693	-70.843805	0	21.9	5.16	0	0	10:56
1531	00067321-S	Carabaya	-13.326797	-70.25339	15	20.9	1.96	14.1	30.81	11:32
1532	00067768-S	Carabaya	-13.346655	-70.380425	0	18.8	0.52	0	0	4:27
1533	00067926-S	Carabaya	-13.269114	-70.366268	13.4	14	0.07	13.1	35.59	6:13
1534	00046640-S	San roman	-15.844985	-70.485062	0	16.7	0.73	0	0	5:31
1535	00041867-S	Puno	-16.179702	-69.774222	0	20.5	1.62	0	0	4:48
1536	00021366-S	Azangaro	-14.756212	-69.872296	22.1	22.2	4.52	14.5	15.16	2:29
1537	00027320-S	El collao	-15.98803	-69.570348	0	21.1	5.14	0	0	9:25
1538	00000285-S	El collao	-15.965668	-69.545527	0	21.3	3.73	0	0	10:44
1539	00063704-S	Melgar	-14.792442	-70.803808	14.9	16.9	2.65	14.2	16.62	1:24
1540	00061916-S	Melgar	-14.780883	-70.872957	21.6	21.6	1.66	0	0	3:15
1541	00023157-S	Carabaya	-13.29479	-70.328463	0	19.7	3.53	0	0	2:26
1542	00032872-S	Melgar	-14.973175	-70.582675	21.6	21.6	3.87	0	0	1:28
1543	00031391-S	Lampa	-15.65905	-70.483198	0	20.3	4.19	0	0	6:37
1544	00046020-S	San antonio de putina	-14.870384	-69.690862	13	21.8	4.8	13.2	10.73	4:58
1545	00072841-S	San antonio de putina	-14.985472	-69.877467	0	20.7	1.64	0	0	11:44



...continuación

1546	00081016-S	Huancane	-14.89999	-69.468107	0	22	4.46	0	0	8:56
1547	00038125-S	Melgar	-14.709107	-70.49231	21.2	21.2	0.25	0	0	3:49
1548	00023379-S	Carabaya	-13.303652	-70.32526	0	19.2	0.23	0	0	3:48
1549	00072828-S	San antonio de putina	-14.865623	-69.801572	0	21.6	2.53	0	0	2:46
1550	00090057-S	Sandia	-14.11753	-69.070622	20	20	5.2	14	29	12:13
1551	00067766-S	Carabaya	-14.113482	-70.624896	0	21.1	7.17	0	0	12:00
1552	00082476-S	Huancane	-15.135686	-69.400321	21.2	21	7.44	15	10.12	10:16
1553	00081021-S	Huancane	-14.841582	-69.457129	0	21.1	6.29	0	0	8:07
1554	00083575-S	Carabaya	-13.38529	-70.322942	0	19	2.37	0	0	3:54
1555	00083503-S	Carabaya	-13.270137	-70.304083	0	19.8	1.94	0	0	11:07
1556	00088799-S	Carabaya	-14.026928	-70.506618	0	21.4	5.79	0	0	6:08
1557	00083931-S	Sandia	-14.198743	-69.059614	14	18.2	4.2	14	23.48	10:18
1558	00086012-S	Carabaya	-13.347885	-70.323718	0	20	1.13	0	0	2:45
1559	00082524-S	Huancane	-15.109023	-69.636005	22	21.5	5.23	15	14.98	4:27
1560	00030306-S	Lampa	-15.212177	-70.87711	0	21.8	9.19	0	0	12:08
1561	00030170-S	Lampa	-15.105464	-70.836997	0	21.6	50.1	0	0	12:13
1562	00064355-S	Lampa	-15.26236	-70.893552	0	21.4	3.09	0	0	1:51
1563	00028971-S	Huancane	-14.916297	-69.441849	21	20.5	4.58	15	12.47	2:09
1564	00076095-S	Huancane	-14.932766	-69.412611	0	21.5	4.89	0	0	3:48
1565	00085997-S	Carabaya	-13.351308	-70.322533	0	19.8	6.1	0	0	12:37
1566	00082486-S	Huancane	-15.236791	-69.470681	0	21.9	5.83	0	0	2:46
1567	00077541-S	Huancane	-15.262894	-69.538894	0	20.9	9.35	0	0	10:36
1568	00048186-S	Sandia	-14.155878	-69.0789	20	20	6.3	13	28	11:10
1569	00055257-S	Sandia	-14.223816	-69.196902	20	20	5.2	14	26	9:19



...continuación

1570	00086008-S	Carabaya	-13.285712	-70.331703	0	20.2	5.7	0	0	9:54
1571	00082496-S	Huancane	-15.204713	-69.406271	0	22.5	5.19	0	0	2:07
1572	00039720-S	Moho	-15.32392	-69.229737	0	21.3	6.8	0	0	1:51
1573	00078663-S	Huancane	-14.979247	-69.604921	21.8	21.2	5.63	15	12.89	4:26
1574	00023054-S	Carabaya	-13.373194	-70.349835	0	20	2.47	0	0	1:01
1575	00078668-S	San antonio de putina	-14.935992	-69.635903	0	21.6	2.85	0	0	12:04
1576	00089967-S	Sandia	-14.218201	-69.084743	21.4	21.2	6.2	14.5	23.91	12:32
1577	00083806-S	Sandia	-14.222794	-69.177903	16.5	16.2	4.1	0	0	3:28
1578	00081444-S	Huancane	-15.077511	-69.528928	0	21.9	6.36	0	0	12:00
1579	00080991-S	Huancane	-15.035811	-69.366591	20.2	21.2	6.44	13.4	9.9	9:39
1580	00082523-S	Huancane	-15.121802	-69.482228	22.1	22	7.56	15	11.66	9:39
1581	00081030-S	Huancane	-15.119761	-69.482221	21.5	21.4	8.15	15	12.97	11:53
1582	00078298-S	Huancane	-14.980132	-69.616577	22.1	21.2	5.42	15	13.3	11:32
1583	00081353-S	Huancane	-15.015865	-69.524199	0	21.5	5.95	0	0	3:58
1584	00086342-S	Carabaya	-13.417323	-70.312925	20.1	20.1	4.13	14.7	26.09	9:59
1585	00084254-S	Sandia	-14.20921	-69.066284	13.5	13.5	5.2	14.5	20.52	12:52
1586	00083795-S	Sandia	-14.223712	-69.127173	13.5	19.2	5.1	13.4	21.39	2:59
1587	00023400-S	Carabaya	-13.270312	-70.304328	0	19.4	6.15	0	0	12:11
1588	00081438-S	Huancane	-15.097517	-69.53722	13.7	20.5	4.23	13.7	14.28	4:35
1589	00081398-S	Moho	-15.294699	-69.279086	21.8	21.6	8.2	13.8	12.32	2:36
1590	00081355-S	Huancane	-15.026777	-69.52233	0	21	6.65	0	0	5:58
1591	00084071-S	Sandia	-14.305922	-69.13798	18	18	3.2	14	25	2:15
1592	00082578-S	Carabaya	-14.193682	-70.11437	21.9	21	6.47	14.9	14.66	3:36
1593	00081350-S	Huancane	-15.010028	-69.529268	0	21.7	5.69	0	0	3:36



...continuación

1594	00084095-S	Sandia	-14.286479	-69.136944	13.6	18.2	5.2	13.5	22.62	9:46
1595	00053584-S	Carabaya	-14.066694	-70.477014	0	21.8	5.12	0	0	6:40
1596	00023051-S	Carabaya	-13.300842	-70.313927	0	19.4	3.98	0	0	1:09
1597	00084317-S	Sandia	-14.162879	-69.055832	13.5	15.3	5.3	13.5	29.37	4:51
1598	00050578-S	Sandia	-14.265568	-69.147172	20.5	20.1	5.3	14.5	22.53	11:53
1599	00086060-S	Carabaya	-13.276277	-70.286217	0	20.5	6.97	0	0	11:39
1600	00086382-S	Carabaya	-13.382229	-70.314101	0	19.5	2.31	0	0	2:07
1601	00086092-S	Carabaya	-13.377181	-70.318293	0	20.6	6.27	0	0	1:00
1602	00081015-S	Huancane	-15.032431	-69.351331	0	21.6	6.92	0	0	8:10
1603	00090061-S	Sandia	-14.117076	-69.070146	20	20	5.2	14	28	1:34
1604	00064334-S	Lampa	-15.047427	-70.852818	21.3	21	3.51	14.9	14.24	4:04
1605	00066461-S	Melgar	-14.868642	-70.92667	0	22.2	4.7	0	0	8:42
1606	00064339-S	Lampa	-15.264554	-70.835184	0	15.9	2.35	0	0	1:48
1607	00064735-S	Melgar	-15.090197	-70.578866	21.1	21.1	1.66	14.9	16.58	2:13
1608	00025076-S	Chucuito	-16.514659	-69.358446	0	20.8	7.44	0	0	12:38
1609	00033248-S	Melgar	-15.01299	-70.607935	22.3	22.3	2.49	14.9	15.81	12:42
1610	00071087-S	Azangaro	-14.780557	-69.87081	22	21.9	4.5	15	12.92	1:24
1611	00071075-S	Azangaro	-14.730585	-70.08558	0	20.2	3.11	0	0	1:19
1612	00023198-S	Carabaya	-13.290904	-70.330261	0	20	5.43	0	0	10:14
1613	00020494-S	Azangaro	-14.736835	-70.080992	14.1	21.8	6.32	14.6	17.08	12:30
1614	00069882-S	Chucuito	-16.461645	-69.417302	13.3	21.2	3.65	12.9	13.52	10:09
1615	00070790-S	Melgar	-15.059432	-70.980368	0	22	8.03	0	0	12:07
1616	00029405-S	Huancane	-15.130163	-69.459983	0	21.1	2.33	0	0	2:06
1617	00030180-S	Lampa	-15.100476	-70.918797	13.7	21.5	5.17	13.6	11.56	5:09



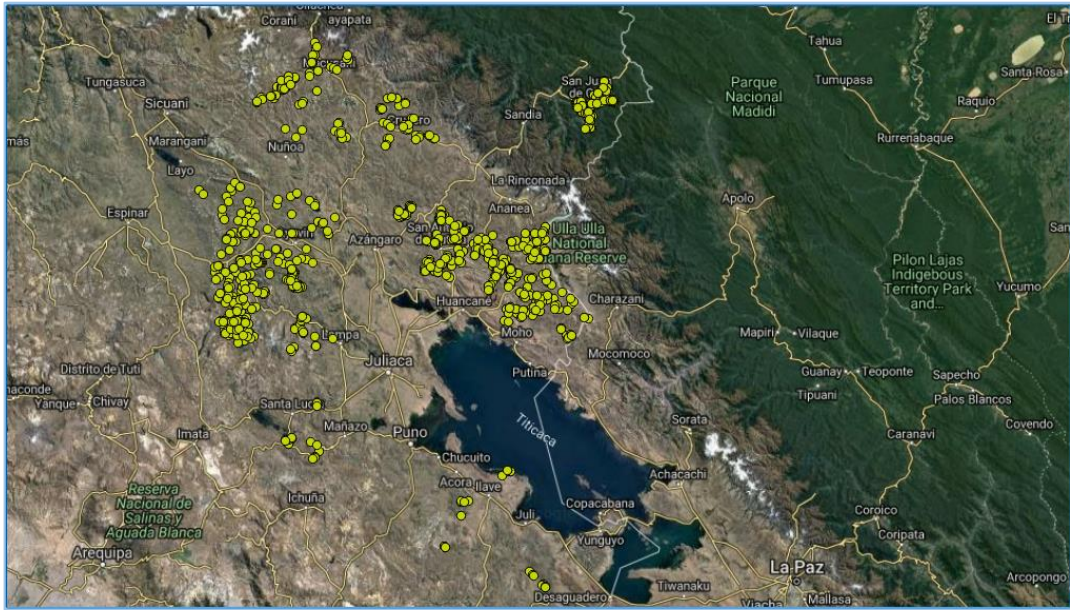
...continuación

1618	00038750-S	Melgar	-14.678803	-70.675787	22.1	22.1	7.93	0	0	12:38
1619	00089995-S	Sandia	-14.205749	-69.032171	20	20	7.2	0	0	1:18
1620	00089993-S	Sandia	-14.208055	-69.035847	20.2	21.2	6.1	14.5	30.2	10:41
1621	00063569-S	Lampa	-15.150737	-70.844783	0	21.7	7.02	0	0	12:51
1622	00084220-S	Sandia	-14.224007	-69.197785	20	21	2.5	14	29	10:42
1623	00084238-S	Sandia	-14.218844	-69.199489	20	21	5.3	14	29	11:13
1624	00083864-S	Sandia	-14.208863	-69.03466	20	20	2.3	14	28	10:43
1625	00089992-S	Sandia	-14.207971	-69.035753	14.2	18.2	5.2	14.1	29.5	11:01
1626	00089876-S	Sandia	-14.242703	-69.20167	20.9	21.6	6.5	14.8	22.06	11:00
1627	00080980-S	Huancane	-14.841397	-69.375708	22.3	21.3	5.23	15	12.91	2:27
1628	00023269-S	Carabaya	-13.344472	-70.38141	11.9	18.9	2.71	11.8	28.67	4:04
1629	00048054-S	Sandia	-14.22288	-69.131715	13.6	15.2	3.2	13.5	21.42	4:20
1630	00084074-S	Sandia	-14.298772	-69.14065	20	20	4.2	14	28	10:55
1631	00023398-S	Carabaya	-13.270242	-70.303911	18.9	20.6	1.45	13.4	29.44	6:58
1632	00023136-S	Carabaya	-13.152866	-70.398934	13	13.7	1.38	13	22.03	11:54
1633	00083877-S	Sandia	-14.207385	-69.027293	20	20	4.2	14	32	3:13
1634	00084391-S	Sandia	-14.146982	-69.074938	21.2	21.3	4.1	14.5	27.52	11:02
1635	00083833-S	Sandia	-14.215233	-69.179866	21.3	21.3	5.15	0	0	1:22
1636	00083797-S	Sandia	-14.224805	-69.10643	21.2	21.2	5.72	0	0	2:27
1637	00089947-S	Sandia	-14.17213	-69.100099	13.5	14.2	3.2	13.5	29.52	2:58
1638	00050675-S	Sandia	-14.232126	-69.177644	13.8	15.3	3.5	13.6	31.83	3:40
1639	00089950-S	Sandia	-14.171092	-69.098193	20.7	21.6	5.3	14.5	29.05	1:35
1640	00089879-S	Sandia	-14.245353	-69.19741	20.5	20.5	5.77	0	0	11:14
1641	00088756-S	Carabaya	-14.13431	-70.611684	0	22.3	5.32	0	0	10:58

Anexo 2: Distribución geográfica de paneles solares que compete a nuestra investigación en la región Puno



Anexo 3: Distribución geográfica de paneles solares que compete a nuestra investigación en la región Puno



Anexo 4: Medición de amperaje de paneles solares que compete a nuestra investigación en la región Puno



Anexo 5: Medición de tensión de paneles solares que compete a nuestra investigación en la región Puno



Anexo 6: Panel solar típico ubicado en los puntos geográficos señalados



Anexo 7: Controlador solar de carga de batería.



Anexo 8: Inversor de corriente



Anexo 9: PLC



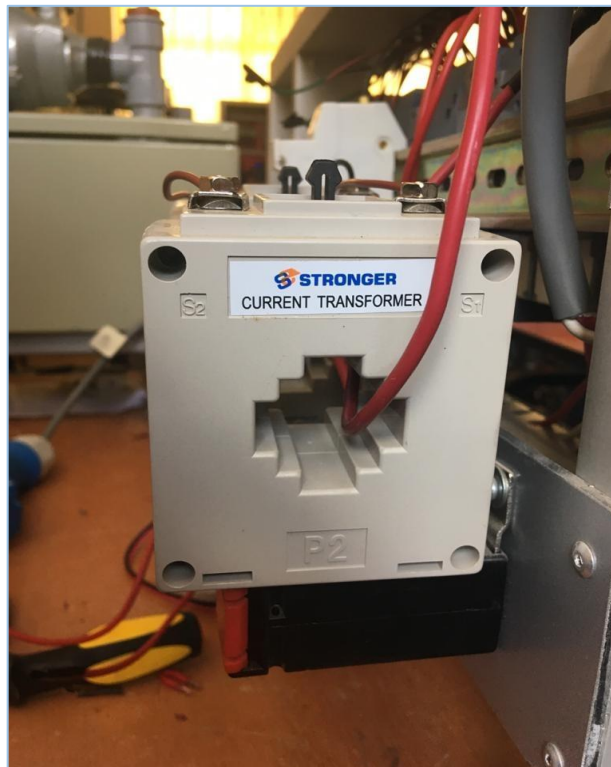
Anexo 10: Módulo de potencia



Anexo 11: Analizador de redes



Anexo 12: Transformadores de corriente





Anexo 13: Bomba trifásica de ½ HP



Anexo 15: Hoja de datos Controlador

Datasheet_CML_ESP

Final Version



CML05, CML08, CML10, CML15, CML20 Controladores Solares de Carga de Baterías



- Señalización del estado de carga de las baterías mediante 3 LEDs
- Aviso sonoro previo a la desconexión del consumo
- Regulación por modulación de ancho de pulso (PWM), de tipo Serie
- Carga a fondo de baterías, equalización y flotación, también para baterías tipo VRLA
- Detección automática de tensión nominal de 12 ó 24 V
- Control con compensación de temperatura
- Borneras para cables de hasta 16 mm²
- Desconexión por bajo voltaje de baterías, por voltaje o estado de carga
- Completa protección electrónica

Los controladores de carga de la serie CML son controladores sofisticados para aplicaciones de bajo costo. El circuito electrónico interno está equipado con un microprocesador que provee una carga altamente eficiente y una correcta señalización del estado del sistema y alarmas.

El método de regularización de carga (PWM) se ajusta a la batería de plomo ácido, selladas o abiertas.

El estado de carga de las baterías es claramente indicado mediante 3 LEDs.

Este es el primer controlador en el Mercado que cuenta con una señal acústica previa a la desconexión del consumo.

Tipo	CML05	CML08	CML10	CML15	CML20
Máxima corriente de módulos	5A	8A	10A	15A	20A
Máxima corriente de consumo	5A	8A	10A	15A	20A
Voltaje nominal del sistema	12/24V				
Autoconsumo	<4mA				
Dimensiones (LxAxP)	80x100x32mm				
Tipo de protección	IP22				

20081106
Sujeto a cambio sin previo aviso

www.phocos.com

Phocos AG, Germany
info@phocos.com

Phocos China Ltd., China
Info-china@phocos.com

Phocos India Solar Pvt. Ltd., India
info-india@phocos.com

Phocos Latin America S.R.L., Bolivia
info-latinamerica@phocos.com

Phocos Rep. Office Australia, Australia
info-australia@phocos.com

Phocos Rep. Office Brazil, Brazil
info-brazil@phocos.com

Phocos Rep. Office Eastern Africa, Kenya
info-easternafrica@phocos.com

Phocos Eastern Europe S.R.L., Romania
info-easterneuropa@phocos.com

Phocos SEA Pte Ltd, Singapore
info-sea@phocos.com

Phocos Rep. Office South Africa
info-sa@phocos.com

Phocos Tunisia
info-magreb@phocos.com

Phocos USA
info-usa@phocos.com

Anexo 16: Hoja de datos del módulo de potencia

SIEMENS

Product data sheet

6EP1332-1SH71



SIMATIC S7-1200 POWER MODULE PM1207 STABILIZED
POWER SUPPLY INPUT: 120/230 V AC OUTPUT: 24 V
DC/2.5 A

Technical specifications	
Product	S7-1200 PM1207
Power supply, type	24 V/2.5 A
Input	
Input	1-phase AC
Supply voltage / 1 / at AC / nominal value	120 V
Supply voltage / 2 / at AC / nominal value	230 V
Voltage range	
• Note	Automatic range selection
Input voltage / 1 / at AC	85 ... 132 V
Input voltage / 2 / at AC	176 ... 264 V
Wide-range input	No
Overvoltage resistance	2.3 × Vin rated, 1.3 ms
Mains buffering at Iout rated, min.	20 ms
Mains buffering	at Vin = 93/187 V
Rated line frequency	50 / 60 Hz
Rated line range	47 ... 63 Hz
Input current / at nominal level of the input voltage 120 V	1.2 A
Input current / at nominal level of the input voltage 230 V	0.67 A
Switch-on current limiting (+25 °C), max.	13 A
Duration of current limiting / at 25 °C / maximum	3 ms

Anexo 17: Hoja de datos del variador de velocidad

Datos técnicos

Requisitos CEM

Nota

Instale todos los convertidores de acuerdo con las directrices del fabricante y de acuerdo con las buenas prácticas de CEM.

Utilice cable apantallado tipo CY. Para las longitudes de cable del motor máximas, consulte la sección "Descripción de los bornes (Página 29)".

No debe superarse la frecuencia de conmutación predeterminada.

	Convertidores de 400 V AC trifásicos	Convertidores de 230 V AC monofásicos
ESD	EN 61800-3 Categoría C3	EN 61800-3 Categoría C3
Inmunidad radiada		
Ráfaga		
Onda de choque		
Inmunidad a las interferencias		
Inmunidad a las distorsiones de tensión		
Emissiones conducidas	Convertidores de 400 V AC trifásicos con filtro:	Convertidores de 230 V AC monofásicos con filtro:
Emissiones radiadas	EN 61800-3 Categoría C3	EN 61800-3 Categoría C2

Pérdidas de potencia máximas

Convertidores de 400 V AC trifásicos												
Tamaño de bastidor	FSA						FSB		FSC	FSD		
Potencia nominal (kW)	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3.0	4.0	5.5	7.5	11	15
Pérdida de potencia máxima (w) ¹⁾	29	32	35	43	52	62	73	88	127	138	222	281
Convertidores de 230 V AC monofásicos												
Tamaño de bastidor	FSA						FSB		FSC			
Potencia nominal (kW)	0.12	0.25	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3.0			
Pérdida de potencia máxima (w) ¹⁾	14	19	22	29	34	46	61	88	114			

¹⁾ : Con E/S a plena carga

Armónicos de corriente

Convertidores de 230 V AC monofásicos	Armónico de corriente típica (% de la corriente nominal de entrada) con U _k = 1%										
	3.º	5.º	7.º	9.º	11.º	13.º	17.º	19.º	23.º	25.º	29.º
Tamaño de bastidor A	42	40	37	33	29	24	15	11	4	2	1
Tamaño de bastidor B	49	44	37	29	21	13	2	1	2	2	0
Tamaño de bastidor C	54	44	31	17	6	2	7	6	2	0	0