



COMILLAS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

Integración de los sistemas de monitorización en
Nyumbani Village

Autor: María Dolores Roca Morlán

Director: Miguel Rianza Moreno

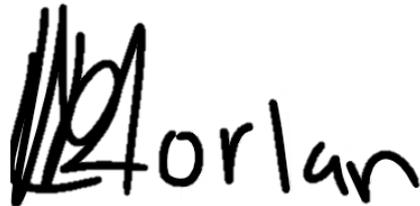
Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Integración de los sistemas de motorización en Nyumbani Village
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2022/2023 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: María Dolores Roca Morlán

Fecha: 27/08/2023



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Miguel Rianza Moreno

Fecha: 27/08/2023





GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO

Integración de los sistemas de monitorización en
Nyumbani Village

Autor: María Dolores Roca Morlán

Director: Miguel Rianza Moreno

Madrid

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todos quienes han sido parte fundamental en el desarrollo de mi Trabajo de Fin de Grado. En especial a mi tutor Miguel Rianza que me ha guiado y ayudado en el correcto desarrollo del trabajo. Su apoyo, orientación y motivación han sido elementos clave en el logro de este proyecto. Gracias por ser parte de este viaje académico y profesional. También agradecer a mis compañeros: Leticia Bretón, Melchor Folqué, Bruno López de Carrizosa e Ignacio Lastras que me han acompañado durante mi mes de julio en Kenia y han compartido esta experiencia maravillosa.

INTEGRACIÓN DE LOS SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN DE NYUMBANI VILLAGE

Autor: Roca Morlán, María Dolores.

Director: Riaza Moreno, Miguel.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

El proyecto que aquí consta va a analizar la generación y consumo de energía que ocurre en Nyumbani, además de analizar con exactitud las medidas de los sensores realizando trabajado de campo durante el mes de Julio de 2023 en Kenia. Se van a integrar los datos que obtienen los sensores de energía y temperatura del High School, Clinic y Solar Farm. Todos estos datos se van a visualizar en conjunto en la plataforma de Power BI.

Una vez unificados todos los datos en Power BI se quiere observar cuales son los picos de generación de energía para así poder crear un patrón de consumo y que se haga una correcta utilización de la energía fotovoltaica.

Palabras clave: Energía Fotovoltaica, Sensores, Power BI, Generación, Nyumbani, Kenia.

1. Introducción

La ONU informa que han muerto alrededor de 40 millones de personas por culpa del virus del VIH, y a finales de 2021 había 38 millones de personas viviendo con este virus, especialmente en África, donde hay 25,8 millones de afectados [3]. Nyumbani, una ONG sin ánimo de lucro fundada en 1992 lucha contra el SIDA, el hambre, el abandono y el sufrimiento. En Kenia, hay 1,2 millones de huérfanos de los cuales 100.000 son VIH positivos. Nyumbani provee cuidado médico, social y psicológico, con educación y formación profesional.

Energía Sin Fronteras instaló un huerto solar de 44.280 vatios en 2014, abasteciendo a la aldea con energía eléctrica y beneficiando a 1000 personas. La aldea promueve la educación y sostenibilidad, respetando la cultura local, siendo un referente internacional. Nyumbani Village, un proyecto iniciado por el Padre Ángelo D'Agostino en 2004, busca ofrecer un hogar estable a huérfanos y abuelos afectados por el SIDA.

2. Definición del proyecto

Durante el mes de julio de 2023 nos hemos desplazado cinco estudiantes de la escuela técnica superior de Ingeniería de ICAI a Kitui, Kenia para desarrollar nuestro trabajo fin de grado. El proyecto que he desarrollado tiene como objetivo unificar y monitorear las instalaciones fotovoltaicas de Nyumbani Village, una aldea autosostenible.

Esta aldea carece de acceso a la red eléctrica, depende de sistemas solares para su energía. Tienen diversas instalaciones de energía solar fotovoltaica con distintos sensores que miden la cantidad de energía que se está produciendo. Se va a realizar un análisis exhaustivo de los sensores ya instalados (energía y temperatura) en el huerto solar que se instaló en 2014, ajustándolos si es necesario.

Para realizar el estudio de la cantidad de energía que se genera se van a utilizar APIs, y así extraer información de Energomonitor, SMA y VRM, permitiendo el análisis requerido. La información extraída de las tres bases de datos se va a integrar y analizar en gráficos en Power BI. Esto va a facilitar el monitoreo interno de la aldea, permitiendo a los residentes seguir de cerca la producción y consumo de la energía. También, se va a optimizar la gestión energética en la aldea al tener un seguimiento más efectivo de los sensores.

En 2014 Energía Sin Fronteras llevó energía solar al poblado inaugurando un huerto solar que constaba de 44.280 Vatios formado por 216 paneles de 205 vatios cada uno [25]. El proyecto lo financiaron las empresas Iberdrola, Generalia, SMA, Praxia, HidroCantábrico, Sönnesnschein y SunPower. Inicialmente esta energía era para iluminar la escuela de formación y en las horas que no se utilizase esta energía (horas de las comidas y fin de semanas) dedicarla al bombeo de agua de la aldea. Se cambió el plan inicial y se movieron 96 de esos paneles para que se dedicaran exclusivamente al bombeo del agua, dejando en el huerto solar 120 paneles. Gracias a esta instalación se ahorraron 10.000 litros de diésel, unos 30.000€ al año.

La falta de acceso a energía en Kenia en comparación con España limita su desarrollo socioeconómico, lo que hace esencial el enfoque en energía sostenible y la colaboración con expertos para garantizar la sostenibilidad a largo plazo. El proyecto Semilla Solar se centró en formar a cuatro electricistas e instaladores en energía solar a lo largo de 6 meses.

Este proyecto ha permitido que la aldea sea autosuficiente en el mantenimiento del huerto solar, siendo Benson el responsable actual. Con estos avances, se ha implementado un programa de estudio más profundo sobre electricidad y energía solar en el CVTC en menos de cuatro años. Este programa aprovecha al máximo la energía solar disponible en la región, mejorando la vida rural de la aldea al transformar y rentabilizar eficazmente esta fuente de energía.

3. Descripción del modelo

El objetivo principal, como ya se ha mencionado antes, es la integración de los datos de tres plataformas distintas: Energomonitor, SMA y VRM. Estas aplicaciones nos dan información sobre la generación de energía en Nyumbani Village. La aplicación que se ha utilizado para la integración de los datos necesarios se llama Power BI. Es una plataforma que se desarrolló en 2014 y permite a los usuarios conectarse a distintas fuentes de datos para poder crear informes y paneles interactivos.

Energomonitor es una aplicación que proporciona información en tiempo real sobre dos tipos de sensores: energía y temperatura. Los sensores que están funcionando en la actualidad están ubicados en el recinto del High School y son 5 de energía alterna, 2 de energía continua y 3 de temperatura. Las aulas y laboratorios cuentan con paneles solares para la iluminación, pero el High School IT tiene una red de distribución que suministra energía al colegio, comedor, cocina y administración. Los sensores están ubicados aquí para medir el consumo y generación de energía de esta parte específica de la aldea.

VRM es una plataforma que muestra información sobre los sensores que están ubicados dentro del clinic y miden como de cargada o descargada está la batería, el voltaje, la corriente y la temperatura de esta. Hay ocho paneles solares colocados en el techo del clinic, que hacen que funcione la batería. Hay 3 dispositivos instalados: el Gateway, el sistema de bus V.E y el monitor de batería.

SMA enseña la energía y la potencia fotovoltaica del Solar Farm que da electricidad a todo el politécnico, el social hall, el granero, la administración y los contenedores. Hay 2 inversores fotovoltaicos Sunny Tripower 15000 TL-EE , 6 inversores de batería Sunny Island 6.0H, un Sunny Island Multiclustor Box y el equipo de monitorización SMA Sunny WebBox. Estos dispositivos abastecen a la zona de Kitui ya que los medios energéticos son escasos.

4. Resultados

En las ilustraciones que se muestra abajo se observa un ejemplo de los resultados obtenidos. En este caso se enseña la información que nos dan los sensores instalados por Energomonitor, los del High School, en Power BI.

Mediante las APIs ya mencionadas podemos ver la información en tiempo real. Hay un filtro que nos deja seleccionar que día, mes y año queremos que se muestre la información necesaria. Un total de kilovatios-hora del día de hoy y del día anterior y un máximo por día. Las gráficas inferiores nos enseñan por horas la suma de kilovatios-hora y de cada sensor.

En este caso se nos muestra la información de la plataforma de Energomonitor, pero se ha hecho lo mismo para las otras dos: VRM y SMA.

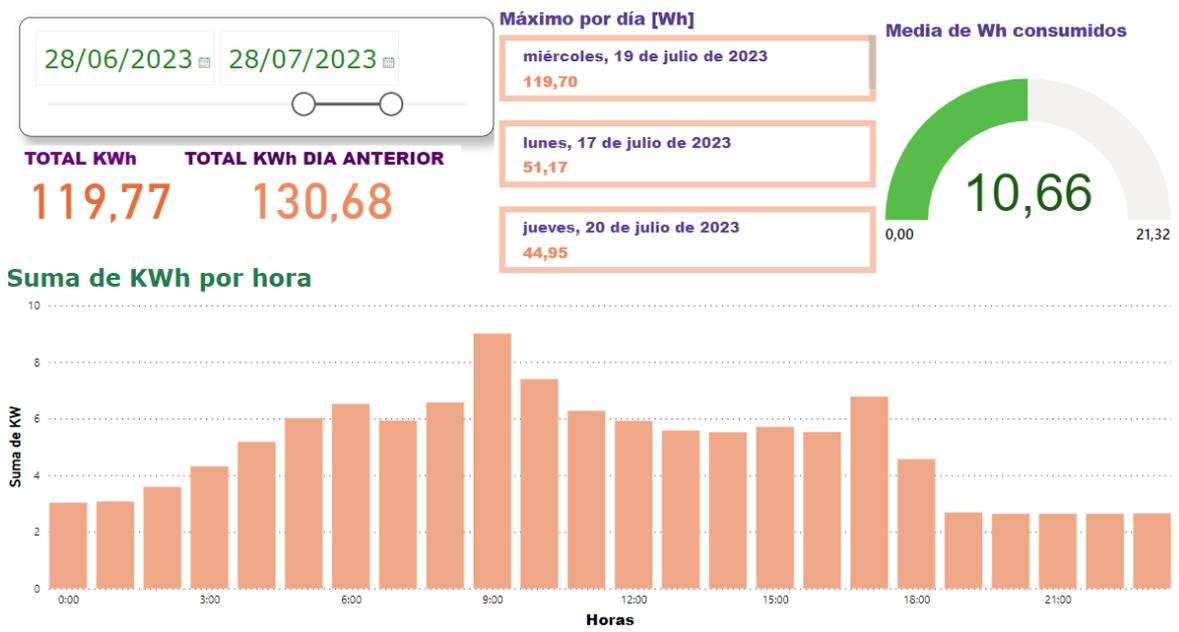


Ilustración 1: Resultados obtenidos en Power BI para Energomonitor

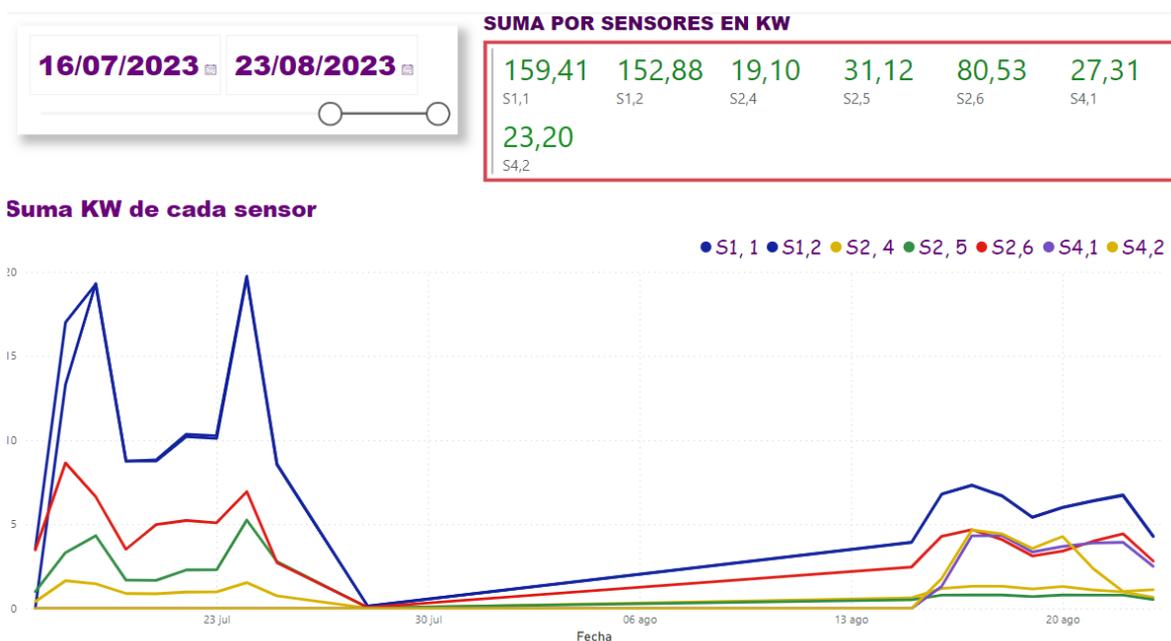


Ilustración 2: Información de todos los sensores de Energomonitor en Power BI

5. Conclusiones

Garantizar un mejor uso de la energía eléctrica en Nyumbani Village para hogares, escuelas, centros de capacitación y centros médicos que contribuirá al desarrollo de la aldea y reducirá las disparidades económicas y educativas que enfrenta en comparación con otras comunidades. El objetivo del proyecto es mejorar la calidad de vida de aquellos afectados por el VIH y promover los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

A lo largo del proceso de análisis de información, uno de los principales desafíos fue el acceso a la información debido a problemas de conectividad. Aunque había alguien encargado de la tarea, la falta de formación a veces dificultaba la resolución de problemas. Gracias a la estadía en Kenia durante julio, pude analizar con detalle los datos necesarios para mi estudio y agregar los sensores necesarios para obtener información más precisa.

En el corto plazo, es esencial mejorar la conexión a Internet para obtener datos más objetivos sobre la generación de energía. También es importante colaborar con el proyecto de Melchor Folque para obtener una visión integral de las instalaciones.

Mi visita a Nyumbani Village ha sido fundamental para verificar los datos y comprender mejor el funcionamiento de las instalaciones. Al mantener una conexión con la aldea, he logrado realizar un estudio de datos que será útil en el futuro.

INTEGRATION OF NYUMBANI VILLAGE MONITORING SYSTEMS

Author: Roca Morlán, María Dolores.

Supervisor: Riaza Moreno, Miguel.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

The project will analyze the energy generation and consumption occurring in Nyumbani, as well as accurately analyze the measurements from the sensors by conducting field work during the month of July 2023 in Kenya. Data from the energy and temperature sensors at the High School, Clinic and Solar Farm will be integrated. All this data will be visualized together in Power BI.

Once all the data has been unified in Power BI, we want to observe which are the peaks of energy generation in order to create a consumption pattern and to make a correct use of the photovoltaic energy.

Keywords: Photovoltaics, Sensors, Power BI, Generation, Nyumbani, Kenya.**Introduction**

The UN (United Nations) reports that around 40 million people have died of the HIV virus, and by the end of 2021 there were 38 million people living with HIV, especially in Africa, where 25.8 million people are affected [3]. Nyumbani, a non-profit NGO founded in 1992, fights AIDS, hunger, neglect, and suffering. In Kenya, there are 1.2 million orphans of whom 100,000 are HIV positive. Nyumbani provides medical, social, and psychological care, education, and vocational training.

Energy Without Borders installed a 44,280-watt solar farm in 2014, supplying the village with electricity and benefiting 1000 people. The village promotes education and sustainability, respecting local culture, and is an international benchmark. Nyumbani Village, a project initiated by Father Angelo D'Agostino in 2004, seeks to provide a stable home for orphans and grandparents affected by AIDS.

1. Project definition

During the month of July 2023, four students and me from the ICAI Higher Technical School of Engineering travelled to Kitui, Kenya to carry out our final degree project. The project that I have developed aims to unify and monitor the photovoltaic installations of Nyumbani Village, a self-sustainable village.

This village has no access to grid electricity and relies on solar systems for its energy. They have several solar PV installations with different sensors that measure the amount of energy being produced. A comprehensive analysis of the sensors already installed (energy and temperature) in the solar farm that was installed in 2014 will be carried out, adjusting them if necessary.

To carry out the study of the amount of energy generated, APIs will be used to extract information from Energomonitor, SMA and VRM, allowing the required analysis. The information extracted from the three databases will be integrated and analyzed in graphs in Power BI. This will facilitate the internal monitoring of the village, allowing residents to keep track of energy production and consumption. It will also optimize energy management in the village by having more effective sensor monitoring.

In 2014, Energía Sin Fronteras brought solar energy to the village by inaugurating a solar farm consisting of 44,280 Watts made up of 216 panels of 205 watts each [25]. The project was financed by Iberdrola, Generalia, SMA, Praxia, HidroCantábrico, Sönnesnschein and SunPower. Initially this energy was to be used to light the training school and during the hours when this energy was not being used (mealtimes and weekends) it was to be used for pumping water for the village. The initial plan was changed and 96 of these panels were moved to be used exclusively for pumping water, leaving 120 panels in the solar garden. This installation saved 10,000 liters of diesel, about €30,000 per year.

The lack of access to energy in Kenya compared to Spain limits its socio-economic development, making a focus on sustainable energy and collaboration with experts essential to ensure long-term sustainability. The Solar Seed project focused on training four electricians and installers in solar energy over 6 months.

This project has enabled the village to become self-sufficient in the maintenance of the solar farm, with Benson now in charge. With this progress, a more in-depth electricity and solar energy study program has been implemented at CVTC in less than four years. This program makes the most of the solar energy available in the region, improving rural village life by efficiently transforming and making the most of this energy source.

2. Description of the model

The main objective, as mentioned above, is the integration of data from three different platforms: Energomonitor, SMA and VRM. These applications give us information about power generation in Nyumbani Village. The application that has been used for the integration of the necessary data is called Power BI. It is a platform that was developed in 2014 and allows users to connect to different data sources to create interactive reports and dashboards.

Energomonitor is an application that provides real-time information on two types of sensors: energy and temperature. The sensors currently in operation are located on the High School campus and include 5 AC power sensors, 2 DC power sensors and 3 temperature sensors. The classrooms and laboratories have solar panels for lighting, but the High School IT has a distribution network that supplies power to the school, canteen, kitchen, and administration. Sensors are located here to measure the energy consumption and generation of this specific part of the village.

VRM is a platform that displays information about the sensors that are located inside the clinic and measure how charged or discharged the battery is, the voltage, current and temperature of the battery. There are eight solar panels placed on the roof of the clinic, which run the battery. Three devices are installed: the Gateway, the V.E. bus system and the battery monitor.

SMA teaches the energy and photovoltaic power from the Solar Farm which provides electricity for the whole polytechnic, the social hall, the barn, the administration, and the containers. There are 2 Sunny Tripower 15000 TL-EE PV inverters, 6 Sunny Island 6.0H battery inverters, a Sunny Island Multicluster Box and the SMA Sunny WebBox monitoring equipment. These devices supply the Kitui area as energy resources are scarce.

3. Results

The illustrations below show an example of the results obtained. In this case we show the information provided by the sensors installed by Energomonitor, those of the High School, in Power BI.

Using the aforementioned APIs we can see the information in real time. There is a filter that allows us to select which day, month, and year we want the necessary information to be displayed. A total of kilowatt-hours for today and the previous day and a maximum per day. The lower graphs show the sum of kilowatt-hours and the sum of kilowatt-hours for each sensor per hour.

In this case the information from the Energomonitor platform is shown, but the same has been done for the other two: VRM and SMA.

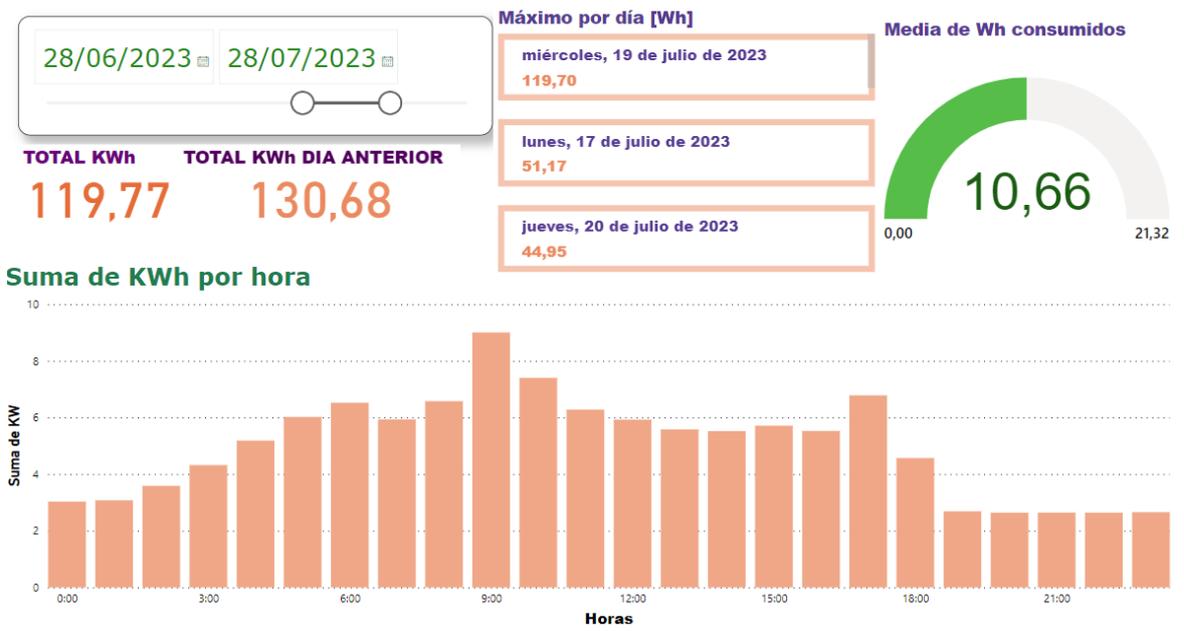


Ilustración 3: Results obtained in Power BI for Energomonitor

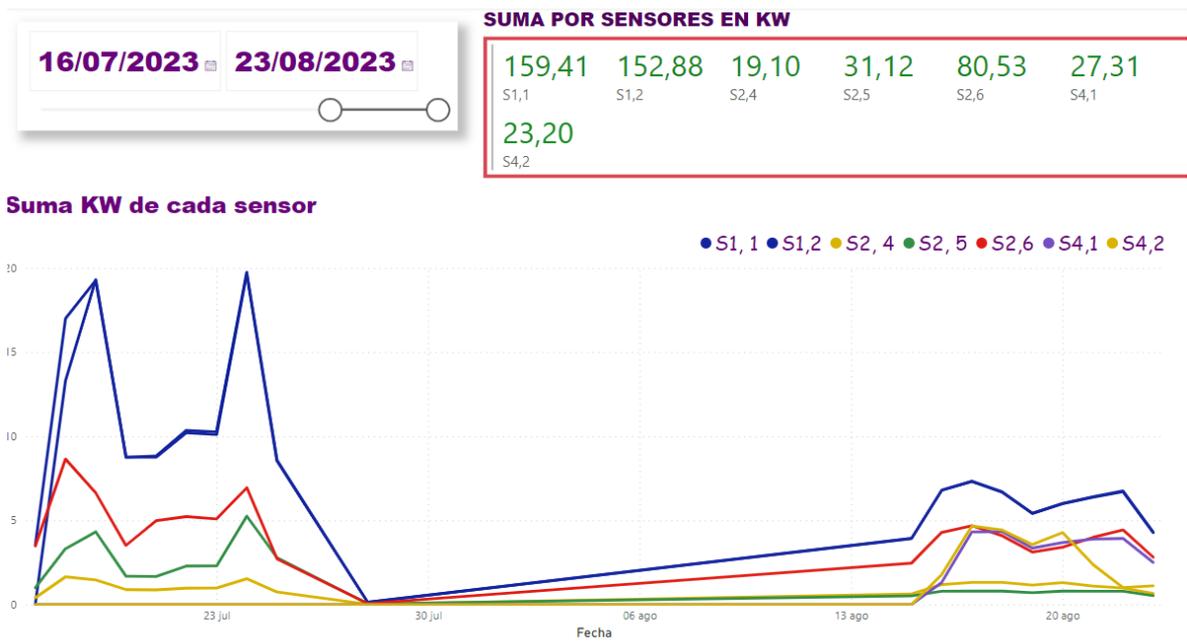


Ilustración 4: Information of all Energomonitor sensors in Power BI

4. Conclusions

Ensuring a better use of the electricity in Nyumbani Village for homes, schools, training centers and medical facilities and contribute to the development of the village and reduce the economic and educational disparities it faces compared to other communities. The project aims to improve the quality of life of those affected by HIV and promote the UN Sustainable Development Goals.

Throughout the data analysis process, one of the main challenges was access to data due to connectivity issues. Although there was someone in charge of the task, lack of training sometimes made it difficult to troubleshoot problems. Thanks to the stay in Kenya during July, I was able to analyze in detail the data needed for my study and add the necessary sensors to obtain more accurate information.

In the short term, it is essential to improve internet connectivity to obtain more objective data on power generation. It is also important to collaborate with Melchor Folque's project to get a comprehensive view of the facilities.

My visit to Nyumbani Village has been essential to verify the data and better understand the operation of the facilities. By maintaining a connection with the village, I have been able to conduct a data study that will be useful in the future.

Índice de la memoria

Capítulo 1. Introducción	8
1.1 Motivación del proyecto.....	8
1.2 Antecedente.....	10
1.3 Objetivo del proyecto	12
1.4 Metodología y programa	14
Capítulo 2. Contextualización.....	15
2.1 Geografía.....	15
2.2 Historia.....	16
2.3 Economía y política.....	17
2.4 Sociedad y cultura	17
2.5 Población.....	18
2.6 Pandemia del VIH	19
2.7 Comparación Kenia con España.....	23
2.7.1 Acceso a la electricidad.....	24
2.7.2 Producción de electricidad.....	26
2.7.3 Producción de electricidad a partir del petróleo	27
2.7.4 Consumo de la electricidad.....	28
Capítulo 3. Descripción de las tecnologías.....	29
3.1 PowerBI.....	29
3.1.1 ¿Porqué PowerBI?.....	29
3.2 API	30
3.2.1 ¿Para qué sirve una api?	30
3.2.2 ¿Cómo funcionan las Apis?.....	31
3.3 Energomonitor.....	31
3.4 Victron energy (VRM).....	32
3.5 Sunny Portal (SMA).....	33
Capítulo 4. Estado de la Cuestión	34
4.1 Nyumbani Kenia.....	34
4.1.1 NYUMBANI VILLAGE.....	36

4.2	Energía Sin Fronteras	38
4.3	Proyecto semilla solar	41
4.4	Generación actual	43
4.5	Sistemas de monitorización actual	44
Capítulo 5. Definición del Trabajo		45
5.1	Integración de datos mediante APIs	45
5.2	Descripción de las páginas web.....	47
5.2.1	<i>Energomonitor</i>	47
5.2.2	<i>Victron (VRM)</i>	59
5.2.3	<i>SMA</i>	64
5.3	Objetivos	73
5.4	Metodología.....	73
5.5	Ventajas de utilizar APIs para recopilación de datos	75
5.5.1	<i>Ahorro de tiempo y recursos</i>	75
5.5.2	<i>Garantía de datos actualizados gracias a las actualizaciones</i>	76
5.6	Análisis integral a partir de la integración de datos.....	77
Capítulo 6. Sistema/Modelo Desarrollado		79
6.1	Descripción del sistema/modelo.....	79
6.1.1	<i>Descripción de las principales componentes</i>	80
6.1.2	<i>Interconexión entre las componentes</i>	81
6.2	Acceso a los datos mediante APIs	82
6.2.1	<i>Energomonitor</i>	82
6.2.2	<i>VRM</i>	86
6.2.3	<i>SMA</i>	89
6.3	Integración de los datos en Power BI.....	91
6.3.1	<i>Energomonitor</i>	91
6.3.2	<i>VRM</i>	94
6.3.3	<i>SMA</i>	95
6.4	Experiencia del usuario y usabilidad	97
Capítulo 7. Análisis de Resultados		98
7.1	análisis de datos recopilados	98
7.1.1	<i>Energomonitor</i>	98

7.1.2 VRM.....	101
7.1.3 SMA	104
Capítulo 8. Conclusiones y Trabajos Futuros.....	105
Capítulo 9. Bibliografía.....	106
ANEXO I: ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ODS	109
9.1.1 ODS que cumplen el proyecto	110

Índice de figuras

Figura 1: Foto nuestra junto a los niños de Nyumbani Village.....	9
Figura 2: Mapa de Nyumbani.....	11
Figura 3: Situación geográfica de Kenia y del condado de Kitui.....	15
Figura 4: Pirámide poblacional de Kenia.....	18
Figura 5: Estimación de enfermos del VIH entre 1990 y 2006 (de Kenya AIDS Indicator Survey 2007).....	19
Figura 6: Afectados por el VIH en cada estado de Kenia.....	20
Figura 7: Acceso a la electricidad en España y en Kenia (% de población) [15].....	24
Figura 8: Acceso a la electricidad en el sector urbano en Kenia (% de la población urbana)[17].....	25
Figura 9: Producción de electricidad a partir de fuentes renovables, sin la hidroeléctrica (% del total)[18].....	26
Figura 10: Producción de electricidad a partir del petróleo (% del total) [22].....	27
Figura 11: Consumo de electricidad en Kenia [23].....	28
Figura 12: Consumo de electricidad en España [23].....	28
Figura 13: Distribución del High School.....	31
Figura 14: Vista aérea del Clinic de Nyumbani Village.....	32
Figura 15: Visión aérea del Solar Farm y CVTC.....	33
Figura 16: Logo Amigos de Nyumbani.....	36
Figura 17: Mapa de Nyumbani Village.....	37
Figura 18: Alumnos en la escuela de Nyumbani.....	37
Figura 19: Placas solares en Nyumbani. Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 20: Huerto solar instalado en Nyumbani. Fuente: Energía Sin Fronteras.....	39
Figura 21: Dispositivos instalados. Fuente: Elaboración propia.....	40
Figura 22: Politécnico de Nyumbani Village. Fuente: Matimex.....	42
Figura 23: Proyecto Semilla Solar. Fuente: Matimex.....	42
Figura 24: sensores que miden la energía consumida y producida.....	47
Figura 25: Instalación del High School.....	48

Figura 26: Vista área de Nyumbani Village y fachada principal del High School	48
Figura 27: Esquema instalación fotovoltaica del High School.....	49
Figura 28: Sensor 1 y 2 que miden corriente alterna. Fuente: Elaboración propia	50
Figura 29: Sensor de temperatura. Fuente: Elaboración propia	50
Figura 30: Sensor de corriente continua. Fuente: Elaboración propia	51
Figura 31: Energomonitor Homepage. Fuente: Elaboración propia	51
Figura 32: Comparación ayer vs hoy del sensor 1, 1	52
Figura 33: Kilovatios en el momento actual de cada sensor	53
Figura 34: Comparación por meses del sensor1 1	54
Figura 35: Kilovatios actuales en el poblado.....	54
Figura 36: Información por horas sobre la energía de cada sensor a día 18 de julio (invierno)	55
Figura 37: Información por horas sobre la energía de cada sensor a día 1 de noviembre (verano).....	56
Figura 38: Comparación por días de los sensores	57
Figura 39: Sensores de temperatura a día 22 de julio (invierno).....	58
Figura 40: Sensores de temperatura a día 1 de noviembre (verano)	58
Figura 41: Vista área del Clinic.....	59
Figura 42: Instalación eléctrica del Clinic.....	61
Figura 43: Información del System	62
Figura 44: Información sobre el V.E y AC	63
Figura 45: Información de la batería	63
Figura 46: Vista área del Solar Farm. Fuente: Google Maps	65
Figura 47: Solar Farm. Fuente: Elaboración propia	65
Figura 48: Inversores fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia.....	66
Figura 49: Dispositivos instalados. Fuente: Elaboración propia	66
Figura 50: Inversores de batería. Fuente: Elaboración propia.....	67
Figura 51: Cajas combinadoras de cada fila de placas solares. Fuente: Elaboración propia	68

Figura 52: dibujo de cómo están conectadas las placas solares en serie. Fuente: Elaboración propia.....	68
Figura 53: Multicluster Box. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 54: Sunny Webbox y Remote Control. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 55: Instalación del Solar Farm. Fuente: Elaboración propia.....	70
Figura 56: Comparación anual de la generación de energía.....	71
Figura 57: Energía generada durante agosto de 2023.....	72
Figura 58: Vista general de la planta en agosto 2023.....	72
Figura 59: Tabla limpiada de datos	84
Figura 60: tabla sensores de temperatura limpia	85
Figura 61: Tabla limpia de los datos de VRM.....	88
Figura 62: Datos limpios de SMA	90
Figura 63: Información correspondiente a Energomonitor	91
Figura 64: Información sobre el sensor 1, 1 de Energomonitor	92
Figura 65: Comparación por meses de los sensores de Energomonitor	93
Figura 66: Información detallada de cada sensor de Energomonitor	93
Figura 67: Información sobre los sensores de temperatura de Energomonitor	94
Figura 68: Visualizaciones correspondientes a VRM	95
Figura 69: Visualización de SMA	96
Figura 70: Generación de energía.....	99
Figura 71: Datos sobre la generación de energía.....	99
Figura 72: Comparación por meses de la energía generada	100
Figura 73: Comparación de las medidas de los sensores	100
Figura 74: Media registrada por los sensores de temperatura	101
Figura 75: Relación entre el voltaje de salida y la corriente de descarga de la batería	102
Figura 76: Estado de carga de la batería.....	102
Figura 77: Gráfica CCL, CVL, DCL.....	103
Figura 78: Rendimiento de la planta por años	104
Figura 79: Objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030. Fuente: ONU.....	109

Índice de tablas

Tabla 1: Cronograma de la redacción del proyecto	14
Tabla 2: Incidencia del VIH en adultos (15-64 años)[14]	21
Tabla 3: Prevalencia del VIH en adultos y por estado [14]	21
Tabla 4: Prevalencia del VIH en distintos grupos poblacionales [13]	22
Tabla 5: Información general y población [10]	23
Tabla 6: Calidad de vida siendo 0 malo y 100 muy bueno [10]	24
Tabla 7: Puntos de generación de energía solar en Nyumbani [30]	43

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hace una introducción de este proyecto despertando el interés del lector por el proyecto y describiendo la motivación del proyecto.

1.1 MOTIVACIÓN DEL PROYECTO

Existen muchas razones por la cual alguien decide estudiar ingeniería, como por ejemplo la capacidad de resolución de problemas, la contribución que se hace al mundo, las oportunidades que da la carrera o incluso los salarios tan competitivos.

En mi caso, la posibilidad de poder ayudar en el desarrollo de las nuevas tecnologías en el mundo y la capacidad que se adquiere para la resolución de problemas es lo que me llevo a la decisión de estudiar el doble grado de ingeniería de telecomunicaciones y business analytics.

Los ingenieros hoy en día son los grandes responsables del diseño y construcción de muchas de las cosas que usamos en nuestra vida cotidiana, con ello ayudamos al desarrollo de un mundo mejor. Entre las distintas formas de pobreza está el hambre, la falta de hogar, la malnutrición y el acceso limitado que se tiene a distintos derechos humanos como la salud o la educación. Actualmente, se estima que un diez por ciento de la población vive en una situación de pobreza extrema. Para 2030 se prevé que más de 160 millones de niños corren el riesgo de seguir viviendo en esta situación [1].

A la hora de tener que buscar un trabajo de fin de grado me centré en buscar uno que me causará motivación. Mis compañeros de un curso más que yo me hablaron el año pasado sobre un voluntariado que se hacía en verano con Comillas y con la posibilidad de vincularlo al trabajo de fin de grado. Me puse en contacto con comillas solidaria y se me propuso que realizará una integración de los diferentes sistemas que tienen en la aldea para una futura utilización por parte del poblado.

Este trabajo me va a dar la posibilidad de ayudar en el desarrollo de esta aldea, ya que en concreto en Kenia los niveles de pobreza son muy altos, con zonas donde el noventa y cinco por ciento de la población se encuentra bajo el umbral de la pobreza [2].

La zona en la que voy a desarrollar mi trabajo es un poblado al este de Nairobi en donde los niños huérfanos y niños con VIH conviven con distintos abuelos y abuelas en situación de exclusión social. Las casas de estos niños no tienen más electricidad de la que se produce con los distintos generadores. La oportunidad que se me otorga para poder mejorar esta situación es una de mis grandes motivaciones.

Un gran objetivo personal es la posibilidad de poder pasar el mes de julio en Kenia aplicando lo aprendido durante estos cuatro últimos años cursados en ICAI y además ayudar a los niños de este poblado que están en una situación muy desfavorecedora. Porque no solo vamos a mejorar las instalaciones de esta aldea, sino también acompañarlos durante este mes y enseñarles todo lo que se pueda.



Figura 1: Foto nuestra junto a los niños de Nyumbani Village

1.2 ANTECEDENTE

El VIH es el virus que puede llegar a provocar el SIDA (síndrome de inmunodeficiencia adquirida) y hoy en día es una de las mayores epidemias. Según la ONU (Organización Mundial de la Salud) se ha cobrado 40.1 millones de vidas y a finales de 2021 alrededor de 38.4 millones de personas vivían con el VIH, en concreto en África, con más de dos tercios (25`8 millones) [3].

Nyumbani es una organización internacional no lucrativa que tiene sus orígenes en 1992 ya que no paraba de crecer el número de niños que se veían afectados por la pandemia del SIDA. La vocación de este poblado es la lucha contra esta enfermedad, el hambre, el abandono y el sufrimiento físico al que se enfrentan los hombres, mujeres y niños indefensos.

Se estima que el número de huérfanos en Kenia es de 1.2 millones, de los cuales 100.000 son sero positivos. Lo que pretende la ONG de Nyumbani es poner solución a esta realidad. Se encargan de ofrecer a los afectados del VIH el mejor cuidado médico, social y psicológico.

Los niños y abuelos de Nyumbani tienen educación primaria, secundaria y también cuentan con un politécnico que sirve para que reciban una formación profesional como pintura, costura o construcción. También poseen un centro de salud, una administración de policía, campos de juego, un huerto, una casa de invitados y una red de caminos y carreteras.

Aquí conviven dos generaciones (abuelos y nietos) afectadas por el sida. El poblado está situado en la provincia de Kitui en Kenia y fue construida en un terreno de 400 hectáreas bajo las características de aldea africana, donde se han edificado más de 100 casas que albergan unas 1000 personas entre niñas y niños (10 por casa) junto con una abuela o abuelo, imitando así la unidad familiar.

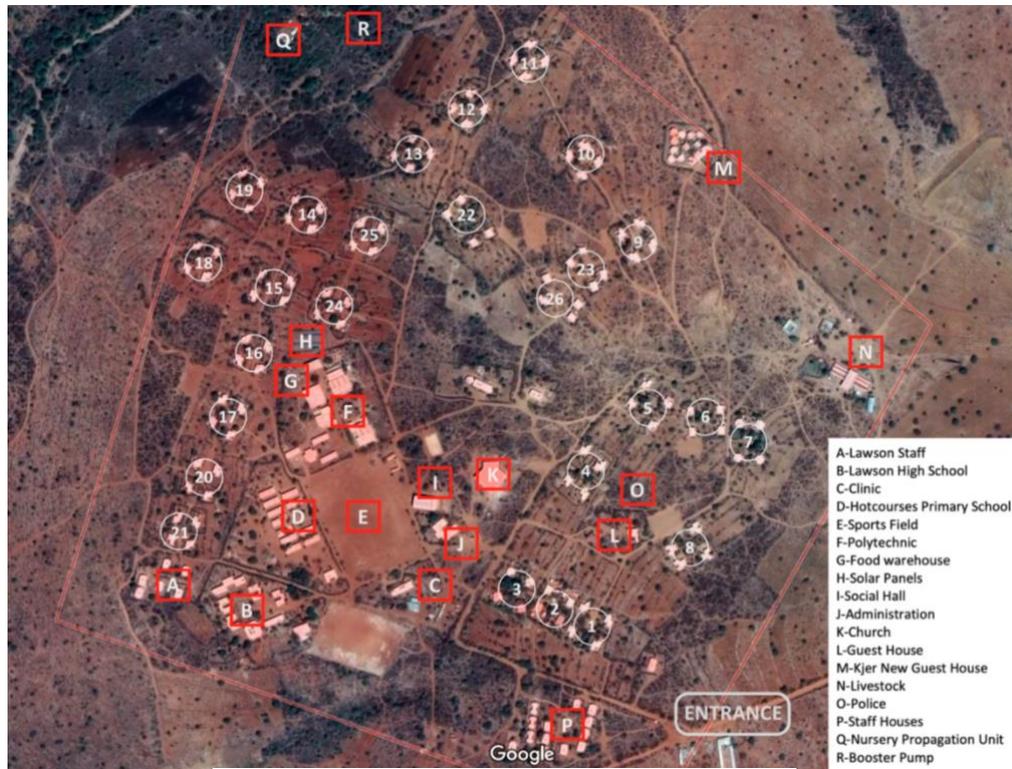


Figura 2: Mapa de Nyumbani

Nyumbani Village es un proyecto iniciado por el Padre Ángel D'Agostino en el 2004, que propuso crear una aldea integral y sostenible ofreciendo un hogar estable a los niños huérfanos y vulnerables a consecuencia del sida, así como a las abuelas y abuelos que habían perdido su seguridad en la sociedad debido a la muerte prematura de sus propios hijos.

La aldea no tiene acceso a la red eléctrica. Energía Sin Fronteras inauguró en 2014 un huerto solar de 44.280 vatios. Este huerto lo formaban 216 paneles solares de 205 vatios cada uno. Posteriormente, se trasladaron la mitad de los paneles a otras localizaciones para el bombeo del agua, y actualmente gracias a esta instalación se abastece con energía a algunos centros que componen la eco aldea, beneficiando a 1000 personas. Este proyecto está financiado por las empresas SunPower, HidroCantábrico, Iberdrola, Generalia, SMA, Praxia y Sönneschein. El huerto entro en funcionamiento desde marzo de 2014 y provee unos 45 kilovatios-hora de energía eléctrica [4].

En esta aldea se desarrollan proyectos dirigidos a la educación y a la auto sostenibilidad, y siempre respetando la cultura tradicional local. Nyumbani Village se ha desarrollado bajo los principios de la permacultura, siendo en la actualidad un sitio de referencia a nivel internacional.

1.3 OBJETIVO DEL PROYECTO

El principal objetivo del proyecto es unificar los sistemas de monitorización de las instalaciones fotovoltaicas de esta aldea y saber con exactitud cuanto se está produciendo. Al no tener acceso a la red de distribución eléctrica la aldea consigue energía gracias a los sistemas fotovoltaicos, es decir, es una aldea autosostenible que consume a lo largo del día lo que ha producido. Tienen distintas instalaciones de energía solar fotovoltaica y con distintos mide saben la cantidad de energía que se está produciendo. Para cumplir el gran objetivo de este trabajo vemos a continuación los objetivos intermedios necesarios.

- ✓ Se producen 44.280 vatios gracias a la instalación del huerto solar en 2014. Por ello se quiere realizar un análisis en profundidad de los sensores que ya hay instalados, tanto de energía como de temperatura. También, en caso de necesitar mover algún sensor para tener medidas más exactas, también se hará.
- ✓ El uso de APIs (Application Programming Interface) que sirven para programar el funcionamiento de una aplicación determinada dentro de un software. Usando las APIs de distintos servidores se quiere extraer información de distintas bases de datos y así poder analizar la información necesaria
- ✓ Nyumbani tiene 3 sistemas en donde se recogen los datos en servidores independientes, estos servidores sirven para guardar los datos de las medidas de energía del poblado y así optimizar este consumo de energía. Los 3 sistemas son Energomonitor, SMA y VRM (Victron Energy).

- El objetivo con Energomonitor es replicar la información en tiempo real en PowerBI. En esta página web se recibe información de 6 sensores de corriente alterna, 2 sensores de corriente continua y 3 sensores de temperatura. Se sabe la energía que se está generando en el momento y se hace una comparación con la respectiva en días anteriores. Gracias a esta comparación se puede saber cuáles son los picos de energía en distintas horas del día.
- El objetivo con VRM es parecido. En esta página se recibe la información sobre el consumo de la batería y como de cargada está. Nos da información sobre la cantidad consumida y el mínimo y máximo valor que se ha alcanzado. Se quiere replicar la tabla en PowerBI
- Por último, SMA donde hay un resumen del perfil de la planta, la energía y la potencia, una comparación anual y distinto tipo de información respecto a datos técnicos de Nyumbani.
- ✓ Como resumen, se quiere analizar la información que se recibe en las tres páginas webs mencionadas con anterioridad y mediante APIs mostrar esta información **mediante gráficos en una misma página de PowerBI**. Se quiere hacer esto para facilitar el uso de estas plataformas en Kenia, de esta forma ellos mismos pueden comprobar cuanta energía se está produciendo y consumiendo sin la necesidad de una persona externa que tenga las claves de estas webs. Se quiere conseguir que se haga un seguimiento más estricto de los distintos sensores por parte del poblado.

1.4 METODOLOGÍA Y PROGRAMA

	Septiembre - Octubre	Noviembre - Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
Investigación sobre las distintas plataformas					
Investigación y estudio de la aplicación Power BI para la posterior utilización					
Estudio de la aplicación Energomonitor					
Conexión de esta plataforma mediante APIs a Power BI					
Visualización de los datos en Power Bi y realización de las gráficas necesarias					
Estudio de la plataforma VRM					

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Conexión VRM a Power BI					
Visualizar los datos de VRM					
Estudio de la aplicación SMA					
Desde Kenia analizar si todos los datos son correctos					
Desde Kenia análisis en profundidad de las placas					
Conclusiones					

Tabla 1: Cronograma de la redacción del proyecto

Capítulo 2. CONTEXTUALIZACIÓN

En este capítulo se va a contextualizar al lector sobre Kenia, ya que el proyecto se centra en una región de el mismo. Se hablará de la geografía del país, de la historia, de la economía y política y de la sociedad. Finalmente se hará una comparación con España para que el lector pueda apreciar las diferencias de Kenia respecto al país natal.

2.1 GEOGRAFÍA

Kenia es un país situado en África Oriental, limitando al norte con Sudán del Sur y Etiopía, al este con Somalia, al sur con Tanzania y al oeste con Uganda. Tiene una superficie total de 582.650 kilómetros cuadrados, siendo 13.400 de la superficie formada por los lagos Victoria y Turkana. Además, el país cuenta con 536 kilómetros de costa en el Océano Índico. El Monte Kenia está en el centro del país, al norte de la capital Nairobi, y es la montaña con más altura con unos 5199 metros, y la segunda más alta de África por detrás del Kilimanjaro.

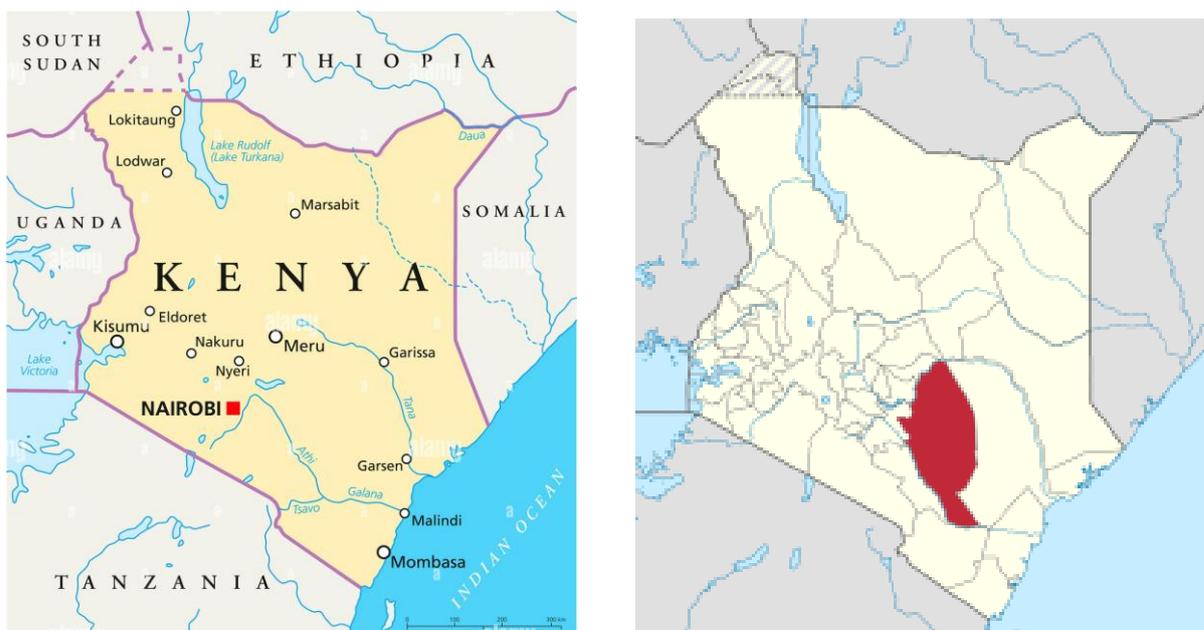


Figura 3: Situación geográfica de Kenia y del condado de Kitui

2.2 *HISTORIA*

En Kenia se halla el Valle del Rift, donde comenzó la humanidad. Se sabe que los primeros humanos caminaron erguidos en el Gran Valle del Rift de África por primera vez. Aquí se han encontrado huesos con una antigüedad de 4 millones de años [5].

Kenia ha estado habitado por distintas comunidades étnicas durante milenios. En el siglo XIX, los europeos comenzaron a explorar y colonizar el territorio, y en 1895 se estableció el Protectorado británico de África Oriental, que incluía Kenia y algunos de los países vecinos.

Durante la Segunda Guerra Mundial, en Kenia se instaló un centro muy importante de entrenamiento militar para los Aliados, y después de la guerra empezó el movimiento por la independencia liderado por Jomo Kenyatta. En 1963, Kenia se convirtió en una nación independiente y Kenyatta se convirtió en el primer presidente.

Durante los años entre 1960 y 1970, Kenia experimentó un crecimiento económico muy rápido y mejoró mucho en educación y salud. También tuvieron tensiones étnicas y políticas, y en la década de 1980 el país se enfrentó a una crisis económica.

En los últimos años, Kenia ha luchado contra la corrupción, pobreza y el terrorismo, y siempre trabajando para mejorar esto y con ello su infraestructura, su educación y la salud. En 2010 se promulgó una nueva constitución que estableció un gobierno descentralizado y se aprobaron unos derechos y libertades para los ciudadanos [6].

Hoy en día, Kenia es un país diverso con una economía en rápido crecimiento y un rico patrimonio cultural.

2.3 ECONOMÍA Y POLÍTICA

En la economía keniana, el PIB (Producto Interior Bruto) supone un 34,5% con un crecimiento por encima del 6% antes de la pandemia. Un tercio del PIB lo genera la agricultura y la ganadería ya que un 75% de la población se dedica a estos sectores, siendo el único sector que ha salido indemne con la pandemia. El sector secundario aporta un 16,5% al PIB (la industria, construcción o manufactura).

Con la pandemia del COVID-19 la economía keniana se contrajo un 0,1% y a finales de 2020 se inició una lenta recuperación. Empezó a crecer la demanda externa de productos de floricultura o el sector de los transportes.

Kenia se independizó en 1963 de Reino Unido y tras varios años de multipartidismo y situaciones violentas en las elecciones de 2007, en 2010 se promulgó la nueva constitución. En 2013 se eligió el gobierno de coalición Jubilee, encabezada por Uhuru Kenyatta y William Ruto con el objetivo principal el desarrollo del país y la lucha contra el terrorismo. En 2017 se celebraron elecciones y se tuvieron que repetir, debido a ciertas irregularidades. Se impuso Uhuru Kenyatta por amplia mayoría. El 9 de agosto de 2022 se volvieron a celebrar elecciones generales y se eligió presidente a William Ruto. [7]

2.4 SOCIEDAD Y CULTURA

Kenia es un país con una fuerte estructura social que se basa en tradiciones como las creencias religiosas, el respeto por los ancianos y la ujamaa (carácter familiar). Para la Kenia de hoy en día, la educación es un elemento crucial ya que su principal objetivo es el crecimiento del país. Kenia alberga más de 40 grupos tribales, y desde la independencia a coexistido la paz con algunas tensiones en las elecciones. El cristianismo es la religión dominante, excepto en la costa y el este donde la mayoría son musulmanes suníes. El idioma es el inglés y suajili. En cuanto a la igualdad de género, las mujeres han luchado por sus derechos y en la constitución de 2010 hubo mejoras, pero todavía hay disparidades en cuanto al acceso a servicios y recursos esenciales. [8]

2.5 POBLACIÓN

Kenia tiene un número de habitantes significativos, comparándolo con el resto de los países, ya que cuenta con 53,013 millones de habitantes (datos de 2021). Solo un 2,02% de la población de Kenia son inmigrantes, según los últimos datos publicados por la ONU. Tiene una densidad de población media de 91,33 habitantes por Km².

La esperanza de vida en 2020 es de 62,68 años y presenta una pirámide poblacional expansiva (figura 3), es decir, una base ancha que se estrecha de forma rápida. Este tipo de pirámides son muy típicas en países tercermundistas, con una tasa de natalidad alta y una esperanza de vida baja. [9]

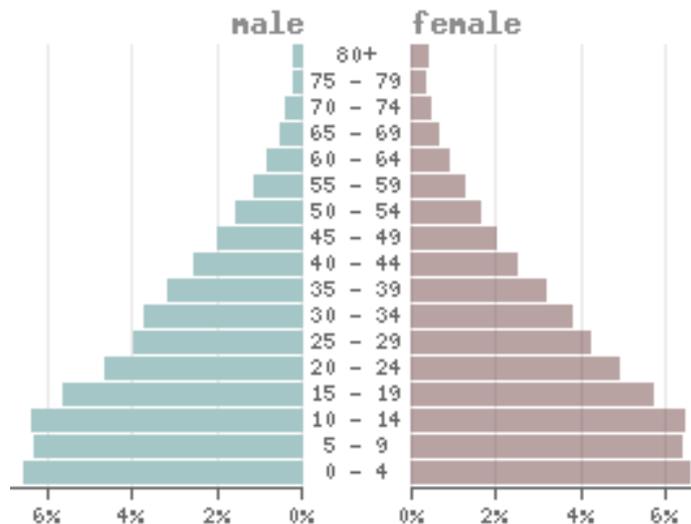


Figura 4: Pirámide poblacional de Kenia

2.6 PANDEMIA DEL VIH

La enfermedad del SIDA en África cada vez es un tema de mayor importancia, ya que representa un drama humano y social. El número de huérfanos debido a esta enfermedad ha hecho que miles de niños hayan tenido que dejar el colegio para poder trabajar y así sustentar a su familia, que ya de por sí están sumidas en la pobreza [11].

Ha costado alrededor de dos décadas para que en África haya iniciativas para prevenir la transmisión del VIH, el virus que causa el sida. El gran problema no es solo el virus, sino que después de que muchos niños lo contraigan nadie se hace cargo de ellos. Según ONUSIDA, un programa de las Naciones Unidas, el 76% de los adultos reciben tratamiento, pero solo el 50% de los niños lo reciben [12].

Kenia ha sufrido una de las peores pandemias del VIH. Aproximadamente 1,5 millones de personas viven con VIH y alrededor de 1 millón de niños son huérfanos debido al VIH. Se puede apreciar en la figura 5 que desde el primer caso en 1984 el número de enfermos fue incrementando hasta el año 2000 que alcanzó el pico. Esto se debe a que los tratamientos y técnicas de prevención han ido incrementando, aunque aún no todo el mundo tenga acceso a ellos. Aun así, 1,5 millones de habitantes (7,1% de la población) están infectados del VIH, con una ratio de muerte anual que oscila entre 52,000 y 89,000 pacientes [13].

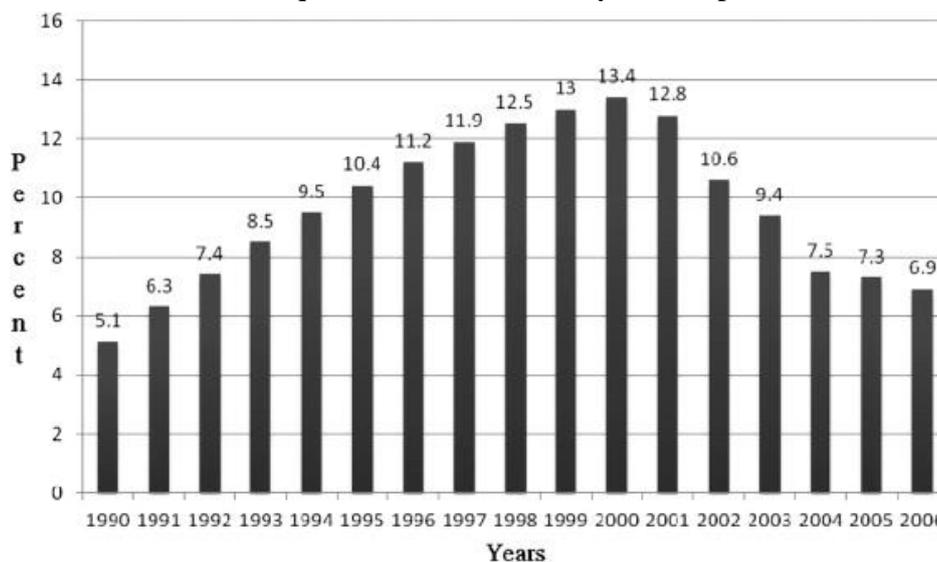


Figura 5: Estimación de enfermos del VIH entre 1990 y 2006 (de Kenya AIDS Indicator Survey 2007)

En 1999, la pandemia de sida se denominó un desastre nacional y se instaló en este mismo año un consejo nacional del control del sida, esto llevo a un descenso de casos del 13,4% que había en el año 2000 a un 6,9% en el año 2006 (figura 5).

Kenia es el quinto país del mundo con el mayor número de personas viviendo con VIH. Según la figura 6 vemos que los estados con el mayor número de afectados son Kisumu, Siaya, Homa Bay, y Migori. En 2016, Kenia adoptó una estrategia denominada “Test and Treat” para aquellos que se les diagnosticará la enfermedad tuvieran terapia antirretroviral (ARP) enseguida [14].

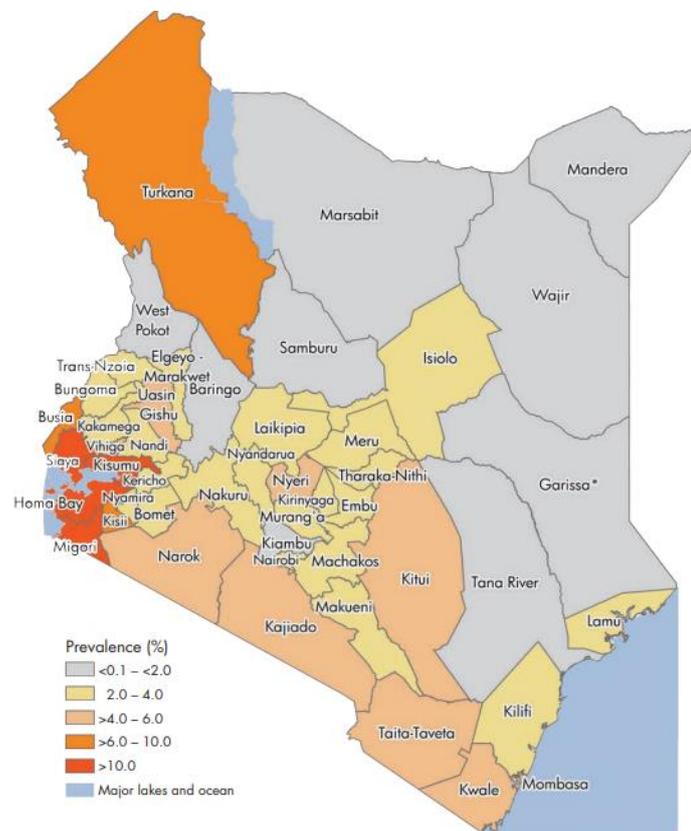


Figura 6: Afectados por el VIH en cada estado de Kenia

KENPHIA (Kenya Population-based HIV Impact Assessment) 2018 llevó a cabo un estudio entre personas de 0 a 64 años. El estudio se llevó a cabo entre junio de 2018 y febrero de 2019 y estaba dirigido a 34.610 personas, de las cuales 27.897 eran adultos (15 a 64 años) y 6.713 eran niños (0 a 14 años). A estas personas se les tomo una muestra de sangre para estimar la incidencia del VIH. Con esta muestra KENPHIA quería determina si las personas

sero positivas habían sido infectadas en una ventana de 130 días antes de que se coleccionara la muestra o era una infección a largo plazo [14].

En la tabla 2 vemos el resultado de este estudio. Siendo la incidencia del VIH una medida de la frecuencia en la que los nuevos casos de VIH aparecen una población. Los resultados se traducen con un resultado de 1,3 millones de personas viviendo con VIH en Kenia. Los 5 estados con mayor porcentaje son Homa Bay (19,6%), Kisumu (17,5%), Siaya (15,3%) y Migori (13%).

Siendo el porcentaje de prevalencia nacional del VIH mayor en zonas urbanas con un 5% respecto a las zonas rurales con un 4,7% como se aprecia en la tabla 3. Siendo el CI el intervalo de confianza, en este caso del 95% [14]. .

Incidencia de VIH (índice anual, %)	Mujer	Hombre	Total
15 a 49 años	0,15	0,15	0,15
15 a 64 años	0,15	0,13	0,14

Tabla 2: Incidencia del VIH en adultos (15-64 años)[14]

Estado	Prevalencia del VIH (%)	CI del 95%
Nacional	4,9	4,5 – 5,3
Urbano	4,7	4,1 – 5,3
Rural	5,0	4,5 – 5,5

Tabla 3: Prevalencia del VIH en adultos y por estado [14]

La pandemia del VIH afecta a todos los sectores de la población, pero la prevalencia difiere respecto al género a la localización y a la edad. En 2010 casi la mitad de las infecciones, el 44%, se transmitía mediante relaciones estables heterosexuales y un 20% durante relaciones sexuales espontaneas como se muestra en la tabla 4. Numerosos estudios han demostrado una mayor prevalencia del VIH en personas homosexuales, los usuarios de drogas inyectables, camioneros y poblaciones móviles. Esto se debe a que muchos de estos grupos sufren marginación, por lo tanto, es difícil la intervención como el tratamiento y la atención, además de medir el grado por el cual se ven afectados [13].

Incidencia	Porcentaje (%)
Heterosexual (regular)	44,1
Heterosexual (casual)	20,3
Homosexuales	15,2
Trabajos relaciones con sexo	14,1
Usuarios de drogas inyectables	3,8

Tabla 4: Prevalencia del VIH en distintos grupos poblacionales [13]

2.7 COMPARACIÓN KENIA CON ESPAÑA

El objetivo de este proyecto es una unificación de los sistemas de monitorización de Nyumbani Village, es decir, mostrar en una misma plataforma la información de todos los sensores del poblado. Estos sensores dan información sobre la producción y consumo de la aldea y para que esta información se más útil se va a comparar los dos países, sobre todo energéticamente ya que puede ser útil para analizar los respectivos sistemas energéticos e identificar las diferencias y similitudes entre ellos.

NOMBRE	REPÚBLICA DE KENIA	ESPAÑA
Superficie	580.370 km ²	505.935 km ²
Gobierno	República presidencial	Monarquía Constitucional
Independiente desde	1963	1492
Capital	Nairobi	Madrid
Población	53.006.000	47.416.000
Media de edad	20 años	43,9 años
Tasa de natalidad	28,00%	7,10%
Tasa de muerte	7,46%	10,40%

Tabla 5: Información general y población [10]

NOMBRE	REPÚBLICA DE KENIA	ESPAÑA
Estabilidad política	41	67
Salud	13	87
Coste de vida	45	43

Tabla 6: Calidad de vida siendo 0 malo y 100 muy bueno [10]

2.7.1 ACCESO A LA ELECTRICIDAD

Kenia es conocida por su amplia variedad de fuentes de energía renovable, como la energía hidroeléctrica, geotérmica y eólica, mientras que en España se ha desarrollado una importante capacidad en energía solar y eólica. Además, la dependencia de Kenia del petróleo importado para la generación es un reto importante, mientras que en España se ha logrado reducir su dependencia del petróleo y gas natural.

Según datos del banco mundial vemos el acceso a la electricidad durante 30 años es mayor en España que en Kenia (figura 7). En España prácticamente todas las personas tienen acceso a la electricidad, mientras que en Kenia el acceso a la electricidad es un gran reto.



Figura 7: Acceso a la electricidad en España y en Kenia (% de población) [15]

Unos 8,1 millones de kenianos viven sin electricidad y el 92% de la población rural utiliza leña para cocinar, lo que afecta negativamente a su salud. **En 2021 los paneles solares en Kenia quedaron exentos del IVA, lo que aumento el uso de energía solar** [16].

Gracias al sector privado unos 200.000 hogares rurales ya se han conectado a sistemas solares ya que el acceso y venta de los paneles solares ha hecho que sea un producto muy asequible en Kenia. Las comunidades rurales de Kenia se han visto transformadas gracias a que con esta electricidad se han introducido las bombas de agua solares dando agua potable, además de iluminación, y con ello el control de distintas enfermedades [16].

También ha mejorado la agricultura, ya que cada vez se utilizan más los sistemas de riego solar. Además, que las fábricas también instalan placas solares en sus tejados para minimizar los costes de la electricidad. Vemos el crecimiento exponencial en la figura 8.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) estima que para 2040 la energía solar fotovoltaica representará un alrededor de un 46% de las tecnologías de generación de energía en África subsahariana. Hay que tener en cuenta que en Kenia no falta el sol debido a su localización tan cercano al ecuador, con un nivel de insolación de 4-6KWh/m².

En otros países el uso de la energía renovable es mucho más gradual, mientras que en Kenia mucha parte de la población vive completamente de la energía verde.

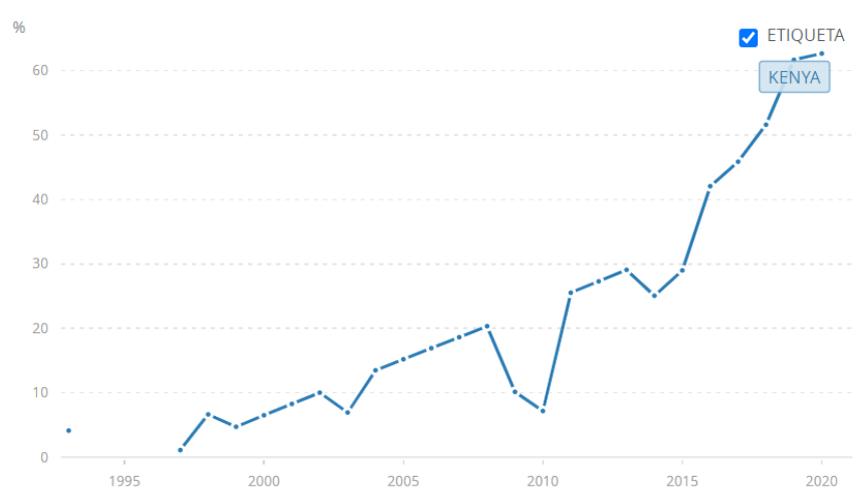


Figura 8: Acceso a la electricidad en el sector urbano en Kenia (% de la población urbana)[17]

2.7.2 PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD

Según datos de la Agencia Internacional de Energía, en 2019, la producción total de electricidad en Kenia fue de 11,7 TWh de los cuales el 47% se generó a través de energía hidroeléctrica, el 29% a través de energía geotérmica, el 11% mediante térmica, y el 9% a través de energía solar y eólica.

Según datos de Red Eléctrica de España, en 2020, la producción eléctrica en España fue de 266,5 TWh, de los cuales 21% se generó a través de energía eólica, el 10% a través de energía solar, el 20% mediante energía nuclear, el 20% mediante carbón y gas y el resto a través de otras fuentes.

En la figura 9 se aprecia el avance de la producción de energía a partir de fuentes de renovables hasta 2015 viendo que en Kenia esta producción supera a España.

Por lo tanto, Kenia depende principalmente de la hidroeléctrica y la geotérmica y España ha sido capaz de desarrollar una capacidad en energía eólica y solar.

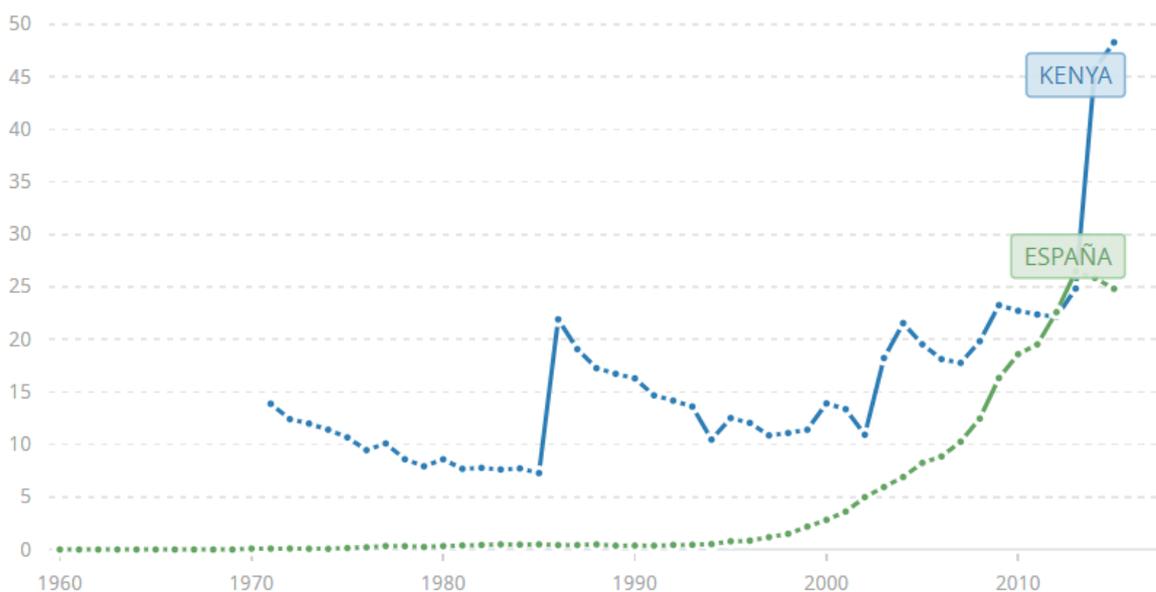


Figura 9: Producción de electricidad a partir de fuentes renovables, sin la hidroeléctrica (% del total)[18]

2.7.3 PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD A PARTIR DEL PETRÓLEO

En Kenia el petróleo es una de las principales fuentes de energía. El informe de la Autoridad Reguladora de Energía y Petróleo (EPRA) predice un aumento en el desarrollo de energía geotérmica en Kenia.

Según el informe de Estadísticas de Energía y Petróleo de 2021 [20] la energía geotérmica sigue siendo una fuente importante de electricidad, en el ciclo 2020/2021 el 48,4% de la energía total se generó a partir de este tipo de energía. Actualmente, la energía geométrica se aprovecha en el Proyecto Geotérmico Menengai de GDG, el proyecto geotérmico Baringo-Silai de GDC, los campos Olkaria y Eburru [19].

Sin embargo, España ha pasado de en 1990 generar el 40% de su energía a partir del carbón al 2% que se generó en 2021. Esto se debe a que España ha apostado por la importación de gas, plantas regasificadoras y medidas de ahorro energético [21].

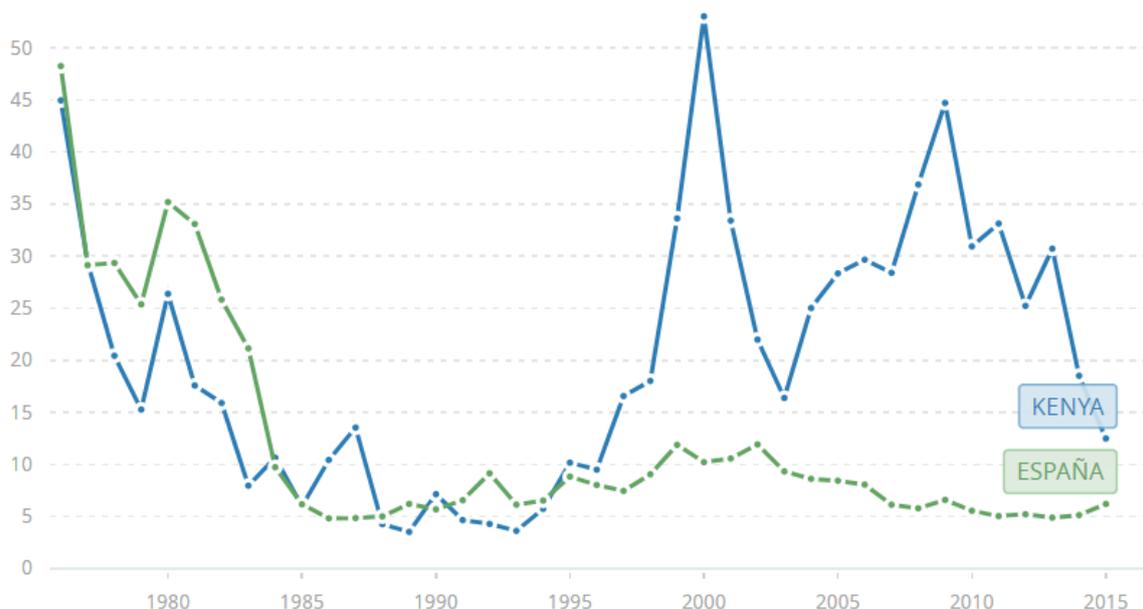


Figura 10: Producción de electricidad a partir del petróleo (% del total) [22]

2.7.4 CONSUMO DE LA ELECTRICIDAD

Según datos de la Agencia Internacional de La energía, en 2019, el consumo de Kenia fue alrededor de 180 KWh, mientras que en España fue alrededor de 5.500 KWh. Se demuestra que en Kenia el acceso a la electricidad es muy limitado comparado con España.

Además, el consumo total en España es mucho mayor que en Kenia. Según datos de Red Eléctrica de España, en 2020, el consumo total fue de 247,5 TWh, mientras que en Kenia fue alrededor de 10,8 TWh.

En conclusión, en España hay un alto consumo de electricidad debido al desarrollo actual económico y en Kenia el acceso está limitado y por eso el consumo es mucho menor que en España.

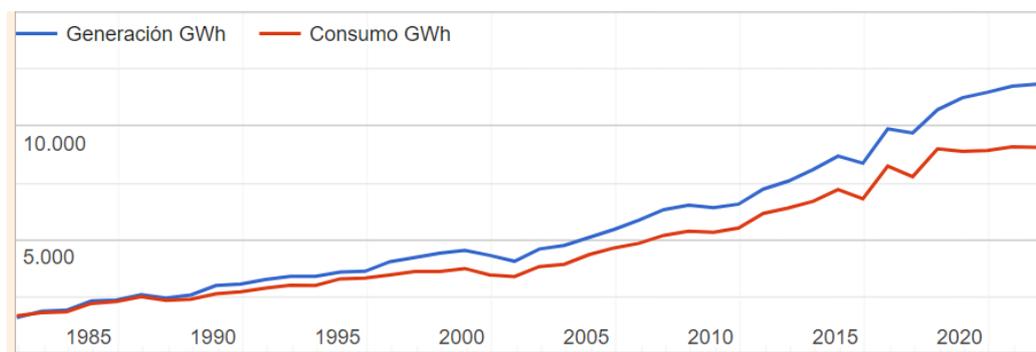


Figura 11: Consumo de electricidad en Kenia [23]

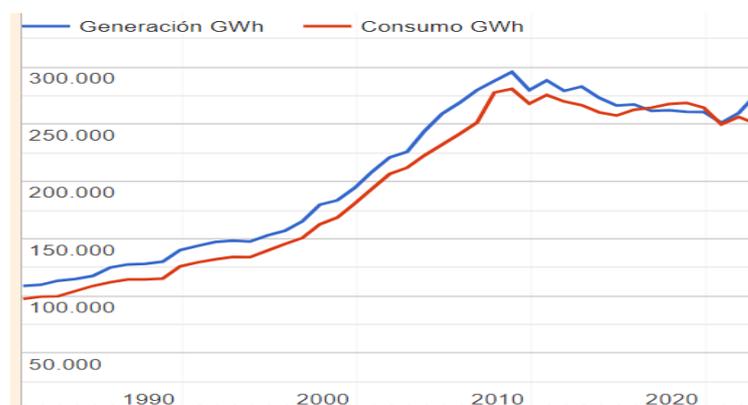


Figura 12: Consumo de electricidad en España [23]

Capítulo 3. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

En este capítulo se van a describir las herramientas utilizadas durante este proyecto. Se va a hablar primero de PowerBI, aquí es donde se va a mostrar la información unificada de las tres páginas webs de donde se obtiene la información. También se explicará que es una API ya que es la forma de la que se obtendrá la información. Después se hablará de las 3 fuentes de información, las páginas Energomonitor, Victron y Sunny Portal (SMA).

3.1 POWERBI

PowerBI es una plataforma de análisis de datos empresariales de Microsoft que se lanzó en 2014. Permite a los usuarios conectarse a una amplia variedad de fuentes de datos, permite crear informes y paneles interactivos, además de visualizaciones. Las características fundamentales de PowerBI son las siguientes:

- a. La conectividad de datos ya que te permite la conexión a una amplia selección de fuentes de datos como archivos de Excel, datos en tiempo real, servicios en línea o en la nube y otros orígenes de datos.
- b. Se integra con otras herramientas de Microsoft, como Excel o SharePoint. Gracias a esto los usuarios pueden aprovechar y crear datos y soluciones más completos.
- c. Los paneles interactivos que permiten personalizar los datos con tablas, gráficos mapas, y así se puede analizar y entender mejor los datos.

3.1.1 ¿PORQUÉ POWERBI?

A la hora de escoger una plataforma en la que pudiera mostrar información de forma visual y sencilla para personas sin muchos conocimientos tecnológicos pensé en PowerBI. Esta plataforma la cursé en una asignatura en tercero de carrera (Visualización de datos) y vi que estaba enfocado a la creación de visualizaciones a partir de tablas de bases de datos.

Me pedían crear un panel interactivo donde se unificará la información de tres páginas distintas. Esta aplicación te da la opción mediante APIs, entre muchas cosas, conectarte a la página web y mostrar la información de forma sencilla y visual para que su información sea claramente entendible para todo el mundo.

3.2 API

Api significa Interfaz de Programación de Aplicaciones. Son un conjunto de funciones que hace que se puedan crear aplicaciones. Permite acceder a los datos de otras aplicaciones o de otros sistemas. Gracias a las APIs se pueden comunicar dos aplicaciones y traspasarse datos.

Un ejemplo sería skyscanner, recopilan información de aviones y hoteles mediante APIs. También si se realiza una reserva a través de esta web, se usará un api para confirmarla al proveedor de donde han sacado la información.

3.2.1 ¿PARA QUÉ SIRVE UNA API?

Una razón principal es la capacidad de integración de sistemas, que es justo lo que se quiere conseguir en este trabajo. Quiero que la información que emiten los sensores que hay ubicados en el poblado se integré con PowerBI y así poder mostrar la información de una manera personalizada.

Gracias a las Apis se puede mejorar el funcionamiento del sistema ya que lo que quiere conseguirse es que al mostrar la información de forma original y se mejore lo que ya estaba hecho. Con esto también se pretende que el cliente, en este caso Nyumbani, pueda mejorar la forma de recibir e interpretar los datos.

3.2.2 ¿CÓMO FUNCIONAN LAS APIS?

Se ubican entre una aplicación y el servidor web, funcionando como una capa intermediaria que hace que los datos se procesen cuando se están transfiriendo. La API hace una llamada al programa externo y el servidor va a enviar la respuesta con la información que se está solicitando.

3.3 *ENERGOMONITOR*

Gracias a esta aplicación se recibe información en tiempo real sobre dos tipos de sensores: sensores de energía y de temperatura. Dentro de los sensores de energía tenemos 8 sensores funcionando: 6 sensores en alterna y 2 en continúan. Además de los 3 sensores de temperatura.

En el recinto del High School de Nyumbani hay aulas, laboratorios, administración y el comedor. Las aulas y laboratorios tienen sus propios paneles solares para poder tener iluminación. Sin embargo, el High School IT (ver figura 13) tiene una pequeña red de distribución que da energía a el colegio, al comedor, a la cocina y a la administración. Los sensores de energía y temperatura están aquí ubicados para medir el consumo y generación de esta parte del poblado.



Figura 13: Distribución del High School

3.4 VICTRON ENERGY (VRM)

Con esta página web podemos ver como de descargada está la batería, a la vez que el voltaje, la corriente y la temperatura de esta. Gracias a una serie de gráficos se puede comparar cuanto se ha consumido de la batería, del generador, del grid o del solar. Los sensores que miden estas medidas están ubicados en el Clinic.



Figura 14: Vista aérea del Clinic de Nyumbani Village

3.5 *SUNNY PORTAL (SMA)*

En esta plataforma voy a obtener la información correspondiente a la energía y potencia del Solar Farm (figura 15). Se muestra información sobre la potencia y energía fotovoltaica, información general sobre la planta y una comparación anual.



Figura 15: Visión aérea del Solar Farm y CVTC

En la parte de la izquierda de la figura 15 se puede observar el Solar Farm, está junto al politécnico, donde se encuentran las aulas para las formaciones profesionales. El Solar Farm da electricidad a todo el politécnico, al social hall, al granero, a la administración y a los contenedores. Las conexiones están hechas de manera subterránea

Capítulo 4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

4.1 NYUMBANI KENIA

Amigos de Nyumbani es una ONG que trabaja en colaboración con la organización Nyumbani, ubicada en Kenia. Nyumbani, que significa “hogar” en suajili, es un programa de atención y apoyo a niños y familias afectadas por el SIDA. Es un grupo de personas que voluntariamente trabajan por un mundo más justo. Son una asociación sin ánimo de lucro que se fundó en 2007 y trabajan para solucionar la vida de niños huérfanos debido a la pandemia del sida. Children Of Good Relief Institute (COGRI) es la organización que está a cargo de la gestión de Nyumbani [24].

La ONG Amigos de Nyumbani tiene como objetivo brindar apoyo financiero y promover la conciencia sobre la situación de los niños afectados por el SIDA en Kenia. Realizan campañas de recaudación de fondos, donaciones y colaboraciones para así asegurar el crecimiento y sostenibilidad de los programas de Nyumbani.

El Padre Ángelo D’Ángostino, sacerdote jesuita, médico cirujano y psiquiatra, fue un gran luchador por los derechos de estos niños con una situación de vulnerabilidad debido al SIDA a los que llamó “los hijos de Nyumbani” [24]. Lucho para conseguir los medicamentos imprescindibles, muy escasos en África. También, luchó contra la estigmatización de los niños con SIDA que les impedía asistir a las escuelas públicas en Kenia.

En 2004 ganó una demanda que presentó contra el gobierno de Kenia, lo que le permitió regresar a los centros estatales. El padre D’Ángostino llenó la sala del tribunal con niños de Nyumbani, lo que pudo haberle ayudado a ganar esta batalla [24].

En 2019 se publicó una obra biográfica del fundador de Nyumbani, el padre D'Ángostino, que narra su camino hasta la fundación de Nyumbani [24]. Primero fue el Home (orfanato cerca de Nairobi), le siguió Lea Toto (programa que ayuda a los barrios más pobres de la capital keniana) y el laboratorio de diagnóstico, y por último Nyumbani Village.

El padre D'Ángostino no solo ha salvado la vida de cientos de niños con SIDA, si no que ha creado un lugar para los niños olvidados en Kenia, y les ha dado un lugar donde pueden recuperar sus vidas en un ambiente familiar y vivir acorde a su cultura.

Entre los principales proyectos y actividades de la ONG se incluyen los siguientes [24]:

- Apoyo a Nyumbani Children's Home: La organización se dedica a recaudar fondos para respaldar el funcionamiento de Nyumbani Children's Home, un hogar de acogida para niños que viven con VIH/SIDA. Se brinda atención médica, educación, nutrición y apoyo psicológico a los niños residentes.
- Programa de adopción: Amigos de Nyumbani facilita el proceso de adopción de niños de Nyumbani Children's Home por familias interesadas en proporcionar un entorno seguro y amoroso para los niños afectados por el VIH/SIDA.
- Becas educativas: La organización da becas a jóvenes que están afectados por el VIH/SIDA para que puedan acceder a una educación de calidad y tener oportunidades en el futuro.
- Programas de microcréditos: Amigos de Nyumbani implementa programas de microcréditos para ayudar a las personas afectadas por el VIH/SIDA a establecer pequeños negocios y generar ingresos sostenibles.
- Concientización y sensibilización: La ONG lleva a cabo campañas de concienciación y educación sobre el VIH/SIDA, con el objetivo de reducir la discriminación y el estigma asociados a la enfermedad y promover la prevención.



Figura 16: Logo Amigos de Nyumbani

4.1.1 NYUMBANI VILLAGE

Nyumbani Village es una aldea donde conviven dos generaciones (abuelos y nietos) afectados por la pandemia del VIH/SIDA. Aquí ambas generaciones han perdido a sus seres queridos y conviven y se cuidan entre ellos. La aldea se crea en 2006 con la principal idea de que las personas de tercera edad que han perdido a sus hijos por el VIH cuiden de niños que tienen el mismo problema, así es un beneficio para ambas partes. Así, los niños se sienten cuidados por esa figura adulta que tanto necesitan y los abuelos no van a tener ese sentimiento de soledad por la falta de sus hijos.

La aldea está construida sobre un terreno de 400 hectáreas bajo las características de aldea africana donde está edificado lo siguiente: 100 casas con capacidad de un máximo de 1000 niños, unos 10 niños por casa junto con un abuelo o abuela, esto es lo que se denomina una unidad familiar. También cuenta con un centro comunitario, una escuela de primaria y una de secundaria, dos centros politécnicos (para trabajar madera y metal), un centro sanitario, una casa de invitados, campos de juego, un huerto y una unidad administrativa de policía. Además, tiene una red de caminos y carreteras (ver figura 17). Actualmente hay 495 niños, 402 niñas, 81 abuelos y 14 abuelas



Figura 17: Mapa de Nyumbani Village

Nyumbani Village es un claro ejemplo de desarrollo y eficacia en temas de sostenibilidad. Se apostó por uso de energías renovables desde el principio. Antes de 2014 la energía para iluminar las aulas provenía de paneles fotovoltaicos individuales y los generadores de gasolina daban energía a los ordenadores, el bombeo del agua o los talleres de los politécnicos. A partir de 2014 se instaló un huerto solar que llevo a cabo Energía Sin Fronteras, para suministrar energía a todo lo que consumía energía generada a través de los generadores de gasoil. [24]



Figura 18: Alumnos en la escuela de Nyumbani



Figura 19: Placas solares en Nyumbani. Fuente: Elaboración propia

4.2 ENERGÍA SIN FRONTERAS

En el apartado de antecedentes ya se ha mencionado una introducción sobre este tema. En 2014 Energía Sin Fronteras llevó energía solar a estudiantes huérfanos del VIH/SIDA en Kenia. Se inauguró un huerto solar en Nyumbani Village que constaba con 44.280 Vatios formado por 216 paneles solares de 205 vatios cada uno, lo vemos en la figura 19 [25]. Estos paneles se establecieron para abastecer de energía a los centros que componen la aldea de formación profesional y así ahorrar en gasto energético. Con esta instalación se quería fomentar el conocimiento de energías limpias.

Se vieron beneficiadas unas 4.000 personas, entre ellos los 1000 niños que componen la aldea, los 100 abuelos y los 100 estudiantes de la escuela de formación. Asimismo, un grupo de personas fueron formadas para el mantenimiento del huerto, para así poder asegurar que sigue siendo un proyecto sostenible [26].

El proyecto lo financiaron las empresas Iberdrola, Generalia, SMA, Praxia, HidroCantábrico, Sönnesnschein y SunPower. Al acto de graduación asistieron representantes del gobierno de Kenia y el embajador de España allí, Don Javier Herrera. En ese momento la directora de Nyumbani Village era sister Mary Owens de origen irlandés que consideró que el proyecto se adaptaba al objetivo de Nyumbani de sostenibilidad [25].

El huerto solar entró en servicio en marzo de 2014 con el objetivo de proveer alrededor de 50 KW de energía eléctrica. Esto equivale en España para iluminar un edificio de cinco plantas con unos 1200 metros cuadrados por planta. Se quería utilizar esta energía inicialmente para iluminar la escuela de formación, y en las horas que no se utilizase el centro (las horas de las comidas y fines de semana) esta energía se quería destinar al bombeo de agua de la aldea. El huerto produce energía con posibilidad de bombear 10 metros cúbicos de agua por hora, esto en sus horas de máxima insolación [25]. No obstante, se cambió el plan inicial y se movieron 96 de los 216 paneles para que se dedicaran al bombeo del agua exclusivamente. Por lo tanto, ahora en el huerto solar quedan 120 paneles solares.

Antes de 2014 la energía que se necesitaba para las máquinas del centro politécnico y el bombeo del agua era suministrada por los generadores de gasoil, esto costaba 30.000€ al año. Gracias a la instalación que hizo Energía Sin Fronteras se ahorraron 10.000 litros de diésel, esto ha hecho que se haya podido destinar el dinero a otros servicios. [25].



Figura 20: Huerto solar instalado en Nyumbani. Fuente: Energía Sin Fronteras

En la figura 21 se aprecian los equipos que SMA utilizó para el proyecto y que aún están en funcionamiento y generan energía [27] :

- 2 inversores fotovoltaicos Sunny Tripower 15000 TL-EE con un rendimiento del 98,4%.
- 6 inversores de batería Sunny Island 6.0H
- Sunny Island Multicluster Box y el equipo de monitorización SMA Sunny WebBox

La combinación es perfecta para abastecer la zona de Kitui, ya que los medios energéticos son escasos. En el capítulo descripción del trabajo se elaborará más sobre los dispositivos instalados.



Figura 21: Dispositivos instalados. Fuente: Elaboración propia

4.3 PROYECTO SEMILLA SOLAR

En África cada día está más claro que el desarrollo debe llevarse a base de energías renovables, la ONG Amigos de Nyumbani comparte esta visión. La falta de acceso a Kenia como se ha mencionado antes al compararlo con España es uno de los principales obstáculos para su desarrollo socioeconómico. Por eso, es muy importante la idea de desarrollar energía sostenible y hacerlo de la mano de los mejores profesionales del sector. Crear un proyecto rodeado de expertos facilita su sostenibilidad a largo plazo [29].

El proyecto Semilla Solar se basa en la formación de cuatro electricistas e instaladores en energía solar. El proyecto duró 6 meses en los que un profesional transmitió sus conocimientos tecnológicos a Benson, Alex, Godfrey y Raphael y estos consiguieron completar su formación con mérito.

Gracias a las empresas ya mencionadas que ayudaron con la financiación y al esfuerzo de Energía Sin Fronteras liderado por el ingeniero Carlos Muñoz se instalaron los 216 paneles que proporcionan energía a los talleres del Centro de Formación Profesional (CVTC) [29].

Gracias a este proyecto la aldea es autosuficiente en el mantenimiento de este huerto solar, siendo Benson el encargado de mantenerlo en la actualidad. Con todo este progreso, se ha creado un plan de estudio en más profundidad sobre la electricidad y la energía solar que se estudia en menos de cuatro años en el CVTC de la aldea. Este programa aprovecha al máximo la energía solar que hay en este territorio y como se transforma y rentabiliza esta energía, mejorando la vida rural de la aldea.



Figura 22: Politécnico de Nyumbani Village. Fuente: Matimex



Figura 23: Proyecto Semilla Solar. Fuente: Matimex

4.4 GENERACIÓN ACTUAL

Han pasado nueve años desde la instalación de los paneles solares en Nyumbani Village y ahora mismo hay cinco puntos de generación solar activos sin tener en cuenta las instalaciones de autoconsumo que tiene cada casa. En la tabla 7 vemos estos puntos de generación, estas son las instalaciones que existen en el Solar Farm, los dos pozos de agua potable, la clínica y el High School [30].

Puntos de generación solar	Nº de paneles	Wattios pico por panel	Potencia pico de la instalación (Wp)
Solar Farm	120	205	24.600
Booster	44	205	9.020
Government Pump	44	205	9.020
Clínica	8	320	2.560
High School I	20	160	3.200
High School II	8	235	1.880

Tabla 7: Puntos de generación de energía solar en Nyumbani [30]

4.5 SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN ACTUAL

Para llevar un control de toda la producción y consumo de la energía se realizaba a través de las tres páginas web que se han mencionado en el apartado de descripción de las tecnologías (*Capítulo 3*. Las tres páginas webs: SMA, VRM y Energomonitor son plataformas en línea que ofrecen distintos servicios relacionados con la gestión y monitorización de la energía.

- **SMA** que es un fabricante líder en el campo de inversores solares y sistemas de gestión de energía fotovoltaica. En esta página web encontramos información detallada sobre los servicios relacionados con la energía solar, además de especificaciones técnicas sobre la planta. Además, SMA ofrece herramientas de diseño y simulación para la planificación de los sistemas solares
- **VRM** (Victron Remote Management) es una plataforma en línea desarrollada por Victron Energy, especializada en sistemas de energía autónomos, como los sistemas solares, las baterías y los equipos de energía móvil. Gracias a esta página web se puede monitorear y controlar los sistemas de energía en tiempo real. Se ven visualizaciones y gráficas de datos de rendimiento, alarmas y notificaciones, y herramientas de análisis para optimizar el rendimiento y la eficiencia energética.
- **Energomonitor** permite a los usuarios monitorear y gestionar su consumo de energía en tiempo real. Gracias a esta plataforma se ofrecen soluciones para medir y registrar los datos de consumo eléctrico en las casas y en el entorno. La información se muestra a través de gráficos interactivos.

Los 3 sistemas brindan información, herramientas y servicios relacionados con la gestión, monitorización y optimización de la energía, ya sea en el ámbito de la energía solar o en el control del consumo eléctrico. Cada plataforma está diseñada para ayudar a los usuarios a maximizar la eficiencia y el rendimiento de sus sistemas energéticos. Para ver la información de cada plataforma hay que acceder con un usuario concreto y una contraseña, lo cual hace que el acceso a esta información está limitado a un número concreto de personas.

Capítulo 5. DEFINICIÓN DEL TRABAJO

5.1 INTEGRACIÓN DE DATOS MEDIANTE APIS

Refiriéndome al capítulo anterior, en el cual se describieron las tres páginas webs utilizadas para gestionar y monitorear la producción y consumo de energía: SMA, VRM y Energomonitor. Estas plataformas proporcionan información detallada, herramientas y servicios relacionados con la energía solar y el control del consumo eléctrico. SMA se enfoca en inversiones solares y sistemas de gestión de energía fotovoltaica, VRM permite monitorear y controlar sistemas de energía fotovoltaica, VRM permite monitorear y controlar sistemas de energía autónomos en tiempo real, y Energomonitor permite medir y registrar el consumo eléctrico en tiempo real. Cada plataforma está diseñada para maximizar la eficiencia y el rendimiento de los sistemas energéticos. El acceso a la información está restringido a los usuarios mediante credenciales de inicio de sesión.

En este capítulo exploré la importancia de la integración de datos de múltiples fuentes para el análisis y la toma de decisiones informadas, y me gustaría justificar por qué estoy utilizando APIs para poder recopilar información de las ya mencionadas tres páginas webs.

La integración de datos provenientes de distintas fuentes que se ha convertido en una práctica muy utilizada en diversos sectores, ya que permite obtener una visión global y precisa de la información. En mi estudio, he identificado que la recopilación y consolidación de datos de las páginas web SMA, VRM y Energomonitor resulta muy importante para obtener una imagen completa del rendimiento de los sistemas de energía solar y el consumo energético asociado que se produce en la aldea de Nyumbani.

La utilización de APIs desempeña un papel fundamental en este proceso, ya que permiten la extracción automatizada y programada de datos de las páginas web mencionadas. Al utilizar estas interfaces de programación de aplicaciones, se establece una conexión directa con las plataformas y sistemas que alojan la información relevante.

De esta manera, se logra un análisis preciso y eficiente de los datos necesarios, evitando así el proceso manual y propenso a errores que implicaría ingresar a cada página web de forma individual para obtener los datos requeridos.

Un aspecto clave que hace que esta integración de datos mediante APIs sea especialmente valiosa es el ahorro significativo de tiempo y recursos. Al automatizar el proceso de recopilación de datos, se libera al usuario que quiera acceder a los datos de la tarea molesta y consumidora de tiempo de buscar y extraer manualmente la información de cada página web. En cambio, la utilización de APIs permite programar actualizaciones periódicas y automáticas de los datos, asegurando así que Power BI cuente con la información más actualizada y relevante para su análisis y visualización.

Otro beneficio importante de integrar datos de las páginas web SMA, VRM y Energomonitor en Power BI radica en la posibilidad de realizar análisis integrales y avanzados. Al combinar información de múltiples fuentes, se pueden identificar correlaciones, patrones y tendencias que de otra manera podrían pasar desapercibidos. Por ejemplo, al comparar los datos de rendimiento de SMA y VRM, se pueden identificar discrepancias y optimizar el funcionamiento de los sistemas de energía solar. Además, al complementar estos datos con información de consumo energético de Energomonitor, se obtiene una imagen completa del impacto energético y se pueden tomar decisiones más informadas sobre eficiencia y ahorro energético.

La capacidad de visualización que ofrece Power BI también tiene un papel fundamental en la utilidad de esta integración de datos. Mediante la creación de paneles y gráficos personalizados, se puede presentar la información extraída de las páginas web de manera clara, concisa y fácilmente comprensible. Esto facilita la identificación de áreas críticas, el monitoreo del rendimiento y la generación de informes detallados, lo que a su vez ayuda en la toma de decisiones estratégicas basadas en datos precisos y actualizados.

5.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PÁGINAS WEB

En este apartado se va a proporcionar una descripción detallada de las tres plataformas utilizadas para gestionar y monitorear la energía. Cada plataforma ofrece servicios y herramientas específicas que contribuyen a la gestión y optimización de la energía. En el capítulo anterior (4.5) se especifica con detalle sobre las funcionalidades y servicios ofrecidos por cada plataforma.

5.2.1 ENERGOMONITOR

Energomonitor proporciona información detallada sobre el uso de energía en tiempo real, lo que ayuda a identificar áreas de mejora y a tomar medidas para reducir el consumo y los costos. Tiene gráficos interactivos donde se visualiza el consumo de la energía y se obtiene información sobre el uso de esta. Gracias a esto se puede identificar en que áreas hay que mejorar y así tomar medidas para reducir el consumo y mejorar la eficiencia energética.

Los sensores están ubicados en el High School. En la figura 24 vemos como están instalados los sensores en el High School. En la imagen de la derecha se aprecia un sensor de DC y a la izquierda dos de los cinco sensores AC. En la figura 25 se ve la instalación total.



Figura 24: sensores que miden la energía consumida y producida



Figura 25: Instalación del High School

Los sensores están ubicados en el High School IT, este edificio tiene una pequeña red de distribución que da energía a el colegio, al comedor, a la cocina y a la administración. Los sensores de energía y temperatura están aquí ubicados para medir el consumo y generación de esta parte del poblado.

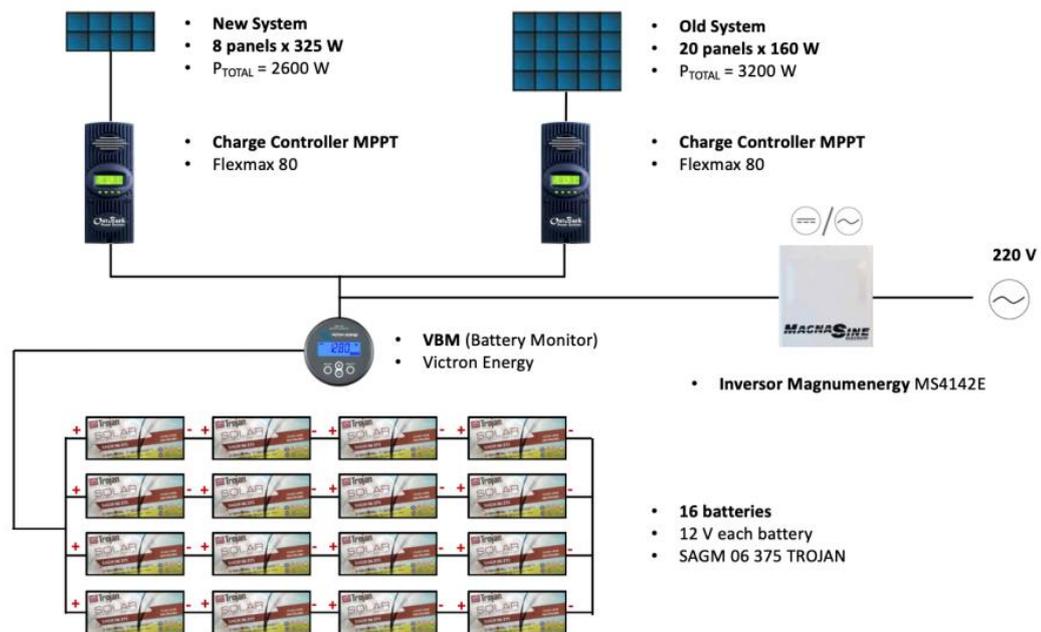


Figura 26: Vista área de Nyumbani Village y fachada principal del High School

En la figura 27 se presenta un esquema de la instalación fotovoltaica del High School. Hay dos grupos de generadores fotovoltaicos:

- Uno más antiguo de 20 paneles de 60W
- Uno más moderno de 8 paneles de 324W

Cada grupo lleva un regulador de carga Flexmax 80 y todo esto está conectado a un banco de 16 baterías y a un inversor de Magnum de 4.000 VA entregando alterna a 220V. Se instalaron unos sensores AC a la salida del inversor y otros DC a la entrada de las baterías y en los paneles



Figura

Figura 27: Esquema instalación fotovoltaica del High School

En la instalación que se observa en la figura 25 hay dos sensores de corriente alterna, el sensor 1 y el sensor 2, ambos con 3 posibles conexiones. El sensor 1 cuenta con las conexiones 1, 2 y 3 y el sensor 2 cuenta con las conexiones 4, 5 y 6. La conexión 1 y 2 muestra la misma información ya que están conectados a la salida total de la energía y la conexión 3 de momento está deshabilitada, a falta de sensor.



Figura 28: Sensor 1 y 2 que miden corriente alterna. Fuente: Elaboración propia

Hay un sensor, el número 3 que mide la temperatura. De este sensor salen tres conexiones en las que dos conexiones miden la temperatura de las baterías a las que están conectados y otro sensor mide la temperatura ambiente. En este caso las medidas son muy parecidas ya que las baterías funcionan a la misma temperatura. Apreciamos el sensor en la figura 29.



Figura 29: Sensor de temperatura. Fuente: Elaboración propia

Por último, tenemos el sensor de corriente continua, el sensor 4. De este sensor salen dos conexiones en las que se mide la energía que hay en corriente continua, como la de los paneles. En la figura 30 vemos que las conexiones están en las salidas 4 y 5 cuando deberían estar en la 1 y 2 para poder ver los datos. Ya se han cambiado para así poder visualizar los datos.

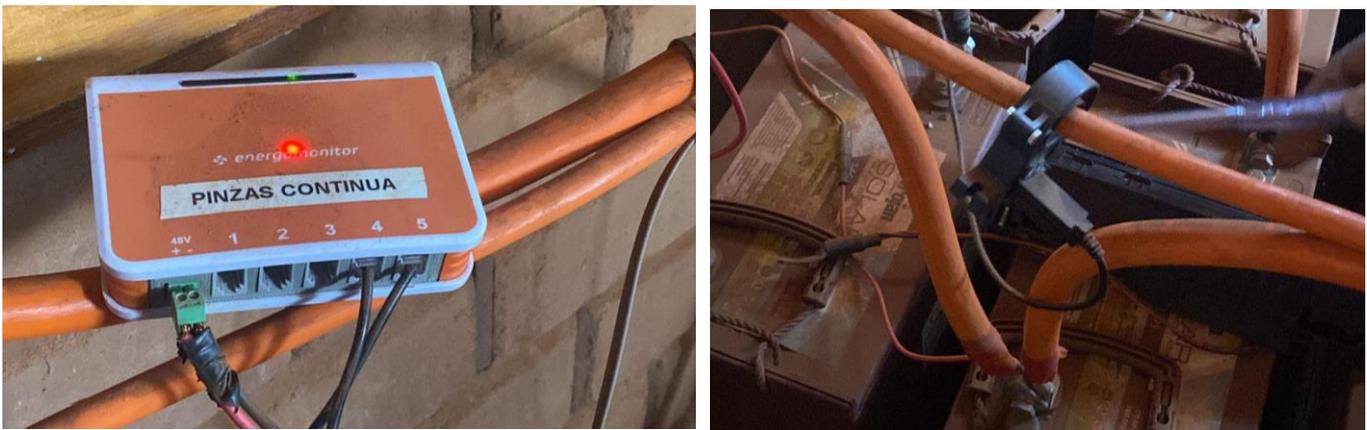


Figura 30: Sensor de corriente continua. Fuente: Elaboración propia

Toda esta información además de verlo en la página web hay un dispositivo llamado Homebase en el que se muestra la información (figura 31). En este dispositivo hay canales en los que se ha configurado que se muestre la información que recibe cada sensor.



Figura 31: Energomonitor Homebase. Fuente: Elaboración propia

Al meternos en la página web se observan tres opciones: tablero principal, electricidad o temperatura. Las tres opciones son una serie de visualizaciones en las que se muestran información general, información sobre los sensores de temperatura y sobre los sensores de electricidad.

5.2.1.1 Tablero principal

En este tablero se va a mostrar una información general sobre los distintos sensores que hay instalados en la aldea que monitorizan la energía producida en el High School. Cabe destacar que cuando pone Kylmos Engineering es el nombre de la empresa que lleva a cabo la suscripción a la plataforma, en este caso la empresa de mi coordinador de Trabajo Fin de Grado, Miguel Riaza.

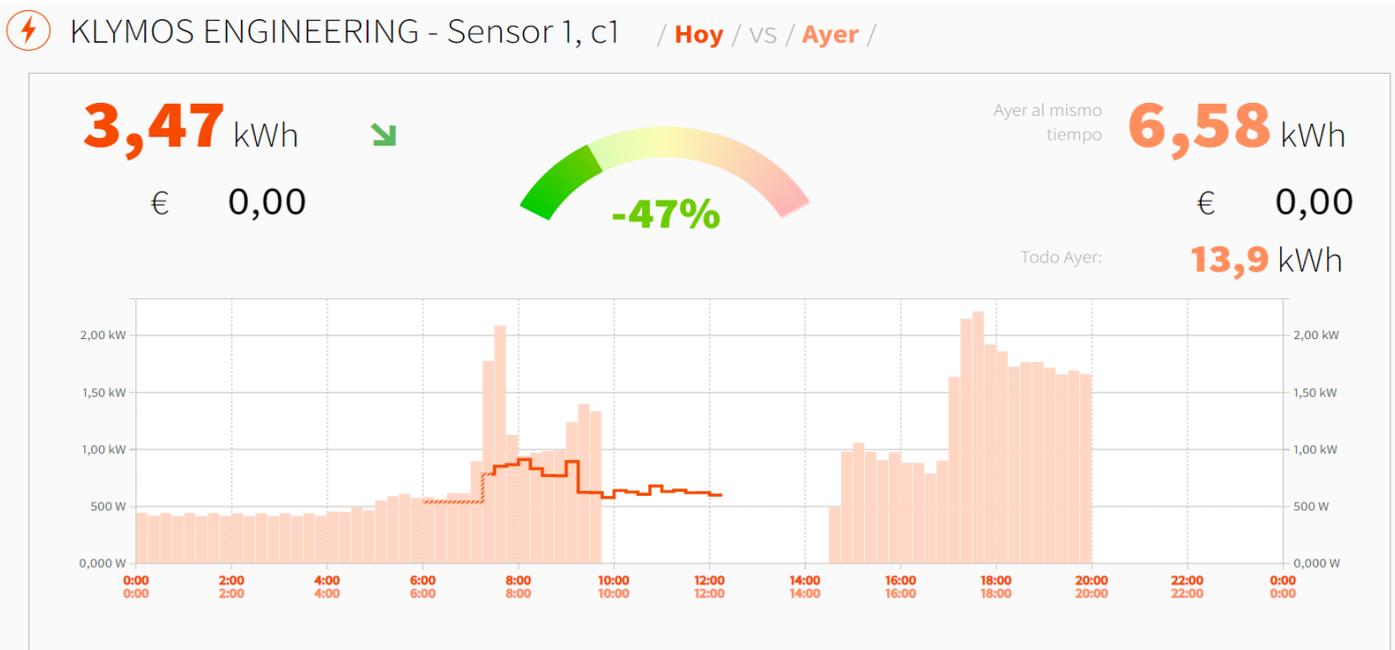


Figura 32: Comparación ayer vs hoy del sensor 1, 1

En la figura 32 apreciamos una comparación que se hace con uno de los sensores que más información muestran, el sensor 1, 1. Energomonitor nos compara la energía que este sensor recogió en el día anterior y nos la compara con la que se recoge en el día de hoy. El día de esta captura es el 15 de junio de 2023. En naranja claro vemos la energía del día de ayer en forma de gráfica cuadrada, apreciamos que hay un parón entre las 10 de la mañana y 2 de la tarde debido que a veces los sensores se desconectan por falta de conexión wifi. En las horas que no hay luz la energía es menor que en las horas que hay luz.

La línea naranja oscura nos muestra la información respecto hoy, como son las 12:15 de la mañana solo hay información hasta esta hora. Se puede apreciar que también se nos muestra los kilovatios totales del día de ayer y los acumulados a día de hoy.

Esta comparación es muy eficiente a la hora de saber con exactitud en que momentos del día se está generando más energía para así poder llevar un seguimiento más detallado de los momentos óptimos del consumo.



Figura 33: Kilovatios en el momento actual de cada sensor

En la figura 33 vemos la información actual, es decir, en el momento en el que accedemos a la web. Al ser un tablero principal solo muestra la información que se considera más relevante. Como veremos a continuación, hay posibilidad de tener 6 sensores de AC instalados, pero actualmente solo hay 5. El sensor 4 muestra la información de los sensores de DC instalados, en este caso hay 2.

⚡ KLYMOS ENGINEERING - Sensor 1, c1 / junio / vs / mayo /

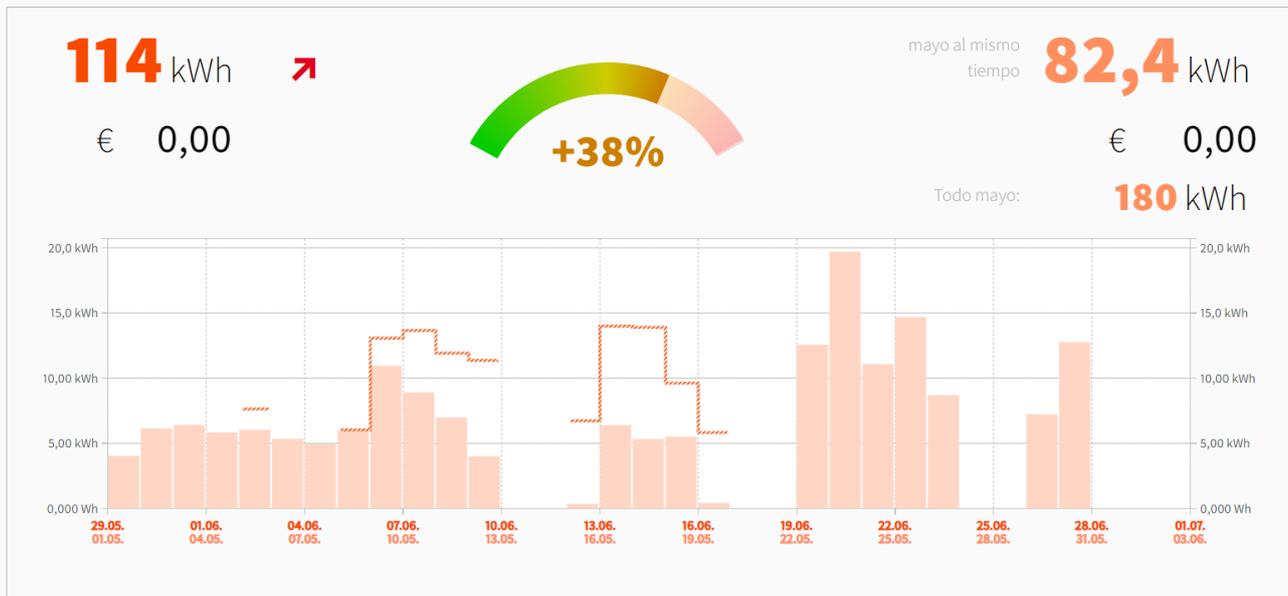


Figura 34: Comparación por meses del sensor1 1

Otra gráfica que nos muestra Energomonitor en el panel principal es lo que vemos en la figura 34: una comparación por meses. En este caso, es el mes actual (junio) con el mes de anterior (mayo).

Debido a los fallos de conexión, hay diversos días en los que no se registra información, por eso hay franjas en blanco. En junio de momento vemos que hay más generación de energía ya que los días son más largos y la luz del sol es más duradera.

El porcentaje que se muestra se refiere al porcentaje de energía generado con respecto al mes anterior.

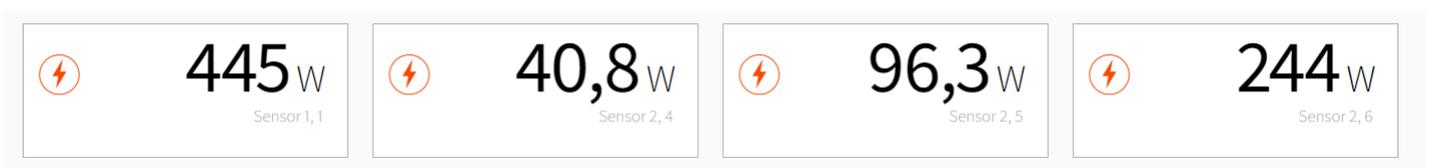


Figura 35: Kilovatios actuales en el poblado

Lo último que se nos muestra en el tablero principal (figura 35), son 4 de los 5 sensores de alterna que están recibiendo información sobre la energía generada.

5.2.1.2 Electricidad

Si la opción es ver la información sobre la electricidad se nos va a mostrar la información de los 2 sensores de alterna y el sensor de continua que hay instalados en el High School: Sensor 1 conexiones 1 y 2 y sensor 2 conexiones 1, 2 y 3. Como se ha comentado antes la conexión 3 del sensor 1 no está configurada a falta de sensor. Respecto a la corriente continua es el sensor 4 con conexiones 1 y 2. Todo esto se aprecia en la figura 36.

Es importante destacar que las conexiones 1 y 2 del sensor 1 están conectados en el mismo sitio como se aprecia en la figura 24. Por eso las medidas que nos dan estos sensores van a ser muy parecidas, si no iguales.

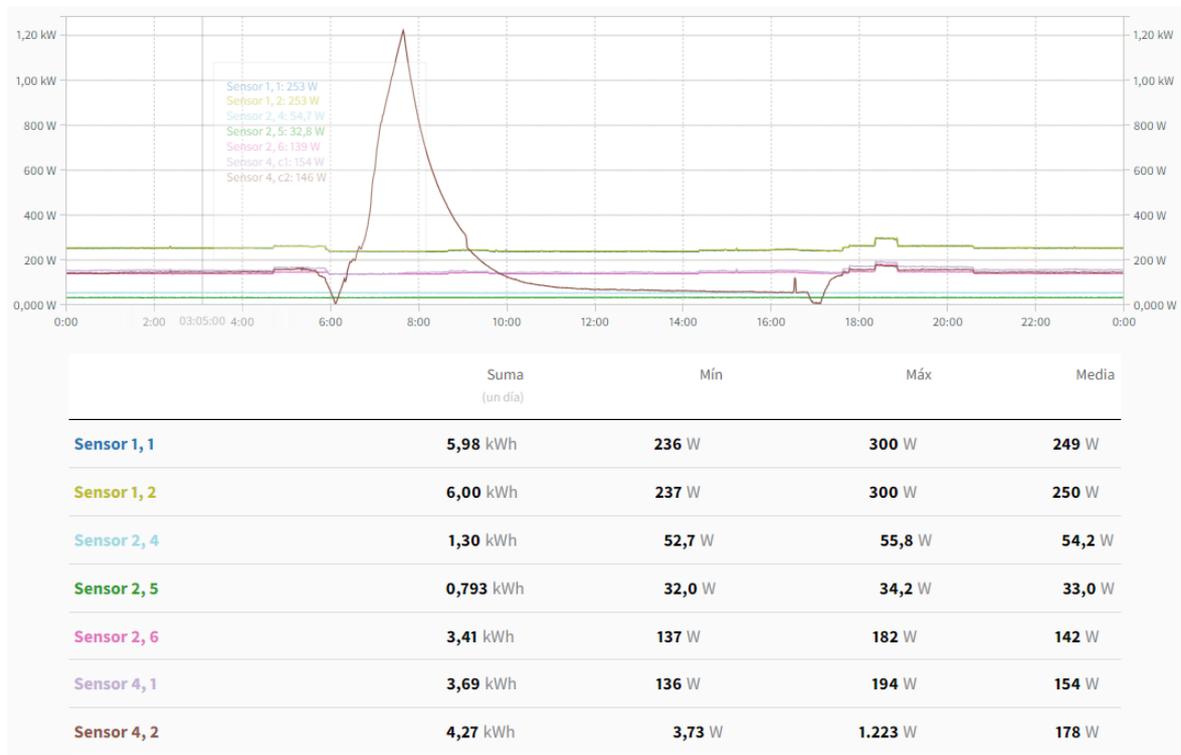


Figura 36: Información por horas sobre la energía de cada sensor a día 18 de julio (invierno)



Figura 37: Información por horas sobre la energía de cada sensor a día 1 de noviembre (verano)

En Kenia, la diferencia en las horas de luz entre las diferentes estaciones del año no es tan marcada como en algunas regiones más cercanas a los polos. Sin embargo, existen variaciones estacionales en la duración de la luz diurna debido a la inclinación del eje de la Tierra y su relación con la órbita alrededor del sol.

- Durante los meses de agosto a marzo es **verano** en Kenia, o temporada seca. Durante esta época, generalmente hay un número mayor de horas de luz diurna. En promedio, se puede esperar que el día tenga alrededor de 12 a 13 horas de luz.
- Durante los meses de marzo a agosto es **invierno** en Kenia o temporada de lluvias. Durante esta época, las horas de luz diurna pueden ser un poco más cortas en comparación con el verano. En promedio, los días pueden tener alrededor de 11 a 12 horas de luz.

En las figuras 36 y 37 vemos una comparación de la energía producida durante un día de verano y un día de invierno. Hay una pequeña diferencia, ya que en verano al ser más largos los días (una hora como mucho) se genera más energía. Aun así, la diferencia es muy pequeña al ser un país tan pegado al trópico. En la figura 38 hay dos sensores que están a 0 ya que aún no habían sido instalados por mí.

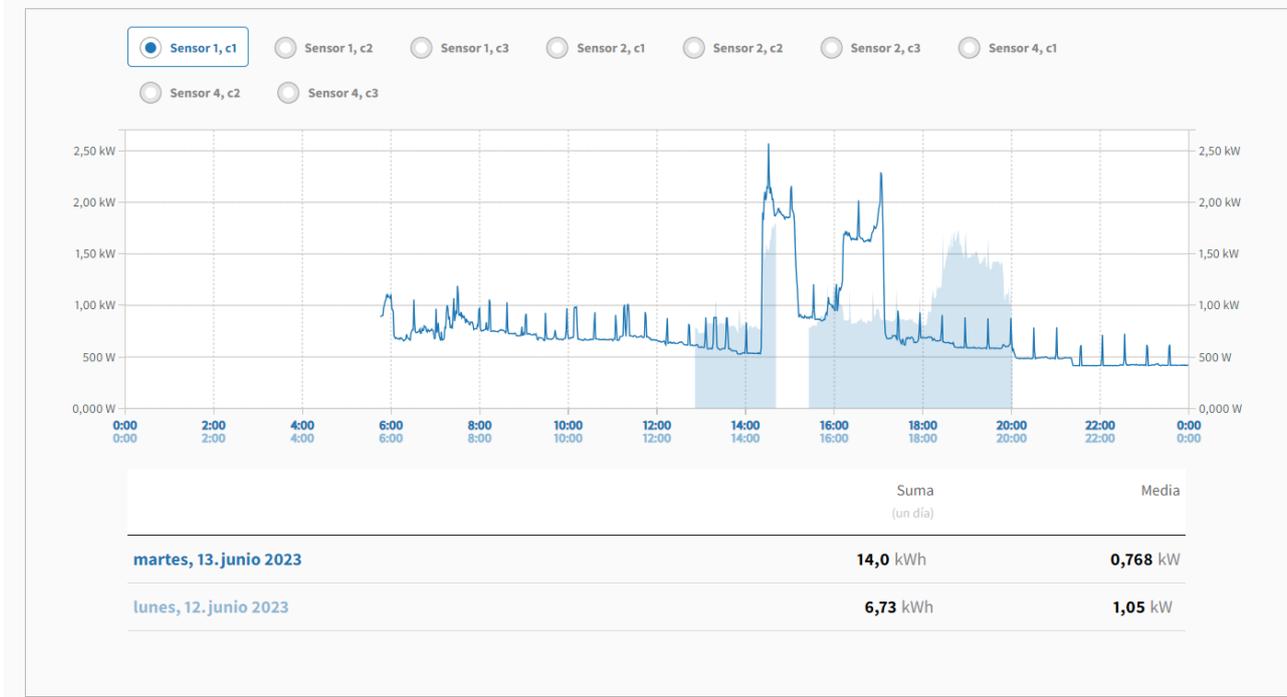


Figura 38: Comparación por días de los sensores

Energomonitor nos da la capacidad de poder comparar la energía de un sensor con respecto al día de ayer y al día de hoy, lo vemos en la figura 38. Esta información es útil para saber si algún día hay alguna diferencia muy grande con el día anterior, ya que la generación de energía entre días contiguos no debería tener diferencias notables.

5.2.1.3 Temperatura

La última parte nos muestra la información que marcan la temperatura de donde están ubicados los sensores, en este caso hay 3 sensores: p1, p2 y p3. Los tres funcionan y están ubicados dos en las baterías muy cerca y otro colocado a temperatura ambiente. En las figuras 39 y 40 apreciamos lo que marcan los sensores un día de invierno y uno de verano. Las diferencias son un par de grados más en verano, pero aun así las temperaturas son muy parecidas en ambas épocas.

La temperatura que se está midiendo en ambas fotos que se ven en las figuras 39 y 40 son las medidas de los sensores. Miden la temperatura de donde se coloque el sensor. Hay tres sensores: dos en el ambiente y uno pegado a una batería. Están ubicados dentro del High School. Son muy parecidas en ambas estaciones ya que la temperatura no varía, aunque en verano sí que se llegan a alcanzar los 30 grados.

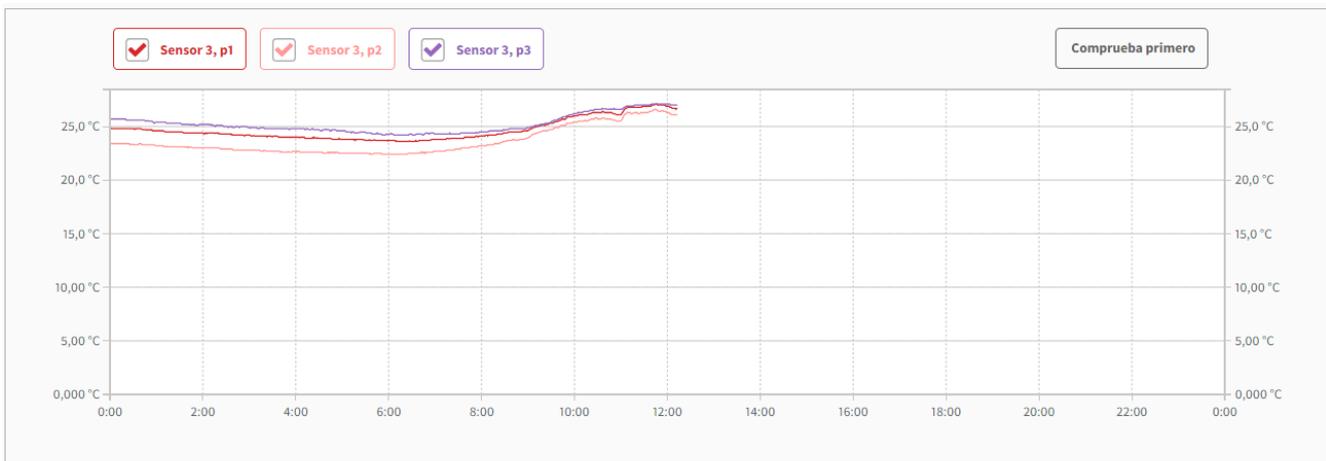


Figura 39: Sensores de temperatura a día 22 de julio (invierno)

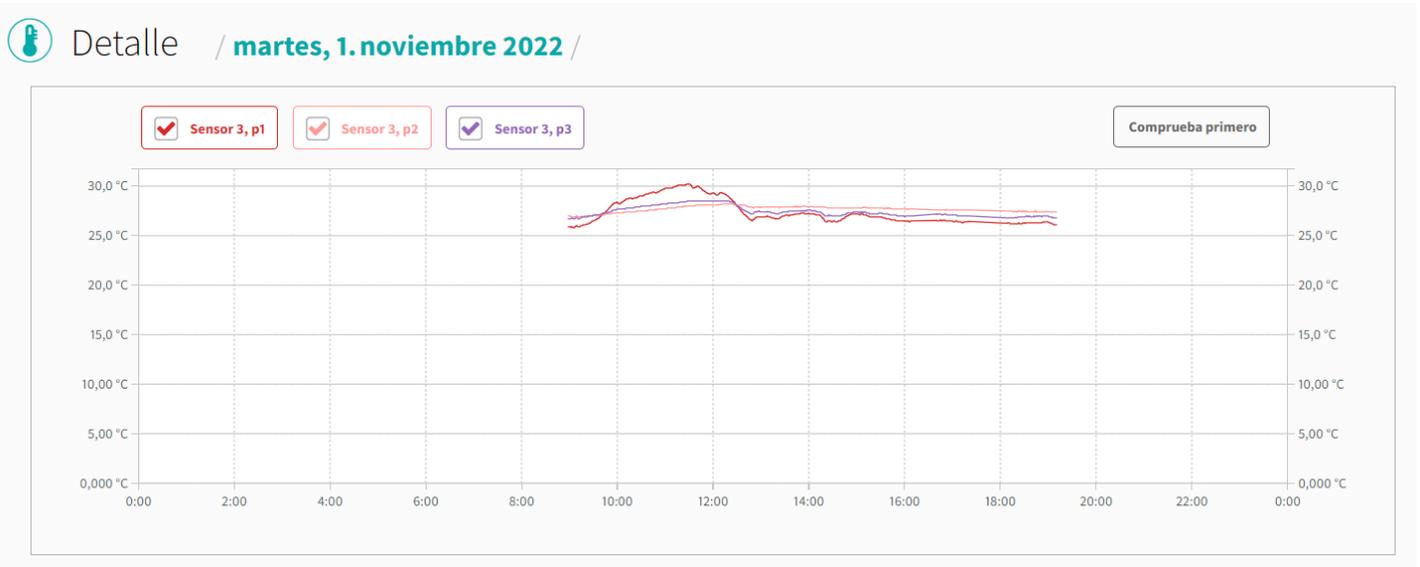


Figura 40: Sensores de temperatura a día 1 de noviembre (verano)

5.2.2 VICTRON (VRM)

Victron es una plataforma líder en soluciones de energía y sistemas electrónicos avanzados. Ofrece una amplia gama de productos y servicios para optimizar y controlar la energía en diversas aplicaciones. Con su enfoque en la gestión inteligente de la energía, durabilidad y calidad de sus productos, Victron es una opción confiable y eficiente para satisfacer las necesidades energéticas de sus clientes.

Los sensores de victron están ubicados dentro de los equipos del clinic y miden como de descargada o cargada esta la batería, el voltaje, la corriente y la temperatura de esta. Nos enseña una serie de gráficos en los que comparamos el consumo de la batería o del generador. Hay 8 paneles solares colocados en el techo del clinic. Estos paneles son los encargados de generar energía para que funcione la batería.



Figura 41: Vista área del Clinic

La plataforma de victron nos muestra distintos gráficos sobre la temperatura, voltaje o corriente de la batería. Los dispositivos que hay son los siguientes:



Gateway: es un dispositivo específico que actúa como un enlace de comunicación entre los diferentes componentes del sistema de energía.

Permite la interconexión de varios dispositivos, como inversores, cargadores de baterías, controladores solares y sistemas de gestión de energía.

El gateway de Victron en Nyumbani Village desempeña un papel crucial al recopilar datos de los diferentes componentes del sistema y transmitirlos a un sistema centralizado de monitoreo y control. Esto permite a los usuarios supervisar y gestionar de manera eficiente su sistema de energía, y tomar decisiones informadas basadas en datos precisos sobre el rendimiento, el consumo y la carga de la energía.



V.E Bus System: es un sistema de bus de comunicación y está diseñado para integrar y controlar varios dispositivos de energía en una instalación. Utiliza un bus de datos común para transmitir información y comandos entre los diferentes

componentes conectados. Esto permite una comunicación rápida y confiable, lo que resulta en un mejor rendimiento y coordinación del sistema de energía. El V.E Bus System también permite una gestión inteligente de la energía. Los dispositivos conectados pueden comunicarse entre sí y optimizar el uso de la energía. En Nyumbani Village, el V.E Bus System de Victron Energy proporciona una plataforma integrada para supervisar y gestionar eficientemente el flujo de energía. Permite la coordinación y optimización del rendimiento de los componentes del sistema, asegurando un suministro confiable y estable de energía.



Battery Monitor: es un dispositivo utilizado para monitorear y gestionar el rendimiento, el estado de carga y la salud de una batería o un banco de baterías. Proporciona información valiosa sobre el voltaje, la corriente, la temperatura y la capacidad restante de la batería. Ayuda a optimizar el rendimiento de la batería, prevenir la sobrecarga o la descarga excesiva y prolongar la vida útil general de la batería. En Nyumbani Village, un monitor de batería desempeña un papel crucial en el sistema de energía del poblado. Permite supervisar y gestionar el rendimiento de las baterías utilizadas en la generación y almacenamiento de energía. Al monitorear la información del monitor de batería, pueden tomar decisiones informadas sobre el consumo de energía, asegurarse de que las baterías estén funcionando eficientemente y tomar medidas para optimizar su rendimiento.



Figura 42: Instalación eléctrica del Clinic.

En la figura 42 se observa la instalación que se realizó en el clinic. Se recoge la energía generada por los 8 paneles de los paneles solares. Esa energía pasa a la batería, y de ahí al inversor. El inversor pasa la energía a los consumidores.

5.2.2.1 Advanced Dashboard

En esta sección de la plataforma hay una serie de visualizaciones en las que se muestra información sobre las instalaciones ya mencionadas para así llevar de forma visual un seguimiento claro sobre la batería del clinic. Analizando las visualizaciones se pueden llevar a cabo conclusiones y tomar decisiones.

En la figura 43 se muestran 3 visualizaciones sobre el System. Coge información sobre el día actual desde las 00:00 hasta el momento en el que se está comprobando. A la derecha se hace una comparación entre el voltaje y la corriente, en el centro la potencia que consume la carga en watos y a la izquierda el estado de carga de la batería, Battery SOC (State Of Charge).

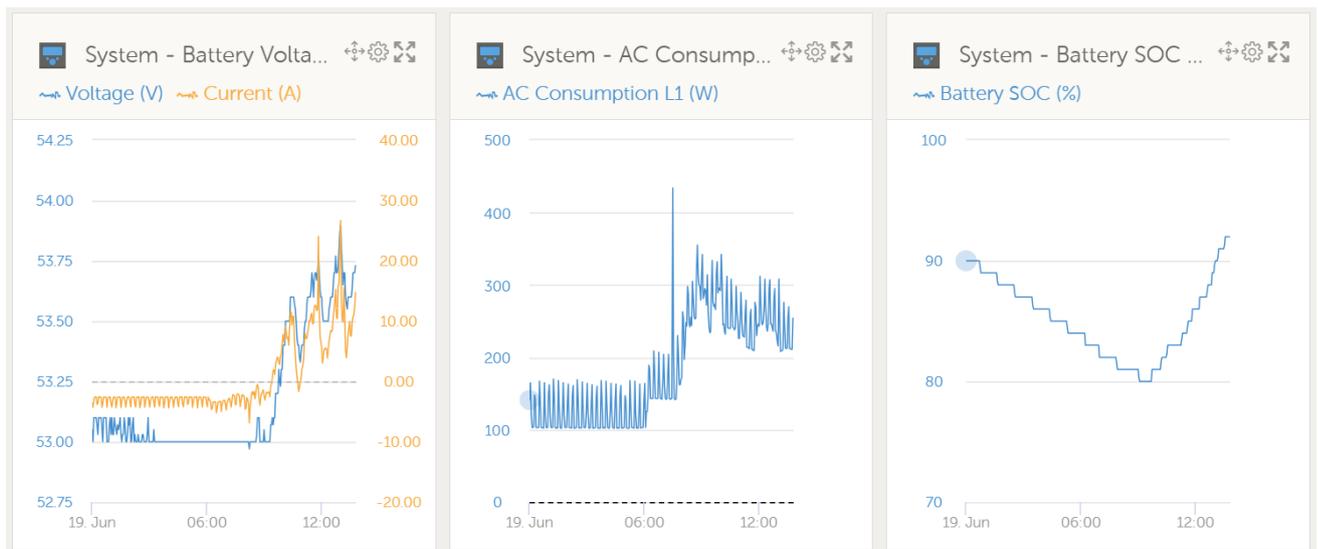


Figura 43: Información del System

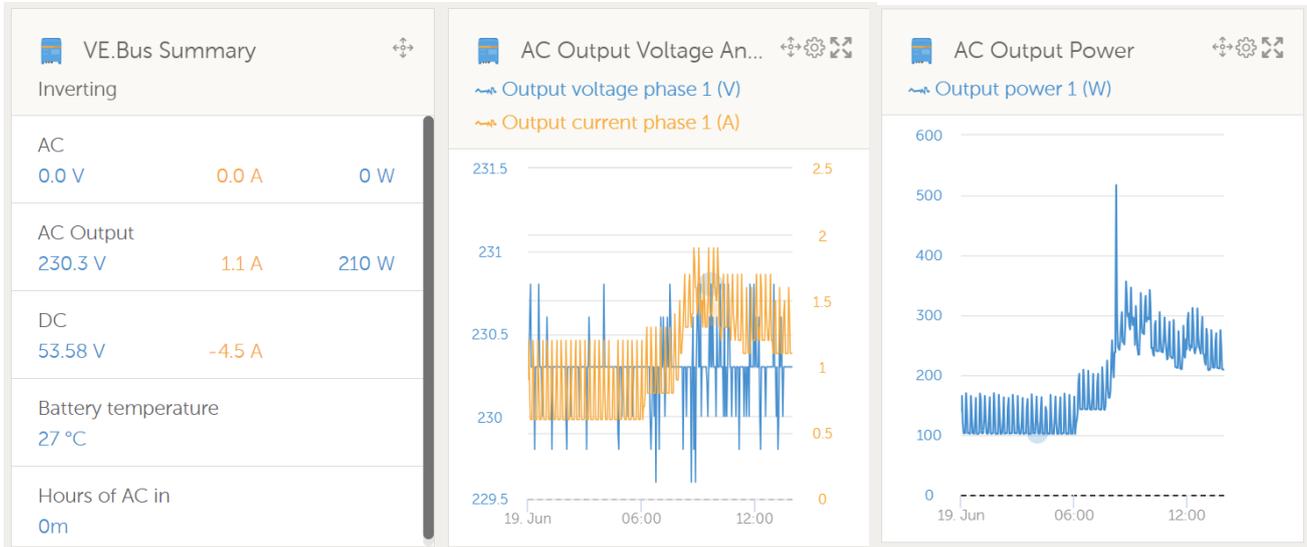


Figura 44: Información sobre el V.E y AC

En la figura 44 vemos a la derecha un resumen sobre el estado de la instalación del V.E Bus y dos imágenes que muestran una comparación entre la corriente y el voltaje de salida. Además, se muestra una gráfica sobre la potencia de salida.

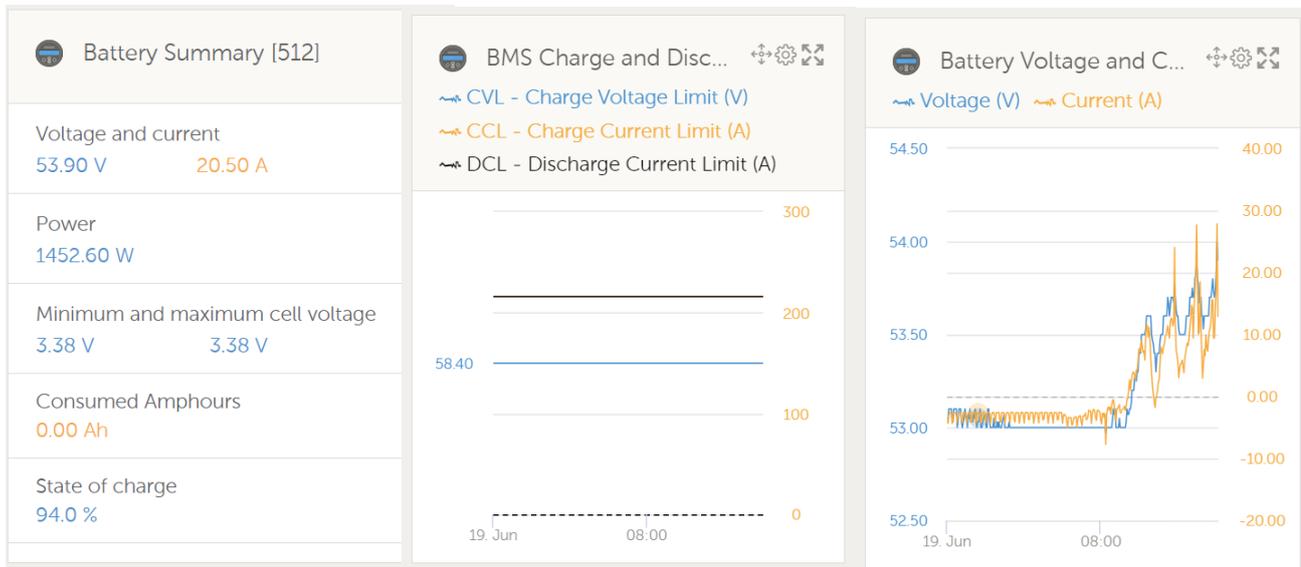


Figura 45: Información de la batería

Por último, en la figura 45 se aprecia un resumen sobre la información de la batería, la corriente, el voltaje, la potencia o el máximo y mínimo. Las gráficas a la derecha comparan los límites de la batería y el voltaje y la corriente de salida.

En cuanto a la corriente de salida, se puede notar que presenta fluctuaciones a lo largo del tiempo. Estas variaciones pueden estar relacionadas con cambios en la carga o en la disponibilidad de energía. Es crucial tener en cuenta estos cambios para garantizar un suministro de energía estable y confiable.

En cuanto al voltaje de salida, se observa que se mantiene en un rango aceptable durante la mayoría del tiempo. Sin embargo, también se pueden identificar algunos momentos en los que el voltaje presenta variaciones significativas. Estas fluctuaciones pueden deberse a cambios en la carga, a eventos externos o a la configuración del sistema.

En general, el análisis de las gráficas de corriente y voltaje de salida proporciona información crucial para comprender el rendimiento del sistema de energía. Permite identificar patrones, tendencias y posibles problemas que pueden afectar la estabilidad y eficiencia del sistema. Con base en estos hallazgos, se pueden tomar medidas adecuadas para optimizar la generación, distribución y consumo de energía, mejorando así la calidad y confiabilidad del suministro eléctrico en Nyumbani Village.

5.2.3 SMA

SMA Solar Technology AG es una empresa alemana líder en el sector de inversores solares y soluciones de energía fotovoltaica a nivel global. En esta plataforma hay información sobre la energía y la potencia fotovoltaica del Solar Farm. El Solar Farm da electricidad a todo el politécnico, al social hall, al granero, a la administración y a los contenedores. Las conexiones están hechas de manera subterránea.



Figura 46: Vista área del Solar Farm. Fuente: Google Maps

En la figura 46 se aprecia una vista aérea del solar farm y en la figura 47 como está realizada la instalación. Junto a las dos hileras de placas solares hay un contenedor amarillo donde se encuentra toda la instalación que hace que la generación y consumición de energía funcione.



Figura 47: Solar Farm. Fuente: Elaboración propia

Hay 2 inversores fotovoltaicos 15.000 TL-EE Sunny Tripower que en la figura 48 los identificamos como las cajas azules, que necesitan la red eléctrica para funcionar. En la siguiente figura, vemos los 6 inversores de batería Sunny Islands 6.0H como las cajas amarillas. Estos inversores funcionan gracias a las baterías que están conectadas debajo de ellos.



Figura 48: Inversores fotovoltaicos. Fuente: Elaboración propia



Figura 49: Dispositivos instalados. Fuente: Elaboración propia

Los inversores de batería (amarillos) generan la onda sinusoidal necesaria para el funcionamiento de los inversores de red (azul). Por lo tanto, los inversores de batería producen energía gracias a las baterías y con esta energía activan a los inversores de red para que puedan generar energía también.

Los inversores de batería invierten la energía de las baterías, que funcionan en corriente continua y no necesitan red eléctrica para funcionar. Pasan la corriente a los inversores de red que sí que necesitan red eléctrica, para que así puedan funcionar y generar energía para el CVTC (figura 50)



Figura 50: Inversores de batería. Fuente: Elaboración propia

En la figura 49 al final vemos tres cajas combinadoras, que pertenecen cada una a una fila de placas solares. Una caja combinadora es un equipo para sistemas fotovoltaicos que junta los circuitos de cada cadena de módulos fotovoltaicos y establece las salidas necesarias para alimentar el inversor. La fila dos está apagada, ya que las placas solares se desplazaron a otro sitio y la fila tres está a la mitad por el mismo motivo.

En la figura 51 a la izquierda vemos el conjunto del cableado y a la derecha el número de fila de la placa solar junto al número de inversor fotovoltaico que genera la energía de esa fila. En la figura 52 vemos como los paneles solares están conectados, en serie.



Figura 51: Cajas combinadoras de cada fila de placas solares. Fuente: Elaboración propia

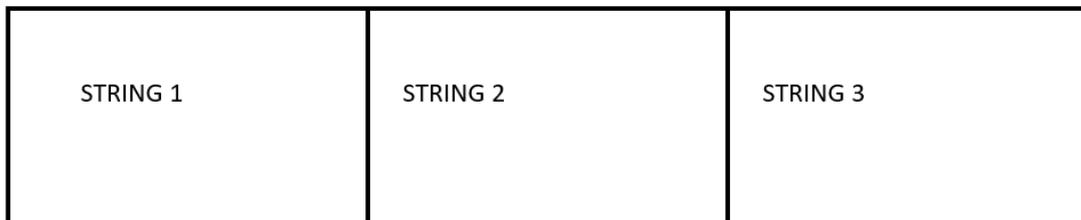


Figura 52: dibujo de cómo están conectadas las placas solares en serie. Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los paneles solares están colados en dos filas y conectados entre sí en serie. Una vez llegan a la caja combinadora se conectan en paralelo como vemos en la figura 51. La energía que se recibe de las placas solares se convierte a corriente alterna con el inversor fotovoltaico.

En la figura 53 vemos el Multicluster Box, esta caja combina varios sistemas que trabajan juntos en una sola unidad. Este sistema también se utiliza para recolectar datos para poder monitorear y estudiar el consumo y generación de energía.

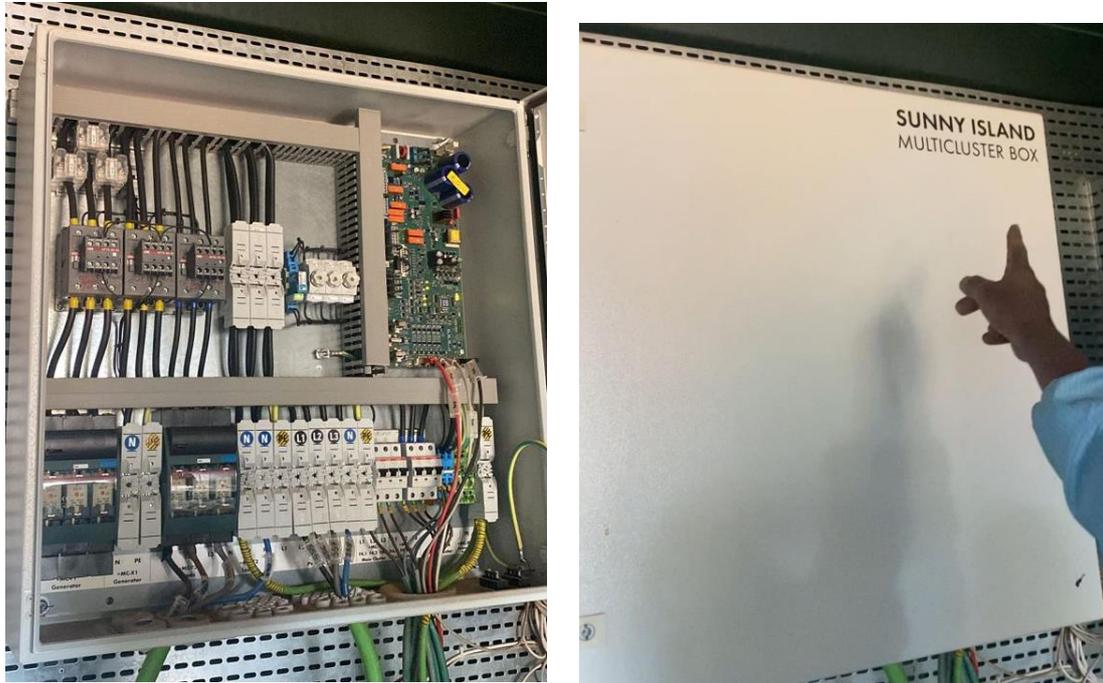


Figura 53: Multiclusterc Box. Fuente: Elaboración propia

En la figura 54 se aprecia el Sunny Webbox que manda información del sistema para ver el consumo y generación de energía. El Multiclusterc box le manda la información necesaria. También vemos el remote control que muestra la carga y descarga de las baterías. Hay dos sunny remote control, uno por cada fila de cada batería.

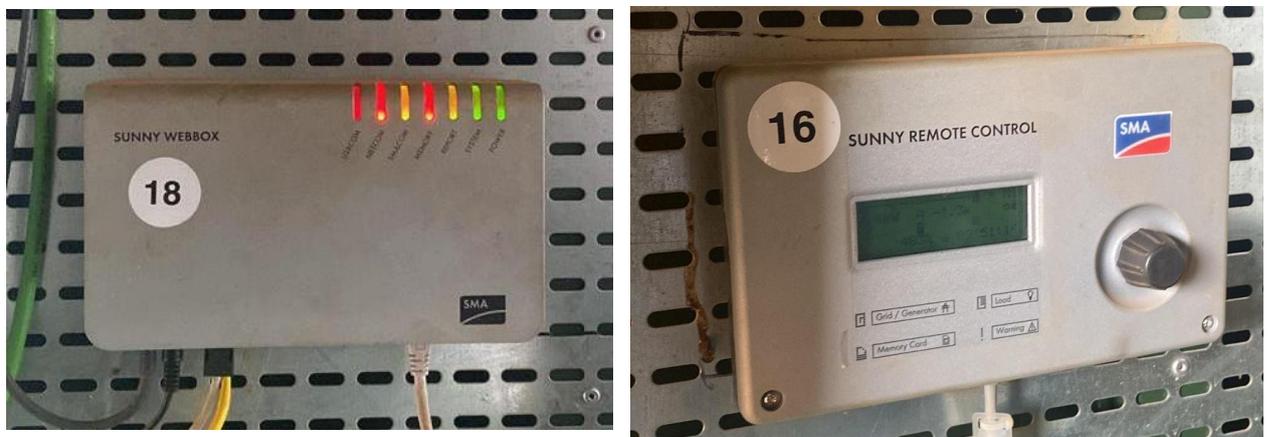


Figura 54: Sunny Webbox y Remote Control. Fuente: Elaboración propia

En la figura 55 vemos un resumen de la instalación, del sistema eléctrico y de la comunicación. En la parte superior están los paneles solares, la energía va a los inversores fotovoltaicos. Todo conectado al Multicluster box, incluidas las baterías.

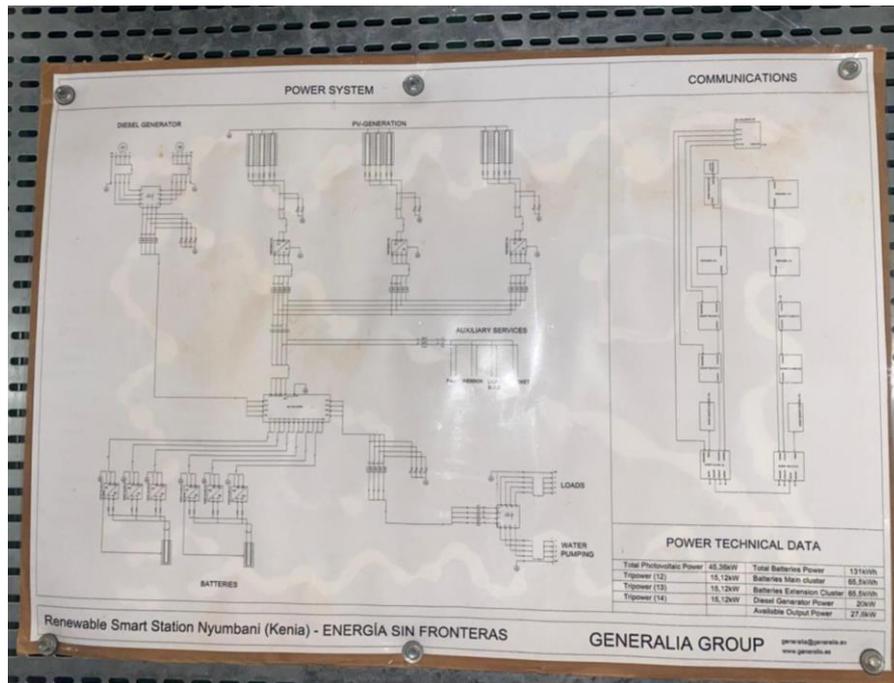


Figura 55: Instalación del Solar Farm. Fuente: Elaboración propia

5.2.3.1 Comparación anual

Gracias a las instalaciones de SMA obtenemos información referente a la generación de energía de las placas solares que hay instaladas en el Solar Farm. En la figura 56 se aprecia una comparación anual de la energía generada durante cada año. Como se puede apreciar no es constante, y fluctúa dependiendo del mes en el que estemos. En 2023 hay una bajada debido a la desconexión temporal del internet, y no se podían recibir datos.

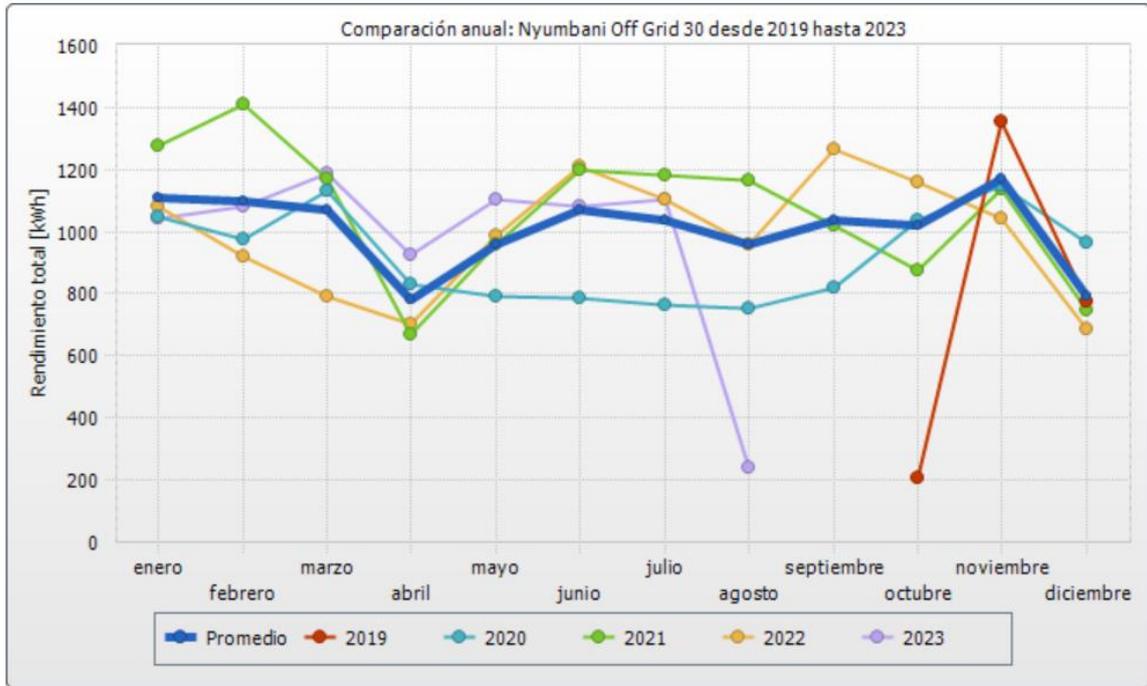


Figura 56: Comparación anual de la generación de energía

5.2.3.2 Energía y potencia

En la figura 57 se aprecia la energía generada durante un periodo específico de tiempo, en este caso durante agosto de 2023. Es un panel interactivo, así que se puede seleccionar que mes y año se quiere seleccionar para que se muestre la energía generada y así poder analizar la información

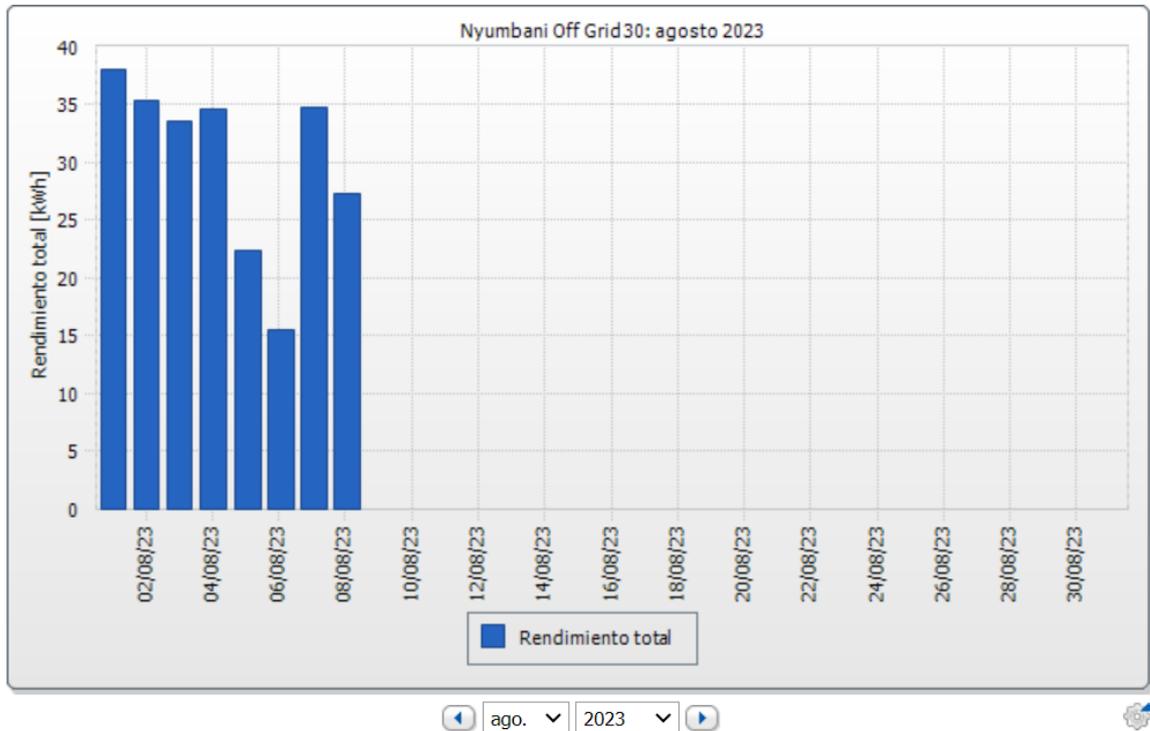


Figura 57: Energía generada durante agosto de 2023

5.2.3.3 Vista general de la planta

En la figura 58 se pueden ver datos objetivos y actuales de la planta. Por ejemplo, la energía fotovoltaica en agosto de 2021 o la potencia de esta. Gracias a este panel se puede saber con exactitud cuanta energía se está generando.



Figura 58: Vista general de la planta en agosto 2023

5.3 OBJETIVOS

- Investigar y comprender las APIs de las plataformas SMA, VRM y Energomonitor.
- Crear y diseñar un proceso para extraer datos utilizando las API de las plataformas mencionadas anteriormente.
- Para importar los datos recopilados, conectarme a Power BI con las APIs de SMA, VRM y Energomonitor.
- Transformar y limpiar los datos extraídos para garantizar su calidad y coherencia en Power BI.
- Crear un modelo de datos adecuado en Power BI para integrar y conectar datos de diversas fuentes.
- Utilizar Power BI para crear visualizaciones interactivas que muestren la generación de energía, el consumo de energía y otros indicadores relevantes para el pueblo de Nyumbani.
- Utilizar medidas y cálculos de Power BI para analizar y monitorear el rendimiento, la eficiencia y el ahorro de energía.
- Examinar la eficacia y la eficiencia de la integración de datos mediante las APIs de SMA, VRM y Energomonitor en Power BI en términos de tiempo de respuesta, precisión de datos y usabilidad de las visualizaciones.
- Investigar las ventajas y desventajas de usar APIs de Power BI.
- Analizar las ventajas y los efectos de utilizar Power BI como herramienta de visualización y análisis para la gestión de energía en Nyumbani Village.

5.4 METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos mencionados, que se enfocan en la integración de datos mediante las APIs de las plataformas SMA, VRM y Energomonitor en Power BI, se pretende seguir la siguiente técnica:

1. **Investigación y comprensión de las APIs:** Investigación de las APIs de las plataformas SMA, VRM y Energomonitor. Consultando la documentación oficial, los recursos disponibles y la familiarización con los métodos y parámetros de consulta.
2. **Diseño del proceso de extracción de datos:** Usando las API, establecer cómo funciona el proceso de extracción de datos. Determinar qué datos específicos se necesita recopilar y crear un plan para acceder a ellos de manera efectiva y segura.
3. **Configurar la conexión con Power BI:** conectar Power BI a las APIs de las plataformas SMA, VRM y Energomonitor. Para garantizar el acceso adecuado a los datos, utilizare las capacidades de conexión y autenticación de Power BI.
4. **Extracción y transformación de datos:** crear la lógica necesaria para extraer los datos de las APIs y realizar las transformaciones necesarias para su análisis posterior en Power BI.
5. **Crear un modelo de datos en Power BI:** crear un modelo de datos en Power BI que me permita integrar datos de varias fuentes. Establecer las relaciones entre las tablas y definir las medidas y cálculos necesarios para el análisis y el seguimiento.
6. **Crear visualizaciones interactivas:** Utilizar las capacidades de visualización de Power BI para crear informes y paneles interactivos que muestren datos relacionados con la generación de energía, el consumo y otros indicadores. Para transmitir la información de manera comprensible, creare visualizaciones claras y efectivas.
7. **Evaluación y refinamiento:** Realizaré pruebas para asegurarme de que los datos y las visualizaciones son precisos y coherentes. Según sea necesario, se realizarán cambios para mejorar la calidad de los resultados.
8. **Evaluación de la eficacia y eficiencia:** utilizando las APIs de SMA, VRM y Energomonitor en Power BI, evaluaré la eficacia y eficiencia de la integración de datos. Analizaré si se cumplen los objetivos establecidos evaluando el tiempo de respuesta, la precisión de los datos y la usabilidad de las visualizaciones.

5.5 VENTAJAS DE UTILIZAR APIs PARA RECOPIACIÓN DE DATOS

5.5.1 AHORRO DE TIEMPO Y RECURSOS

Las herramientas que permiten que varias aplicaciones y sistemas interactúen y comuniquen se conocen como APIs. En el contexto de la recopilación de datos, el uso de APIs puede aumentar significativamente las ventas porque reduce el tiempo y los recursos al automatizar el proceso de extracción de datos.

El ahorro de tiempo es un gran beneficio de utilizar APIs para la recopilación de datos. Las APIs facilitan de manera efectiva y automatizada el acceso a la información requerida en lugar de realizar extracciones manuales o usar técnicas convencionales, como copiar y pegar datos de varias fuentes. Al establecer una conexión con la API de una fuente de datos, se puede acceder directamente a los datos, lo que reduce el tiempo y el esfuerzo necesarios para realizar extracciones manuales repetitivas.

El uso de APIs para la recopilación de datos ahorra tiempo y recursos. Al automatizar el proceso de extracción, se reducen los errores humanos y se reduce la necesidad de dedicar recursos humanos a tareas repetitivas y aburridas. Esto permite a los trabajadores concentrarse en tareas más estratégicas y de mayor valor, lo que mejora la eficiencia y productividad de la empresa.

El uso de APIs también facilita la integración de datos de diferentes fuentes. Las APIs facilitan el acceso y la combinación de datos de varios proveedores y servicios, lo que permite una recopilación de datos más completa y precisa. Esto es particularmente útil en entornos comerciales donde se requiere recopilar datos de varias fuentes para análisis, informes o toma de decisiones.

Por lo tanto, el uso de APIs para la recopilación de datos ahorra tiempo y recursos. Las APIs pueden automatizar el proceso de extracción de datos, lo que reduce el trabajo manual, reduce el número de errores y facilita la integración de datos de múltiples fuentes.

En resumen, el uso de APIs para la recopilación de datos ahorra tiempo y recursos. Las APIs pueden automatizar el proceso de extracción de datos, lo que reduce el trabajo manual, reduce el número de errores y facilita la integración de datos de múltiples fuentes. Esto mejora la eficiencia de la operación, ahorra recursos y permite a las organizaciones acceder a datos más completos y precisos para mejorar la toma de decisiones y el éxito comercial.

5.5.2 GARANTÍA DE DATOS ACTUALIZADOS GRACIAS A LAS ACTUALIZACIONES

El uso de APIs para la recopilación de datos también garantiza que los datos estén actualizados y precisos gracias a las actualizaciones programadas. Las APIs permiten programar la extracción automática de datos en intervalos regulares para garantizar que los datos recopilados siempre estén actualizados.

Al usar las APIs para programar las actualizaciones de datos, se puede acceder a los datos más recientes sin la necesidad de verificar y actualizar constantemente los datos manualmente. Esto es particularmente útil cuando los datos cambian con frecuencia, como los precios de los productos, las tasas de cambio, las actualizaciones de inventario y los datos meteorológicos, entre otros.

Además, la precisión de los datos se asegura al programar actualizaciones a través de APIs. Al recopilar y actualizar los datos manualmente, los métodos automatizados reducen los errores humanos. Además, al acceder directamente a la fuente de datos a través de la API, se evita que los datos sean desactualizados o incorrectos debido a errores de copia y pegado u otros procesos manuales que pueden fallar.

En resumen, utilizar las APIs de recopilación de datos permite programar actualizaciones automáticas, asegurando la disponibilidad de datos actualizados y precisos. Esto reduce el tiempo y los errores, proporciona una base sólida para la toma de decisiones y mejora la efectividad y la eficiencia.

5.6 ANÁLISIS INTEGRAL A PARTIR DE LA INTEGRACIÓN DE DATOS

La integración de datos de varias fuentes, como SMA, VRM y Energomonitor, permite realizar un análisis detallado y obtener una comprensión más profunda de la información. Se pueden explorar varias ventajas y realizar análisis más profundos y significativos al combinar datos de diferentes fuentes. Estos ejemplos de análisis se pueden realizar al integrar estos datos:

1. **Análisis de rendimiento energético:** Se puede realizar un análisis completo del rendimiento energético mediante la integración de datos de SMA, VRM y Energomonitor. Se puede analizar la generación de energía solar utilizando los datos de SMA, el consumo de energía registrado en Energomonitor y el sistema de gestión y control de energía. Esto proporciona una visión completa del flujo de energía y ayuda a encontrar oportunidades de mejora en términos de eficiencia energética y optimización de la generación y consumo de energía.
2. **Seguimiento del estado de carga de las baterías:** La integración de datos de Energomonitor, SMA y VRM permite el seguimiento y el análisis del estado de carga de las baterías utilizadas en el sistema de almacenamiento de energía. Se pueden obtener datos en tiempo real sobre la autonomía energética, la eficiencia de almacenamiento y la carga y descarga de las baterías. Para garantizar un suministro de energía confiable y sostenible, esto ayuda a evaluar el rendimiento de las baterías, identificar posibles problemas y optimizar su uso.
3. **Análisis de patrones de consumo de energía:** Se pueden encontrar patrones y tendencias en el consumo de energía al combinar los datos de consumo de energía de Energomonitor con la generación de energía solar de SMA y los datos de gestión de energía de VRM. Esto ayuda a comprender cómo cambia el consumo de energía durante un día, una semana o un año y cómo se relaciona con la generación solar. Estos análisis ayudan a tomar decisiones sobre cómo usar la energía de manera eficiente y cómo implementar estrategias de carga inteligente

4. **Análisis de costos y ahorros:** Es posible realizar un análisis de costos y ahorros relacionados con la generación y consumo de energía al integrar datos de SMA, VRM y Energomonitor. Se puede comparar los costos de energía antes y después de la implementación del sistema, calcular los ahorros y evaluar el retorno de la inversión. Esto ayuda a demostrar que las soluciones de energía renovable son económicamente viables y apoya la toma de decisiones financieras en la gestión energética.

En resumen, la integración de datos de SMA, VRM y Energomonitor permite un análisis exhaustivo del rendimiento energético, los patrones de consumo de energía, el estado de carga de las baterías y el análisis de costos y ahorros. **Estos análisis mejorarán la toma de decisiones sobre la optimización y gestión de la energía en Nyumbani Village.**

Capítulo 6. SISTEMA/MODELO DESARROLLADO

Este capítulo presenta el sistema/modelo creado para la monitorización de datos de Nyumbani Village. El objetivo del diseño es obtener una visión completa y detallada del rendimiento energético, el consumo y otros indicadores importantes. Este sistema/modelo se utilizan las APIs de Energomonitor, SMA y VRM para recopilar los datos pertinentes y utilizar la herramienta Power BI para visualizarlos y analizarlos.

Primero se explicará la arquitectura general del sistema o modelo desarrollado, destacando sus componentes principales y cómo se conectan entre sí. A continuación, se explicarán cómo acceder a los datos de Energomonitor, SMA y VRM a través de sus APIs, así como Análisis del Sistema

6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA/MODELO

Se presentará una visión general de la arquitectura del sistema/modelo desarrollado, resaltando las principales componentes y su interrelación. Esto permitirá comprender la estructura general del sistema y cómo se han integrado las diferentes tecnologías y herramientas.

En este apartado, se va a hablar sobre la arquitectura del sistema/modelo desarrollado para la monitorización de datos en Nyumbani Village. Se presentará una visión general de las principales componentes del sistema y se resaltarán su interrelación, lo que permitirá comprender la estructura general del sistema y cómo se han integrado las diferentes tecnologías y herramientas utilizadas.

Esto permitirá a los lectores comprender la estructura general del sistema y cómo se ha logrado la conexión y flujo de datos entre las diferentes tecnologías y herramientas utilizadas.

6.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES COMPONENTES

Energomonitor es una plataforma de monitorización de energía que recopila datos sobre el consumo y la producción de energía. Permite medir y analizar el consumo de energía, el rendimiento de los paneles solares y otros dispositivos de generación de energía. Energomonitor recopila datos para comprender el comportamiento energético y evaluar el rendimiento de los sistemas en Nyumbani Village.

SMA es un sistema de monitorización que se utiliza para sistemas solares fotovoltaicos. La plataforma Sunny Portal puede recopilar y analizar datos sobre la producción de energía solar. Esto contiene información sobre la producción de energía, la eficiencia del sistema y la calidad de la energía generada por los paneles solares. La integración de SMA en el sistema/modelo permite una comprensión más profunda del funcionamiento de los sistemas solares en Nyumbani Village.

Victron Energy creó la plataforma de gestión remota VRM. Es capaz de acceder y controlar remotamente los sistemas de energía, como los sistemas de almacenamiento de energía y otros dispositivos relacionados. En Nyumbani Village, VRM se utiliza para recopilar información sobre el rendimiento de los sistemas de energía y supervisar su funcionamiento. La integración de VRM en el sistema/modelo permite obtener información sobre el estado y la capacidad de suministro de energía del sistema en tiempo real.

Power BI es una herramienta de Microsoft para el análisis y la visualización de datos. Se va a utilizar para integrar, analizar y visualizar los datos recopilados de Energomonitor, SMA y VRM. Las capacidades de visualización de Power BI permiten la creación de paneles de control interactivos y representaciones gráficas personalizadas para el análisis de datos.

Estas plataformas y herramientas, cuando se combinan, permiten la recopilación, integración, análisis y visualización de datos energéticos en Nyumbani Village. Proporcionan una visión completa del consumo y la producción de energía, así como del rendimiento de los sistemas de energía renovable, lo que contribuye a una monitorización más eficiente y a la toma de decisiones informadas en la gestión de la energía de la población.

6.1.2 INTERCONEXIÓN ENTRE LAS COMPONENTES

El sistema/modelo creado para la monitorización de datos de Nyumbani Village conecta todas las partes, lo que permite la integración y el flujo de datos de manera eficiente. A continuación, se explica cómo estas partes se han conectado entre sí:

- Energomonitor, SMA y VRM ofrecen APIs (Interfaces de Programación de Aplicaciones) para recopilar información sobre el consumo y la producción de energía. Estas APIs automatizan el acceso programático y automatizado a los datos almacenados en las plataformas. Las API permiten solicitar datos y recibir respuestas con información actualizada.
- Los datos de Energomonitor, SMA y VRM se integran en Power BI después de obtenerlos a través de las APIs. Las funciones de integración de datos de Power BI incluyen conectores API, conexiones directas a bases de datos e importación de archivos.
- Después de integrar los datos en Power BI, se van a analizar y visualizar. Los gráficos, las tablas dinámicas, los filtros interactivos y los paneles de control son algunas de las funciones y herramientas de Power BI que van a usarse para mejorar el análisis de datos. Estas herramientas pueden ayudar a analizar minuciosamente los datos de consumo y producción de energía, encontrar patrones y tendencias y comparar diferentes fuentes de datos.

En resumen, las APIs de Energomonitor, SMA y VRM conectan los componentes, lo que permite obtener los datos necesarios para la monitorización energética. Para comprender mejor el consumo y la producción de energía de Nyumbani Village, estos datos se integran en Power BI, donde se realizan análisis complejos y se crean visualizaciones interactivas. De esta manera, se logra una integración fluida de los datos y se facilita el proceso de análisis y toma de decisiones basados en los resultados.

6.2 ACCESO A LOS DATAOS MEDIANTE APIS

En este apartado se va a explicar detalladamente el proceso de conexión y extracción de datos de las plataformas Energomonitor, SMA y VRM utilizando sus respectivas APIs. Se van a describir los pasos necesarios para autenticarse, realizar consultas y obtener los datos relevantes para el análisis posterior.

6.2.1 ENERGOMONITOR

Como se ha mencionado anteriormente en esta plataforma se muestra la información de 9 sensores. Para ello vamos a exportar los datos de estos sensores, los datos del mes anterior, del actual y los datos de los sensores de temperatura. Exportando toda esta información se quiere conseguir mostrar toda la información necesaria para el análisis correcto de los datos.

6.2.1.1 Sensores de energía

En esta sección se va a explicar cómo se ha conectado a la API de Energomonitor de cada sensor de los cuatro que hay. En el código que hay a continuación se muestra el enlace necesario para conectarse al sensor 1, 1. Este código es idéntico con los otros 4 sensores, solo hay que cambiar el código señalado en verde:

-  **emjeor** → sensor 1, 1 (sensor de alterna)
-  **emjeos** → sensor 1, 2 (sensor de alterna)
-  **emjfex** → sensor 2, 4 (sensor de alterna)
-  **emjfex** → sensor 2, 5 (sensor de alterna)
-  **emjfez** → sensor 2, 6 (sensor de alterna)
-  **emjfkx** → sensor 4, 1 (sensor de continua)
-  **emjfkz** → sensor 4, 2 (sensor de continua)

Gracias a este código se obtiene la información necesaria de Energomonitor en Power BI. Una vez obtenida esta información gracias a la API, se limpia la tabla para poder realizar visualizaciones. Es decir, primero vamos a cambiar el nombre a las columnas para una identificación más clara, y después a cada columna asignamos el tipo de dato

correspondiente: si es texto, número decimal o fecha y hora. Una vez de limpiada la tabla se eliminan las columnas que no se van a utilizar, de esta manera los datos están más accesibles.

Todo esto se puede ir haciendo de forma manual, es decir añadirlo al código o de forma más visual que es en la propia tabla y se te va añadiendo al código.

```
let
apiurl="https://api.energomonitor.com/v1/feeds/emjeic/streams/emjeor/data?limit=83000"
Origen = Json.Document(Web.Contents(apiurl, [Headers= [Authorization=
"Bearer QmDdECYuKJtCI8dED8avqsXu7BuJP9"]])),
#"Convertida en tabla" = Table.FromList(Origen, Splitter.SplitByNothing(), null,
null, ExtraValues.Error),
#"Dividir columna" = Table.SplitColumn("#Convertida en tabla", "Column1", each
_, {"Column1.0", "Column1.1"}),
#"Columnas con nombre cambiado" = Table.RenameColumns("#Dividir columna", {"Column1.0",
"Fecha"}, {"Column1.1", "Dato [Wh]"}),
#"Duplicated Column" = Table.DuplicateColumn("#Columnas con nombre cambiado", "Fecha",
"Fecha - Copy"),
#"Removed Columns" = Table.RemoveColumns("#Duplicated Column", {"Fecha - Copy"}),
#"Added Custom" = Table.AddColumn("#Removed Columns", "datetime", each
#datetime(1970,1,1,0,0,0) + #duration(0,0,0,[Fecha])),
#"Changed Type with Locale" = Table.TransformColumnTypes("#Added Custom", {"datetime", type
datetime}, "af-ZA"),
#"Added Custom1" = Table.AddColumn("#Changed Type with Locale", "KWh", each [#"Dato
[Wh]"/1000),
#"Duplicated Column1" = Table.DuplicateColumn("#Added Custom1", "datetime", "datetime -
Copy"),
#"Split Column by Delimiter" =
Table.SplitColumn(Table.TransformColumnTypes("#Duplicated Column1", {"datetime", type
text}), "es-ES", "datetime", Splitter.SplitTextByDelimiter(" ", QuoteStyle.Csv),
{"datetime.1", "datetime.2"}),
#"Renamed Columns" = Table.RenameColumns("#Split Column by Delimiter", {"Fecha", "Fecha
epoch"}, {"datetime.1", "Fecha"}, {"datetime.2", "Hora"}, {"datetime - Copy",
"datetime"}),
#"Changed Type" = Table.TransformColumnTypes("#Renamed Columns", {"Dato [Wh]", type
number}, {"Fecha", type date}, {"Hora", type time}, {"KWh", type number}, {"datetime", type
datetime}),
#"Duplicated Column2" = Table.DuplicateColumn("#Changed Type", "Fecha", "Fecha -
Copy"),
#"Split Column by Delimiter1" =
Table.SplitColumn(Table.TransformColumnTypes("#Duplicated Column2", {"Fecha - Copy", type
text}), "es-ES", "Fecha - Copy", Splitter.SplitTextByDelimiter("/", QuoteStyle.Csv),
{"Fecha - Copy.1", "Fecha - Copy.2", "Fecha - Copy.3"}),
#"Removed Columns1" = Table.RemoveColumns("#Split Column by Delimiter1", {"Fecha -
Copy.2", "Fecha - Copy.3"}),
#"Renamed Columns1" = Table.RenameColumns("#Removed Columns1", {"Fecha - Copy.1",
"id"}),
#"Filtered Rows" = Table.SelectRows("#Renamed Columns1", each true)
in
#"Filtered Rows"
```

Una vez limpiados las tablas de los 4 sensores vemos lo que hay en la figura 57: una tabla con todos los datos necesarios para poder hacer las visualizaciones.



Fecha epoch	Fecha	Hora	1.2 KWh	datetime	AIC id	AIC Fecha - Copy.2	AIC Fecha
1669237860	23/11/2022	21:11:00	0,004897	23/11/2022 21:11:00	23	11	2022
1669237920	23/11/2022	21:12:00	0,004905	23/11/2022 21:12:00	23	11	2022
1669237980	23/11/2022	21:13:00	0,005	23/11/2022 21:13:00	23	11	2022
1669238100	23/11/2022	21:15:00	0,0098	23/11/2022 21:15:00	23	11	2022
1669238160	23/11/2022	21:16:00	0,0049	23/11/2022 21:16:00	23	11	2022
1669238220	23/11/2022	21:17:00	0,004885	23/11/2022 21:17:00	23	11	2022
1669238280	23/11/2022	21:18:00	0,004903	23/11/2022 21:18:00	23	11	2022
1669238340	23/11/2022	21:19:00	0,00489	23/11/2022 21:19:00	23	11	2022
1669238400	23/11/2022	21:20:00	0,004903	23/11/2022 21:20:00	23	11	2022
1669238580	23/11/2022	21:23:00	0,01462	23/11/2022 21:23:00	23	11	2022
1669238640	23/11/2022	21:24:00	0,004913	23/11/2022 21:24:00	23	11	2022
1669238700	23/11/2022	21:25:00	0,004878	23/11/2022 21:25:00	23	11	2022
1669238760	23/11/2022	21:26:00	0,004903	23/11/2022 21:26:00	23	11	2022
1669238820	23/11/2022	21:27:00	0,004895	23/11/2022 21:27:00	23	11	2022
1669238880	23/11/2022	21:28:00	0,00485	23/11/2022 21:28:00	23	11	2022
1669239000	23/11/2022	21:30:00	0,009767	23/11/2022 21:30:00	23	11	2022
1669239060	23/11/2022	21:31:00	0,004913	23/11/2022 21:31:00	23	11	2022
1669239120	23/11/2022	21:32:00	0,004882	23/11/2022 21:32:00	23	11	2022
1669239180	23/11/2022	21:33:00	0,004882	23/11/2022 21:33:00	23	11	2022
1669239240	23/11/2022	21:34:00	0,004902	23/11/2022 21:34:00	23	11	2022
1669239300	23/11/2022	21:35:00	0,004885	23/11/2022 21:35:00	23	11	2022

Figura 59:Tabla limpiada de datos

6.2.1.2 Sensores de Temperatura

Hay 3 sensores de temperatura conectados a la plataforma de Energomonitor. En este caso los datos son muchos menos que los de los sensores de energía. Sin embargo, el proceso es igual: hay que conectarse mediante una API la web para poder así recibir los datos. En el siguiente código vemos el acceso al sensor 1, para acceder al 2 y 3 es simplemente cambiar lo siguiente:

-  **emjffk** → Sensor 1
-  **emjffm** → Sensor 2
-  **emjffn** → Sensor 3

Una vez tenemos los datos de los sensores de temperatura se lleva a cabo un proceso de limpieza los datos. Se cambia el nombre de las columnas, se ajusta el tipo de dato y se eliminan las columnas innecesarias

Cuando esta todo limpio y como se quiere para poder llevar a cabo las visualizaciones se observa una tabla como la de la figura 58.

```
let
Origen
=Json.Document(Web.Contents("https://api.energomonitor.com/v1/feeds/emjeic/streams/emjffk/d
ata?limit=83000",
[Headers={Authorization=" Bearer QmDdECYuKJtCI8dED8avqsXu7BuJP9"}])),
#"Convertida en tabla" = Table.FromList(Origen, Splitter.SplitByNothing(), null,
null,ExtraValues.Error),
#"Dividir columna" = Table.SplitColumn("#Convertida en tabla", "Column1", each
_,{"Column1.0", "Column1.1"}),
#"Columnas con nombre cambiado" = Table.RenameColumns("#Dividir columna",{"Column1.0",
"Fecha"}, {"Column1.1", "Grados [C°]"}),
#"Duplicated Column" = Table.DuplicateColumn("#Columnas con nombre cambiado","Fecha",
"Fecha - Copy"),
#"Removed Columns" = Table.RemoveColumns("#Duplicated Column",{"Fecha - Copy"}),
#"Added Custom" = Table.AddColumn("#Removed Columns", "datetime", each
#datetime(1970,1,1,0,0,0) + #duration(0,0,0,[Fecha])),
#"Changed Type with Locale" = Table.TransformColumnTypes("#Added Custom",{"datetime", type
datetime}), "af-ZA"),
#"Duplicated Column1" = Table.DuplicateColumn("#Changed Type with Locale", "datetime",
"datetime - Copy"),
#"Split Column by Delimiter" =
Table.SplitColumn(Table.TransformColumnTypes("#Duplicated Column1", {"datetime", type
text}), "es-ES"), "datetime", Splitter.SplitTextByDelimiter(" ", QuoteStyle.Csv),
{"datetime.1", "datetime.2"}),
#"Renamed Columns" = Table.RenameColumns("#Split Column by Delimiter",{"Fecha", "Fecha
epoch"}, {"datetime.1", "Fecha"}, {"datetime.2", "Hora"}, {"datetime - Copy",
"datetime"}),
#"Changed Type" = Table.TransformColumnTypes("#Renamed Columns",{"Grados [C°]", type
number}, {"Fecha", type date}, {"Hora", type time}, {"datetime", type datetime})
in
#"Changed Type"
```

ABC 123	Fecha epoch	1.2 Grados [C°]	Fecha	Hora	datetime
	1669194540	28,4	23/11/2022		9:09:00
	1669194600	28,4	23/11/2022		9:10:00
	1669194660	28,4	23/11/2022		9:11:00
	1669194720	28,4	23/11/2022		9:12:00
	1669194780	28,5	23/11/2022		9:13:00
	1669194840	28,55	23/11/2022		9:14:00
	1669194900	28,6	23/11/2022		9:15:00
	1669194960	28,6	23/11/2022		9:16:00
	1669195020	28,7	23/11/2022		9:17:00
	1669195080	28,7	23/11/2022		9:18:00
	1669195140	28,8	23/11/2022		9:19:00
	1669195200	28,8	23/11/2022		9:20:00
	1669195260	28,85	23/11/2022		9:21:00
	1669195320	28,9	23/11/2022		9:22:00
	1669195380	29	23/11/2022		9:23:00
	1669195440	29,05	23/11/2022		9:24:00
	1669195500	29,1	23/11/2022		9:25:00
	1669195560	29,1	23/11/2022		9:26:00
	1669195620	29,15	23/11/2022		9:27:00
	1669195680	29,2	23/11/2022		9:28:00
	1669195740	29,25	23/11/2022		9:29:00

Figura 60: tabla sensores de temperatura limpia

6.2.1.3 Datos extras

Para poder tener toda la información necesaria es importante saber los datos del mes anterior, por eso se añade una tabla para poder representar esta información:

```
DatosMesAnterior = FILTER('Energomonitor (S1, C1)', YEAR('Energomonitor (S1, C1)'[datetime]) = IF(MONTH(TODAY())=1, YEAR(TODAY())-1, YEAR(TODAY())) && MONTH('Energomonitor (S1, C1)'[datetime]) = IF(MONTH(TODAY())=1, 12, MONTH(TODAY())-1))
```

Lo mismo para el mes actual:

```
DatosMesActual = FILTER('Energomonitor (S1, C1)', YEAR('Energomonitor (S1, C1)'[datetime]) = YEAR(TODAY()) && MONTH('Energomonitor (S1, C1)'[datetime]) = MONTH(TODAY()))
```

Y, por último, los datos de ayer:

```
DatosAyer = FILTER('Energomonitor (S1, C1)', 'Energomonitor (S1, C1)'[datetime] >= TODAY() - 1 && 'Energomonitor (S1, C1)'[datetime] < TODAY())
```

Con todo lo anterior obtendremos tres nuevas tablas que nos representen los datos que nosotros queremos para las futuras visualizaciones.

6.2.2 VRM

En esta página web se encuentra la información correspondiente a la batería del clinic. El código para acceder a la información es más extenso que en Energomonitor, pero solo se necesita un link para poder acceder a toda la información de la plataforma.

Se quería obtener la información desde el día que se accede a Power BI a las 00:00 hasta el momento que se accede a la aplicación. Por eso hay que realizar una pequeña programación previa a la conexión con la API que se marca en naranja. Con esto conseguimos la diferencia de horas y la transformamos a epoch que es como se realiza el enlace a la conexión API. Una vez tenemos la fecha desde que queremos que se recoja la información, se añade al link y se hace una conexión con la API a la web.

Una vez tenemos ya la información que se quiere se limpian los datos de la tabla, es decir cambiamos los nombres de las columnas, cambiamos el tipo de dato y eliminamos las columnas que no son necesarias

```
let
    fechaActual = DateTime.LocalNow(),
    fechaInicio = DateTime.FromText("01/01/1970 0:00:00"),
    fechaInicioHoy = #datetime(Date.Year(fechaActual), Date.Month(fechaActual),
Date.Day(fechaActual), 0, 0, 0),
    fechaInicioHoyAjustada = fechaInicioHoy - #duration(0, 3, 0, 0),
    epoch = Number.ToText(Duration.TotalSeconds(fechaInicioHoyAjustada - fechaInicio)),
    apiUrl = "https://vrmapi.victronenergy.com/v2/installations/90610/data-download?start="
& epoch,
    Source = Csv.Document(Web.Contents(apiUrl, [Headers = [{"x-authorization"}="Token
7beecd2ca5625a8de62c7a730a793a05d8922489c7625b774ff01271c688e72b"]]), [Delimiter = ",",
Columns = 85, Encoding = 65001, QuoteStyle = QuoteStyle.None]),
    #"Removed Columns" = Table.RemoveColumns(Source,{"Column2", "Column3", "Column4",
"Column5", "Column6", "Column7", "Column8", "Column9", "Column17", "Column20", "Column21",
"Column22", "Column23", "Column24", "Column25", "Column26", "Column27", "Column28",
"Column29", "Column30", "Column31", "Column18", "Column19", "Column32", "Column33",
"Column34", "Column35", "Column36", "Column37", "Column38", "Column39", "Column40",
"Column42", "Column54", "Column55", "Column56", "Column57", "Column58", "Column59",
"Column60", "Column61", "Column62", "Column63", "Column68", "Column69", "Column70",
"Column71", "Column72", "Column73", "Column74", "Column75", "Column84", "Column85",
"Column83"}),
    #"Duplicated Column" = Table.DuplicateColumn("#Removed Columns", "Column1", "Column1 -
Copy"),
    #"Renamed Columns" = Table.RenameColumns("#Duplicated Column",{"Column1",
"TimeStamp"}, {"Column10", "System output V phasel (V)"}, {"Column11", "System output A
phasel (A)"}, {"Column12", "System output freq (Hz)"}, {"Column13", "System output power 1
(W)"}, {"Column14", "System Voltage (V)"}, {"Column15", "System current (A)"}, {"Column16",
"System temp (C°)"}, {"Column41", "System charge state"}, {"Column43", "Battery min cell
temp (C°)"}, {"Column44", "Battery max cell temp (C°)"}, {"Column45", "Battery voltage
(V)"}, {"Column46", "Battery current (A)"}, {"Column47", "Battery temp (C°)"}, {"Column48",
"Battery state of charge (%)"}, {"Column49", "Battery state of health (%)"}, {"Column50",
"Battery CVL (Charge Voltage Limit) (V)"}, {"Column51", "Battery DVL (Discharge Voltage
Limit) (V)"}, {"Column52", "Battery CCL (Charge Current Limit) (A)"}, {"Column53", "Battery
DCL (Discharge Current Limit) (A)"}, {"Column64", "Battery discharged energy (KWh)"},
{"Column65", "Battery Charged Energy (KWh)"}, {"Column66", "Battery min cell voltage (V)"},
{"Column67", "Battery max cell voltage (V)"}, {"Column76", "System O AC Consumption Ll
(W)"}, {"Column77", "System O Voltage (V)"}, {"Column78", "System O Current (A)"},
{"Column79", "System O Bus charge current (A)"}, {"Column80", "System O Battery power
(W)"}, {"Column81", "System O Charge power (W)"}, {"Column82", "System O Battery SOC
(%)"})),
    #"Removed Top Rows" = Table.Skip("#Renamed Columns", 3),
    #"Replaced Value" = Table.ReplaceValue("#Removed Top
Rows", ".", "", Replacer.ReplaceText, {"TimeStamp", "System output V phasel (V)", "System
output A phasel (A)", "System output freq (Hz)", "System output power 1 (W)", "System
Voltage (V)", "System current (A)", "System temp (C°)", "System charge state", "Battery min
cell temp (C°)", "Battery max cell temp (C°)", "Battery voltage (V)", "Battery current
(A)", "Battery temp (C°)", "Battery state of charge (%)", "Battery state of health (%)",
"Battery CVL (Charge Voltage Limit) (V)", "Battery DVL (Discharge Voltage Limit) (V)",
"Battery CCL (Charge Current Limit) (A)", "Battery DCL (Discharge Current Limit) (A)",
"Battery discharged energy (KWh)", "Battery Charged Energy (KWh)", "Battery min cell
voltage (V)", "Battery max cell voltage (V)", "System O AC Consumption Ll (W)", "System O
```

```

Voltage (V)", "System O Current (A)", "System O Bus charge current (A)", "System O Battery
power (W)", "System O Charge power (W)", "System O Battery SOC (%)", "Column1 - Copy"}),
    # "Split Column by Delimiter" = Table.SplitColumn("#Replaced Value", "Column1 - Copy",
Splitter.SplitTextByDelimiter(" ", QuoteStyle.Csv), {"Column1 - Copy.1", "Column1 -
Copy.2"}),
    # "Renamed Columns1" = Table.RenameColumns("#Split Column by Delimiter", {"Column1 -
Copy.1", "Date"}, {"Column1 - Copy.2", "Hour"}),
    # "Changed Type" = Table.TransformColumnTypes("#Renamed Columns1", {"Timestamp", type
datetime}, {"System output V phase1 (V)", type number}, {"System output A phase1 (A)", type
number}, {"System output freq (Hz)", type number}, {"System output power 1 (W)", type
number}, {"System Voltage (V)", type number}, {"System current (A)", type number}, {"System
temp (C°)", type number}, {"Battery min cell temp (C°)", type number}, {"Battery max cell
temp (C°)", type number}, {"Battery voltage (V)", type number}, {"Battery current (A)",
type number}, {"Battery temp (C°)", type number}, {"Battery state of charge (%)", type
number}, {"Battery state of health (%)", type number}, {"Battery CVL (Charge Voltage Limit)
(V)", type number}, {"Battery DVL (Discharge Voltage Limit) (V)", type number}, {"Battery
CCL (Charge Current Limit) (A)", type number}, {"Battery DCL (Discharge Current Limit)
(A)", type number}, {"Battery discharged energy (KWh)", type number}, {"Battery Charged
Energy (KWh)", type number}, {"Battery min cell voltage (V)", type number}, {"Battery max
cell voltage (V)", type number}, {"System O AC Consumption L1 (W)", type number}, {"System
O Voltage (V)", type number}, {"System O Current (A)", type number}, {"System O Bus charge
current (A)", type number}, {"System O Battery power (W)", type number}, {"System O Charge
power (W)", type number}, {"System O Battery SOC (%)", type number}, {"Date", type date},
{"Hour", type time}),
    # "Added Custom" = Table.AddColumn("#Changed Type", "Battery state of charge (%)", each
[# "Battery state of charge (%)"]/100),
    # "Added Custom1" = Table.AddColumn("#Added Custom", "Battery state of health (%)", each
[# "Battery state of health (%)"]/100),
    # "Added Custom2" = Table.AddColumn("#Added Custom1", "System O Battery SOC (%)", each
[# "System O Battery SOC (%)"]/100),
    # "Changed Type1" = Table.TransformColumnTypes("#Added Custom2", {"Battery state of
charge (%)", Percentage.Type}, {"Battery state of health (%)", Percentage.Type}, {"System O
Battery SOC (%)", Percentage.Type}),
    # "Removed Columns1" = Table.RemoveColumns("#Changed Type1", {"Battery state of charge
(%)", "Battery state of health (%)", "System O Battery SOC (%)"}),
    # "Renamed Columns2" = Table.RenameColumns("#Removed Columns1", {"Battery state of
charge (%)", "Battery state of charge (%)", {"Battery state of health (%)", "Battery state
of health (%)", {"System O Battery SOC (%)", "System O Battery SOC (%)"}))
in
    # "Renamed Columns2"

```

Una vez limpiados los datos vemos la tabla de la que se sacarán las visualizaciones en la figura 61.

TimeStamp	1.2 System output V phase1 (V)	1.2 System output A phase1 (A)	1.2 System output freq (Hz)	1.2 System output power 1 (W)	1.2 System Voltage (V)
21/06/2023 0:00:44	230,3	0,6	50,1	117	
21/06/2023 0:01:45	230,3	0,6	50,1	117	
21/06/2023 0:02:44	230,3	1,2	50	186	
21/06/2023 0:03:44	230,3	1,2	50	181	
21/06/2023 0:04:45	230,3	1,2	50,1	177	
21/06/2023 0:05:44	230,3	1,2	50	174	
21/06/2023 0:06:44	230,3	0,6	50	117	
21/06/2023 0:07:44	231,2	0,6	50	117	
21/06/2023 0:08:44	230,3	0,6	50	117	
21/06/2023 0:09:44	230,3	0,6	50	116	
21/06/2023 0:10:45	230,3	0,6	50,1	117	
21/06/2023 0:11:44	230,3	0,6	50,1	117	
21/06/2023 0:12:44	230,3	0,6	50,1	117	

Figura 61: Tabla limpia de los datos de VRM

6.2.3 SMA

Por problemas con el acceso a las APIs de esta plataforma no se ha podido acceder a la información mediante APIs, si no conectándonos a la web directamente. De esta forma los datos se obtienen también, pero no se actualizan de forma tan continua.

```
let
    Origen =
        Web.BrowserContents("https://www.sunnyportal.com/Templates/PublicPage.aspx?page=80980fe2-66c9-429c-8ac1-06ef04481dad"),
        #"Tabla extraída a partir de HTML" = Html.Table(Origen, {"Column1",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(1)"}, {"Column2",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(2)"}, {"Column3",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(3)"}, {"Column4",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(4)"}, {"Column5",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(5)"}, {"Column6",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(6)"}, {"Column7",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(7)"}, {"Column8",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(8)"}, {"Column9",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(9)"}, {"Column10",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(10)"}, {"Column11",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(11)"}, {"Column12",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(12)"}, {"Column13",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(13)"}, {"Column14",
        "TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR > :nth-child(14)"}},
        [RowSelector="TABLE[id='DataTableComparison'] > * > TR"]),
        #"Encabezados promovidos" = Table.PromoteHeaders(#"Tabla extraída a partir de
        HTML", [PromoteAllScalars=true]),
        #"Tipo cambiado" = Table.TransformColumnTypes(#"Encabezados promovidos",{{"",
        type text}, {"January", type number}, {"February", type number}, {"March", type
        number}, {"April", type number}, {"May", type number}, {"June", type number},
        {"July", type number}, {"August", type number}, {"September", type number},
        {"October", type number}, {"November", type number}, {"December", type number},
        {"Total", type number}}),
        #"Filas filtradas" = Table.SelectRows(#"Tipo cambiado", each ([#""] <> "" and
        [#""] <> "Mean value" and [#""] <> "Year portion")),
        #"Columna dividida" = Table.TransformColumns(#"Filas filtradas", {"January",
        each _ / 100, type number}),
        #"Columna dividida1" = Table.TransformColumns(#"Columna dividida",
        {"February", each _ / 100, type number}),
        #"Columna dividida2" = Table.TransformColumns(#"Columna dividida1",
        {"March", each _ / 100, type number}),
        #"Columna dividida3" = Table.TransformColumns(#"Columna dividida2",
        {"April", each _ / 100, type number}),
        #"Columna dividida4" = Table.TransformColumns(#"Columna dividida3", {"May",
        each _ / 100, type number}),
        #"Columna dividida5" = Table.TransformColumns(#"Columna dividida4", {"June",
        each _ / 100, type number}),
        #"Columna dividida6" = Table.TransformColumns(#"Columna dividida5", {"July",
        each _ / 1000, type number})}
```

```

    #"Columna multiplicada" = Table.TransformColumns("#Columna dividida6",
    {"July", each _ * 10, type number})),
    #"Columna dividida7" = Table.TransformColumns("#Columna multiplicada",
    {"August", each _ / 100, type number})),
    #"Columna dividida8" = Table.TransformColumns("#Columna dividida7",
    {"September", each _ / 100, type number})),
    #"Columna dividida9" = Table.TransformColumns("#Columna dividida8",
    {"October", each _ / 100, type number})),
    #"Columna dividida10" = Table.TransformColumns("#Columna dividida9",
    {"November", each _ / 100, type number})),
    #"Columna dividida11" = Table.TransformColumns("#Columna dividida10",
    {"December", each _ / 100, type number})),
    #"Columna dividida12" = Table.TransformColumns("#Columna dividida11",
    {"Total", each _ / 100, type number}))
in
    #"Columna dividida12"

```

Una vez nos hemos conectado a la página web de SMA mediante el enlace web como se observa en el código que se ha puesto en la parte superior obtenemos la tabla de datos. Se han realizado ciertos cambios para que la tabla se muestre de forma limpia como se puede observar en la figura 62.

Column1	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November
2019										207,26	1352,1
2020	1047,04	978,3	1130,73	828,76	789,97	788,38	766,45	755,23	819,74	1034,36	1146,1
2021	1274,14	1413,17	1167,95	670,53	958,86	1196,57	1179,76	1164,22	1018,3	873,02	1136,0
2022	1080,96	921,59	793,78	700,2	985,47	1212,33	1105,13	956,49	1266,27	1159,25	1040,7
2023	1044,88	793,67									

Figura 62: Datos limpios de SMA

6.3 INTEGRACIÓN DE LOS DATOS EN POWER BI

Se mostrará cómo se han integrado los datos extraídos de las APIs en Power BI. En este capítulo se va a hablar del proceso de unificar y combinar distintas fuentes de información para crear un conjunto de datos completos y organizados, para que en un futuro sirva para realizar análisis.

En el capítulo anterior se ha explicado cómo se ha establecido la conexión entre Power BI y las APIs de Energomonitor, SMA y VRM y como se ha extraído toda la información necesaria. También se ha llevado a cabo el proceso de limpieza de datos para poder realizar una clara visualización de los datos.

Se van a presentar las visualizaciones y análisis realizados en Power BI para obtener una comprensión profunda de los datos de Nyumbani Village. Se destacarán las principales métricas, gráficos y paneles creados para monitorear el rendimiento energético, el consumo y otros indicadores relevantes, y se explicará cómo se han utilizado para obtener información valiosa.

6.3.1 ENERGOMONITOR

Como se ha explicado en el apartado anterior, se han limpiado los datos de todos los sensores correspondientes a los que se van a realizar visualizaciones. Una vez cargados los datos y limpiadas todas las tablas tenemos la siguiente información que se muestra en la figura 63.

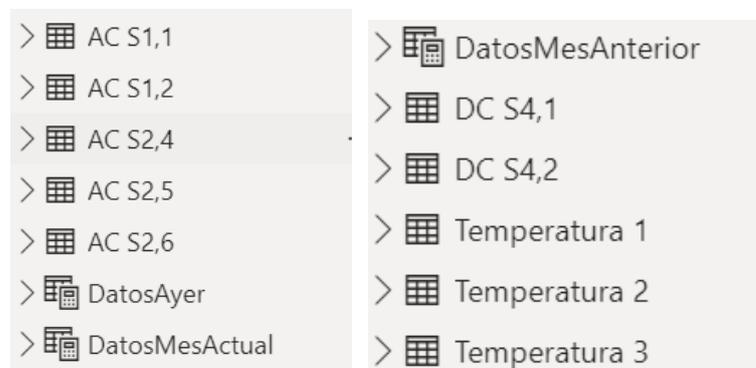


Figura 63: Información correspondiente a Energomonitor

En la figura 64 vemos la primera pestaña de Power BI que muestra la información referente al sensor 1, 1. Hay un filtro de fecha que se actualiza cada día y que nos muestra la información respecto a las fechas seleccionadas. En este caso he escogido las fechas en las que yo he estado en Kenia.

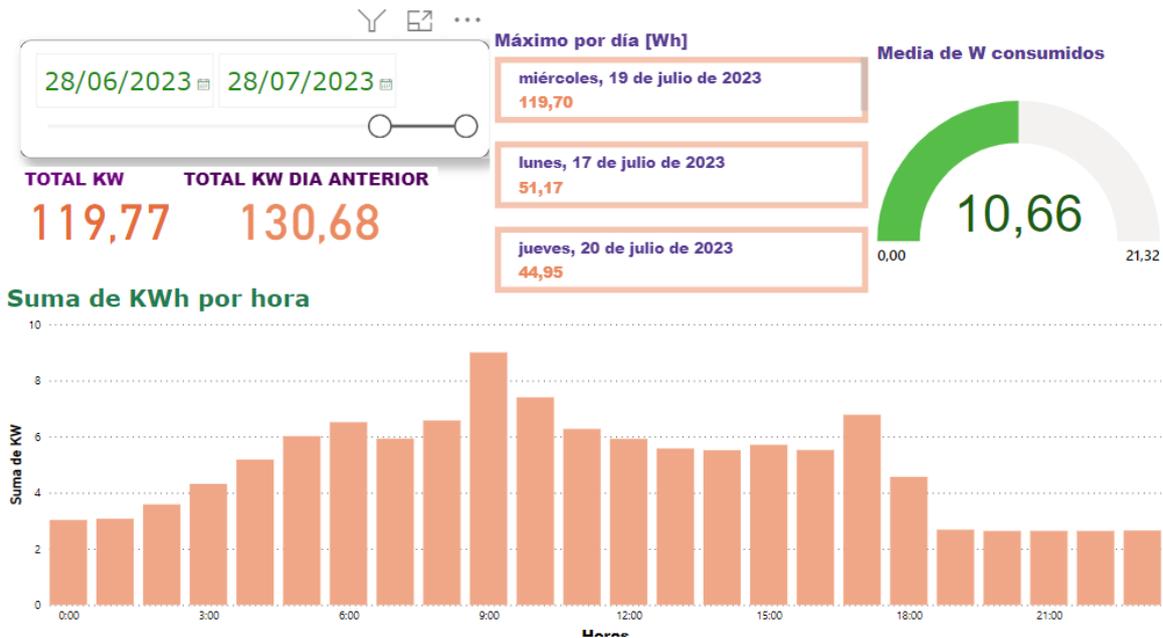


Figura 64: Información sobre el sensor 1, 1 de Energomonitor

En la figura 65 se ve un análisis de la energía respecto al mes anterior y al mes actual del sensor 1, 1. Hoy en día, está el mes actual con ciertas partes en blanco debido a que hubo algunos días en los que la conexión falló.

En la figura 66 se muestra la información detallada de energía cada sensor de alterna y de continua. El sensor 1 y 2 son de alterna y el sensor 4 de continua. Hay un filtro de fecha que también se actualiza cada día, en este caso está escogido las fechas en las que estuve en Kenia y muestra la información más relevante sobre la energía generada por cada sensor.



Ves actual vs mes anterior



Figura 65: Comparación por meses de los sensores de Energomonitor

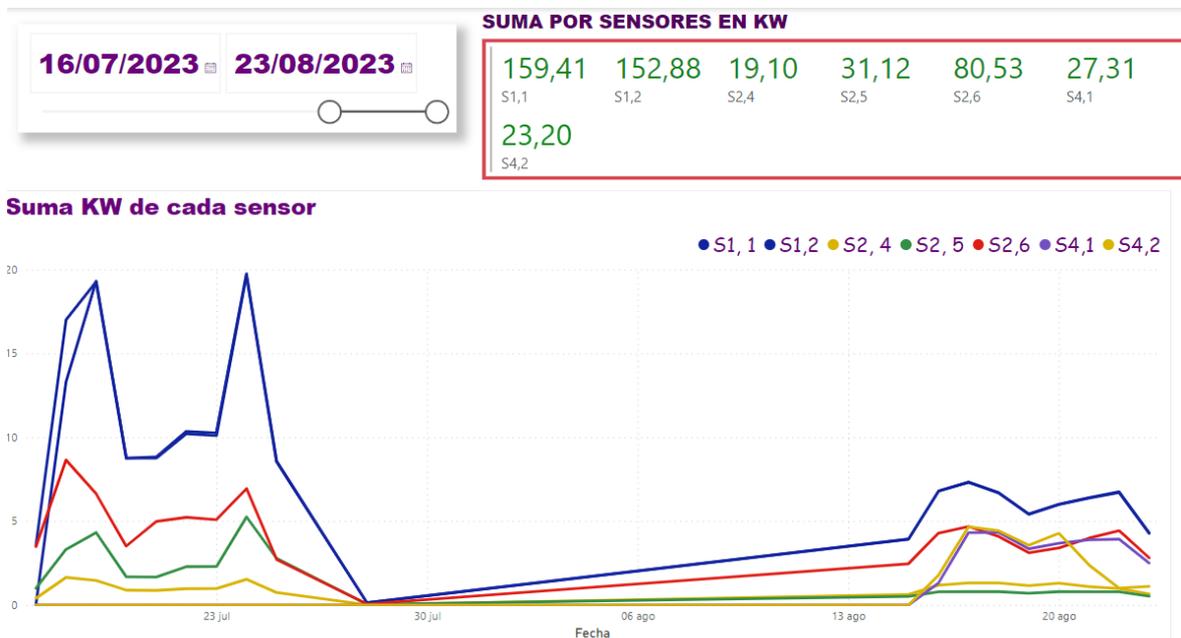


Figura 66: Información detallada de cada sensor de Energomonitor

Por último, las visualizaciones respecto a los sensores de temperatura se muestran en la figura 67. También hay un filtro de fechas y se muestra la información más relevante de cada sensor y una gráfica para poder ver la evolución.

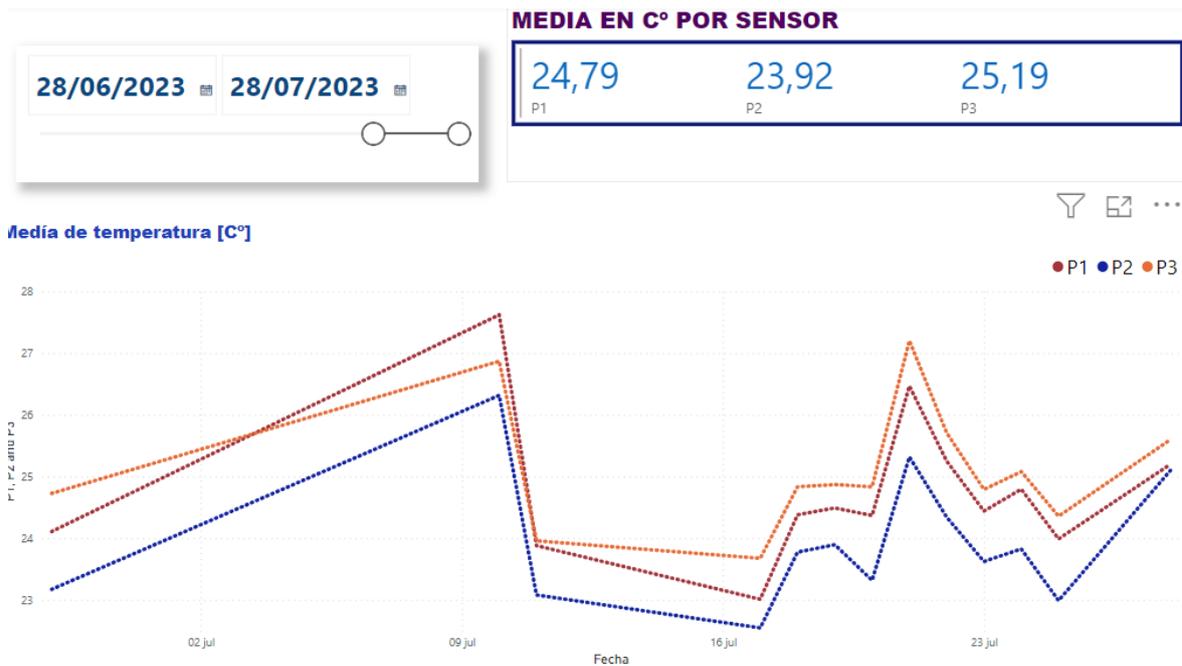


Figura 67: Información sobre los sensores de temperatura de Energomonitor

6.3.2 VRM

Una vez cargados todos los datos se va a realizar las visualizaciones necesarias. En este caso, toda la información está en una misma tabla y se selecciona los datos que se quieren mostrar. En la figura 68 se ven las visualizaciones, el código está programado para que se muestren los datos desde el las 00:00 del día actual hasta la hora en la que se está mirando. Se han escogido datos que son útiles para el estudio de la energía que generan las placas solares y que genera la batería.

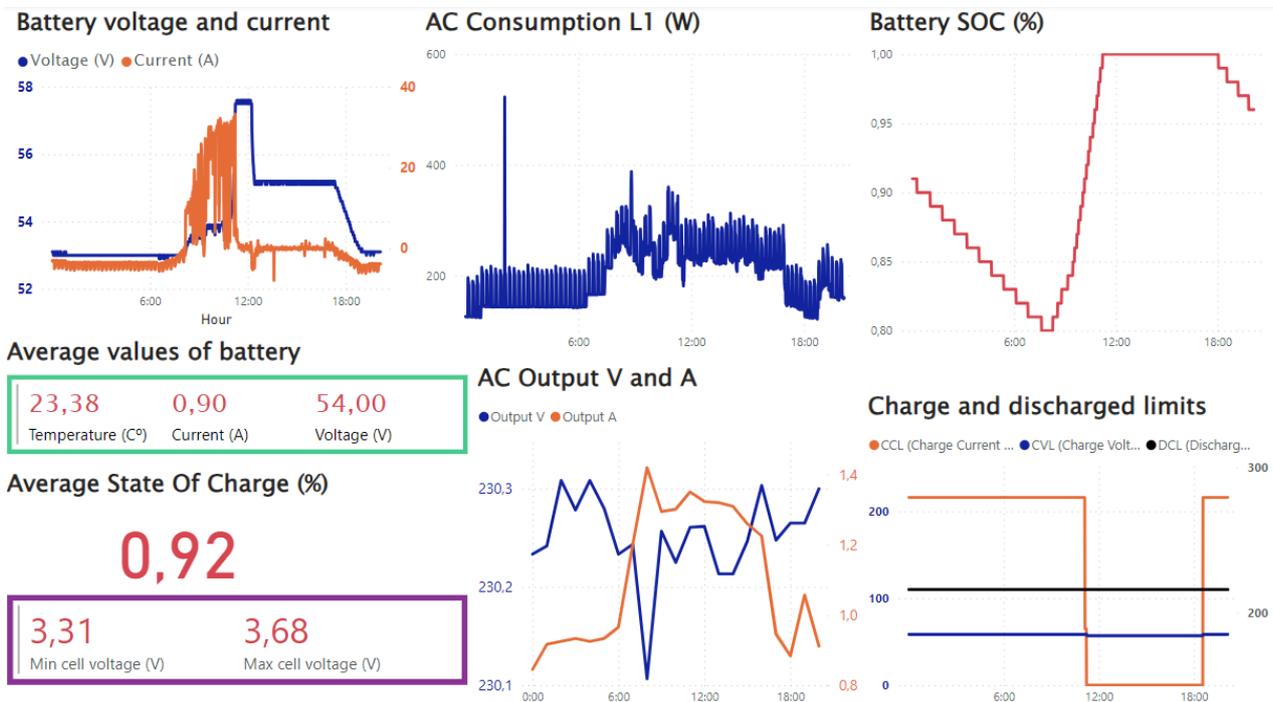


Figura 68: Visualizaciones correspondientes a VRM

6.3.3 SMA

Para esta plataforma hubo ciertos inconvenientes a la hora de acceder a la API, ya que no nos daban acceso desde la organización central. Por eso, ha habido que buscar soluciones. En vez de utilizar la API me he conectado a través del enlace web como se aprecia en la figura 69. Vemos que se muestra información respecto al rendimiento de la planta por años y la media de cada mes a partir de 2019.

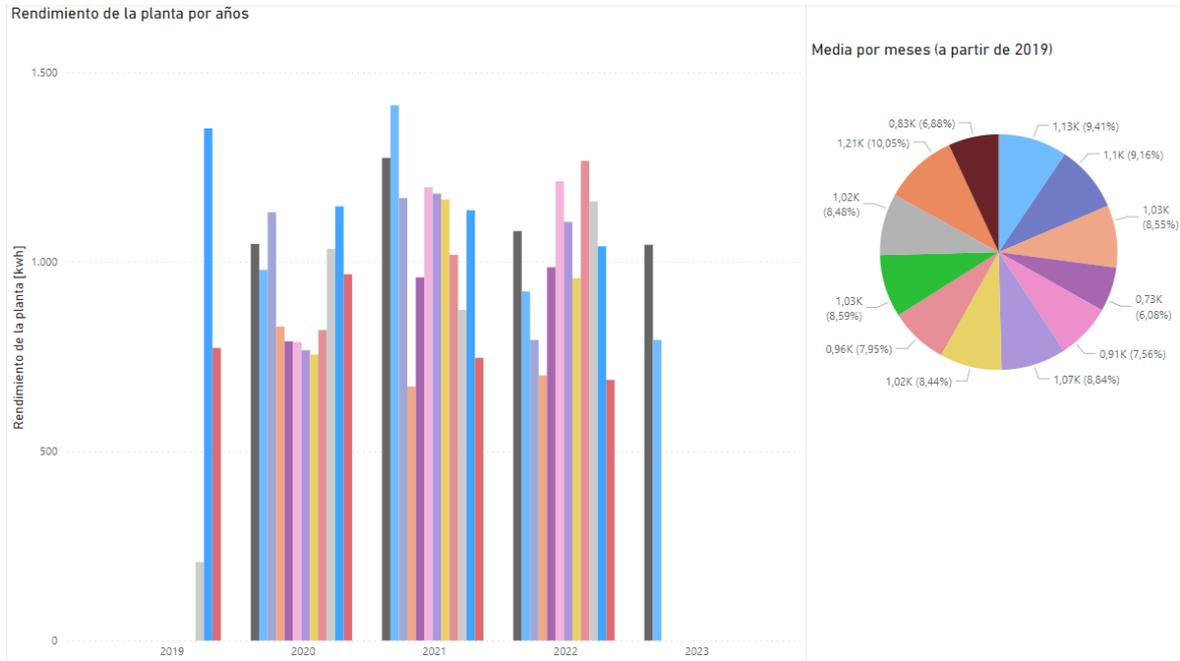


Figura 69: Visualización de SMA

6.4 EXPERIENCIA DEL USUARIO Y USABILIDAD

El objetivo principal de este apartado es observar cómo se ha abordado el diseño de la interfaz de usuario para garantizar que se pueda interactuar de manera eficaz con el sistema y las visualizaciones. Esto es esencial en el diseño de cualquier sistema, especialmente cuando se va a integrar datos en Power BI desde diversas fuentes como Energomonitor, VRM y SMA.

Se ha priorizado la creación de visualizaciones que guíen a los usuarios a través de la plataforma. La disposición de las visualizaciones, la estructura de navegación y la organización de los datos se han diseñado cuidadosamente para reflejar la lógica del proceso de integración y análisis. Se han minimizado los y las acciones necesarias para acceder a la información relevante, reduciendo así la complejidad y mejorando la eficiencia.

El aspecto visual desempeña un papel primordial en la usabilidad. Se ha adoptado una paleta de colores coherente y agradable, con una tipografía legible, para garantizar que la interfaz sea estéticamente atractiva y fácil de leer. Además, se han utilizado elementos gráficos para realzar la presentación de los datos y las visualizaciones, lo que facilita la interpretación y la comprensión. clics

Se ha puesto énfasis en permitir que los usuarios interactúen de manera natural con las visualizaciones. Se han incorporado funciones de zoom, filtro y selección para permitir a los usuarios explorar los datos a nivel granular. Además, se han proporcionado descripciones contextuales y leyendas claras para cada visualización, lo que ayuda a los usuarios a entender rápidamente los datos presentados.

Capítulo 7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El objetivo general de este capítulo es analizar la generación y el consumo de energía en Nyumbani Village, un poblado en Kenia, mediante la integración de datos provenientes de las fuentes VRM, Energomonitor y SMA en la plataforma Power BI.

Es importante el análisis de resultados ya que se analiza si se han cumplido los objetivos planteados. A través de la integración de datos y las visualizaciones en Power BI, se obtendrá una comprensión detallada de los patrones de generación y consumo de energía en Nyumbani Village. Esto permitirá tomar decisiones informadas y estratégicas para mejorar la eficiencia energética en el poblado.

El análisis de los datos va a ayudar a identificar posibles áreas de derroche o ineficiencia en el uso de la energía, así como a proponer soluciones específicas para optimizar la generación y el consumo. Además, los resultados obtenidos tendrán un impacto directo en la toma de decisiones tanto a nivel local como en la planificación de políticas energéticas más amplias, contribuyendo a la sostenibilidad y al desarrollo de Nyumbani Village y potencialmente sirviendo de ejemplo para otras comunidades similares.

7.1 ANÁLISIS DE DATOS RECOPIRADOS

Para realizar el análisis me voy a fijar en las visualizaciones realizadas en Power BI y analizar los resultados que se observan.

7.1.1 ENERGOMONITOR

El presente apartado se adentra en la exploración y análisis de los datos recopilados desde la fuente Energomonitor, con el objetivo de analizar los hábitos energéticos que se observan Nyumbani Village, en Kenia.

Es muy interesante lo observado en la figura 70. Son los kilovatios-hora consumidos en un día en concreto por horas. Vemos que el consumo de energía es durante las horas de luz y que es mucho más importante en las horas de la mañana. El horario de consumo es el horario de uso de los ordenadores y el resto de los equipos. Es el horario escolar.

Suma de KWh por hora

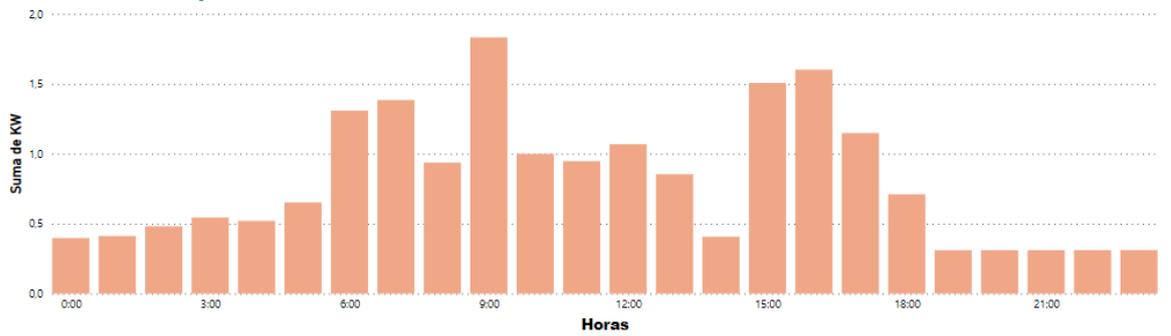


Figura 70: Generación de energía

En la figura 71 se aprecian los vatios-hora consumidos en este día en concreto y en el día anterior. Toda la energía que se genera se consume en forma de electricidad para el High School. Durante los meses de invierno (julio y agosto) la energía generada es menor que el resto de los meses ya que los días están más nublados y, por lo tanto, hace menos sol. De hecho, muchas veces no hay energía suficiente por la tarde. Lo generado por las placas solo se puede saber con los sensores de continua.



Figura 71: Datos sobre la generación de energía

En la figura 72 se aprecia la comparación por meses (julio y agosto), y podemos observar que durante julio la energía generada es superior a la de agosto. Cabe destacar que durante agosto hubo ciertos fallos de conexión y por eso hay muchas franjas en blanco.

Mes actual vs mes anterior

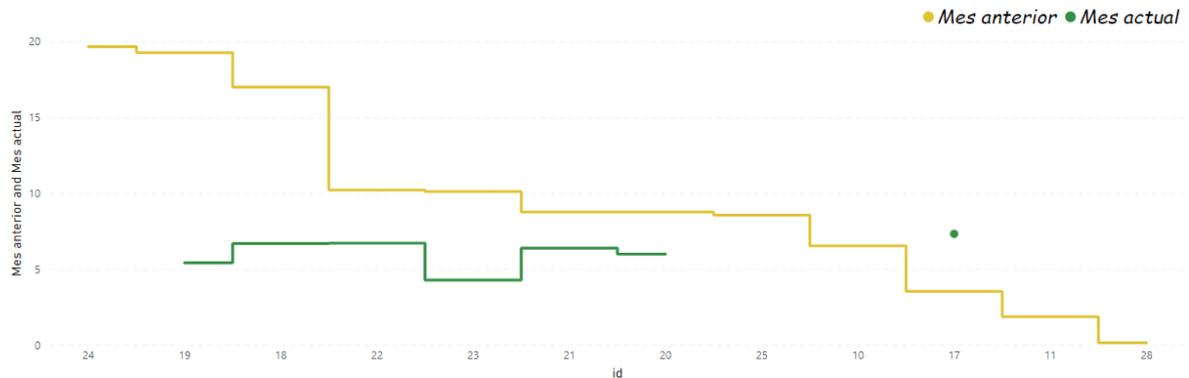


Figura 72: Comparación por meses de la energía generada

En la figura 73 se va a analizar la diferencia de las medidas de los sensores. En este caso se ha filtrado para que la información que se muestra sea desde el 28 de junio al 28 de julio, el tiempo en el que yo estuve en Kenia. El sensor S1,2 al principio está a 0 pero se observa que en el momento que se conecta muestra la misma información que el sensor S1,1, ya que el 18 de julio se conectó el sensor a la misma salida, la administración.

Suma KW de cada sensor

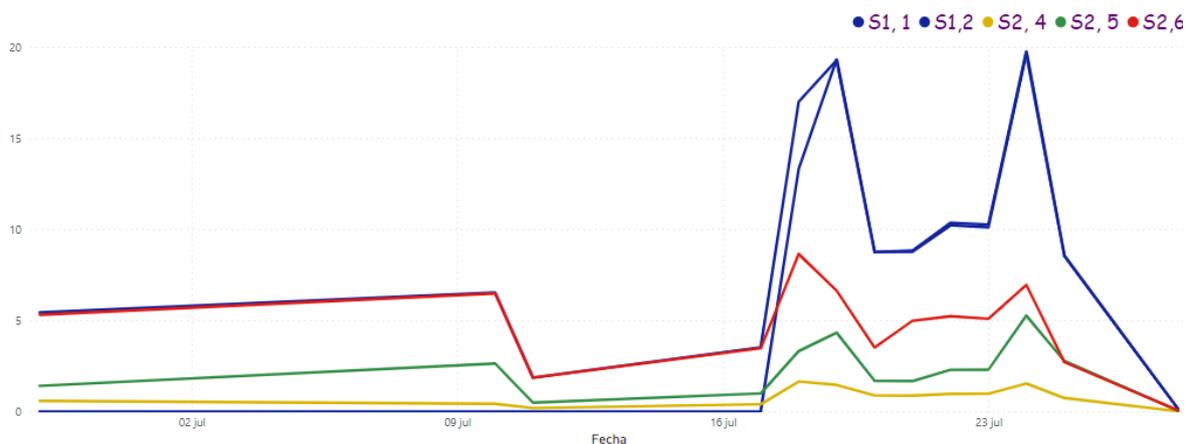


Figura 73: Comparación de las medidas de los sensores

El resto de los sensores muestran la información que se espera de ellos, ya que están conectados todos a distintas salidas de potencia. El sensor S2, 6 está conectado a la salida de total de la energía, por eso su medida es superior al resto y se puede apreciar de forma muy clara en la figura 73.

En la figura 74 se muestra la media de las temperaturas registradas por cada sensor. Antes del 18 de julio los tres sensores estaban conectados a las baterías, por eso tenían medidas muy similares. El 18 de julio se cambió el sensor P3 para que midiera la temperatura ambiente y así saber con exactitud a la temperatura que están expuestas las baterías.

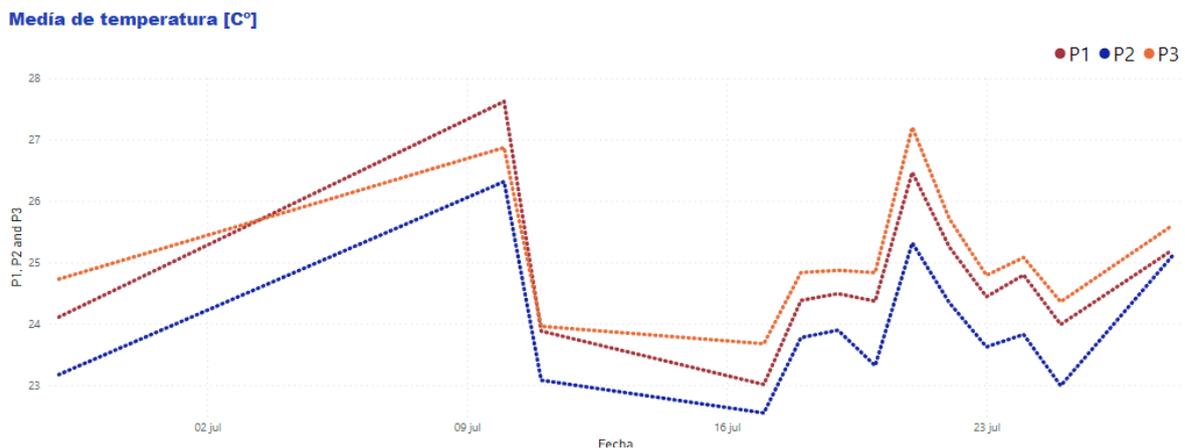


Figura 74: Media registrada por los sensores de temperatura

7.1.2 VRM

En esta sección se analizarán los gráficos más relevantes que se han realizado a partir de la información que nos proporciona VRM. En la figura 75 se observa el gráfico que revela la información entre el voltaje de salida y la corriente de descarga de la batería. Hay un punto en el gráfico, el voltaje de corte, en el que el voltaje de la batería comienza a caer rápidamente, esto marca el nivel de voltaje por debajo del cual la batería ya no puede proporcionar una salida útil y efectiva. La capacidad nominal de la batería (amperios-hora, Ah) puede influir en la forma de la curva. Baterías con mayor capacidad a menudo mantienen un voltaje más constante durante descargas más bajas antes de llegar al voltaje de corte.

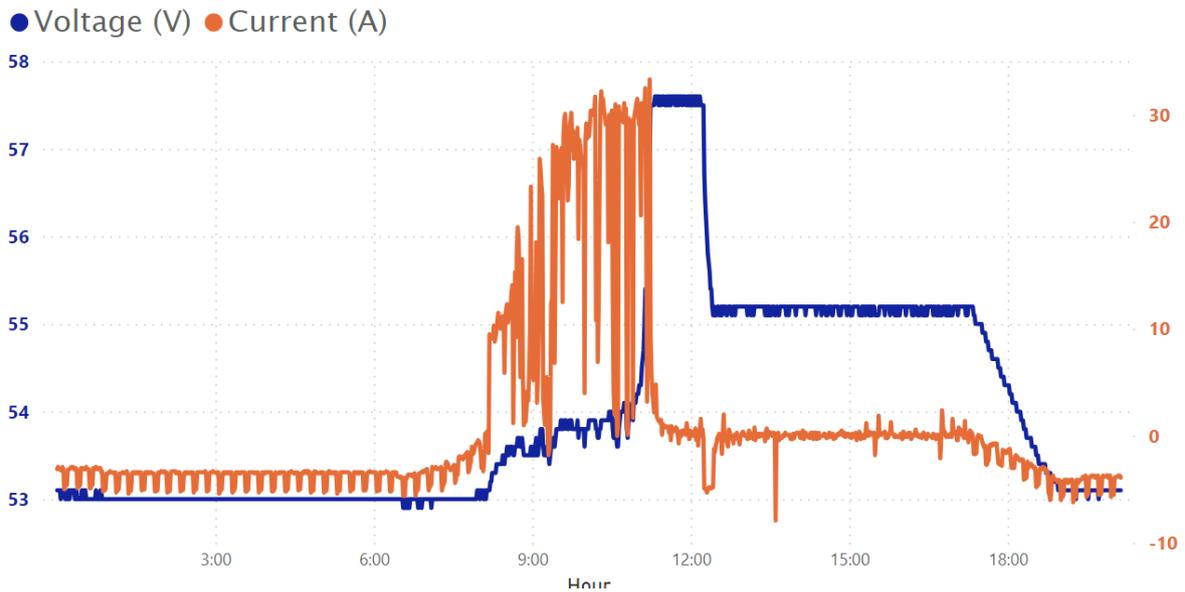


Figura 75: Relación entre el voltaje de salida y la corriente de descarga de la batería

En la figura 76 se analiza el estado de carga de la batería (SoC), esto es fundamental para entender cuanta energía queda en la batería en relación con su capacidad total. El estado de la carga se expresa como un porcentaje que representa la cantidad de carga almacenada en una batería en relación con su capacidad total. El aumento gradual se refiere a la carga, que vemos que llega al 100% sobre las 11 de la mañana y la disminución gradual habla de la descarga, que vemos que llega a su punto más bajo sobre las 7 de la mañana.

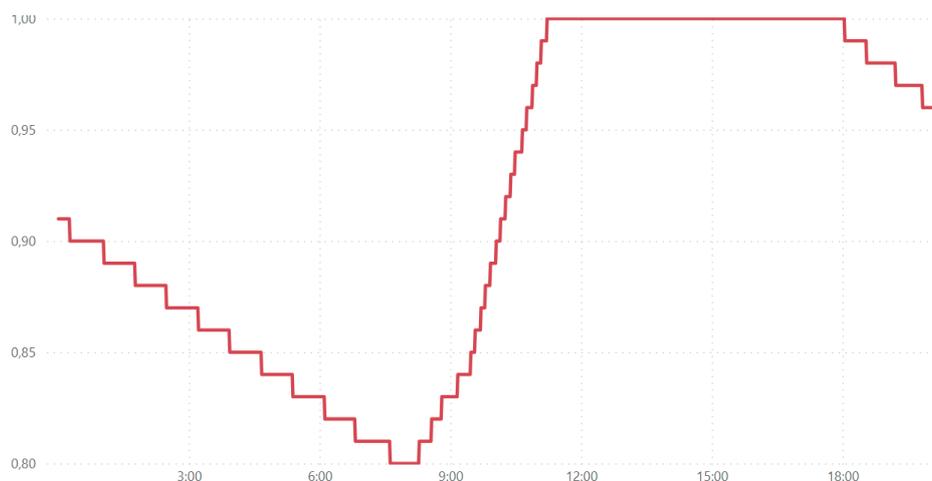


Figura 76: Estado de carga de la batería

El análisis del SoC también es importante para la gestión del ciclo de vida de la batería, ya que un uso constante en extremos de carga o descarga puede acelerar el desgaste de la batería. El análisis es esencial para comprender el rendimiento a lo largo del tiempo, y así optimizar su uso.

En la figura 77 se observa un gráfico que muestra el CCL, CVL y DCL. CCL implica aplicar una carga constante a la batería, donde la corriente se mantiene en un nivel constante mientras se monitorea el voltaje de la batería a lo largo del tiempo. Con esta prueba se evalúa como responde la batería a una descarga continua. Vemos que hay un escalón hacia abajo, esto podría indicar que la batería ha alcanzado un punto de cambio en su capacidad de proporcionar energía de manera constante. Esto podría afectar a la capacidad de la batería para mantener una tensión constante bajo una carga constante.

La prueba CVL implica aplicar una carga constante a la batería, pero ahora el voltaje se mantiene constante mientras se monitorea la corriente que va hacia la batería. Gracias a esto evaluamos como responde la batería cuando se mantiene a un voltaje constante durante la carga o la descarga. En este caso es una línea recta, la batería está respondiendo de forma constante al voltaje aplicado.

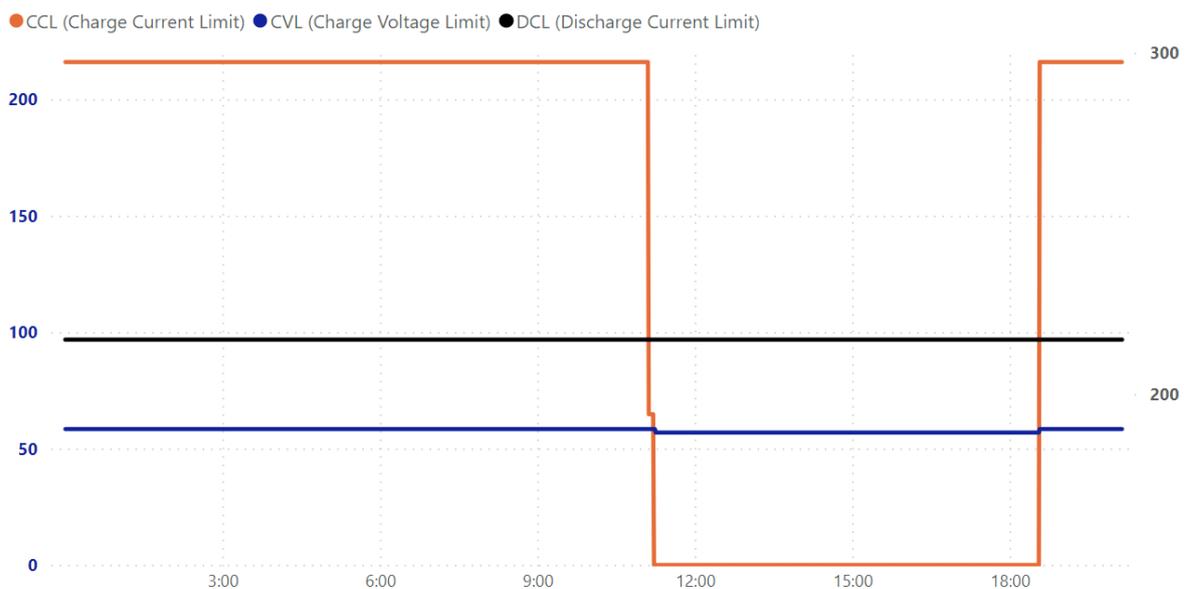


Figura 77: Gráfica CCL, CVL, DCL

El DCL se refiere a la corriente máxima que se permite durante la descarga de una batería sin comprometer su rendimiento o seguridad. Establecer un límite de corriente de descarga ayuda a evitar que la batería se sobrecargue o se dañe debido a una descarga excesiva. En este caso es una línea recta, así que la batería está limitada a una corriente de descarga constante y no puede exceder ese límite.

7.1.3 SMA

En la figura 78 se aprecia un rendimiento de la planta a lo largo de los años. Se empezó a monitorizar en 2019 y vemos que durante los últimos meses de 2019 alcanzó un rendimiento de unos 1.350 Kwh. Durante 2021 obtuvo el pico del rendimiento con más de 1400 Kwh y durante 2022 y 2023 el rendimiento ha sido parecido al de años anteriores.

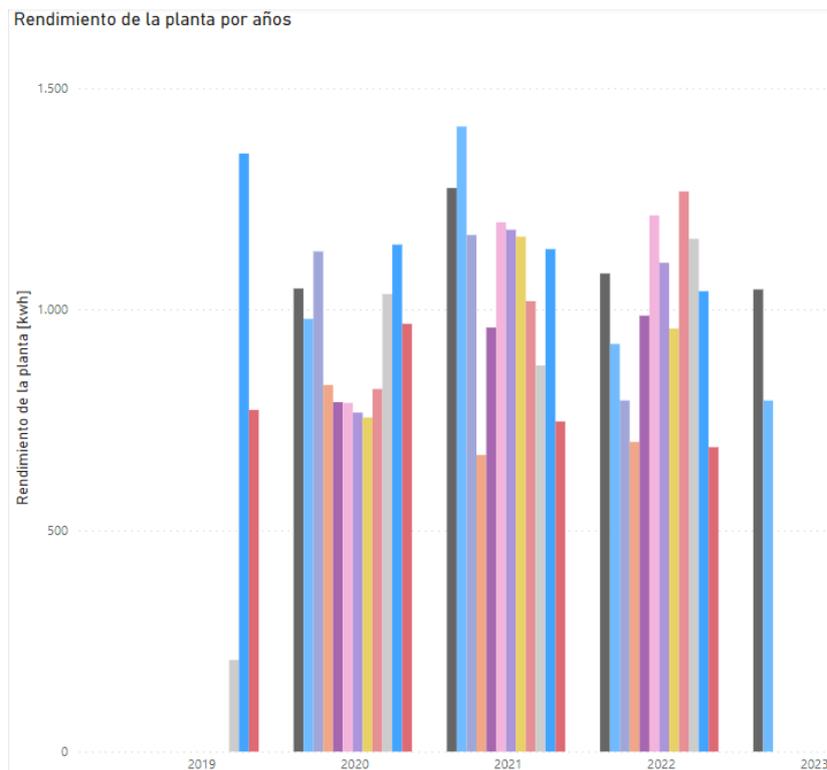


Figura 78: Rendimiento de la planta por años

Capítulo 8. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Garantizar a Nyumbani Village un mejor uso de la energía eléctrica en sus hogares, escuelas, centros de capacitación y centros médicos, entre otros, promoverá el desarrollo de la aldea y reducirá las disparidades económicas y educativas que esta comunidad presenta en comparación con muchas otras. Este proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de las personas que han pasado por circunstancias extremadamente difíciles debido al VIH. También se promueve la contribución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU a través de este trabajo.

Tras haber acabado el proceso de análisis de información se puede decir que uno de los mayores inconvenientes ha sido el tener acceso a la información, ya al que no estar allí presente durante el año había muchos fallos de conexión y no se podía acceder a la información. Es cierto, que había una persona encargada de que esto funcionase, pero a veces por falta de formación y conocimiento dificultaba el proceso de arreglo.

Gracias a que he estado durante el mes de julio en Kenia he podido analizar con minuciosidad los datos necesarios que necesitaba para mi estudio, y he podido añadir los sensores que se necesitaban para tener una información más acertada.

Como trabajo a corto plazo, se debe llevar a cabo una conexión más precisa al internet para así poder tener unos datos de la generación de energía más objetivos. Además de complementar mi proyecto junto al de Melchor Folque para así tener una visión más completa de las instalaciones.

Por último, la oportunidad de haber podido ir a Nyumbani Village me ha ayudado a poder comprobar los datos por mí misma y entender mejor el funcionamiento de las instalaciones. Así, al tener una conexión con la aldea he podido realizar un estudio de los datos de forma que la información de cara al futuro pueda ser útil.

Capítulo 9. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Naciones Unidas. *Datos sobre la pobreza en el mundo actual y objetivos sobre el desarrollo*. Datos distribuidos en 2021. Enero, 2021. <https://www.un.org/es/global-issues/ending-poverty#:~:text=Actualmente%2C%20alrededor%20del%20diez%20por,al%20saneamiento%2C%20entre%20otras%20cosas>.
- [2] Oxfam Internacional. *Pobreza en distintas zonas de Kenia y su comparación respecto al resto de África*. Informe escrito en 2019. Octubre, 2019. <https://www.oxfam.org/es/que-hacemos/donde-trabajamos/paises/kenia>
- [3] Organización de las Naciones Unidas (ONU). *Infección por el VIH. Datos y cifras*. Informe realizado en 2022. 27 de julio de 2022. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hiv-aids>
- [4] Compromiso RSE. *Energía sin fronteras lleva energía solar a huérfanos del VIH/SIDA en Kenia*. El 17 de abril de 2014. <https://www.compromisorse.com/rse/2014/04/17/energia-sin-fronteras-lleva-energia-solar-a-estudiantes-huerfanos-del-vihsida-en-kenia-/?year=2014&month=04&day=17&titleurl=energia-sin-fronteras-lleva-energia-solar-a-estudiantes-huerfanos-del-vihsida-en-kenia->
- [5] Magazine Cultural Independiente. *Un descubrimiento de 2,9 millones de años de antigüedad en Kenia*. El 10 de febrero de 2023 <https://www.labrujulaverde.com/2023/02/un-descubrimiento-de-29-millones-de-anos-de-antigüedad-en-kenia-reabre-la-cuestion-sobre-que-especie-de-hominido-fabrico-las-primeras-herramientas-de-piedra>
- [6] Lonely planet. *Historia de Kenia*. <https://www.lonelyplanet.es/africa/kenia/historia>
- [7] Embajada de Kenia en España. *Ficha del país, República de Kenia*. 26 de octubre de 2022. https://www.exteriores.gob.es/documents/fichaspais/kenia_ficha%20pais.pdf
- [8] Lonely planet. *La cultura de Kenia*. <https://www.lonelyplanet.es/africa/kenia/cultura>
- [9] DatosMundial.com. *Datos sobre la población de la República de Kenia*. <https://www.datosmundial.com/africa/kenia/index.php>
- [10] DatosMundial.com. *Datos sobre la población de la República de Kenia vs España*. <https://www.datosmundial.com/comparacion-pais.php?country1=KEN&country2=ESP>

- [11] Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Los huérfanos por SIDA en Kenia*. Publicado el 20 de septiembre de 2002. https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/multimedia/video/video-news-releases/WCMS_074371/lang--es/index.htm
- [12] TN. Cada día mas niños se contagian de VIH mientras el esfuerzo mundial se concentra en los adultos. El 20 de enero de 2023. <https://tn.com.ar/internacional/2023/01/20/cada-dia-mas-venes-se-contagian-de-vih-mientras-el-esfuerzo-mundial-se-concentra-en-los-adultos/>
- [13] ScienceDirect. *HIV una pandemia en Kenia*. Publivado el 7 de junio de 2012. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878331712000903>
- [14] Ministerio de Salud de Kenia. *Kenya Population-based HIV impact Assessment (KENPHIA) 2018*. Publicado por el ministerio de salud en 2020. <https://www.health.go.ke/wp-content/uploads/2020/02/KENPHIA-2018-PREL-REP-2020-HR3-final.pdf>.
- [15] Banco Mundial. *Datos sobre el acceso a la electricidad en Kenia vs en España durante los últimos 30 años (1993 al 2020)*. Últimos datos publicados en 2020. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.ZS?contextual=max&end=2020&locations=KE-ES&start=1993&view=chart>
- [16] Global Energy. *Kenia: cuando la energía solar es la última esperanza*. Publicado por global energy el 15 de octubre de 2021. <https://globalenergy.mx/noticias/electricidad/kenia-cuando-la-energia-solar-es-la-ultima-esperanza/>
- [17] Banco Mundial. *Acceso a la electricidad, sector urbano en Kenia entre 1990 y 2020 (% de la población urbana)*. Últimos datos publicados en 2020. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.ACCS.UR.ZS?end=2020&locations=KE&start=1993&view=chart>
- [18] Banco Munida. *Producción de electricidad a partir de fuentes renovables, excluida la hidroeléctrica (% del total)*. Últimos datos publicados en 2015. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.RNWX.ZS?locations=KE-ES>.
- [19] Piensa en Geotermia. *Aumento significativo en el desarrollo geotérmico en Kenia*. Publicado el 1 de abril de 2022. <https://www.piensageotermia.com/aumento-significativo-en-el-desarrollo-geotermico-en-kenia/>
- [20] EPRA (Energy & Petroleum Regulatory Authority). *Presentation on the energy and petroleum statistics report 2021*. Publicado el 28 de febrero del 2022. <https://www.epra.go.ke/presentation-onthe-energy-and-petroleum-statistics-report-2021/>

- [21] Newtral. *Así se ha reducido el uso de carbón como fuente de energía en 30 años*. Publicado el 18 de agosto de 2022. <https://www.newtral.es/espana-por-debajo-de-la-media-europea-en-generacion-electrica-carbon/20220818/>
- [22] Banco Mundial. Producción de electricidad a partir del petróleo en Kenia y España durante 30 años (% del total). Datos entre 1976 y el 2015. <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.PETR.ZS?end=2015&locations=KE-ES&start=1976&view=chart>
- [23] Datos Macro. *España y Kenia el consumo de electricidad*. Datos publicados hasta 2020. <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/electricidad-consumo/espana>
- [24] Amigos de Nyumbani. *Nyumbani Village, una comunidad sostenible*. <https://www.amigosdenyumbani.es/nyumbani-village-comunidad-sostenible/>
- [25] Compromiso RSE. *Energía Sin Fronteras lleva energía solar a estudiantes huérfanos del VIH/SIDA en Kenia*. Publicado en abril de 2014. <https://www.compromisorse.com/rse/2014/04/17/energia-sin-fronteras-lleva-energia-solar-a-estudiantes-huerfanos-del-vihsida-en-kenia-/?year=2014&month=04&day=17&titleurl=energia-sin-fronteras-lleva-energia-solar-a-estudiantes-huerfanos-del-vihsida-en-kenia->
- [26] RSC. *Iberdrola colabora con Energía Sin Fronteras en el suministro eléctrico a la ecoaldea Nyumbani en Kenia*. Publicado el 4 de marzo de 2014. <https://www.europapress.es/epsocial/rsc/noticia-rsc-iberdrola-colabora-fundacion-energia-fronteras-suministro-electrico-ecoaldea-nyumbani-kenia-20140304183932.html>
- [27] Energías Renovables. *Eco-Aldea, energía solar en una zona residencial de estudiantes huérfanos en Kenia*. El 5 de marzo de 2014. <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/ecoaldea-energia-solar-en-una-zona-residencial-20140305>
- [28] ONU. *Objetivos de desarrollo sostenible*. Publicado el 24 de mayo de 2022. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- [29] Matimex. *Proyecto Semilla Solar en Nyumbani Village*. Escrito el 31 de mayo de 2021 <https://www.matimex.es/noticias-2021/421-proyecto-semilla-solar-en-nyumbani-village-kenia>
- [30] Benjumeda Hektoen, Joaquín (2022). Proyecto de electrificación rural en Nyumbani Village: planificación de la red de distribución. Universidad Pontificia de Comillas (ICAI). <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/62111/TFG-%20Benjumeda%20Hektoen%2C%20Joaquin.pdf?sequence=2>

ANEXO I: ALINEACIÓN DEL PROYECTO CON LOS ODS

El día 25 de septiembre de 2015, durante la Cumbre de Desarrollo Sostenible, varios líderes de Estado y de Gobierno de distintos países miembros de las Naciones Unidas se unieron para realizar lo que es la Agenda 2030, la cual incluye los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Estos objetivos tienen como finalidad abordar los objetivos que no consiguieron cumplirse con los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). La premisa fundamental es que todos los países se comprometan a fomentar la prosperidad y proteger el medio ambiente [28].



Figura 79: Objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030. Fuente: ONU

9.1.1 ODS QUE CUMPLEN EL PROYECTO



Kenia tiene elevados niveles de pobreza a pesar de tener una de las mayores economías de África del Este. En Nyumbani se pretende proporcionar energía a las instalaciones para así poder abastecer los principales centros de formación y hospitales. Con esto se quiere conseguir un progreso para la aldea y con ellos mejorar la calidad de vida de los niños y abuelas, reduciendo la pobreza.



Relacionado con el punto anterior, al instalar estos generadores de energía se pretende mejorar la calidad de vida de la aldea. Se va a poder tener mas aparatos y máquinas en el hospital y en el politécnico, esto va a ayudar a curar enfermedades o mejorar la calidad de la enseñanza. Con la gestión energética se van a poder utilizar los ordenadores sin la necesidad de racionar su uso.



Es uno de los principales puntos en los que la aldea cumple los objetivos de la agenda 2030, ya que gracias a la instalación de las placas solares la mayor parte de la energía que se produce en la aldea es energía limpia. El huerto solar genera energía y gracias a la electrificación de Nyumbani se ha podido almacenar toda la energía y así poder cubrir todas las necesidades del hospital o politécnico.



En Kenia unos 8,1 millones de personas viven sin electricidad y el 92% de la población rural utiliza leña para cocinar, mientras que en España el acceso a la electricidad es del 100% de la población [15]. Garantizando a la población de la aldea con electricidad para poder suplir sus necesidades básicas es un bien esencial, ya que se va a producir una mejora en la educación de los niños.



Hoy en día Nyumbani Village es una eco-aldea que consume todo lo que produce. Gracias al estudio de la energía limpia que produce el huerto solar se va a mejorar la calidad de vida, sin embargo, cuando los paneles no son suficientes para generar toda la energía necesaria se utilizan los generadores de diésel.