

CÓDIGO OPERACIÓN: **0640\_ENER\_USER\_2\_E**

ACTIVIDAD: **A.1.2 DESARROLLO DE SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN Y ADPTACIÓN DE INSTALACIONES**

ENTREGABLE:

**A.1.2 METODOLOGIA PARA ANÁLISIS INTELIGENTE DE ENERGÍA Y CALIDAD DE AIRE EN VIVIENDAS Y ESPACIOS EXTERIORES. ADAPTACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE INSTALACIONES**

*Las opiniones vertidas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores que las emiten. La Comisión Europea y las Autoridades del Programa no se hacen responsables del uso que pueda hacerse de la información contenida en el mismo*

## ÍNDICE CONTENIDO

ÍNDICE ILUSTRACIONES .....	3
1. NECESIDADES DE INFORMACIÓN DEL USUARIO PARA LA DISMINUCIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR .....	4
2. EQUIPOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS ..	8
2.1 Consumos energéticos en viviendas de Valladolid.....	8
2.2 Consumos energéticos en viviendas de Bragança .....	9
3. EQUIPOS PARA LA MEDIDA DE CONDICIONES DE CONFORT EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA .....	11
3.1 Dualidad en la medida del confort: datos generalistas vs datos específicos.....	11
3.2 Módulos integrados para medida generalista de confort en el interior de viviendas. ....	11
3.3 Módulos para medida del confort térmico y contaminantes específicos en el interior de viviendas.....	16
4. EQUIPOS PARA LA MEDIDA DE CONDICIONES AMBIENTALES EN EL EXTERIOR DE LA VIVIENDA .....	21
4.1 Medida de condiciones climatológicas .....	21
4.2 Medida de contaminantes ambientales .....	27
5. EQUIPOS INFORMÁTICOS DE COMUNICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS .....	29
5.1 Características del sistema. ....	29
5.2 Funcionalidades principales.....	30
5.3 Estructura de comunicación.....	31
6. TRATAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS .....	33
6.1 Aplicación para el tratamiento de datos.....	33
6.2 Datos de consumo.....	36
6.3 Datos de Confort.....	36
6.4 Datos climatológicos.....	39
6.5 Datos de contaminación del aire.....	39
7. CONSIDERACIONES FINALES .....	41
8. FICHAS TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS .....	42

## ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Conjunto de viviendas en calle Gallo, Valladolid.....	5
Ilustración 2: Detalle del Bairro da Previdência, en Bragança.....	6
Ilustración 3: Dispositivos para medición de consumos eléctricos .....	8
Ilustración 4: Placa base Arduino UNO WiFi REV2 V2 .....	12
Ilustración 5: Sensor de temperatura, humedad y CO <sub>2</sub> Sensirion SCD30.....	13
Ilustración 6: Resistencia LDR Silonex, CdS.....	13
Ilustración 7: Detector de sonido Sparkfun SEN-14262 ROHS .....	14
Ilustración 8: Detalle montaje sensor de confort interior .....	14
Ilustración 9: Vista del sensor de confort interior en de su carcasa .....	15
Ilustración 10: Arduino Mega 2560 .....	17
Ilustración 11: ESP8266 - ESP01 .....	17
Ilustración 12: Módulo BME680 adafruit .....	18
Ilustración 13: Sensor SPS30 .....	18
Ilustración 14: Sensores SPEC .....	19
Ilustración 15: Pantalla OLED, módulo microSD y RTC .....	19
Ilustración 16: Módulo de estación meteorológica.....	22
Ilustración 17: Visualización de datos en la web/app de la Estación Meteorológica.....	23
Ilustración 18: Datos históricos en la web/app de la estación meteorologica .....	24
Ilustración 19: Estación Meteorológica Automatica Davis, Modelo Vantage Pro 2.....	25
Ilustración 20: Consola de acceso a la información meteorologica .....	26
Ilustración 21: Estructura general del sistema .....	30
Ilustración 22: Planteamiento general de comunicaciones del proyecto ENERUSER ..	32
Ilustración 23: Esquema local de comunicaciones del proyecto ENERUSER .....	32
Ilustración 24: Estructura de BBDD mediante tablas mysql.....	33
Ilustración 25: Motor de gestión de BBDD.....	34
Ilustración 26: Motor de gestión de BBDD II .....	34
Ilustración 27: Ejemplo de datos horarios .....	35
Ilustración 28: Ejemplo de datos diarios .....	35
Ilustración 29: Ejemplos gráficos de datos de confort en el interior de las viviendas ...	37

## 1. NECESIDADES DE INFORMACIÓN DEL USUARIO PARA LA DISMINUCIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

El proyecto ENERUSER presenta los siguientes objetivos principales:

- Proponer un cambio en la forma de consumo y control de la energía y la calidad del aire interior de las viviendas a través de nuevos hábitos de consumo y del empoderamiento del ciudadano en el control de la energía.
- Desarrollar una metodología innovadora de control energético y CAI en edificios, particularizándola a la vivienda y/o alquiler social.
- Evaluar su eficacia en 2 pilotos con análisis iniciales, seguimiento y monitorización de resultados.
- Impulsar los edificios de consumo casi nulo facilitando modelos de diseño y soluciones contrastadas.
- Potenciar la colaboración transnacional entre agentes interesados en el uso eficiente de la energía creando redes y generando ratios, perfiles de usuario y nuevos escenarios de colaboración.

Para el usuario de una vivienda, el primer objetivo que debería tener es maximizar su grado de confort, manteniendo los parámetros de consumo dentro de unos niveles aceptables (considerando aceptables aquellos niveles que económicamente se pueda permitir en función de su nivel de renta).

Partiendo del principio de que para poder gestionar hay que conocer, ¿qué parámetros deberán ser utilizados para cuantificar el consumo y grado de confort?

Con respecto a los parámetros de consumo no hay lugar a dudas. Los principales consumos de la vivienda pueden ser traducidos en unidades de consumo energético y, en función del tipo de energía utilizada, en un coste económico.

El grado de confort es en cierto modo subjetivo, pues la percepción de confort ante idénticas condiciones es variable en función de cada usuario. Parámetros como la temperatura, humedad y luminosidad pertenecen a este tipo, si bien existen una serie de valores generalizados de estos parámetros que se consideran aceptables por una mayoría.

Existen además otros parámetros objetivos de calidad medioambiental, como son todos aquellos que tienen que ver con la salud humana: contaminación acústica (ruido) o contaminación ambiental (CO<sub>2</sub> y otros contaminantes gaseosos), parámetros que deberán ser minimizados en todo caso.

Todos estos parámetros de confort en el interior de la vivienda dependen (además de las características de la vivienda, de las condiciones de uso y de la actuación de los equipamientos para mejora del confort) de la climatología y condiciones ambientales en el exterior de la misma,

razón por la cual también es necesario conocer el valor de estos parámetros exteriores a la hora de predecir el comportamiento de las condiciones en el interior.

Así pues, para poder informar debidamente al usuario acerca de su grado de confort y sus consumos energéticos, es necesario disponer en la vivienda y en su entorno una serie de equipos de medida como son:

- Equipos para la monitorización de consumos energéticos.
- Equipos para la medida de condiciones de confort en el interior de la vivienda.
- Equipos para la medida de condiciones ambientales en el interior y exterior de la vivienda.

Todos los datos recogidos por estos equipos deberán ser adecuadamente transmitidos, almacenados y analizados por equipos informáticos y de comunicación dispuestos al efecto, con objeto de poder transmitir al usuario sus niveles de consumo y grado de confort. El sistema de gestión de datos e información al usuario será desarrollado en el entregable correspondiente a la actividad A.1.3 (Asistente Virtual EnerUSER).

El alcance del proyecto de monitorización afecta a un grupo de 8 viviendas en Valladolid (España) y 4 viviendas en Bragança (Portugal).

Las viviendas de Valladolid se encuentran ubicadas en Calle Gallo (Ilustración 1), números 11, 15, 19 y 21, encontrándose todas ellas en el entorno del Patio del Colegio Público Cristóbal Colón. Es este patio el que será objeto de una serie de actuaciones a fin de mejorar el ambiente exterior de estas viviendas.



Ilustración 1: Conjunto de viviendas en calle Gallo, Valladolid

Se definirán elementos de medida de consumo energético y ambiente interior individualizados para cada vivienda y elementos de medida del ambiente exterior comunes en el patio del colegio. En cuanto a los elementos de transmisión de los datos se ha planteado un sistema de comunicación inalámbrica mediante un sistema GPRS con conexión directa a Internet.

A fin de poder cumplir los objetivos del proyecto, se ha planteado la instalación de los siguientes elementos en las viviendas seleccionadas:

- 8 medidores de consumo eléctrico para el interior de viviendas.
- 8 medidores de consumo eléctrico individual ( TV )
- 8 medidores de consumo de gas natural.
- 8 módulos CAI para la medición en el interior de las viviendas de temperatura, humedad relativa, CO<sub>2</sub>, luminosidad y ruido.
- 1 estación meteorológicas para exterior. Este equipo deberá ser capaz de medir: temperatura, presión, humedad relativa, irradiación solar, intensidad y dirección del viento, luminosidad y fase lunar.

Para poder realizar el proceso de monitorización de los diferentes elementos se seleccionaron diferentes equipos y sistemas de comunicación. Para las sondas de control de la calidad del aire y la estación meteorológica se utilizaría una red WIFI y para los sistemas de medición de consumos eléctricos una red de radiofrecuencia y para los equipos de gas natural un sistema con tecnología SIGFOX.

Las viviendas de Bragança se encuentran en una ubicación céntrica, junto a la principal zona de servicio de la ciudad, en el Bairro da Previdência (Ilustración 2). Este barrio fue construido en los años 70, como vivienda social. Es un barrio con seis bloques de dos pisos, con cuatro viviendas por edificio. En este barrio se realizará una intervención de mejora de zonas verdes, financiada por ENERUSER.



Ilustración 2: Detalle del Bairro da Previdência, en Bragança

Los sistemas de recogida de datos están conectados a un sistema de comunicación, vía internet, lo que permite enviar los datos a un servidor donde son almacenados en una base de datos. Una vez en esta base de datos, es posible el acceso remoto y su integración en herramientas de análisis “on-line” para el tratamiento de los datos recogidos.

## 2. EQUIPOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

### 2.1 Consumos energéticos en viviendas de Valladolid

De un modo general, las viviendas monitorizadas en Valladolid disponen de dos tipos de suministro energético:

- Suministro de gas natural, para consumo en calderas de calefacción y ACS.
- Suministro de Energía Eléctrica, como fuente de consumo para iluminación, electrodomésticos y equipos electrónicos en general.

Y se ha procedido a instalar diferentes equipamientos que permite monitorizar a tiempo real la información de consumos y comportamientos. A continuación se detallan los equipamientos instalados en cada una de las viviendas:

- 8 medidores de consumo eléctrico para el interior de viviendas.
- 8 medidores de consumo eléctrico individual ( TV )
- 8 medidores de consumo de gas natural.

Estos equipos miden/registran el consumo eléctrico (Kwh) a tiempo real, comunicándose con los sistemas de almacenamiento y gestión de datos a través de una red inalámbrica con una salida directa a internet mediante diferentes routers instalados en cada vivienda.

En la Ilustración 3 se presentan imágenes de algunos equipos instalados para la medida de consumos de energía eléctrica.



Ilustración 3: Dispositivos para medición de consumos eléctricos

Para la medida del consumo de gas natural se han instalado un dispositivo con conectividad SIGFOX allí donde ha sido posible por las propias características de los contadores. Estos equipos miden/registran el consumo de gas natural en m<sup>3</sup> con una periodicidad diaria, comunicándose con los sistemas de almacenamiento y gestión de datos a través la propia red Sigfox.

Para dar soporte y conectividad a la red de equipamientos se ha generado una red WIFI donde se conectan los dispositivos de calidad del aire interior y los gateways de los sistemas de monitorización eléctrica de cada vivienda bajo el siguiente esquema.

En el Capítulo 8 de este documento se presentan las fichas técnicas de los dispositivos de medición y comunicación utilizados.

## 2.2 Consumos energéticos en viviendas de Bragança

La monitorización en Bragança alcanza a cuatro viviendas. Una de ellas tiene incorporado un sistema de producción de energía solar fotovoltaica, por lo que se decidió monitorear también la auto-producción aportada por este elemento.

De este modo es posible disponer de dos tipos de medidas de energía eléctrica:

- Electricidad consumida en los hogares y en algunos de sus equipos;
- Energía eléctrica producida, a partir de fuentes renovables, en una de las viviendas.

Con el fin de obtener información en tiempo real sobre consumos / producción y comportamientos se han instalado los siguientes equipos:

- Cuatro medidores de consumo global de electricidad de la red pública;
- Siete medidores del consumo parcial de electricidad de algunos equipos (neveras, lavadoras, etc.);
- Un medidor de energía eléctrica producida por un sistema fotovoltaico para auto consumo.
- Se instalarán además sistemas de monitorización del consumo de gas natural en cada una de las viviendas.

En tres de las viviendas se medirá el consumo eléctrico global, cuando está conectado a la red, y dos mediciones parciales más de consumo en dos equipos. En la cuarta vivienda, además del medidor de energía global suministrado por la red pública y un medidor parcial en un equipo consumidor, se instaló uno de los medidores parciales para cuantificar la energía eléctrica producida para autoconsumo. En este caso, para obtener el consumo eléctrico total de todos los equipos, será necesario considerar las dos mediciones (consumo eléctrico de la red más autoconsumo).

Los dispositivos de medición de energía eléctrica global y parcial instalados en las viviendas de Bragança son idénticos a los que se utilizan en las viviendas de Valladolid, ya presentados en el

punto anterior, así como también el resto de equipos de comunicación con los sistemas de almacenamiento y gestión de datos a través de la red inalámbrica, con acceso directo a internet a través de varios routers instalados en cada vivienda.

### 3. EQUIPOS PARA LA MEDIDA DE CONDICIONES DE CONFORT EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA

#### 3.1 Dualidad en la medida del confort: datos generalistas vs datos específicos.

A la hora de afrontar la medida de las condiciones de confort en el interior de una vivienda caben dos tipos de planteamientos:

1. Medida más generalista, centrada en valores medios representativos de los principales parámetros de confort a partir de un conjunto de equipos de tamaño reducido y muy poco intrusivos.
2. Medida más precisa y específica, basada en el estricto cumplimiento de normativas sobre confort térmico y contaminantes ambientales, con equipos más voluminosos.

El proyecto ENERUSER incorpora ambos tipos de planteamiento, desarrollando por un lado un módulo sensor generalista universal, con medidas de temperatura, humedad, CO<sub>2</sub>, luminosidad y ruido, que será instalado en las 12 viviendas, mientras que por otro lado se desarrollará un segundo módulo, más complejo y voluminoso, que se encargará de la medida precisa de determinados parámetros para la obtención de diagramas de confort térmico y cuantificación de otros contaminantes tales como CO y Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC). Este segundo desarrollo se aplicará sólo en unas cuantas de las viviendas objeto del proyecto.

Mediante la comparación de resultados entre ambos modelos se podrán determinar aquellos casos o circunstancias excepcionales donde el planteamiento generalista podría resultar inadecuado en la determinación del grado de confort térmico o bien de la calidad del aire interior.

#### 3.2 Módulos integrados para medida generalista de confort en el interior de viviendas.

Cada módulo individual consta de los siguientes elementos:

1. Placa base Arduino UNO WiFi REV2 V2
2. Sensor de temperatura, humedad y CO<sub>2</sub> Sensirion SCD30, encapsulado Módulo 7 pines, interfaz I2C, UART SCD30.
3. Resistencia LDR Silonex, CdS Montaje en orificio pasante TO-18, 5.4 kΩ → 12.6 kΩ
4. Detector de sonido Sparkfun SEN-14262 ROHS
5. Carcasa envolvente, fabricada a medida por Fundación CIDAUT.

### ■ Placa base Arduino UNO WIFI

Componente electrónico que, entre otras cosas, incorpora un microcontrolador programable mediante ICSP, un módulo de comunicación WIFI con protocolo TCP/IP, 6 entradas analógicas y 5 salidas PWM.

Este elemento, junto a un circuito impreso (PCB) diseñado por CIDAUT donde se ha realizado la programación del tratamiento de las lecturas de los sensores, es el nexo de unión entre estos y el sistema de comunicación.

Las características detalladas de este equipo pueden verse en: [Link](#).

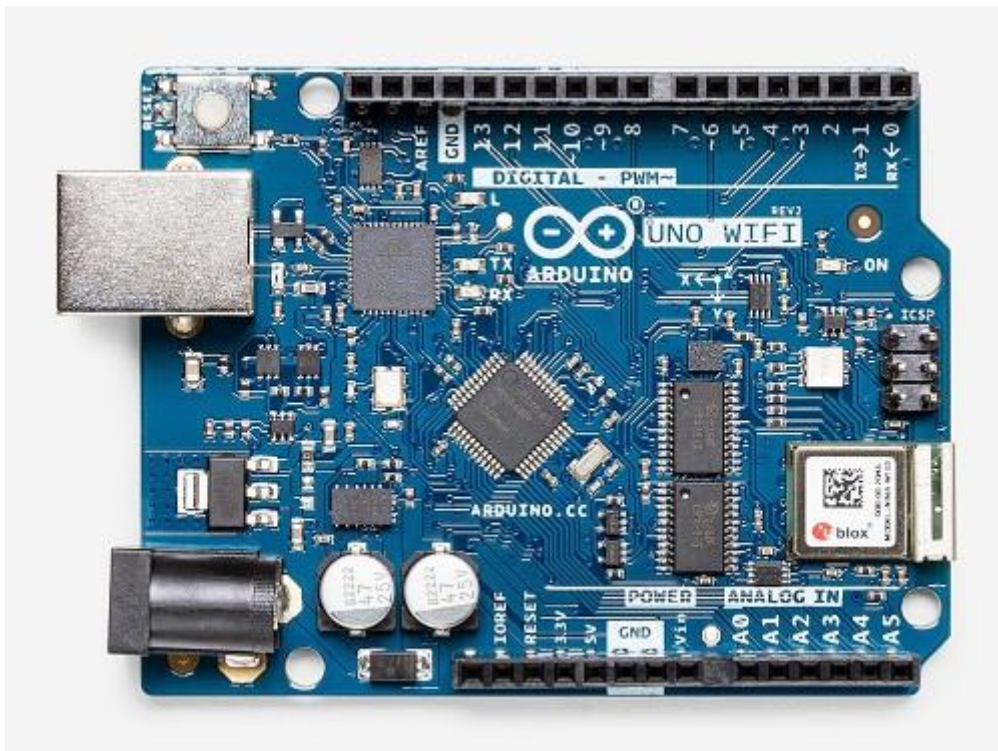


Ilustración 4: Placa base Arduino UNO WiFi REV2 V2

### ■ Sensor SCD30 de Sensirion

Este elemento permite la medición de dióxido de carbono mediante la detección por infrarrojos (NDIR), incorporando además un sensor de temperatura y humedad. Los valores de humedad y temperatura ambiente se generan mediante algoritmos de modelado y compensación de fuentes externas de calor. Para la medida de concentración de dióxido de carbono, el sensor compensa automáticamente derivas a largo plazo gracias al principio de doble canal.

Las principales características de este elemento pueden verse en: [Link](#).



Ilustración 5: Sensor de temperatura, humedad y CO<sub>2</sub> Sensirion SCD30

#### ▪ Resistencia LDR Silonex

Elemento fotosensor de estado sólido que utiliza fotoconductividad para reducir el valor de resistencia cuando es irradiado con luz. Como resistencias dependientes de la luz utiliza dos células fotoconductoras de sulfuro de cadmio (CDS). La resistencia celular cae con una intensidad de luz creciente.

Los detalles característicos de este elemento pueden verse en: [Link](#).



Ilustración 6: Resistencia LDR Silonex, CdS

#### ▪ Detector de sonido Sparkfun.

Sensor de audio con diferentes salidas independientes: salida de audio, salida analógica de amplitud y salida digital indicando la presencia de sonido.

Los detalles particulares de este elemento pueden encontrarse en: [Link](#).

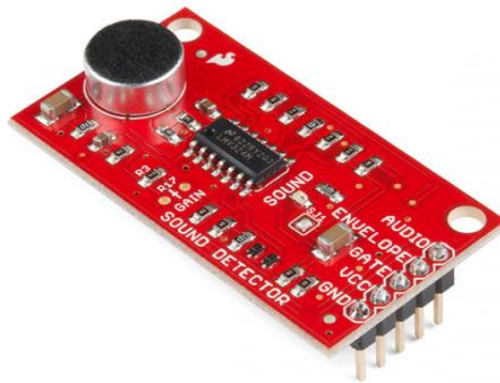


Ilustración 7: Detector de sonido Sparkfun SEN-14262 ROHS

- **Montaje completo de los sensores sobre la placa arduino.**

El montaje completo de los tres sensores y la placa PCB sobre el Arduino se presenta en la Ilustración 8.

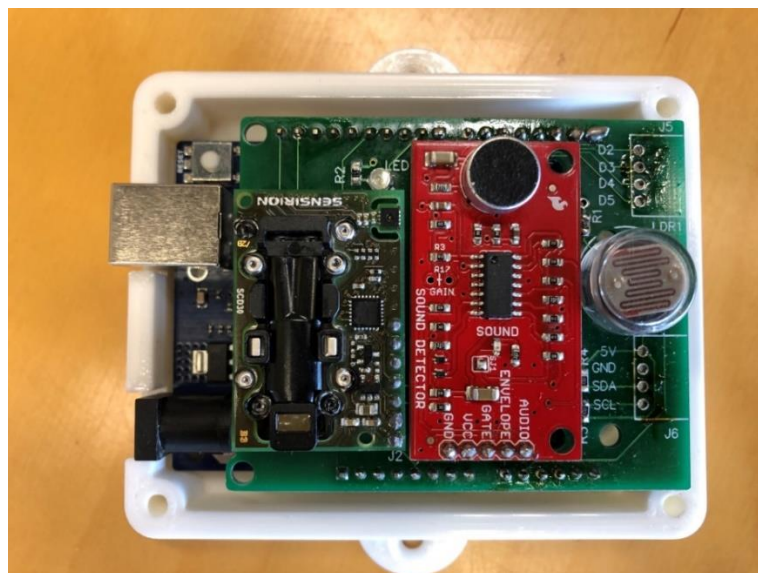


Ilustración 8: Detalle montaje sensor de confort interior

La programación interna realizada en la placa PCB permite la lectura de los sensores con una cierta periodicidad y el envío de estos datos a los sistemas de comunicación, gestión y almacenamiento.

- **Carcasa envolvente.**

Para la fijación y alojamiento de todos estos equipos se ha diseñado una carcasa a medida, disponiendo esta de las aberturas necesarias para alimentación eléctrica, ventilación y comunicación de los sensores con el ambiente interior de la vivienda (Ilustración 9).



Ilustración 9: Vista del sensor de confort interior en de su carcasa

### **3.3 Módulos para medida del confort térmico y contaminantes específicos en el interior de viviendas.**

El sistema instalado está basado en la plataforma de creación rápida de prototipos Arduino Mega 2560, complementada con la integración de varios módulos de sensores, un módulo de comunicaciones inalámbricas, un módulo de visualización de información local y un módulo de almacenamiento de información local. El dispositivo tiene capacidad para medir las siguientes variables: temperatura del aire, humedad relativa, presión atmosférica, compuestos orgánicos volátiles totales (TCOV), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), monóxido de carbono (CO) y las fracciones de PM1; PM2.5 y PM10 de partículas en suspensión.

El sistema consta de los siguientes componentes:

1. Arduino Mega 2560
2. Módulo de comunicación inalámbrica, ESP8266 - ESP01
3. Sensores:
  1. Sensor de dióxido de carbono - SCD30
  2. Sensor de temperatura, humedad, presión y compuestos orgánicos volátiles (COV) - BME680
  3. Sensor medidor de partículas - SPS30
  4. Sensor de monóxido de carbono - SPEC - CO
4. Componentes auxiliares
  1. Reloj RTC
  2. Adaptador de tarjeta SD
  3. Pantalla OLED

#### **■ Placa base Arduino Mega 2560 y módulo ESP01**

Este sistema corresponde a una placa de desarrollo y de desarrollo de prototipos basada en un microcontrolador programable ATmega2560, con 54 entradas / salidas digitales, 16 entradas analógicas y cuatro puertas en serie para comunicación con otros dispositivos o módulos. Es adecuado para proyectos con un tiempo de desarrollo corto y que requieren el recurso y la medición por varios sensores. Como la tarjeta no tiene una interfaz de conexión de red, en el proyecto se utiliza un módulo ESP01. Este módulo, basado en el microcontrolador ESP8266, permite una conexión a una red inalámbrica. La comunicación entre la placa de desarrollo Arduino Mega y el ESP01 se realiza por una puerta de serie mediante comandos AT.

Para más informaciones sobre las placas arduino consultar en: [Arduino](#) y [espressif](#).



Ilustración 10: Arduino Mega 2560



Ilustración 11: ESP8266 - ESP01

#### ▪ **Sensor SCD30 - CO<sub>2</sub>**

Este sensor es el mismo que se utiliza en el dispositivo de medición, mostrado en el ítem 3.2. De este módulo, para efectos de registro, solo se utilizan medidas de CO<sub>2</sub>, ya que la temperatura y la humedad relativa se obtienen del sensor BME680 por tener mejor resolución. Más información en: [link](#).

#### ▪ **Módulo BME680**

Este sensor permite medir los siguientes parámetros: temperatura del aire, humedad relativa, presión barométrica y compuestos orgánicos volátiles totales (COVT). El circuito integrado es del fabricante Bosch, mientras que el módulo electrónico necesario para realizar la comunicación a través del protocolo I2C, de Adafruit, facilita la integración con microcontroladores en general.

El sensor tiene una precisión de  $\pm 3\%$  en humedad relativa,  $\pm 1$  hPa a presión barométrica,  $\pm 1.0$  °C en temperatura y  $\pm 15\%$  en compuestos orgánicos volátiles. El circuito integrado mide COVT

por sensores MOX, en los que los metales presentes en el sensor sufren variaciones de resistividad según los compuestos presentes en el aire.

Más detalles en: [Link](#).

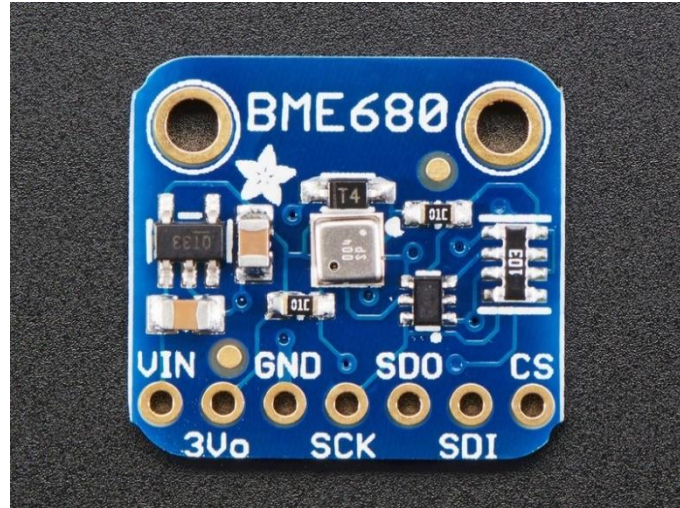


Ilustración 12: Módulo BME680 adafruit

#### ▪ Módulo SPS30

Este sensor mide distintas fracciones de material particulado en la atmósfera, midiendo la concentración en número y masa de cuatro fracciones PM1.0, PM2.5, PM4 y PM10. El principio de medición consiste en dispersar un haz óptico, cuando intercepta el material particulado. La comunicación se establece por un interfaz de serie, con comandos específicos disponibles en la página del fabricante.

Para más información: [Link](#).



Ilustración 13: Sensor SPS30

#### ▪ Módulo SPEC CO/O<sub>3</sub>

Estos dos sensores son similares en términos funcionales y sólo se distinguen por el gas objetivo, uno es el ozono (O<sub>3</sub>) y el otro monóxido de carbono (CO). La comunicación con cada sensor se realiza por un interfaz en serie. Las lecturas tienen una precisión del 15% y se pueden tomar cada 15 segundos. El rango de lectura para CO es de 0 a 1000 ppm, con una resolución de 0.1 ppm, mientras que para el O<sub>3</sub>, es de 0 a 5 ppm con una resolución de 20 ppb.

Más información en: <https://www.spec-sensors.com/resource-library/>

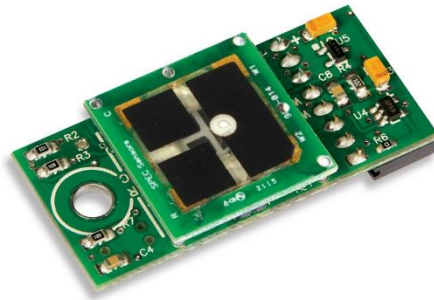


Ilustración 14: Sensores SPEC

- **Otros complementos del equipo de adquisición.**

El dispositivo incluye además una pantalla OLED que permite visualizar el estado del equipo y de las variables medidas. A este elemento se añade un módulo para tarjetas microSD, para registro de información local, y un RTC (Real Time Clock) para complementar las mediciones con el registro de tiempo de operación. La hora se actualiza conectándose a un servidor horario siempre que se enciende el sistema.



Ilustración 15: Pantalla OLED, módulo microSD y RTC

El sistema de monitorización presentado permite evaluar las condiciones fundamentales de confort térmico, incluyendo, además de la temperatura del aire y de la humedad relativa, la temperatura media radiante. Este conjunto de sensores, en combinación con los datos recopilados por la estación meteorológica automática, permiten estimar si las condiciones de confort son ideales, además de relacionar las condiciones de interior con las condiciones

meteorológicas externas. Estos datos también permiten el cálculo de índices de confort térmico y el análisis por diagramas técnicos (como Cartas Bioclimáticas de Olgyay y Givoni), mediante las cuales se pueden establecer estrategias para mejorar el confort en el interior de las viviendas.

La monitorización en tiempo real de los contaminantes que tienen impacto sobre la Calidad del Aire Interior (PM<sub>1.0</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, COVT, HR y T), permite evaluar el estado de estos contaminantes en el interior de la vivienda, basándose en umbrales de protección nacional e internacional. Esta monitorización tendrá un papel relevante para poder conocer la evolución de los parámetros de la Calidad del Aire Interior a lo largo del tiempo en diferentes viviendas y contribuirá a la formulación de estrategias de prevención y control de ambientes interiores con el objetivo de promover condiciones apropiadas para la salud de los usuarios.

### ▪ **Ensamblaje final**

Para albergar y proteger los sensores y controladores, se diseñó una caja que posteriormente se fabricó con una impresora 3D. Esta caja es propicia a la ventilación de los sensores y tiene una estética discreta.



ilustración 16 – Ensamblaje final de la caja de monitoreo desarrollada por IPB

## 4. EQUIPOS PARA LA MEDIDA DE CONDICIONES AMBIENTALES EN EL EXTERIOR DE LA VIVIENDA

### 4.1 Medida de condiciones climatológicas

Para la medida de las condiciones ambientales en el exterior de las viviendas de Valladolid se ha instalado una estación meteorológica tipo Froggit WH3000.

Las principales características y prestaciones que incluye la estación son las siguientes:

- Temperatura Interior y exterior.
- Humedad Interior y exterior.
- Barómetro. Presión atmosférica absoluta.
- Pluviómetro.
- Anemómetro. (dirección del viento / velocidad del viento)
- Indicador de tendencias de las variables: humedad, temperatura y presión.
- Alerta sobre variables meteorológicas que se pueden establecer:
- Temperatura interior/exterior alta.
- Temperatura interior/exterior baja.
- Humedad interior/exterior alta.
- Humedad interior/ exterior baja.
- Velocidad de viento.
- Velocidad de rafaga de viento.
- Ratio de precipitación.
- Ratio de precipitación de día.

Previsión a través de los símbolos del tiempo:

- Soleado
- Parcialmente nublado
- Nublado
- Lluvioso
- Tormentoso
- Nieve

Información en pantalla de la máxima/mínima de temperatura / humedad/ ratio de precipitación (ratio, diaria, semanal, mensual), velocidad viento y racha máxima, sensación térmica, índice de calor, punto de rocío, UV, luz y presión atmosférica absoluta.

Alcance de los sensores de 100 metros.

Calibración de variables meteorológicas: Temperatura interior/exterior, humedad interior/exterior, presión atmosférica, Dirección del viento, velocidad del viento, precipitación.



Ilustración 17: Módulo de estación meteorológica

El sistema cuenta con una plataforma web que permite la descarga e integración de la información en la plataforma ENERUSER

La periodicidad en la medida de los datos se realiza a tiempo real y se comunican con los sistemas de almacenamiento y gestión de datos a través de un router con comunicación GPRS.

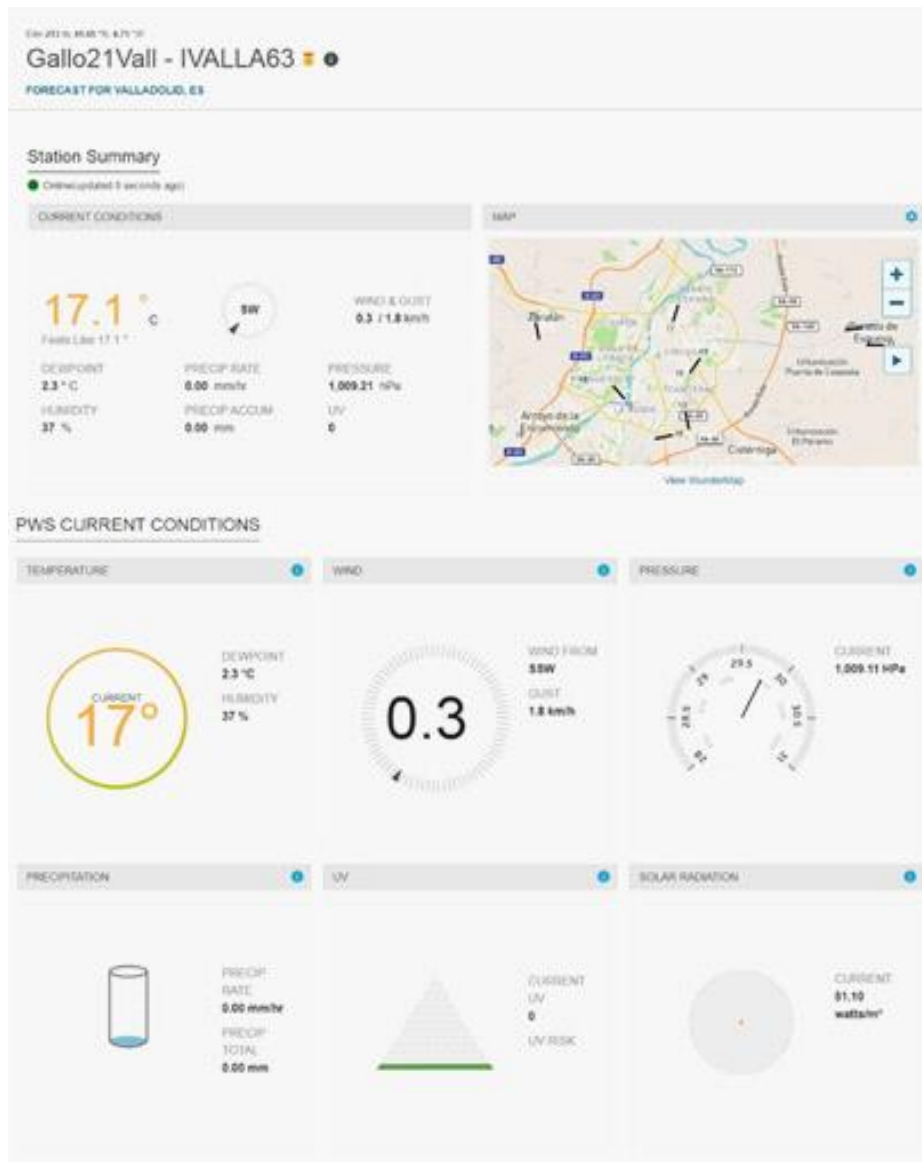


Ilustración 18: Visualización de datos en la web/app de la Estación Meteorológica

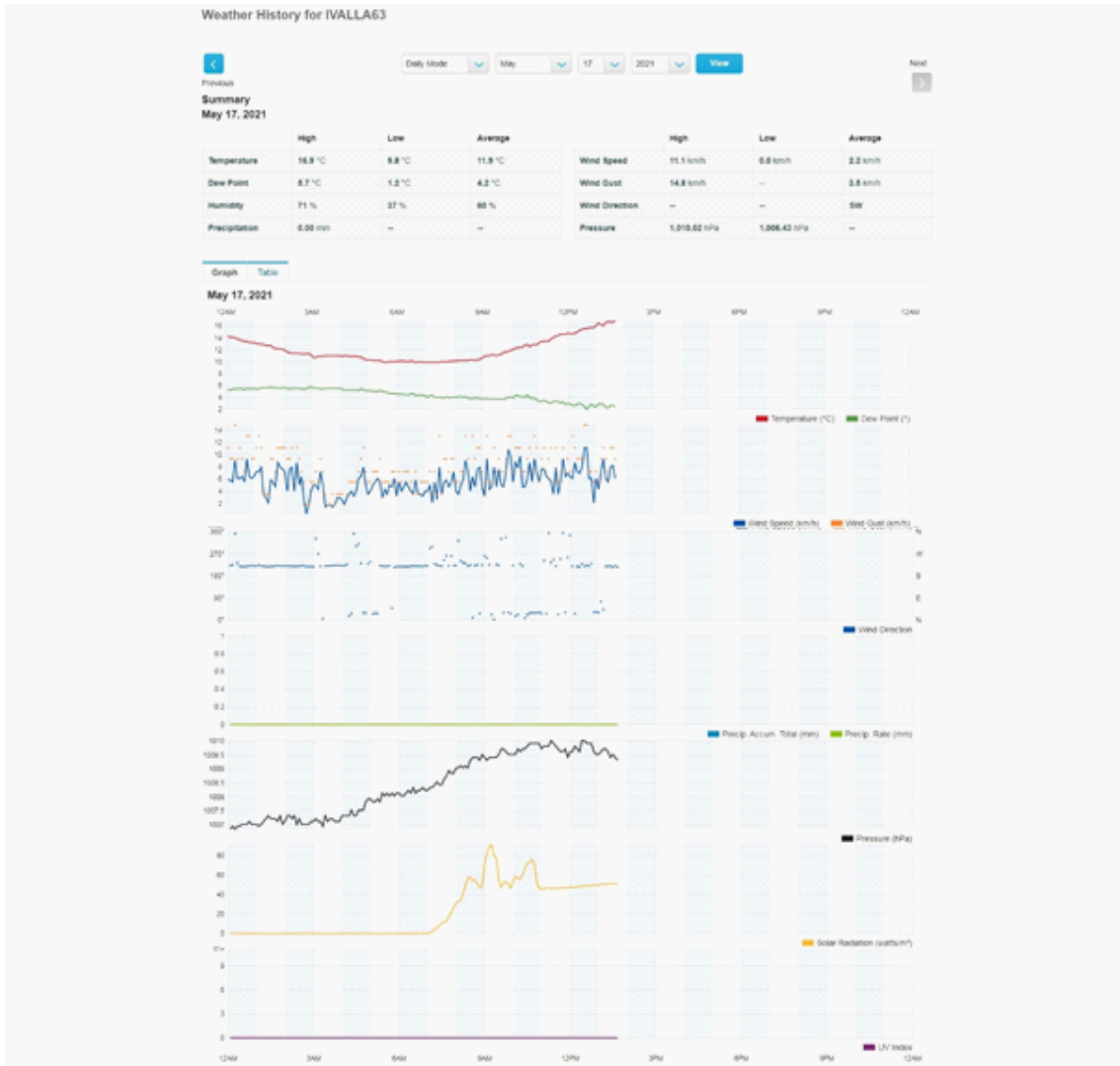


Ilustración 19: Datos históricos en la web/app de la estación meteorológica

En el caso de Bragança, se está utilizando una Estación Meteorológica Automática de la marca Davis, Modelo Vantage Pro 2 (Ilustración 20).



Ilustración 20: Estación Meteorológica Automática Davis, Modelo Vantage Pro 2.



ilustración 21 – Estação meteorológica instalada.

Esta estación meteorológica dispone de un sensor externo de temperatura y humedad relativa del aire, un anemómetro y un pluviómetro. Además, permite enviar datos a una consola ubicada a una distancia máxima de 300 metros con actualizaciones de datos cada 2,5 segundos. Los datos son enviados a la plataforma ENERUSER por un módulo auxiliar con interfaz inalámbrica que, utilizando el mismo protocolo que los otros sistemas de medición, hace llegar los datos al servidor del proyecto a la misma velocidad que el muestreo de la estación.

Entre las características técnicas de este equipo y los intervalos de medición, se destaca:

- Dirección y velocidad del viento, entre 1 a 322 km/h y 0° a 360°;
- Temperatura del aire entre -40 a + 65°C;
- Humedad relativa de 1 al 100%;
- Lluvia actual y acumulada diaria, mensual y anual, de 0 a 999,8 mm por cada 24 horas, con una resolución de 0,2 mm;
- Intensidad de lluvia en mm/h;
- Presión atmosférica actual y tendencia, en hPa/mmHg, de 540 a 1100 hPa.

Además, esta estación meteorológica también incluye:

- Sensación térmica;
- Punto de rocío;
- Pronóstico del tiempo;
- Fase lunar y hora de puesta y salida del sol.
- Los datos obtenidos se muestran a través de un display (Ilustración 22) y posteriormente se transfieren a una plataforma de acceso (Ilustración 23), donde se almacenará la información.

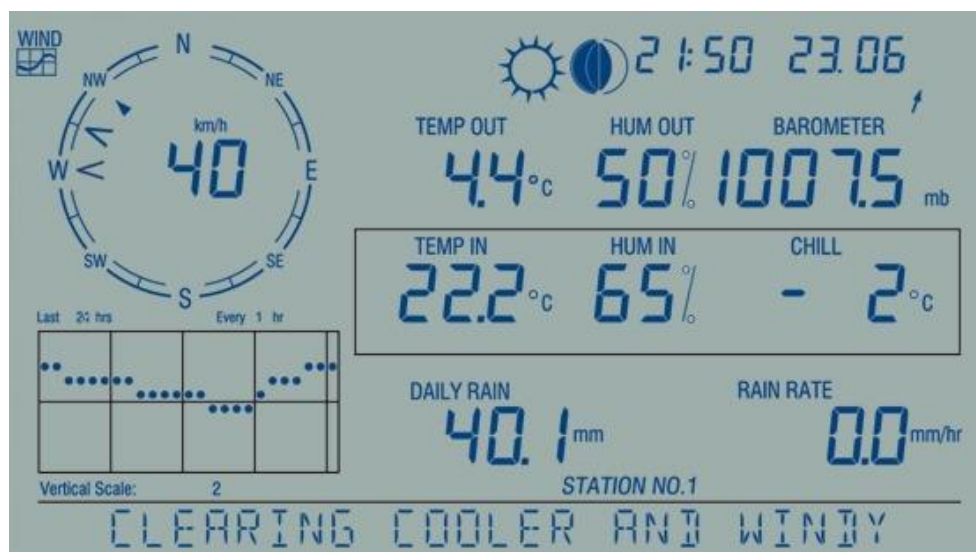


Ilustración 22: Consola de acceso a la información meteorológica

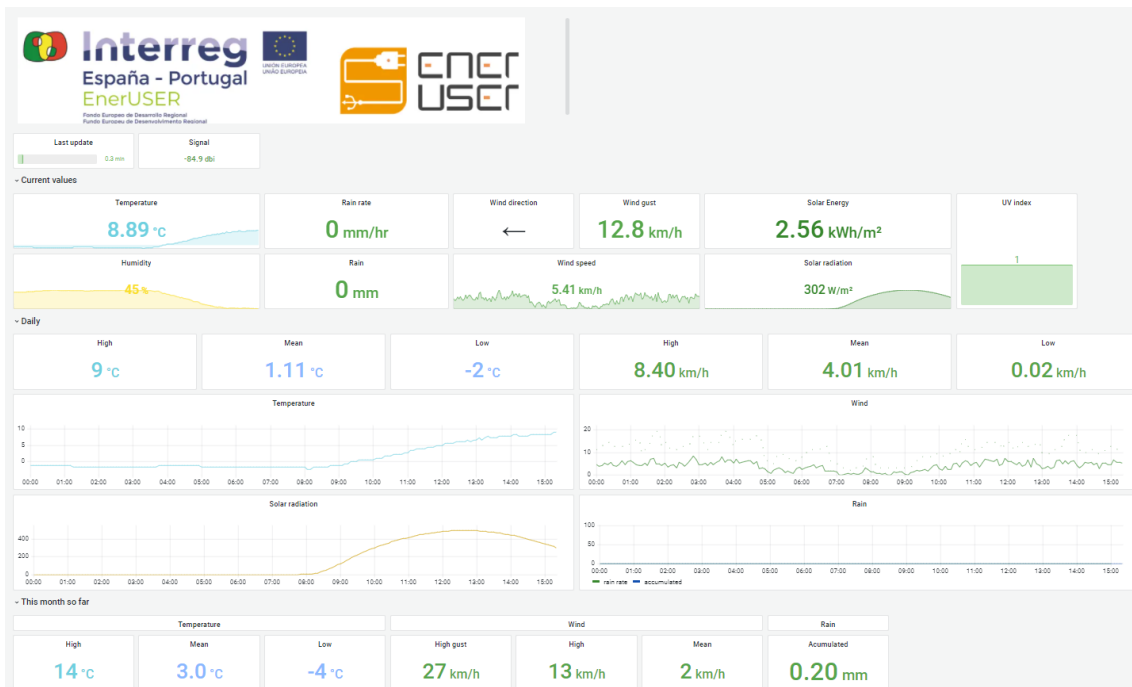


Ilustración 23 - Página da web personalizada para visualização dos dados meteorológicos da estação de Bragança.

## 4.2 Medida de contaminantes ambientales

El uso de tecnología de bajo coste para monitorizar la calidad del aire exterior en el proyecto ENERUSER puede contribuir a llenar el vacío de información existente y mejorar la capacidad para prevenir situaciones de alto riesgo derivadas del contexto exterior.

El dispositivo para medir los contaminantes ambientales exteriores es similar al presentado en el ítem 3.3. Dispone de varios sensores (idénticos al dispositivo interior) para medir las siguientes variables:

1. Sensor de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> - SCD30
2. Sensor de temperatura, humedad, presión y compuestos orgánicos volátiles (COV) - BME680
3. Sensor de partículas en suspensión - SPS30
4. Sensor de ozono - SPEC - O<sub>3</sub>
5. Sensor de monóxido de carbono - SPEC - CO

El funcionamiento es idéntico al del dispositivo interior en términos de almacenamiento, visualización y transmisión de los datos medidos. Dicho módulo se comunicará con los sistemas de almacenamiento y gestión de datos a través de la conexión wifi.

El número de módulos de exteriores instalado ha sido de tres, un módulo en Valladolid y dos módulos en Bragança.

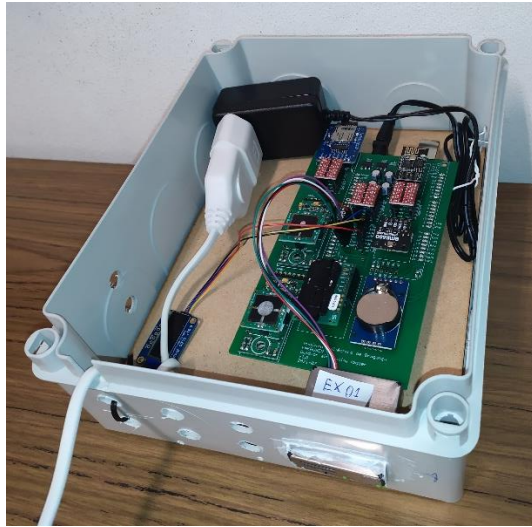


ilustración 24 – Montagem do sensor exterior desenvolvido pelo IPB

## 5. EQUIPOS INFORMÁTICOS DE COMUNICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

### 5.1 Características del sistema.

El sistema de tratamiento y gestión de datos deberá contar con la siguiente estructura de capas:

- **BBDD:** Donde se registran y residen los datos. Es la encargada de acceder a los mismos, ordenarlos e historizarlos para las posteriores funciones.
- **Back office:** Motor de datos y gestor de los procedimientos y fórmulas de actuación. Trabaja de manera sincronizada con las otras estructuras.
- **Front office:** Es la herramienta para el gestor energético. Compatible con todos los navegadores del mercado.

El sistema está compuesto al menos por los siguientes de los siguientes elementos:

- Base de datos MySQL
- Portal interno de configuración y gestión de Proyectos/instalaciones/usuarios mediante programación PHP 5 o superior
- Plataforma web para procesos de vigilancia y supervisión de uso interno o de gestores
- Aplicaciones responsivas para Smartphone, Tablet o PC para usuarios
- Plataforma de comunicación, gestión técnica-comercial con usuarios.

La estructura diseñada permitirá integrar equipamientos de cualquier fabricante siempre y cuando sean compatibles con sistemas de comunicación estándar del mercado. Inicialmente la plataforma y sistema estará adaptado para integrar las siguientes variables:

- Datos de temperatura interior
- Datos de humedad relativa interior
- Datos de CO2
- Datos de formaldehidos
- Datos de luminosidad
- Datos de sólidos en suspensión
- Datos de condiciones meteorológicas externas
- Consumos eléctricos de cualquier potencia
- Consumos de gas de cualquier potencia
- Consumos de agua de cualquier sección
- Consumos de energía térmica de calefacción
- Consumos o producción de energías renovables

Y del mismo modo permitirá crear una estructura de accesos para técnicos, administradores de fincas o propietarios con diferentes niveles de información y contenidos.

La plataforma contará con tres escenarios conectados:

1. Back- office
  - a. Parte interna de gestión vinculada a la BBDD de comunidades, equipos, usuarios y comportamientos.
  - b. BBDD de almacenamiento de datos
2. Front office
  - a. Página web alojada en hosting propiedad del cliente con redirección de dominio personalizado y desarrollada para visualizar los comportamientos y evolución de los sistemas integrados.
3. Aplicación usuario
  - a. Página web responsiva para Smartphone y tablet para visualización de datos por parte del usuario y acciones de seguimiento o sensibilización.



Ilustración 25: Estructura general del sistema

## 5.2 Funcionalidades principales.

- 1) La arquitectura informática permitirá la integración de cualquier dispositivo del mercado siempre y cuando la comunicación sea bajo formatos estándar o de mercado y 100% abiertos ( mBus, Wireless Bus, pulso, KNX Modbus...o similares ) Igualmente se podrán subir archivos en formato csv, Excel o similar y se desarrollará aplicaciones inteligentes para el parseado automático de datos. Se incluye una aplicación web para Smartphone que permite la lectura e introducción manual de cualquier tipo de lectura derivada de contadores de consumos de agua, electricidad, calefacción o cualquier otro contador.
- 2) El sistema será compatible con cualquier sistema concentrador del mercado siempre y cuando trabajen con protocolos OMS y se generarán los permisos y protocolos de comunicación para sistemas via GRPS, ADLS, Lora, Lorawan o similares.

- 3) Diseño de estructura de almacenamiento de datos (servidores), ya sea propiedad del cliente o mediante sistema externalizado (servidores web) así como protocolos de seguridad, replicabilidad, copias de seguridad, protección de datos y accesibilidad.
- 4) Motor inteligente de datos con capacidad para gestionar las estructuras de edificios, usuarios, tarifas, periodicidades, históricos y generar repartos, recibos y cualquier otra derivada con los procesos de gestión energética individualizada o comunitaria.
- 5) Plataforma web para gestores / administradores 100% personalizada con capacidad de gestionar y visualizar el comportamiento de edificios, instalación e usuarios así como generar históricos, recibos, alarmas, informes, comparativas y seguimientos.
- 6) El sistema permitirá crear/archivar/gestionar usuarios, proyectos y CUPS de manera ilimitada tanto vía automática, como por subida de archivos como manualmente.
- 7) Se generará de manera automática diferentes tipologías de informes pre-definidos y autoconfigurables para los diferentes roles.

### 5.3 Estructura de comunicación.

En la Ilustración 26 se presenta el planteamiento general de conexión de los elementos de medida con el servidor de recepción y almacenamiento de datos en la nube. A partir de los datos recibidos y almacenados podrán ser programados diferentes tipos de interfaz de visualización, con distinto grado de complejidad, adaptándose al nivel del interlocutor: desde interfaces con datos más complejos para ser interpretados por un gestor hasta interfaces con datos muy simples que podrán ser interpretados por el propio usuario. En muchos casos será el propio usuario quien podrá actuar en consecuencia en función de los datos que visualiza.

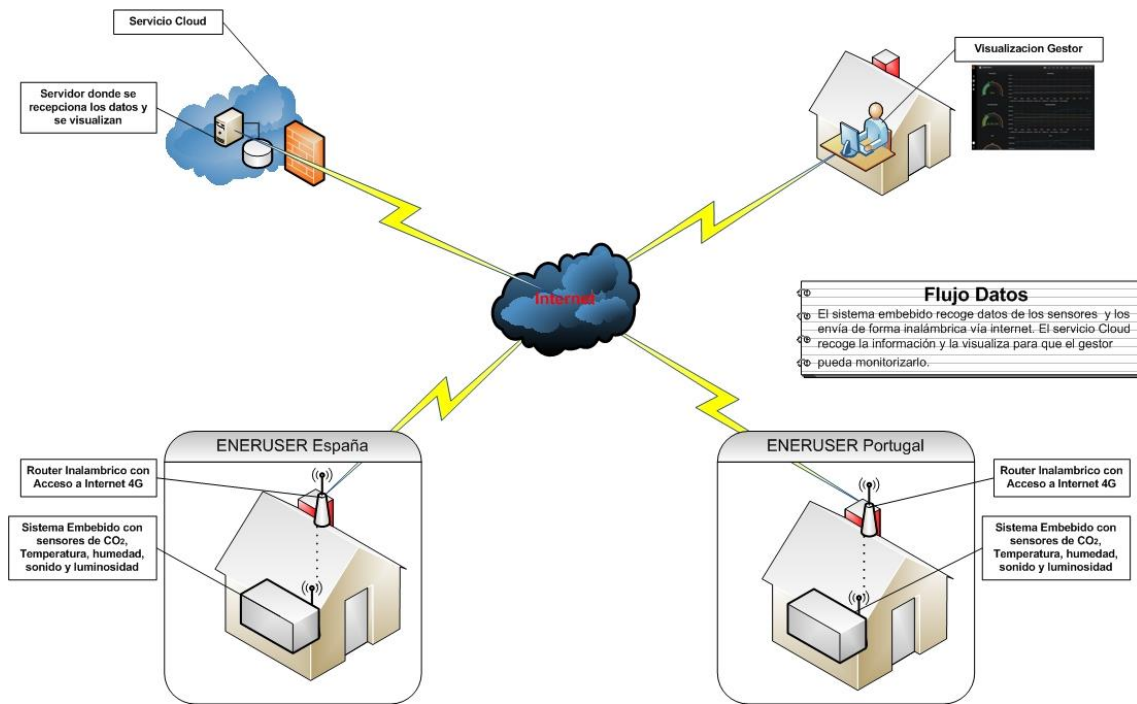


Ilustración 26: Planteamiento general de comunicaciones del proyecto ENERUSER

De acuerdo con este planteamiento, la Ilustración 27 muestra el detalle de los diferentes elementos integrados a nivel local, tanto en las viviendas de Valladolid como en las de Bragança, y su conexión con el sistema de almacenamiento y gestión. Mediante el sistema planteado se consigue transferir los datos a un servidor principal, donde posteriormente estarán accesibles en formatos online.

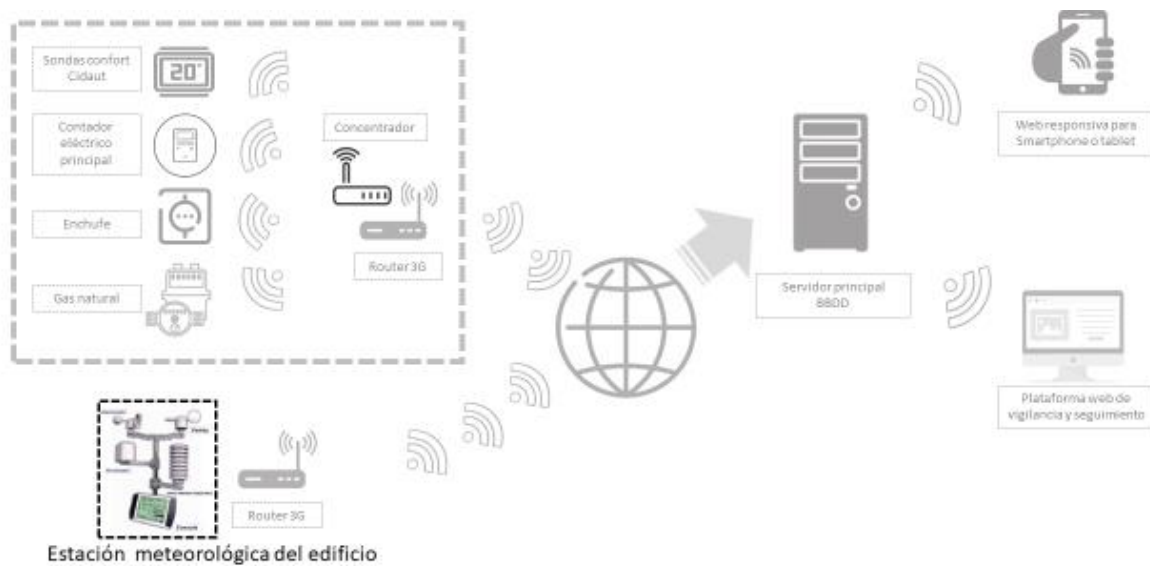


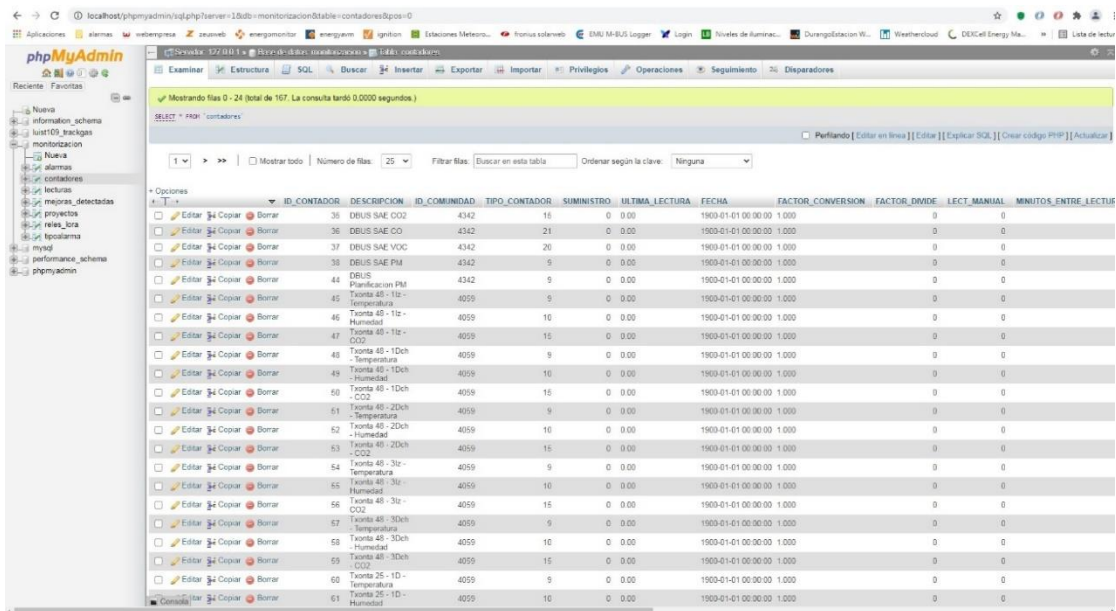
Ilustración 27: Esquema local de comunicaciones del proyecto ENERUSER

## 6. TRATAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

### 6.1 Aplicación para el tratamiento de datos.

La aplicación para el tratamiento de datos debe permitir tanto a gestores como usuarios el acceso a los datos, además de proporcionarles las utilidades necesarias para la interpretación de esos datos y la toma de decisiones que, dentro del ámbito de la vivienda, puedan afectar al consumo o al confort.

En los anexos I y II se detallan las funcionalidades principales de la aplicación y los procedimientos para analizar y supervisar el comportamiento de los usuarios ENEUSER. Se presentan a continuación algunas imágenes representativas de la aplicación.



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a MySQL database. The table 'contadores' is selected, and its structure is displayed. The table has 11 columns: ID\_CONTADOR, DESCRIPCION, ID\_COMUNIDAD, TIPO\_CONTADOR, SUMINISTRO, ULTIMA\_LECTURA, FECHA, FACTOR\_CONVERSION, FACTOR\_DIVIDE, LECT\_MANUAL, and MINUTOS\_ENTRE\_LECTURAS. The table contains 24 rows of data, each representing a different meter type and location.

ID_CONTADOR	DESCRIPCION	ID_COMUNIDAD	TIPO_CONTADOR	SUMINISTRO	ULTIMA_LECTURA	FECHA	FACTOR_CONVERSION	FACTOR_DIVIDE	LECT_MANUAL	MINUTOS_ENTRE_LECTURAS
35	DBUS SAE CO2	4342	16	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
36	DBUS SAE CO	4342	21	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
37	DBUS SAE VOC	4342	20	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
38	DBUS SAE PM	4342	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
44	DBUS Planchador Pst	4342	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
45	Tirote 45 - 1h - Temperatura	4059	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
46	Tirote 45 - 1h - Humedad	4059	10	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
47	Tirote 45 - 1h - CO2	4059	15	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
48	Tirote 45 - 1Dch - Temperatura	4059	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
49	Tirote 45 - 1Dch - Humedad	4059	10	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
50	Tirote 45 - 1Dch - CO2	4059	15	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
51	Tirote 45 - 2Dch - Temperatura	4059	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
52	Tirote 45 - 2Dch - Humedad	4059	10	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
53	Tirote 45 - 2Dch - CO2	4059	15	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
54	Tirote 45 - 3h - Temperatura	4059	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
55	Tirote 45 - 3h - Humedad	4059	10	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
56	Tirote 45 - 3h - CO2	4059	15	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
57	Tirote 45 - 3Dch - Temperatura	4059	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
58	Tirote 45 - 3Dch - Humedad	4059	10	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
59	Tirote 45 - 3Dch - CO2	4059	15	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
60	Tirote 25 - 1D - Temperatura	4059	9	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0
61	Tirote 25 - 1D - Humedad	4059	10	0	0.00	1903-01-01 00:00:00	1.000	0	0	0

Ilustración 28: Estructura de BBDD mediante tablas mysql

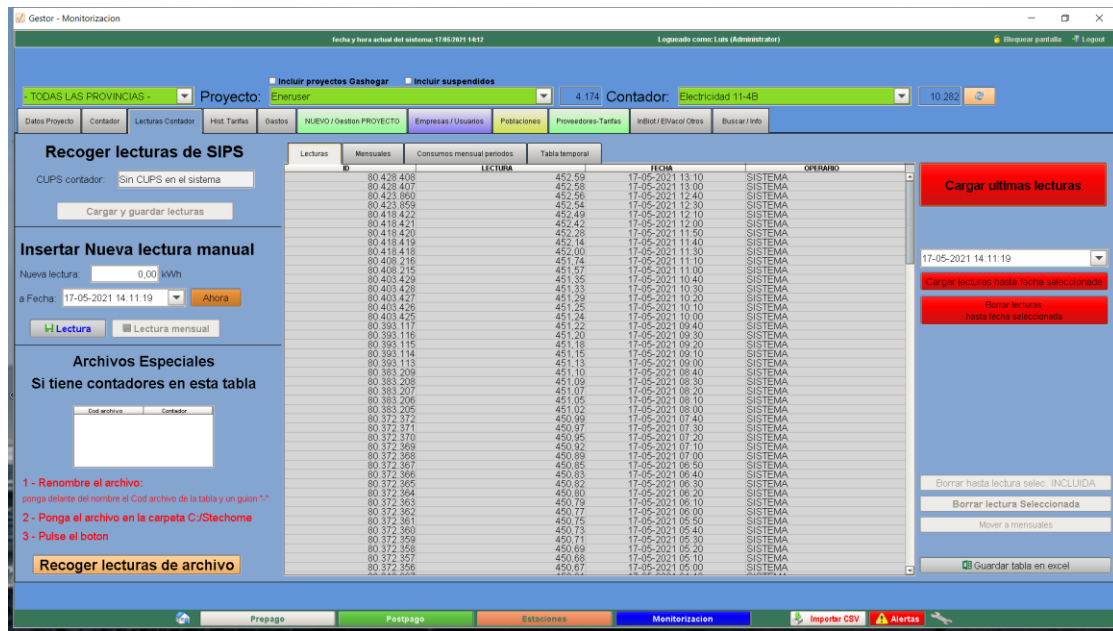


Ilustración 29: Motor de gestión de BBDD

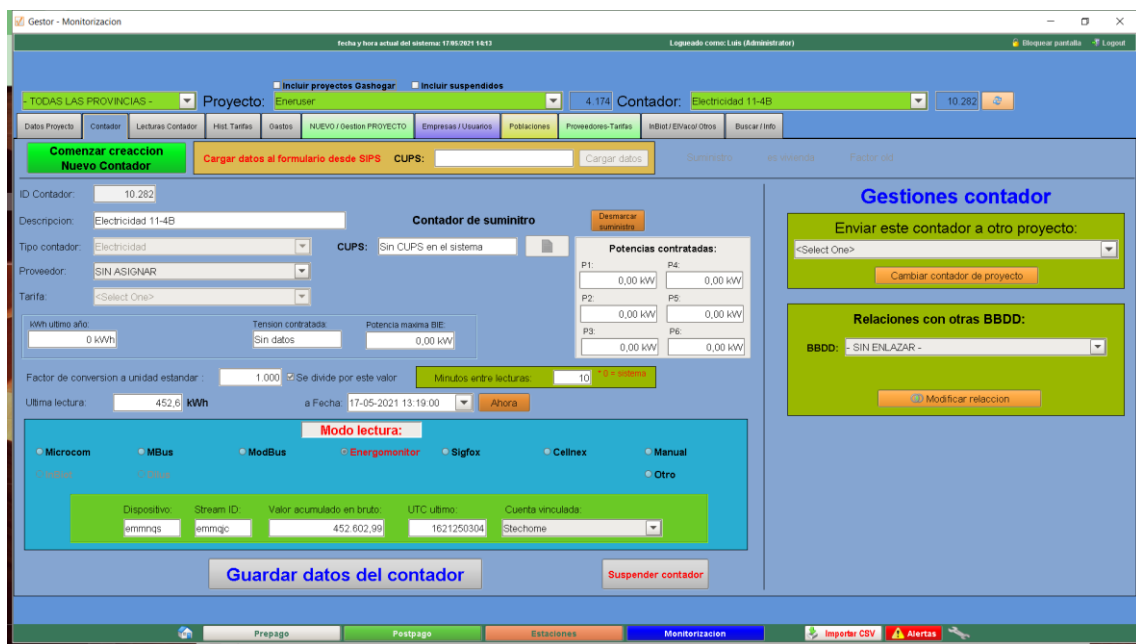


Ilustración 30: Motor de gestión de BBDD II

Y se ha desarrollado una plataforma web desde donde acceder a la información de los diferentes equipamientos de las dos ubicaciones. Algunos ejemplos de ello se pueden ver en las Ilustraciones 27 y 28.



Ilustración 31: Ejemplo de datos horarios

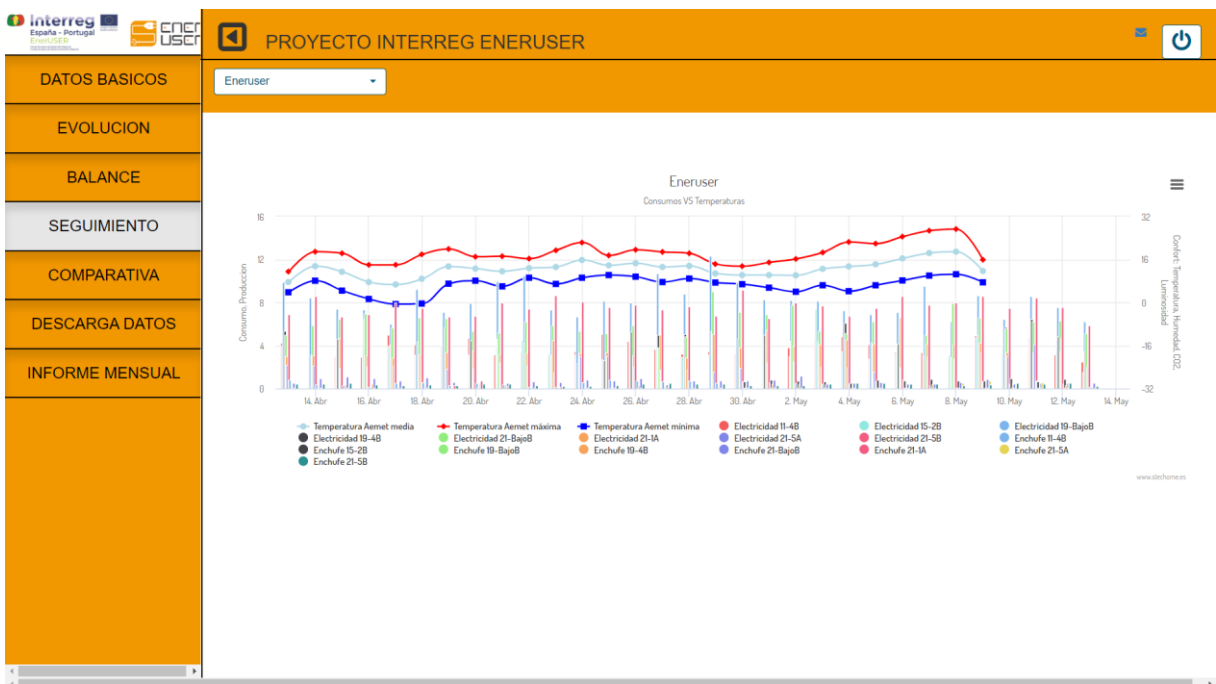


Ilustración 32: Ejemplo de datos diarios

## 6.2 Datos de consumo.

Para la medida del consumo en las viviendas, en el caso general, se van a manejar los siguientes parámetros:

- Electricidad: Kwh
- Gas natural: Kwh/ M3

Los datos son recibidos en la BBDD de manera continuada, almacenándose en sus tablas correspondientes generando un histórico por cada equipamiento.

Posteriormente los datos son gestionados por el motor de datos y presentados de manera gráfica en la plataforma web permitiendo la exportación de los mismos en formato csv, Excel jpg.

Los datos pueden ser visualizados de manera:

- HORARIA, con un rango de 10 min
- DIARIA, con una media horaria
- MENSUAL, con una media diaria
- ANUAL, con una media mensual

## 6.3 Datos de Confort.

### 6.3.1 Sondas generales de confort.

Para la medida del confort interior en las viviendas, en el caso general, se van a manejar los siguientes parámetros:

- Temperatura (°C)
- Humedad relativa (%)
- CO<sub>2</sub> (ppm)
- Luminosidad (lux)
- Ruido (dBm)

Todos estos parámetros serán medidos en continuo por los sensores correspondientes y almacenados con una periodicidad de 10 segundos.

En la Ilustración 29 se presenta un ejemplo con los datos registrados durante un periodo de dos días consecutivos.

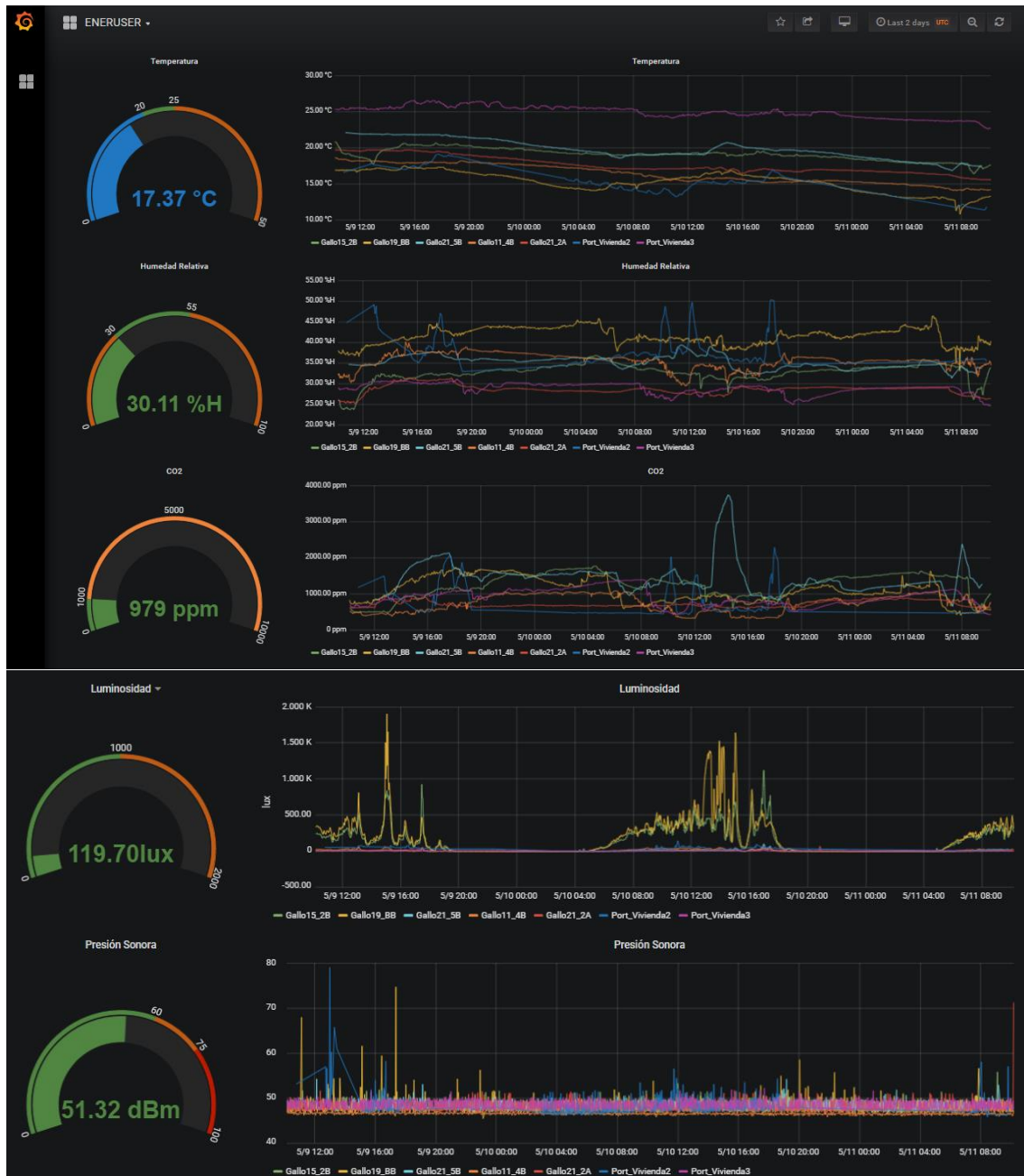


Ilustración 33: Ejemplos gráficos de datos de confort en el interior de las viviendas

La temperatura de confort recomendada en periodo de calefacción es de 19-21°C, mientras que en periodo de refrigeración es de 26°C. La presencia de valores inferiores a la temperatura recomendada en periodo de calefacción podría significar que el inquilino prioriza el ahorro energético por encima del confort térmico.

Los valores de humedad se consideran aceptables cuando están comprendidos entre 40% y 70%.

Los valores de CO<sub>2</sub> actuales en el ambiente exterior estarían en torno a 450 ppm, pudiendo ser aceptables valores en el interior de hasta 2.000 ppm.

Los valores de luminosidad recomendables en viviendas se encuentran entre 100 y 300 lux, pudiendo llegar hasta 750 lux en zonas de trabajo o estudio. En determinados momentos del día, una irradiación solar directa sobre el sensor puede llegar a dar picos importantes de luminosidad.

Con respecto al ruido en el interior de las viviendas, el valor deseable sería siempre el menor posible. Los valores medidos resultan en general inferiores a 50 dB, si bien ocasionalmente se registran algunos picos bastante superiores.

### **6.3.2 Temperatura de globo**

La temperatura del globo es una variable muy relevante para el análisis del confort térmico porque permite evaluar los efectos combinados de la radiación, la temperatura del aire y la velocidad del aire sobre el confort térmico. Este parámetro se mide mediante de la construcción de un sistema que consiste en un termómetro (que mide la temperatura del aire) insertado en el centro de una esfera negra (que absorbe el calor radiante). Tras unos minutos necesarios para alcanzar el equilibrio con el entorno, este dispositivo registrará la temperatura del interior del globo, como resultado del balance de intercambios de calor por convección y radiación, resultando por tanto un valor intermedio entre la temperatura del aire y la temperatura radiante.

Con la temperatura del globo es posible estimar la Temperatura Radiante Media (T<sub>mr</sub>), aunque para ello, en el presente estudio, se considerará un valor de velocidad del aire constante en el interior de las viviendas. La T<sub>mr</sub> corresponde a una temperatura superficial uniforme, obtenida en un entorno imaginario negro desde el punto de vista de la radiación, en el que el valor de los intercambios de calor por radiación de una persona es equivalente a los obtenidos en el entorno real no uniforme.

La T<sub>mr</sub>, en combinación con otros parámetros físicos del entorno y parámetros personales (actividad y vestimenta), permitirá la aplicación de índices de confort térmico, como el Voto Medio Previsto (PMV) o el Porcentaje Previsto de Insatisfechos (PPD), aplicado en el contexto de los estándares de referencia (por ejemplo, ISO 7730: 2005).

## 6.4 Datos climatológicos.

A la hora de interpretar estos datos hay que tener en cuenta los factores más influyentes sobre el comportamiento energético de las viviendas como son: temperatura, humedad, radiación solar y velocidad del viento. Estos datos influyen después en los requisitos térmicos de las viviendas, con repercusiones sobre el consumo de energía y sobre la calidad del aire en el interior de las viviendas.

De un modo general, las temperaturas exteriores medias diarias inferiores a 15°C exigen calefacción y las temperaturas medias diarias superiores a 25°C exigen refrigeración. No obstante, existen otros factores internos y externos que pueden desplazar estos límites hacia valores más altos o más bajos.

Entre los factores internos se encuentran la compacidad y grado de aislamiento de las viviendas, con influencia en la inercia térmica, o el tamaño, tipo y orientación de los huecos acristalados y el tipo de uso de las viviendas (principalmente número de usuarios y tiempo de permanencia).

Entre los factores externos a tener en cuenta estarían la humedad (a mayor humedad exterior, mayores necesidades tanto de calefacción como de refrigeración), la radiación solar (especialmente en verano con cubiertas directamente expuestas a la radiación solar y/o muros exteriores orientados al Este/Oeste) y la velocidad del viento (a mayor velocidad del viento, mayores necesidades de calefacción en invierno, en especial con cerramientos exteriores enfrentados a la dirección del viento).

Todos estos son factores que habrán de ser tenidos en cuenta a la hora de interpretar los consumos energéticos del edificio en calefacción/refrigeración.

## 6.5 Datos de contaminación del aire.

La contaminación del aire es el cuarto mayor factor de riesgo de mortalidad en todo el mundo. Es responsable de más muertes que muchos factores de riesgo conocidos, como la desnutrición, el consumo de alcohol y la inactividad física. La disponibilidad de nuevos datos puede ayudar a sensibilizar al ciudadano y ampliar la visión de los responsables de la ejecución de políticas para adaptar la legislación adecuada y gestionar la calidad del aire.

Este proyecto evalúa la calidad del aire desde dos perspectivas complementarias: desde el espacio interior, enfoque central en este proyecto, y desde el espacio exterior, como forma de interpretar la influencia del entorno en el contexto interior.

La calidad del aire interior (CAI) ha llamado la atención en las últimas décadas, debido al incremento del tiempo que las personas pasan en espacios interiores y a una mayor concienciación de su influencia en la salud, la productividad y el bienestar. De hecho, la calidad del aire interior (CAI) tiene una alta correlación con la salud de sus ocupantes, ya que la atmósfera que podemos encontrar en estos ambientes contiene contaminantes bastante

perjudiciales para la salud humana, incluida la fracción fina de las partículas en suspensión (PM2.5), Compuestos Orgánicos Volátiles (COVT) y monóxido de carbono (CO), entre otros.

La presencia de estos contaminantes en las atmósferas interiores está relacionada con diversos procesos como sistemas de calefacción, preparación de alimentos, uso de productos de limpieza y aire exterior contaminado. La adopción de prácticas de ventilación natural voluntaria y/o sistemas mecánicos puede ayudar a solventar este problema, pero presenta importantes limitaciones, principalmente porque implica altos costos energéticos para muchas familias e instituciones.

La información cuantitativa sobre la calidad del aire interior y exterior que se recoge en este proyecto será utilizada para evaluar el comportamiento temporal y espacial de las distintas variables monitorizadas en el estudio, realizando un análisis integrado y estableciendo relaciones mediante el cruce de la información disponible sobre datos químicos y físicos, además de realizar un estudio comparativo de los valores experimentales con los valores legales o normativos para una evaluación general de las condiciones de calidad del aire interior, calidad del aire ambiente y confort térmico en los entornos interior y exterior de las viviendas.

## 7. CONSIDERACIONES FINALES

La metodología presentada en este documento traduce una acción concertada entre los diferentes socios de este proyecto, con el propósito de crear un mecanismo de monitorización y comunicación de datos que permita, en tiempo real, evaluar el comportamiento de las viviendas en tres dimensiones complementarias: eficiencia energética, calidad del aire interior y confort térmico.

El seguimiento de estas tres dimensiones permitirá a los usuarios o residentes, asesorados por el equipo del consorcio, realizar ajustes en las múltiples dimensiones del contexto residencial, lo que a su vez debe redundar en una mayor eficiencia energética y una mejor calidad ambiental, con beneficios para la economía y para la calidad de vida en el interior de las viviendas.

Entre las innovaciones de este proyecto, cabe destacar:

- Su carácter multidimensional, que permitirá informar a los residentes sobre un amplio conjunto de parámetros de calidad de sus viviendas;
- Su accesibilidad vía web, que permitirá empoderar a los usuarios en la interpretación de los resultados de sus opciones individuales (con el asesoramiento técnico del proyecto);
- La opción por equipos de bajo coste, que permite ampliar la aplicación de los sensores y contribuir a la eliminación de barreras en el uso de este tipo de tecnologías.

## 8. FICHAS TÉCNICAS DE LOS DISPOSITIVOS

### ▪ Sensores de gas natural

#### Destination

The MIA-SFG-01 is used for monitoring gas consumption of ELSTER membrane gas meters and remote communication. The housing of the module has been designed for direct mounting on gas meters, with sealing capability, with no need for other parts for mechanical positioning. The module has an internal pulse detector, so, the information displayed by the mechanical index of the counter as a result of gas consumption is digitally stored in the internal storage. This information is periodically transmitted remotely using Sigfox radio technology.

#### Why MIA-SFG-01 ?

The technical solutions adopted in design phase of module generate a lot of advantages over the remote reading methods currently used. So :

- *A modern IOT (Internet of Things) communication technology is used* ( Sigfox) . Considering the fact that over 5-6 years GPRS technology will be abandoned, Sigfox communication will become an alternative to be considered for solving the communication in AMR domain,
  - *It's a compact solution*; it has no connection elements outside the housing, so mechanical mounting and dismounting on the meter is extremely fast
  - *It does not require an additional pulse interface* (e.g. IN-Z61), which reduces the cost of the solution.
  - *Setup can be done on-site* using Near Field Communication (NFC) technology. Mounting, dismounting and configuration can also be done by the distribution company's staff after prior training
- 
- Both *the presence of an external magnetic field* (equivalent to the "fraud" signal from the IN-Z61) and *the vibrations or modifying the position of the module* (unauthorized dismounting of the module or the meter) *are detected and signaled*
  - *Extremely low power consumption*, with battery life greater than 10 years, using a 3.6V battery with a capacity of more than 10 times lower than the GPRS
  - *The module can be attached to a meter in operation or can be removed from a meter to relocate* without interfering with the gas installation. This facility as well as the final cost of the solution is an advantage over the smart-meter solution.
  - *Easily integrate into the software management system*, or in a software management system dedicated to this solution.



#### Technical specifications:

- *Communication protocol* - Sigfox
- *Frequency band* - 868 MHz band, does not require license
- *Maximum power* - 14 dBm (25 mW)
- *Dimensions*: 85 x 42 x 34 mm
- *Weight*: max 90 g
- *Degree of protection*: IP67 - certified
- *Operating temperature* -25 .. + 55 ° C
- *Power supply* : 1 battery 3.6V 2.4 Ah.
- *Battery life*, assuming 70% of capacity - over 12 years

## Router de comunicación 3G

### SPECIFICATIONS

#### UMTS/HSPA+

- 900/2100 MHz
- HSDPA mode: 14.5 Mbps (Cat 10) downlink speed
- HSUPA mode: 5.76 Mbps (Cat 6) uplink speed
- UMTS mode: 384 kbps DL, 384 kbps UL
- Power Class 3 (24dBm +1/-3dB) for UMTS bands

#### GSM/GPRS/EDGE

- 850/900/1800/1900 Mhz
- GPRS/EDGE Multi-slot Class 12
- Power Class E2 (27dBm ±3dB) for EDGE 850/900
- Power Class E2 (26dBm ±3/-4dB) for EDGE 1800/1900
- Power Class 4 (33dBm ±2dB) for GSM 850/900
- Power Class 1 (30dBm ±2dB) for GSM 1800/1900

#### ETHERNET

- IEEE 802.3, IEEE 802.3u standards
- 1 x LAN 10/100Mbps Ethernet port
- 1 x WAN 10/100Mbps Ethernet port
- Supports auto MDI/MDIX

#### WiFi

- IEEE 802.11b/g/n WiFi standards
- AP and STA modes
- 64/128-bit WEP, WPA, WPA2, WPA&WPA2 encryption methods
- 2,401-2,483 GHz WiFi frequency range\*
- 20dBm max WiFi TX power
- SSID stealth mode and access control based on MAC address

#### HARDWARE

- High performance 400 MHz CPU with 64 Mbytes of DDR2 memory
- External SIM holder
- 4 pin DC connector with 1 x Digital input and 1 x Digital output
- Reset/restore to default button
- 1 x SMA for 3G, 1 x RP-SMA for WiFi antenna connectors
- 2 x Ethernet LEDs, 1 x power LED
- 5 x signal strength LEDs, 2 x connection type indication LEDs
- Bottom and sideways DIN rail mounting slits
- Attachable DIN rail adapter (optional)

#### SOFTWARE

- OpenVPN, IPsec, GRE, L2TP, PPTP
- Firmware update from bootloader via WebUI
- SMS Control
- Remote Management System and Teltonika Router App for easy setup, configuration and maintenance.



## ■ Concentrador de datos vía radio

<b>Medidas</b>	110 × 80 × 26 mm (sin antena)
<b>Peso</b>	128 g
<b>Material</b>	Aluminio anodizado / plástico
<b>Alimentación</b>	5V DC, 500 mA, USB-B
<b>Consumo</b>	2 W max.
<b>Protección</b>	IP20
<b>Conexión</b>	RJ-45 10/100 Mb/s, RS-232
<b>Radio protocolo</b>	proprietary protocol Chirp, 433 MHz band (868 MHz optionally)
<b>Condiciones trabajo</b>	de 0 to +60 °C, de 10 to 90%RH
<b>Tipo de antena</b>	telescópica (433 MHz)



▪ **Equipos de monitorización de consumos eléctricos:**

# Control Electricidad



## Solución Powersense

Los sensores Energomonitor Powersense permiten medir el consumo de electricidad y producción de instalaciones monofásicas o trifásicas de forma fácil y sin instalaciones complejas.

	Transmisor	Sensor Pinzas Sensor Mini	Sensor Standar	Sensor PLUS
<b>Medidas</b>	45 × 92 × 29 mm (without antenna)	26 × 40 × 23, Ø 10 mm	55 × 60 × 30, Ø 12 mm	60 × 85 × 45, Ø 36 mm
<b>Alimentación</b>	2x baterías intercambiable AA 1.5 V, Duración baterías > 2 años.	-	-	-
<b>Rango de medición</b>	< 3 × 300 A	< 80 A, 20 W - 20 kW	< 80 A, 20 W - 20 kW	< 300 A, 0.2 - 72 kW
<b>Resolución</b>	1 W	-	-	-
<b>Conversión</b>	190-250 V, pasos de 5 V	-	-	-
<b>Interfaz</b>	3x CT inputs	CT output	CT output	CT output
<b>Radio protocolo</b>	proprietary protocol Chirp, 433 MHz	-	-	-
<b>Condiciones trabajo</b>	de 0 hasta +60 °C, 20 hasta 90 %RH		de -20 °C hasta +60 °C, 10 to 90 %RH	
<b>Tipo de antena</b>	SMA conector (con antena externa)	-	-	-

## Sensor de enchufes eléctricos

El sensor de enchufe Energomonitor Plugsense permite medir directamente el consumo del enchufe y además puede apagar y encender los dispositivos remotamente desde su móvil.

<b>Medidas</b>	103 × 86 × 62 mm
<b>Alimentación</b>	230 V / 50 Hz
<b>Tipo Enchufe</b>	E CEE 7/5-6 (French) / F CEE 7/3-4 (Schuko)
<b>Rango de medición</b>	< 13 A
<b>Resolución medida</b>	1 W
<b>Consumo</b>	1,5 W (activado on) / 0,5 W (desactivado Of)
<b>Radio protocolo</b>	proprietary protocol Chirp (433 MHz, 868 MHz optionally)
<b>Tipo de antena</b>	interna
<b>Condiciones trabajo</b>	de 0 hasta +60 °C, 20 hasta 90 %RH



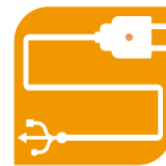
## Hoja Técnica

Entidades	Autores
<b>Instituto Politécnico de Bragança</b>  <b>IPB</b>	Artur Gonçalves  Getúlio Igrejas  Ary Vinicius Frigeri  Manuel Feliciano  Jorge Vaz  Sílvia Fernandes  Orlando Soares  Paulo Alves
<b>Fundación para la Investigación y Desarrollo en Transporte y Energía</b>  <b>CIDAUT</b>	Valentín Castaño Pérez  José Ignacio Domínguez Carrero
<b>Federación Nacional de Gestores Energéticos</b>  <b>FENAGE</b>	Luis M <sup>a</sup> Sánchez García
<b>Instituto De La Construcción De Castilla Y León</b>  <b>ICCL</b>	Felipe Romero Salvachúa  Bárbara Rodríguez Oraá  José Javier Vielba García



**Interreg**  
España - Portugal  
EnerUSER

Fondo Europeo de Desarrollo Regional  
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



**ENER  
USER**

